

Міністерство освіти і науки України

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

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка конструкції автоматичного зарядного пристрою для Ni-Cd
акумуляторів

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)

Дерех Володимир Богданович

(прізвище та ініціали)

Керівник Василишин О.З.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

_____ Дерех Володимир Богданович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції автоматичного зарядного пристрою для Ni-Cd акумуляторів

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

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

2.1.1. Опис 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 маршрутної 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 Навчання з питань охорони праці.
 - 4.2 Основні способи припинення горіння.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

7. Дата видачі завдання 12 травня 2026 р.

Студент

_____ (підпис)

Дерех В.Б.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Василишин О.З.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дерех			Розробка конструкції автоматичний зарядний пристрій для Ni-Cd акумуляторів Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Василишин					Аркуші
Рецензент							
Н. Контр.		Задорожний				ВСП ТФК ТНТУ ТР-403	
Затверд.						м. Тернопіль	

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

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....

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

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....

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

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....

4.1 Навчання з питань охорони праці.....

4.2 Основні способи припинення горіння.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Дерех В.Б. Розробка конструкції автоматичного зарядного пристрою для Ni-Cd акумуляторів: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 125*85 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій сторон плати немає елементів, хоча плата двостороння. В даному виробі мікросхема DA1 кріпиться до радіатора, для кращого відведення тепла.

Конструктивно корпус складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. До верхньої кришки закріплено світлодіод через спеціальну втулку, а також передбачено батарейний відсік для встановлення акумуляторів. До нижньої кришки змонтовано друковану плату за допомогою гвинтових з'єднань із використанням шайб, що забезпечує надійність кріплення. У зоні з'єднання кришок встановлено гніздо живлення у спеціально передбаченому пазі. Габаритні розміри корпусу становлять 113×133×53 мм, що забезпечує компактність та зручність експлуатації..

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

Ключові слова: зарядний пристрій, напруга, регулювання, струм.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Dereh V.B. Development of the design of an automatic charger for Ni-Cd batteries: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 125*85 mm. All the main elements are located on one side of the board, there are no elements on the other side of the board, although the board is double-sided. In this product, the DA1 chip is attached to a radiator for better heat dissipation.

Structurally, the case consists of upper and lower trough-shaped covers. An LED is attached to the upper cover through a special sleeve, and a battery compartment is also provided for installing batteries. A printed circuit board is mounted to the lower cover using screw connections using washers, which ensures reliable fastening. In the area where the covers are connected, a power socket is installed in a specially provided groove. The overall dimensions of the case are 113×133×53 mm, which ensures compactness and ease of use..

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

Keywords: charger, voltage, regulation, current.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований виріб — автоматичний зарядний пристрій для Ni-Cd акумуляторів — призначений для ефективного та безпечного заряджання батарей, що використовуються в радіокерованих моделях, таких як глісери, літаки, автомобілі, а також в акумуляторах передавачів управління.

Пристрій забезпечує:

Підвищення та стабілізацію напруги живлення від бортової мережі автомобіля (12 В) до необхідного рівня для заряджання батарей передавача та моделі.

Контроль процесу заряджання кожного акумулятора окремо, включаючи тестування ступеня зарядженості та автоматичне відключення при досягненні повного заряду.

Захист батарей від перезарядження, що подовжує термін служби Ni-Cd акумуляторів.

Регульований струм заряджання, що дозволяє підбирати оптимальний режим для різних типів батарей (малий струм для малих батарей, більший для більш ємних).

Пристрій складається з триканальної схеми, де кожен канал відповідає за окрему батарею з різним робочим струмом і напругою. Конструкція передбачає:

- використання потужного підвищувального перетворювача для формування необхідної вихідної напруги;
- стабілізатор вихідної напруги, що підтримує напругу на рівні +15 В;
- тестові імпульси та тригери, які контролюють стан акумулятора в режимі реального часу;
- світлодіодний індикатор, що показує процес заряджання та готовність батареї.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Область застосування включає:

- заряджання Ni-Cd акумуляторів радіокерованих моделей будь-якого класу;
- заряджання акумуляторів передавачів управління для моделей;
- використання в автомобільних бортових мережах або будь-яких джерелах постійного струму 12 В;
- лабораторні або навчальні цілі, де необхідне точне контрольоване заряджання батарей;
- хобі та аматорську радіоелектроніку, де важливе багатоканальне та автоматичне управління зарядом.

Завдяки автоматизації процесу та системі контролю, зарядний пристрій дозволяє значно знизити ризик пошкодження батарей та забезпечує зручну експлуатацію навіть при багаторазовому заряджанні різних акумуляторів одночасно [1].

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Вихідний струм1A $\pm$ 10;
2. Маса.....0,3 кг;
3. Номінальна напруга живлення:+12 В;
4. Габаритні розміри133x113x53 мм;
5. Діапазон робочих температур.....-10...+30°C;
6. ККД.....85%;
7. Індикаціясвітлодіод;
8. Навантаження.....4 шт.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

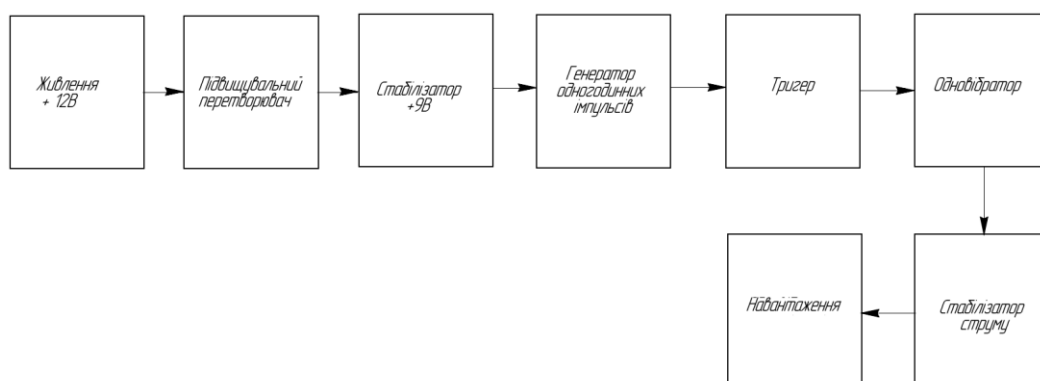


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

Структурна схема приладу автоматичний зарядний пристрій для Ni-Cd акумуляторів побудована за принципом послідовної обробки енергії та сигналів керування, що забезпечує оптимальний режим заряджання та захист елементів.

Живлення подається від мережі ~220 В на понижувальний трансформатор, який знижує напругу до безпечного рівня. Далі сигнал проходить через випрямляч, що перетворює змінну напругу на постійну. Для стабільної роботи електронних вузлів використовується стабілізатор напруги, який формує живлення для цифрових та аналогових блоків.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним керуючим елементом є генератор імпульсів, що задає часові інтервали заряджання. Імпульси надходять на тригер, який визначає стан «заряд/очікування». Для формування точних інтервалів використовується одновібратор, що забезпечує контроль тривалості імпульсів.

Далі сигнал керує стабілізатором струму, який підтримує оптимальний зарядний струм незалежно від коливань напруги. Вихід цього вузла підключений до навантаження — акумуляторів Ni-Cd, що заряджаються.

Для захисту та контролю передбачено блок індикації, який сигналізує про режим роботи (заряд, пауза, завершення). Таким чином, схема забезпечує автоматичний цикл заряджання: від перетворення мережевої енергії до стабілізації параметрів струму та керування імпульсами, що дозволяє продовжити ресурс акумуляторів і уникнути їх перегріву чи перезарядження.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

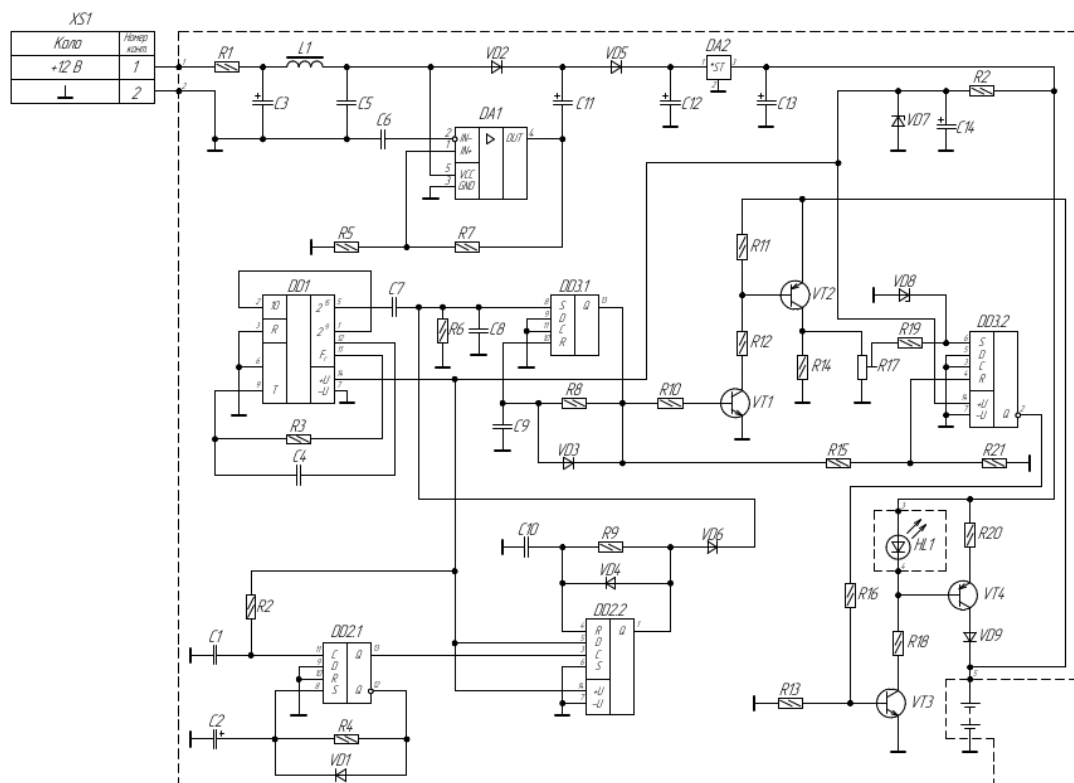


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Оскільки живлення передавача становить +12 В, виникла необхідність підвищення вихідної напруги до +18 В.

Підвищувальний перетворювач виконаний на мікросхемі DA1, яка працює як потужний генератор із випрямлячем на виході. Вихідна напруга перетворювача не стабілізована, тому вона надходить на додатковий стабілізатор на мікросхемі DA2, який підтримує напругу на рівні +15 В.

Фактично це триканальний зарядний пристрій. Кожен канал містить частину схеми на мікросхемах DD1, DD2 та транзисторах VT1–VT4. На схемі показаний лише один канал; усього їх три з параметрами: 7,2 В – 0,25 А, 7,2 В – 0,05 А, 12 В – 0,16 А.

Усі три канали виконані на однакових платах, причому регулюючі транзистори встановлені на краях плат і закріплені гвинтами через ізолюючі слюдяні прокладки до алюмінієвої основи, що виконує функцію радіатора.

На мікросхемі DD1 реалізований генератор одногодинних імпульсів, якими періодично тестуються акумулятори. Контроль ступеня заряджання здійснює тригер DD2.2, на входи якого подаються імпульси напруги, пропорційні струмовому навантаженню батареї.

Мікросхема DD2.1 формує короткий тестовий імпульс напруги тривалістю кілька мілісекунд. Після цього відкривається струмовий ключ на транзисторах VT1 та VT2, підключаючи навантаження до батареї.

Якщо амплітуда імпульсу з резистора навантаження недостатня, тригер DD2.2 не перемикається, і на його виході зберігається високий логічний рівень. У цей час стабілізатор струму на VT3 та VT4 продовжує заряджання акумулятора.

Коли під час наступного тестового імпульсу амплітуда буде достатньою для перемикання тригера, зарядка автоматично відключається, а контрольний світлодіод HL1 згасає.

Для примусового включення зарядного пристрою відразу при подачі живлення використовується одновібратор на мікросхемі DD3. [1].

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування проектного виробу виконано з урахуванням вимог до компактності, зручності монтажу та ефективного тепловідведення. Основним конструктивним елементом є друкована плата розміром 125×85 мм, на якій розміщені всі функціональні електронні компоненти.

Розміщення елементів на платі виконано максимально щільно з метою зменшення габаритів пристрою. Основні радіoelementи встановлені з одного боку друкованої плати, що спрощує технологічний процес складання та контролю якості монтажу. Зворотний бік плати залишається вільним від елементів, що підвищує надійність конструкції та полегшує можливість тепловідведення і сервісного обслуговування.

Особлива увага приділена монтажу мікросхеми DA1, яка встановлена з використанням радіатора для забезпечення ефективного відведення тепла під час роботи пристрою, що підвищує його надійність та довговічність.

Конструктивно виріб виконано у корпусі, що складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. У верхній частині корпусу розміщено світлодіод індикації, закріплений через спеціальну втулку, а також передбачено відсік для акумуляторів. На нижній кришці закріплено друковану плату за допомогою гвинтових з'єднань із використанням шайб, що забезпечує надійну фіксацію та стійкість до механічних впливів.

У зоні з'єднання кришок розміщено гніздо живлення, встановлене у спеціально передбаченому пазі, що забезпечує зручність підключення та компактність конструкції.

Для виготовлення друкованої плати використано склотекстоліт (FR-4), який характеризується високою механічною міцністю, термостійкістю та добрими електроізоляційними властивостями. Даний матеріал є стандартом у

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництві електронних пристроїв завдяки своїй стабільності та надійності в експлуатації.

Провідникові доріжки плати виконані з міді, що забезпечує низький електричний опір та високу провідність. Для захисту від окиснення та підвищення довговічності застосовано захисне покриття у вигляді лудіння або паяльної маски.

Корпус виробу виготовлено з ударостійкого пластику (наприклад, ABS), який має достатню механічну міцність, малу вагу та стійкість до зовнішніх впливів. Такий матеріал забезпечує надійний захист внутрішніх компонентів від пилу, механічних пошкоджень та частково від вологи.

Гвинтові з'єднання виконані з металу (зазвичай сталь або латунь), що гарантує міцність кріплення та довговічність конструкції. Для запобігання корозії металеві елементи можуть мати цинкове або нікелеве покриття.

Світлодіод та інші зовнішні елементи мають пластикові або композитні корпуси, що забезпечує електроізоляцію та стійкість до нагрівання.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

У розробленому виробі корпус виконує функцію захисту внутрішніх елементів від впливу зовнішніх факторів, зокрема пилу, вологи та сонячного випромінювання, а також забезпечує електробезпеку користувача під час експлуатації пристрою. Крім того, корпус є несучою конструкцією, в якій розміщуються та закріплюються всі функціональні вузли та елементи.

Корпус виготовлено з пластмаси, що забезпечує достатню механічну міцність, електроізоляційні властивості та технологічність у масовому виробництві. Конструктивно він складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. До верхньої кришки закріплено світлодіод через спеціальну втулку, а також передбачено батарейний відсік для встановлення акумуляторів. До нижньої кришки змонтовано друковану плату за допомогою гвинтових з'єднань із використанням шайб, що забезпечує надійність

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кріплення. У зоні з'єднання кришок встановлено гніздо живлення у спеціально передбаченому пазі. Габаритні розміри корпусу становлять 113×133×53 мм, що забезпечує компактність та зручність експлуатації.

Конструкція друкованого вузла розроблена з урахуванням вимог технологічності. Забезпечено оптимальну щільність розміщення компонентів при одночасному зменшенні паразитних електричних зв'язків між ними, що позитивно впливає на технічні характеристики пристрою. Взаємне розташування елементів забезпечує зручність складання, регулювання та обслуговування виробу [15].

Габаритні розміри друкованої плати обрано з урахуванням технології виготовлення та економічної доцільності. Форма плати виконана прямокутною, що дозволяє знизити виробничі витрати та забезпечити ефективне використання матеріалів. Розміри відповідають вимогам стандарту ГОСТ 10317-72 із дотриманням рекомендованого співвідношення сторін і стандартних товщин, що сприяє уніфікації та спрощенню виробництва.

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

Під час компоновання елементів на друкованій платі враховано умови тепловідведення та електромагнітної сумісності. Забезпечено можливість природної конвекції повітря в зонах розташування елементів, що нагріваються. Напівпровідникові прилади та інтегральні мікросхеми розміщено на безпечній відстані від джерел тепла та сильних магнітних полів. Також передбачено вільний доступ до елементів, що підлягають налаштуванню.

Крок встановлення інтегральних мікросхем обрано з урахуванням щільності монтажу, теплових режимів та конструктивних особливостей

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

елементів. Дотримано необхідні зазори між корпусами компонентів, що забезпечує надійність роботи та зменшує взаємний вплив елементів. Мікросхеми встановлено з одного боку плати, що відповідає технології монтажу в наскрізні отвори та забезпечує високу механічну міцність.

Таким чином, конструкція проектного виробу розроблена з урахуванням основних вимог технологічності: простоти виготовлення, можливості використання стандартних технологічних процесів, зручності складання та обслуговування, а також забезпечення необхідних технічних та експлуатаційних характеристик. Рациональне компонування елементів позитивно впливає на надійність, довговічність і зовнішній вигляд виробу [26].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця .1- Конденсатор ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C2, C3, C11-C14
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Номинальна напруга	16В, 25В
Номинальна ємність	4,7...2200 мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат,%	0,14

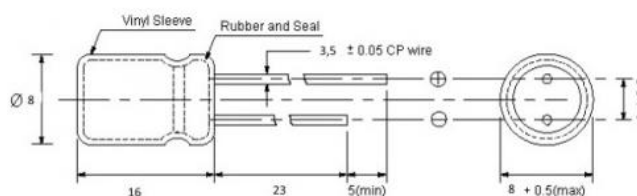


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R16, R18-R21
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, габаритні розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.2
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

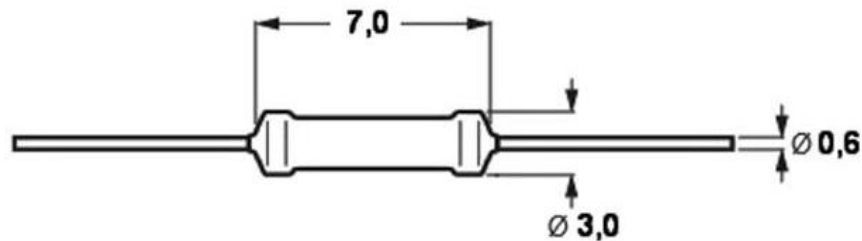


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3- Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1, C4-C10
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

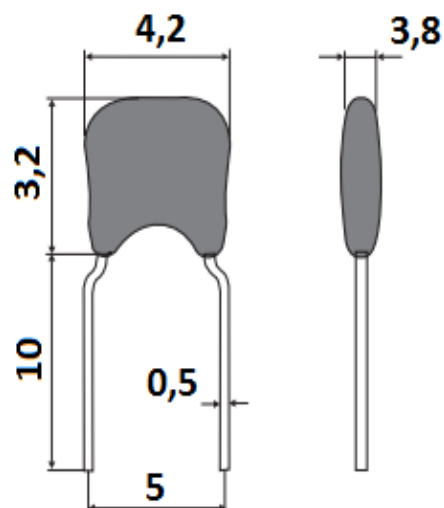


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

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

Позиційне позначення	VD1, VD3-VD4, VD6
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Матеріал	кремній
Корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

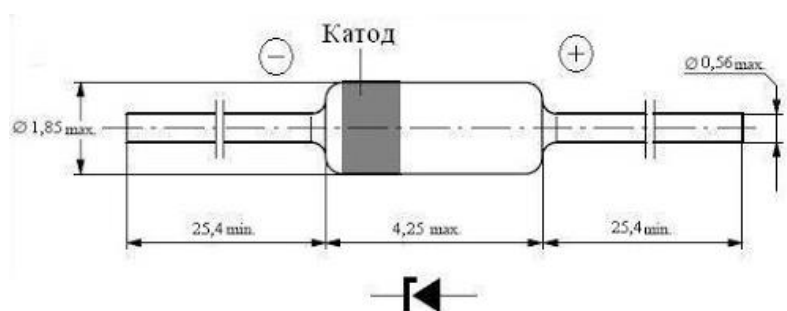


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.5 - Транзистор KSC815YTA "Fairchild" [6]

Позиційне позначення	VT1, VT3
Назва компонента	Транзистор KSC815YTA
Виробник	"Fairchild"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер	80 В
Максимальна напруга колектор-база	100 В
Розсіювана потужність	0.8 Вт
Коефіцієнт підсилення	від 40 до 160
Гранична частота	від 100 до 200 МГц.
Корпус	TO-92

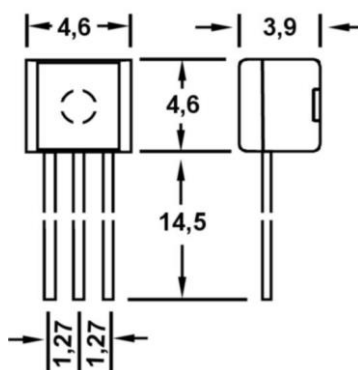


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри транзистора KSC815YTA

Таблиця 2.6 - Діод BYW178-TR "Vishay" [7]

Позиційне позначення	VD2, VD5
Назва компонента	Діод BYW178-TR
Виробник	"Vishay"
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 α _{Уст.} , % / °C	0.12
Максимальний струм стабілізації I _{СТ.МАКС.} , МА	8.5
Робоча температура, °C	-55 ... 150
Корпус	do35
Вага, г	0.2



Рисунок 2.6 – Габаритні розміри діода BYW178-TR

Таблиця 2.7 - Світлодіод типу L-1503GT [8]

Позиційне позначення	HL1
Назва компонента	L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Розмір, колір свічення, струм та напруга живлення
Параметри та характеристики	
Колір свічення	червоний
Довжина хвилі	663нм
Колір лінзи	червоний
Максимальна пряма напруга	1,9 В
Максимальний імпульсний прямий струм	-30мА
Робоча температура	-60...+70°C
Максимальна зворотня напруга	2В

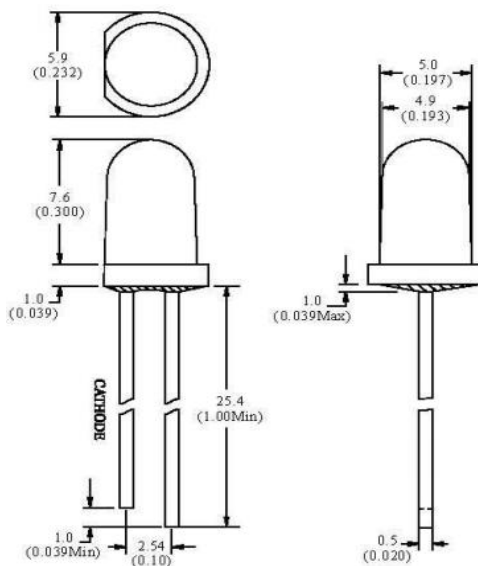


Рисунок 2.7 - Зовнішній вигляд світлодіода типу L-1503GT "Kingbright"

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 - Транзистор BD875 "LGE" [9]

Позиційне позначення	VT2, VT4
Назва компонента	Транзистор BD875
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність
Параметри та характеристики	
Напруга колектор-емітер (V_{ce0})	100 В
Струм колектора (I_c)	10 А
Потужність розсіювання (P_d)	$\approx 75-100$ Вт
Температура переходу	до 150°C
Коефіцієнт підсилення	$\sim 20 - 100$
Гранична частота (f_T)	$\sim 4-8$ МГц
Тип	PNP



Рисунок 2.8 – Габаритні розміри транзистора BD136

Таблиця 2.9 - Резистор 3329H-1 "Bourns" [10]

Позиційне позначення	R17
Назва компонента	Резистор 3329H-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.9
Параметри та характеристики	
номінальний опір	10 кОм
номінальне відхилення, %	10
максимальне постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500 Гц, 0.75 мм, 6г
інтервал робочих температур	-55 ... + 125
ударостійкість	390 м / с ² , 4000 циклів

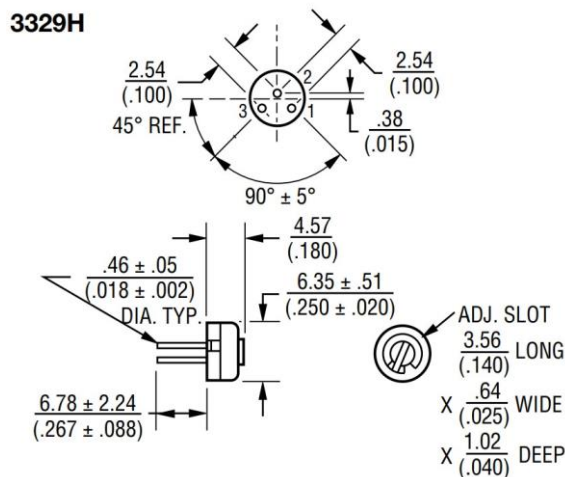


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри резистора підстроювального 3329H-1

Таблиця 2.10 - Мікросхема CD4013BE "HGSEMI" [11]

Позиційне позначення	DD2,DD3
Назва компонента	Мікросхема CD4013BE "HGSEMI"
Виробник	"RCA"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Напруга живлення (VDD)	3–18 В
Вихідний струм	±4.2 мА при VDD = 15 В
Кількість тригерів	2
Максимальна частота роботи	до 24 МГц при VDD = 15 В
Вхідна ємність	~5 пФ
Температурний діапазон	–55...+125 °С
Корпус	PDIP-14

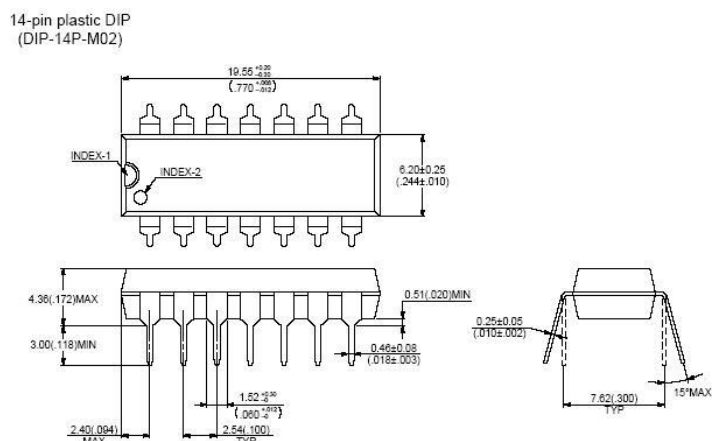


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри мікросхеми CD4013BE "HGSEMI"

Таблиця 2.11 - Мікросхема CD4033BE "Texas Instruments" [12]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема CD4033BE
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Напруга живлення (VDD)	3–18 В
Максимальна робоча частота	до 24 МГц при VDD = 15 В
Вихідний струм	±4.2 мА при VDD = 15 В
Температурний діапазон	–55...+125 °С
Функції	Лічильник на 10 станів
Вхідна ємність	~5 пФ
Температурний діапазон	–55...+125 °С

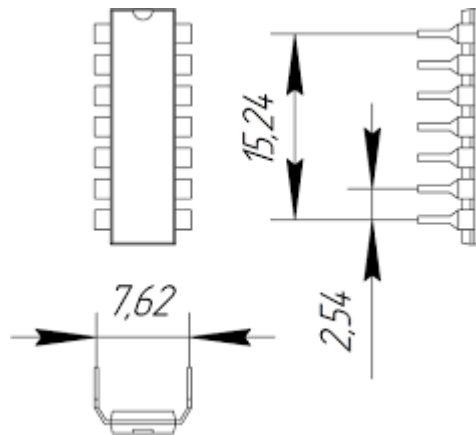


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри мікросхеми CD4033BE

Таблиця 2.12 - Мікросхема MC7809CTG "ON Semiconductor" [13]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхема MC7809CTG
Виробник	"ON Semiconductor"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Вихідна напруга (Vout)	+9 В (фіксована)
Вихідний струм (Iout)	до 1 А
Вхідна напруга (Vin)	11–35 В
Точність вихідної напруги	±4%
Корпус	TO-220AB
Температурний діапазон	–55...+150 °С
Падіння напруги (Dropout Voltage)	~2 В

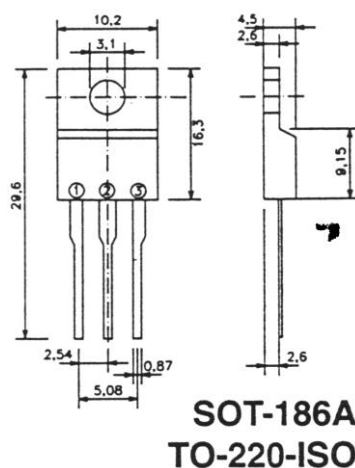


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри мікросхеми MC7809CTG "ON Semiconductor"

Таблиця 2.13 - Мікросхема TDA2003 "HGSEMI" [14]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема TDA2003
Виробник	"HGSEMI"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Вихідна потужність	10 Вт
Вихідний струм (I _o)	до 3,5 А
Напруга живлення (V _s) робоча	до 18 В
Розсіювана потужність (P _{tot})	до 20 Вт при T _{case} = 90 °C
Температурний діапазон	-40...+150 °C
Тип	Автомобільний аудіопідсилювач потужності

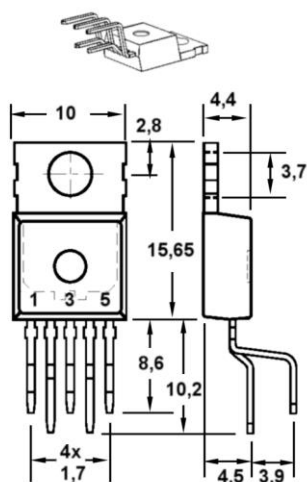


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри мікросхеми Мікросхема TDA2003

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{\text{ст вих ном}}$; граничні значення вихідної напруги $U_{\text{ст вих min}}$, $U_{\text{ст вих max}}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{\text{н min}}$, $I_{\text{н max}}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U ; нестабільність вихідної напруги $K_{\text{нстУ}}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{\text{п}}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{\text{стУ}}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{\text{ст вих}}$; температурний коефіцієнт γ .

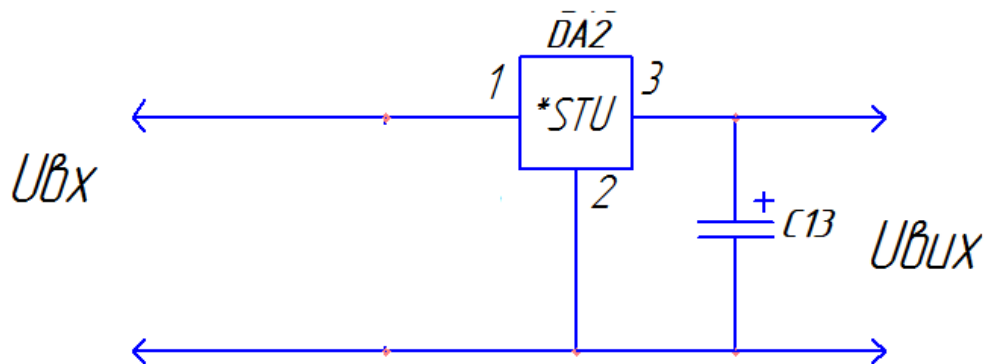


Рисунок 2.14 – Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{\text{ст вих}}$, $I_{\text{ст вих max}}$, $K_{\text{стУ}}$, γ , $R_{\text{ст вих}}$ із рисунку 2.15. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{\text{ІМС вих}} \geq U_{\text{ст вих}}$$

$$I_{\text{ІМС вих max}} \geq I_{\text{н max}}$$

$$K_{\text{ІМС стУ}} \geq K_{\text{стУ}}$$

Тип ІМС	$U_{CT BX},$ В (min... max)	$U_{CT BIX},$ В (min... max)	$K_{ист},$ %, $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{ист},$ %, $\frac{A}{B}$ не більше за	$K_{CT CT},$ дБ на 1кГц не більше за	$\alpha_U,$ %, °C не більше за	$I_{CT BIX},$ А (max)	$P_{CT POZ},$ Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{CT CB},$ мА	$U_{CT OД},$ В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EHА	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1В	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2А	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Б	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2В	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5А	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5В	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5... 15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5А	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5В	7,5... 15	4,82... 5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5... 15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6А	~...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6Б	~...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6В	~...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	~...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142EH8А	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	~9	10	2,5
142EH8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 2.15 - Параметри стабілізаторів

Було обрано стабілізатор MC7809CTG "ON Semiconductor", який має параметри такі як в KP142EHА.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД

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

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT\ ВПХ} \equiv I_{CT\ ВХ} \cdot$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I\ 0}}$$

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03$ %;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{0,6}{1 \cdot 0,03} = 980(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

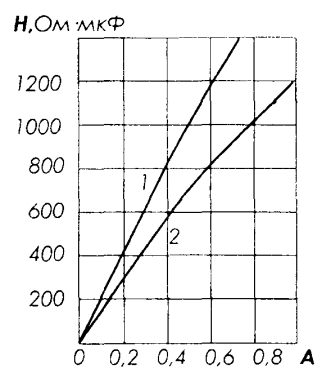


Рисунок 2.16 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 17 = 23,8(B)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0\text{ ном}}$ і $U_{роб}$.
Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР 25 V номінальною ємністю 1000мкФ та на робочу напругу 25 В.

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 [17].

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{1A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,6\text{мм} \quad (2.8)$$

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

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

$I_{\text{доп}}$ – 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:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 1A * 0,5\text{м}}{0,9B * 0,035\text{м}} = 0,4\text{мм} \quad (2.9)$$

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:

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

$d_{E2}=1,0$ - для мікросхеми DA1, DA2, транзистора VT4, VT2, резистора R17.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

δd і δp - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta d = 0,25 \text{ мм, } \delta p = 0,4 \text{ мм.}$$

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
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:

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

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

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

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

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

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

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

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta 1) \quad (2.18)$$

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів проектного виробу виконується з метою визначення умов нормальної роботи електронних компонентів та забезпечення їх надійності при тривалій експлуатації.

Основним джерелом тепловиділення у виробі є мікросхема DA1, яка під час роботи може виділяти значну кількість тепла залежно від режиму навантаження. Для забезпечення допустимого температурного режиму передбачено її встановлення на радіатор, що дозволяє ефективно відводити надлишкову теплову енергію та знижувати температуру корпусу мікросхеми до безпечних значень.

Друкована плата виготовлена зі склотекстоліту типу FR-4, який має достатню термостійкість і здатний витримувати робочі температури електронних компонентів без деформації та втрати ізоляційних властивостей. Провідникові доріжки виконані з міді, яка забезпечує ефективне розсіювання тепла по поверхні плати.

Конструкція корпусу з пластмаси забезпечує певний рівень теплової ізоляції внутрішніх компонентів від зовнішнього середовища, однак передбачені вентиляційні зазори та загальна геометрія виробу сприяють природній конвекції повітря всередині корпусу.

Розміщення елементів на одній стороні друкованої плати також позитивно впливає на тепловий режим, оскільки зменшується локальне перегрівання та спрощується передача тепла до радіатора і навколишнього середовища.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У результаті проведеного аналізу встановлено, що тепловий режим роботи виробу є допустимим за умови використання радіатора для мікросхеми DA1 та дотримання нормальних умов експлуатації (температура навколишнього середовища, відсутність перекриття вентиляційних зон).

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 [16]:

Таблиця 2.14 - 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	5	1	0,03	0,15
2	Діоди	9	0,35	4	5,6
3	Конденсатори електролітичні	6	0,4	2,4	5,76
4	Конденсатори керамічні	8	0,1	1,4	1,12
5	Резистори постійні	20	0,42	0,8	6,72
6	Резистор підстроювальний	1	0,4	5	2,1
7	Батареї	4	1	30	120
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	159	1	0,02	3,18
10	Світлодіод	1	1	4	4
11	Трнзистори	4	0,35	4	5,6
12	Гніздо	1	1	0,05	0,5

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 0.000150985 1/год

Середня наробка до відмови: 6623.2 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.998491$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.985015$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.859861$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.220943$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000000$

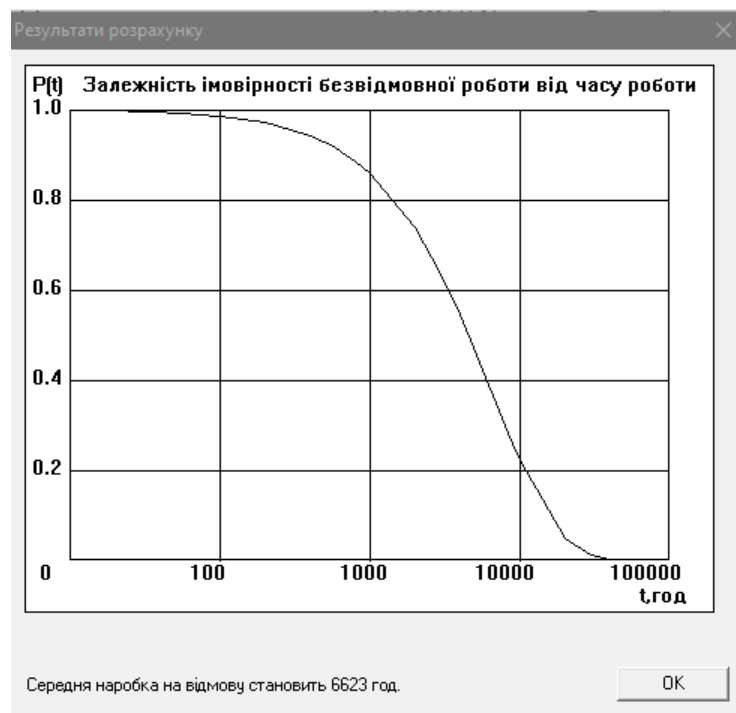


Рисунок 2.17 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 6623 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Техніко-економічний аналіз конструкції проектного виробу виконується з метою оцінки доцільності прийнятих конструктивних рішень з точки зору витрат матеріалів, складності виготовлення, вартості складання та експлуатаційної надійності.

Конструкція виробу характеризується компактністю та раціональним компонованням елементів на друкованій платі розміром 125×85 мм. Розміщення основних компонентів з одного боку плати дозволяє спростити технологічний процес монтажу, зменшити кількість операцій пайки та скоротити час складання, що позитивно впливає на зниження собівартості виробу.

Використання стандартної елементної бази (резистори, конденсатори, мікросхема DA1) забезпечує доступність компонентів на ринку та зменшує витрати на закупівлю. Друкована плата виготовлена зі склотекстоліту типу FR-4, який є відносно недорогим і широко застосовується у масовому виробництві електронної апаратури.

Корпус виробу виконано з ударостійкого пластику, що дозволяє застосовувати методи лиття у формах, які є економічно доцільними при серійному виробництві. Такий матеріал забезпечує оптимальне співвідношення між вартістю, міцністю та вагою конструкції.

Застосування гвинтових з'єднань для кріплення друкованої плати та інших елементів забезпечує простоту складання та розбирання виробу, що знижує витрати на сервісне обслуговування і ремонт.

Наявність радіатора для мікросхеми DA1 підвищує надійність виробу та зменшує ймовірність теплових відмов, що позитивно впливає на загальну економічну ефективність за рахунок зменшення витрат на гарантійне обслуговування.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У цілому, конструкція виробу є технологічно простою, економічно доцільною для серійного виробництва та забезпечує оптимальне співвідношення між собівартістю, надійністю та експлуатаційними характеристиками.

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

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

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Електронна друкована плата має компактне компонування елементів, що дозволило зменшити її габаритні розміри до 125×85 мм. Основні радіoelementи розміщені з одного боку плати, тоді як зворотний бік залишається вільним, попри те що плата є двосторонньою.

Мікросхема DA1 встановлена з тепловідводом і додатково закріплена на радіаторі для забезпечення ефективного відведення тепла під час роботи пристрою.

Конструктивно корпус виробу складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. У верхній частині корпусу встановлено світлодіод із фіксацією через спеціальну втулку, а також передбачено відсік для розміщення акумуляторів.

На нижній кришці закріплено друковану плату за допомогою гвинтових з'єднань із використанням шайб, що забезпечує надійну фіксацію. У зоні стику кришок передбачено гніздо живлення, встановлене у спеціально підготовленому пазі.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Габаритні розміри корпусу становлять 113×133×53 мм, що забезпечує компактність конструкції та зручність експлуатації виробу.

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

Проектований виріб має достатньо високу технологічність, що забезпечується раціональним компонуванням елементів та застосуванням стандартної елементної бази. Розміщення компонентів на одній стороні друкованої плати спрощує процес автоматизованого та ручного монтажу, зменшує кількість операцій складання та підвищує ремонтпридатність виробу.

Друкована плата має просту геометрію та стандартні розміри 125×85 мм, що дозволяє використовувати типові технологічні процеси її виготовлення без потреби у спеціальному обладнанні. Всі отвори та монтажні елементи виконані з урахуванням стандартних допусків, що підвищує точність складання.

Конструкція корпусу складається з двох простих деталей (верхньої та нижньої кришок), що значно спрощує процес лиття та подальшого складання виробу. Кріплення плати здійснюється гвинтовими з'єднаннями, які забезпечують надійність і простоту монтажу без застосування складних технологічних операцій.

Застосування стандартних електронних компонентів і уніфікованих кріпильних елементів підвищує технологічність виробу та знижує витрати на виробництво.

Для складання та монтажу виробу застосовується набір стандартних ручних інструментів та нескладних пристосувань:

- паяльна станція або електропаяльник для монтажу радіоелементів;
- припій та флюс для забезпечення якісного електричного з'єднання;
- пінцети для встановлення дрібних компонентів на друковану плату;
- викрутки (хрестові та плоскі) для монтажу гвинтових з'єднань корпусу;
- кусачки та бокорізи для обрізання виводів елементів;

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- мультиметр для контролю правильності монтажу та перевірки електричних параметрів;
- антистатичний браслет (за необхідності) для захисту чутливих мікросхем від електростатичних розрядів.

У серійному виробництві можуть додатково використовуватись прості монтажні пристосування, такі як кондуктори для фіксації плати під час складання та шаблони для контролю правильності розміщення елементів.

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

Виготовлення двосторонньої друкованої плати виконується комбінованим методом, який поєднує механічну обробку заготовки, формування провідникового рисунка за технологією фотолітографії та подальше хімічне травлення мідного шару. Даний спосіб є поширеним у виробництві радіоелектронної апаратури, оскільки забезпечує високу точність виконання провідників, надійність електричних з'єднань і дозволяє реалізовувати складні схеми в компактному виконанні.

На першому етапі здійснюється підготовка заготовки з фольгованого склотекстоліту, який виступає основним конструкційним матеріалом. Він характеризується високою механічною міцністю, хорошою термостійкістю, стабільними діелектричними властивостями та стійкістю до впливу вологи. Для двосторонніх плат використовується матеріал з мідним покриттям з обох боків, що забезпечує можливість щільного компонування елементів і реалізації складних міжз'єднань.

Далі виконується механічна обробка заготовки, яка включає різання плати до необхідних розмірів, свердління монтажних та перехідних отворів, а також очищення поверхні. Отвори формуються твердосплавним інструментом, що забезпечує високу точність і якість обробки.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наступним етапом є формування захисного рисунка провідників методом фотолітографії. На мідну поверхню наноситься шар фоторезисту, після чого виконується експонування через фотошаблон і подальше проявлення. У результаті утворюється захисний малюнок, який відповідає топології друкованої плати.

Після цього проводиться хімічне травлення, під час якого незахищені ділянки міді видаляються за допомогою травильного розчину (наприклад, хлорного заліза). У результаті формується провідниковий рисунок із високою геометричною точністю.

Для двосторонніх друкованих плат важливим є забезпечення електричного з'єднання між шарами, яке реалізується шляхом металізації отворів або використання перехідних з'єднань. Це забезпечує надійний електричний контакт між верхнім і нижнім шарами плати.

Після завершення травлення та видалення залишків фоторезисту плата проходить етап очищення та нанесення захисного покриття. Як захист застосовується паяльна маска, а також лудіння контактних площадок, що підвищує стійкість до окиснення та спрощує подальший монтаж елементів.

До основних матеріалів належать:

фольгований склотекстоліт (типу FR-4 або аналогічний), який забезпечує механічну міцність та електроізоляційні властивості основи;

- мідна фольга, що формує провідникові доріжки;
- фоторезист, який використовується для створення захисного рисунка;
- хімічні реагенти для травлення (зокрема хлорне залізо), призначені для видалення зайвої міді.

До допоміжних матеріалів відносяться:

- знежирювальні засоби для підготовки поверхні;
- спиртові та інші очищувальні розчини;
- припої та флюси для монтажу радіоелементів;

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- паяльна маска для захисту провідників від окиснення та коротких замикань;
- матеріали для маркування та нанесення захисних покриттів.

Таким чином, застосування комбінованої технології виготовлення двосторонньої друкованої плати забезпечує високу точність, надійність і технологічність виробу. Раціональний підбір основних і допоміжних матеріалів сприяє підвищенню якості виготовлення та довговічності готового пристрою.

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{5}{5 + 53} = 0,1 \quad (2.20)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{159}{159} = 1 \quad (2.21)$$

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:

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{53}{53} = 1 \quad (2.22)$$

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{48}{53} = 0,1 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{53}{53} = 0 \quad (2.24)$$

де $H_{Т.ОР.ЕРЕ}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробі

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{5}{53} = 0,91 \quad (2.25)$$

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

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

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

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 1*1 + 1*0,75 + 0,1*0,5 + 0*0,310 + 0,91*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,57 \quad (2.27)$$

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

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

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

Перевіряємо умову: $\frac{0,57}{0,5} = 1,15 \geq 1.$

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;
- кріплення гнізда, акумуляторів та роз'єму живлення;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів.

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

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1200 \times 50 = 60000 \text{ (грн.)}$$

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 50м²).

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 60000 + 30000 = 90000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 60000 \cdot 0,5 = 30000 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$V_{\text{інстр}} = 30000 \times 0,02 \times 1,1 = 660 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 30000 \times 0,03 \times 1,1 = 990 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 90000 + 660 + 990 = 91650 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{1650 \times 25}{100} = 412,5 \text{ (грн.)}$$

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

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	660	165
	Виробничий та господарський інвентар	990	247,5
	Всього:	1650	412,5

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

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

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

$$B_M = 658 \times 1,04 = 684,32 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	70	70
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	5	30	150
5	Конденсатори електролітичні	5	10	50
6	Конденсатори постійні	10	1	10
7	Резистори постійні	20	0,5	10
8	Світлодіод	1	10	10
9	Батарея	4	25	100
10	Діоди	9	2	18
11	Роз'єм	1	10	10
12	Транзистори	3	20	80
				658

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

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

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$P_{\text{від}} = \frac{34}{60} \times 220 = 124,67 (\text{грн})$$

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}, \text{хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}}), \text{грн/год}$
1	Пайка	15	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	9	V	220
	Всього	34		

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:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 124,67 \times 0,11 = 12,47 (\text{грн})$$

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

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

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (124,67 + 12,47) = 30,17 \text{ (грн)}$$

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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{80}{100} \times (124,67 + 12,47) = 109,71 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 80%);

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:

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{108}{100} \times (124,67 + 12,47) = 148,11 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 108%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 684,32 + (124,67 + 12,47 + 30,17) + 109,71 + 148,11 = 1096,98 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Таблиця 3.4- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	684,32
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	124,67
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,47
4	Відрахування на соціальні заходи	30,17
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	109,71
6	Загальновиробничі витрати	148,11
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1096,98
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	839,16
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	257,82

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

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

$$Ц_{одпр} = 1096,98 \times \frac{100 + 30}{100} = 1426,07 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 30%);

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:

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

$$\Pi_p = (1426,07 - 1096,98) \times 1850 = 608823,9 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 608823,9 - 608823,9 \times \frac{18}{100} = 499235,6 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$S_{повq} = 1096,98 \times 1850 = 2029413 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{528007,02}{2029413} \times 100\% = 26,02 \%$$

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:

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

$$\Gamma\Pi = 499235,6 + 412,5 = 499648,1 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\text{ЧТВ} = 454225,55 - 91650 = 362575,55 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{499648,1}{(1 + 0,1)^1} = 454225,55 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{454225,55}{91650} = 4,96$$

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{91650}{454225,55} = 0,2р$$

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

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

$$GP_{диск} = \frac{454225,55}{1} = 454225,55 \text{ (грн.)}$$

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.	1850
2	Собівартість виробу	грн./од.	1096,98
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1426,07
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	91650
5	Чистий прибуток	грн.	499235,6
6	Рентабельність виробу	%	26,02
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	362575,55
9	Індекс прибутковості	-	4,92
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,2

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Навчання з питань охорони праці.

Складовою частиною системи управління охороною праці на об'єкті господарювання (підприємстві, установі, організації) є навчання та інструктаж працівників з питань охорони праці. На підприємстві розробляється і затверджується його керівником Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, складаються плани-графіки виконання цієї роботи. Відповідальність за організацію навчання і перевірку знань з питань охорони праці на підприємстві покладається на його керівника, у відділах, секціях, цехах, майстернях, на ділянках – на керівників цих підрозділів. Контроль за навчанням і періодичністю перевірки знань з цих питань здійснює служба охорони праці.

Всі працівники під час прийому їх на роботу і щорічно за місцем роботи проходять інструктажі з питань охорони праці. Ці інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться за програмою, розробленою службою охорони праці і затверджується керівником підприємства (виробництва). Зі всіма особами, які прийняті на постійну чи тимчасову роботу, а також прибули у відрядження або на практику і мають брати безпосередню участь у виробничому процесі. Цей інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або спеціально обладнаному для цього приміщенні спеціалістом з охорони праці чи особою, на яку наказом по підприємству покладено ці обов'язки. Запис про проведення інструктажу робиться у спеціальному журналі, який знаходиться у службі охорони праці, а також в документі про прийом інструктованої особи на роботу.

Первинний інструктаж проводиться безпосередньо на робочому місці з особами, які прийняті на роботу на підприємстві чи відряджені для безпосередньої участі у виробничому процесі, а також з працівниками, що

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

будуть виконувати нову для них роботу або переводяться з одного відділу (цеху) в інший, і з прибулими на виробничу практику студентами (учнями). Програма цього інструктажу розробляється керівником структурного підрозділу зі службою охорони праці і затверджується керівником підприємства. Після первинного інструктажу всі працівники повинні пройти стажування впродовж 2...15 змін під керівництвом досвідчених працівників або спеціалістів, призначених наказом по підприємству. Тільки за цієї умови вони отримують допуск до самостійної роботи.

Повторний інструктаж за повною програмою первинного інструктажу проводиться на робочому місці з усіма працівниками у встановлені терміни:

- один раз на квартал – при виконанні робіт з підвищеною небезпекою;
- один раз на півріччя – при виконанні інших робіт.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці у таких випадках:

- запровадження в дію нових або перероблених нормативних актів про охорону праці;
- зміна технологічного процесу, заміна або модернізація обладнання;
- порушення працівником нормативних актів про охорону праці, які могли призвести або призвели до аварії, травми або отруєння;
- вимога посадових осіб органу Держнаглядохоронпраці, вищестоящої господарської організації або державної виконавчої влади, якщо виявлено незнання працівником (студентом або учнем) безпечних методів, прийомів праці чи нормативних актів про охорону праці;
- в разі перерви у виконанні робіт з підвищеною небезпекою більше, ніж на 30 календарних днів, у виконанні інших робіт – більше 60 днів.

Об'єм і зміст цього інструктажу залежить від причин і обставин, які викликали необхідність його проведення.

Цільовий інструктаж повинен проводитися з працівниками перед проведенням робіт:

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за нарядами-допусками (дозволами);
- разових, безпосередньо не пов'язаних з посадовими обов'язками (навантаження і розвантаження товарів тощо);
- в разі надзвичайної ситуації (стихійного лиха).

Первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі проводять керівники робіт (завідувачі відділів, секцій, складів, комор, а також начальники цехів, ділянок).

Ці інструкції завершуються перевіркою отриманих знань і набутих навичок з безпеки праці. В журналі реєстрації інструкцій з питань охорони праці, який є в кожному структурному підрозділі, роблять записи про проведення первинного, повторного, позапланового інструктажів, стажування і допуски до роботи. При цьому обов'язкові підписи осіб, з якими проводився інструктаж і керівника робіт. Запис про проведення цільового інструктажу робиться в наряді-допуску чи інших аналогічних документах.

Особи, не пов'язані з обслуговуванням обладнання, використанням інструмента, зберіганням сировини, матеріалів та ін., можуть бути звільнені від первинного, повторного, позапланового інструктажів. Перелік професій і посад працівників, звільнених від інструктажів, затверджуються керівником підприємства (установи, організації) після узгодження з державним інспектором Держгірпромнагляд.

Працівники, діяльність яких безпосередньо пов'язана з експлуатацією торгівельно-технологічного, холодильного та іншого обладнання, яке застосовується на підприємствах торгівлі і громадського харчування, проходять навчання за програмою технічного мінімуму. Таке навчання проводиться на діючому устаткуванні кожні два роки, на новому – в міру надходження його на підприємство.

Працівники, допущені до експлуатації малих вантажних ліфтів і нахилених підйомників, проходять навчання щорічно.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навчання за програмою технічного мінімуму закінчується екзаменом, результати якого оформляються протоколом.

Підготовка працівників для виконання робіт з підвищеною небезпекою (електрозварювальних, вантажно-розвантажувальних з допомогою машин і механізмів, з обслуговування вибухо- і пожежонебезпечних об'єктів) проводиться тільки в навчальних закладах (професійно-технічних училищах, навчально-курсівих комбінатах тощо). До обслуговування торговельних автоматів, машин напідлогового електротранспорту, холодильного обладнання холодопродуктивністю вище 41,9 Дж/год та деяких інших видів обладнання, в тому числі підконтрольного органам Держгірпромнагляду, допускаються особи, які пройшли спеціальне навчання. Перевірка знань цієї категорії працівників проводиться щорічно постійно діючою комісією, створеною наказом керівника підприємства.

Є перелік посад посадових осіб, які зобов'язані обов'язково проходити перевірку знань з охорони праці до виконання ними своїх обов'язків, а також періодично один раз на три роки. У цей перелік включені :

- керівники, замісники керівників, головні спеціалісти підприємств (установ, організацій), керівники, замісники керівників і спеціалісти їх структурних підрозділів, які безпосередньо пов'язані з проведенням робіт на виробничих дільницях, а також здійснюють контроль за технічним станом машин, механізмів, будівель і споруд, проведенням технологічних процесів;

- керівники і спеціалісти виробничо-технічних відділів, енерго-механічної та технологічної служб;

- посадові особи, які безпосередньо відповідають за пожежну безпеку і безаварійну експлуатацію об'єктів, проводять інструктажі з охорони праці для підлеглих працівників;

- керівники і спеціалісти служб охорони праці.

На підприємстві для перевірки знань з питань охорони праці посадових осіб і спеціалістів створюється постійно діюча комісія під керівництвом

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керівника підприємства (його замісника) чи керівника (його замісника) служби охорони праці.

Керівники підприємств (об'єднань), їх замісники, керівники основних виробничо-технічних служб, члени комісії з перевірки знань з питань охорони праці проходять навчання і атестацію переважно в експертно-технічних центрах, керівники вищої ланки керівництва – в Науково-інформаційному і навчальному центрі Держгірпромнагляду.

Важливу роль у навчанні працівників безпеці праці на робочих місцях відіграють інструкції з охорони праці. Інструкції розробляються керівниками підрозділів або керівниками робіт за участю служби охорони праці. Кожна інструкція повинна містити вимоги безпеки:

- загальні,
- перед початком роботи,
- під час роботи,
- в аварійних ситуаціях і
- після закінчення роботи.

Допускається використовувати типові інструкції з безпеки праці для окремих професій і на окремі види робіт з урахуванням конкретних умов.

Інструкції з охорони праці (часом у вигляді особистих книжок) видаються працівникам після проведення інструктажів та інших видів навчання як посібники для закріплення знань. Короткі інструкції і керівництва у вигляді листків розміщують у робочих зонах на поверхні машин і апаратів (поблизу органів керування ними), на поверхні стін і колон.

Основними формами пропаганди охорони праці є конференції, лекції, семінари, консультації, а також виставки, огляди і конкурси. Навчально-методичним центром пропаганди безпеки праці є кабінети охорони праці підприємства.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Основні способи припинення горіння.

Для виникнення й розвитку процесу горіння, який спричиняє пожежу, мусить бути одночасне сполучення горючої речовини, окисника, джерела запалювання та безперервного потоку тепла від осередку пожежі до горючого матеріалу. Водночас для припинення горіння досить виключити будь-який із цих елементів. Комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі, що виникла, називається пожежогасінням.

Основні способи припинення горіння:

- охолодження зони горіння або речовин, що горять, до певного рівня температури;
- ізоляція осередку горіння від кисню;
- зниження концентрації кисню в повітрі шляхом розбавлення його не горючими газами;
- хімічне гальмування (інгібування) швидкості реакцій окиснення (горіння) в полум'ї;
- механічне придушення полум'я сильним струменем води, порошку чи газу;
- створення умов вогнеперешкоди, за яких полум'я не має можливості поширюватися.

Практична реалізація способів припинення горіння може бути досягнута за допомогою вогнегасних речовин та технічних засобів.

До вогнегасних належать речовини, що мають фізико-хімічні властивості, які дозволяють створити умови для припинення горіння. Багато з них використовуються також для запобігання, обмеження поширення пожежі, захисту людей і матеріальних цінностей.

Використовуються такі основні види вогнегасних речовин:

- вода;
- вода з добавками, які підвищують її вогнегасну здатність;

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- піна;
- газові вогнегасні суміші;
- вогнегасні порошки;
- комбіновані вогнегасні суміші.

Вибір вогнегасної речовини та способу її подачі визначається умовами виникнення й розвитку пожежі.

Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів, які можна поділити на:

- охолоджувальні (вода, водні розчини, снігоподібна вуглекислота та ін.);
- розбавлювальні (діоксид вуглецю, водяна пара, інертні гази та ін.);
- ізолювальні (хімічна та повітряно-механічна піна, пісок та ін.);
- засоби хімічного гальмування горіння (вогнегасні порошки, брометил, хладон та ін.).

Вода - це найбільш поширений і достатньо ефективний вогнегасний засіб. Вода має високу теплоємність і добрі охолоджувальні якості. Під час гасіння пожежі вода, а точніше, певна її кількість випаровується внаслідок контакту з високотемпературним осередком. З літра води утворюється близько 1700 л пари. При цьому відбувається розбавлення реагентних речовин. Унаслідок великих значень теплоти пароутворення вода забирає із зони горіння велику кількість тепла, що, своєю чергою, забезпечує помітний охолоджувальний ефект.

Вода має високу термічну стійкість. Розкладення її на водень і кисень відбувається при температурах понад 1700°C. Тому гасіння водою більшості горючих матеріалів та рідин є безпечним, адже температура їх горіння не перевищує 1300°C.

Найбільший вогнегасний ефект спостерігається під час застосування води у дрібнорозпиленому стані. Такою водою можна гасити навіть горючі рідини, оскільки туманоподібна хмара дрібнорозпиленої води спричиняє

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ізолювальний ефект. Застосування розчинів змочувачів, які зменшують поверхневий натяг води, дає можливість зменшити її витрати на гасіння деяких матеріалів на 30-50%.

Вода добре проводить електричний струм. Це треба пам'ятати під час гасіння пожеж в електроустаткованні, що перебуває під напругою.

Піна - це колоїдна дисперсна система, яка складається з пухирців газу. Стінки пухирців утворюються з розчинів поверхнево-активних речовин і стабілізаторів.

Піни поділяють на хімічні та повітряно-механічні.

Повітряно-механічна піна утворюється за допомогою спеціальних технічних пристроїв із водних розчинів поверхнево-активних речовин (піноутворювачів).

Піна має досить низьку теплопровідність. Вона здатна перешкоджати випаровуванню горючих речовин, а також проникненню парів, газів, теплового випромінювання. Все це визначає її ізолювальні властивості.

Вогнегасні порошки використовують для ліквідації горіння твердих, рідких і газоподібних речовин.

Вогнегасний ефект застосування порошоків складається з:

- хімічного гальмування реакції горіння внаслідок дії порошку (кристали введеного у полум'я порошку спричиняють суміжні реакції, які руйнують здатні горіти радикали або перешкоджають їх утворенню);

- утворення на поверхні речовини, що горить, ізолювальної плівки;
- утворення хмари порошку, яка має властивості екрана;
- механічного придушення полум'я твердими частинками порошку;
- виштовхування кисню із зони горіння.

Діоксид вуглецю (CO_2) не має кольору та запаху. За підвищеного тиску переходить із газоподібного стану в рідкий.

Механізм припинення горіння діоксидом вуглецю базується на його здатності зменшувати шляхом розбавлення концентрації реагентних речовин

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до меж, коли горіння стає неможливим. Вогнегасний ефект спостерігається, коли концентрація CO₂ буде не менше 30% по об'єму.

Діоксид вуглецю може подаватися до зони горіння у вигляді снігоподібної маси, здійснюючи охолоджувальну дію, оскільки CO₂ перебуває у вигляді снігу при температурі мінус 78°C.

Існує два основні методи гасіння пожеж за допомогою CO₂: об'ємний і поверхневий. Об'ємне гасіння здійснюється у замкнутих приміщеннях.

Вихід снігоподібного CO₂ з балона при температурі навколишнього середовища 20°C становить не менше 28% (з кілограма рідкого CO₂ може утворитися 280 г снігу та близько 500 л газу). Діоксид вуглецю не гасить тліючі матеріали, бо не має змочувальної здатності.

Практично всі вогнегасні речовини характеризуються комплексною дією на процес горіння. Наприклад, вода може охолоджувати, ізолювати та розбавляти речовини, що горять; піна ізолює й охолоджує; газові засоби пожежогасіння одночасно діють як інгібітори й розбавляють горючі речовини; порошки гальмують хімічні реакції й ізолюють зону горіння в разі утворення стійкої порошкової хмари. Однак припинення горіння досягається одним із застосовуваних способів, тоді як інші тільки сприяють цьому. Це визначається співвідношенням властивостей вогнегасної речовини та матеріалу, що горить.

Для кожної вогнегасної речовини існує домінуюча властивість. Для води - це охолодження, для піни - ізоляція осередку горіння, для порошку - гальмування реакції горіння, для діоксиду вуглецю - розбавлення газової та конденсованої фаз (твердої, рідкої) неоднорідної фізико-хімічної системи негорючим газом

Вибір вогнегасної речовини залежить від характеру пожежі й визначається:

- властивостями та агрегатним станом речовин, що горять;
- параметрами пожежі (площею горіння, інтенсивністю горіння, температурою тощо);

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- видом пожежі (в закритих приміщеннях та будівлях, на відкритому просторі);

- умовами тепло- й газообміну на пожежі;

- наявністю та кількістю вогнегасних засобів;

- вогнегасною здатністю щодо гасіння речовин і матеріалів;

- ефективністю способу гасіння пожежі.

Визначаючи способи пожежогасіння, розраховують на досягнення максимального ефекту за мінімальних витрат вогнегасних речовин.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Автоматичний зарядний пристрій для Ni-Cd акумуляторів». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 125×85мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить складна, конструкція корпусу виробу є також складною. Корпус має такі розміри 133x113x53, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

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

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

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

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автоматичний зарядний пристрій для Ni-Cd акумуляторів [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2025).

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

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

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

6. Транзистор KSC815YTA "Fairchild" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).

7. Діод BYW178-TR "Vishay" [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).

8. Світлодіод типу L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

9. Транзистор BD875 "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).
11. Мікросхема CD4013BE "HGSEMI" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.www.vprl. (дата звернення 1.02.2026).
12. Мікросхема CD4033BE "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
13. Мікросхема MC7809CTG "ON Semiconductor" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
14. Мікросхема TDA2003 "HGSEMI" [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. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
16. 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).
17. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
18. Програма для розробки схем "Altium Designer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>
19. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

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

28. 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.

29. 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.

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

31. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRlb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

32. 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.

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

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

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

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток Б 3D модель пристрою

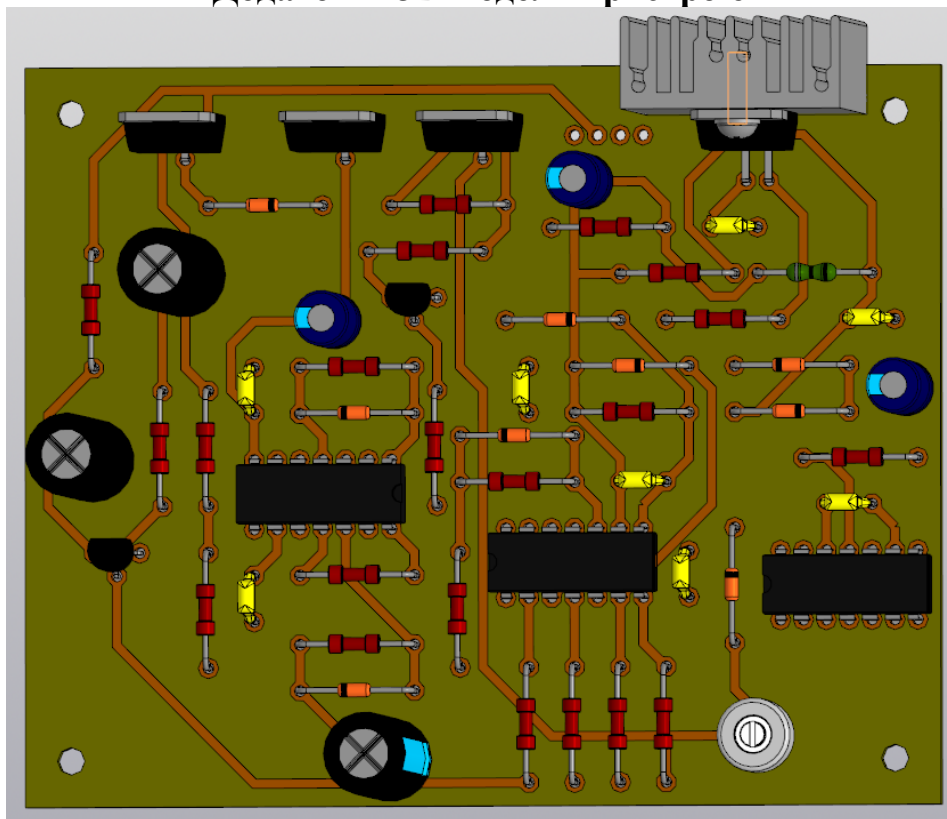


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

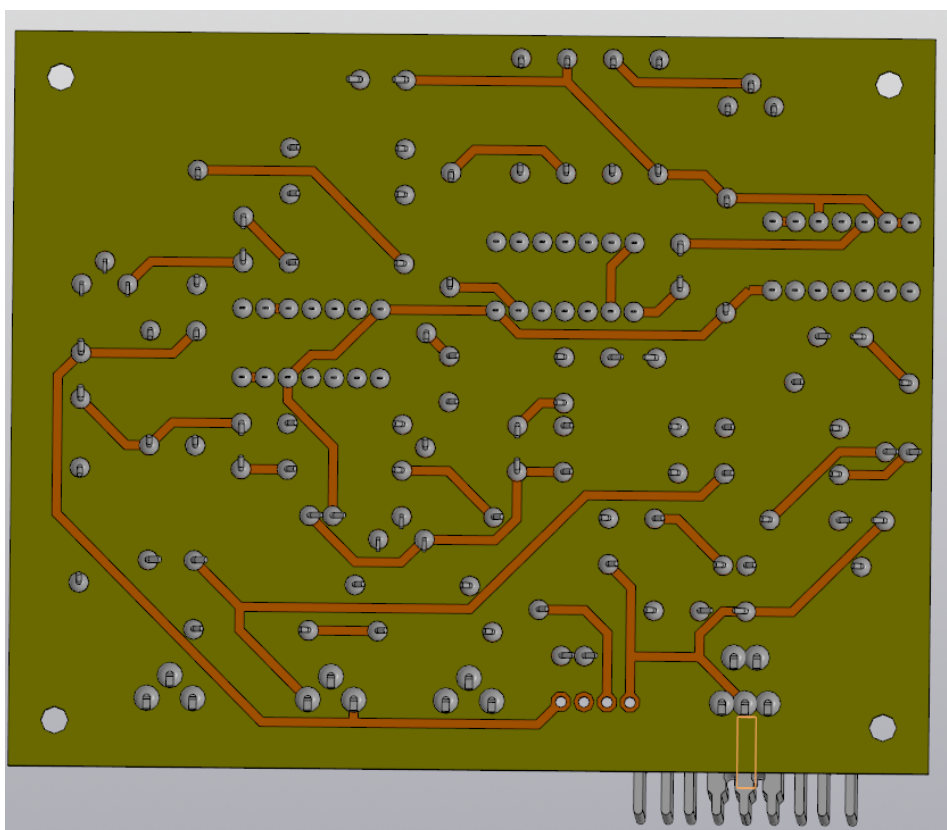


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ

Арк.

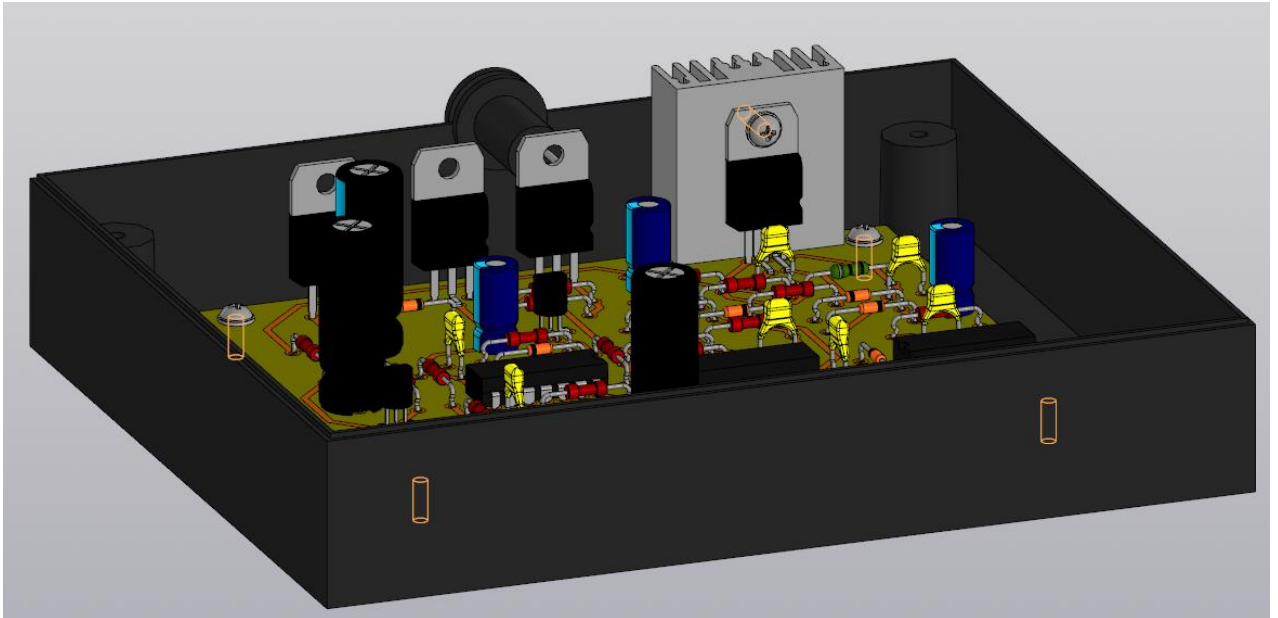


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

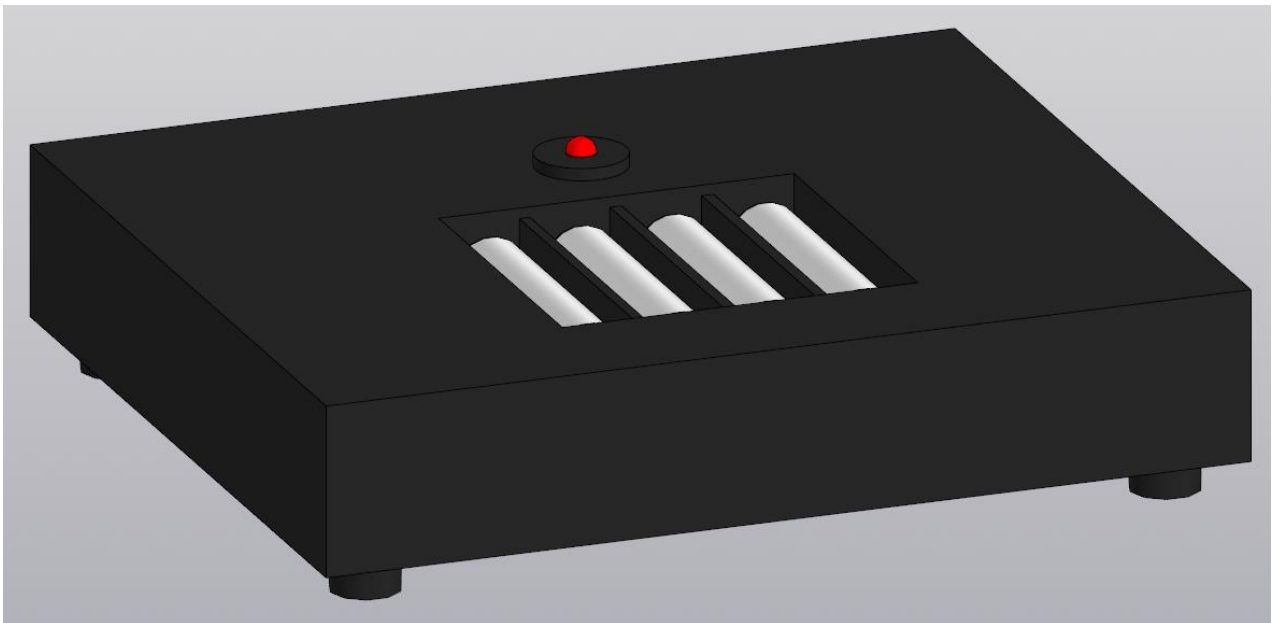


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

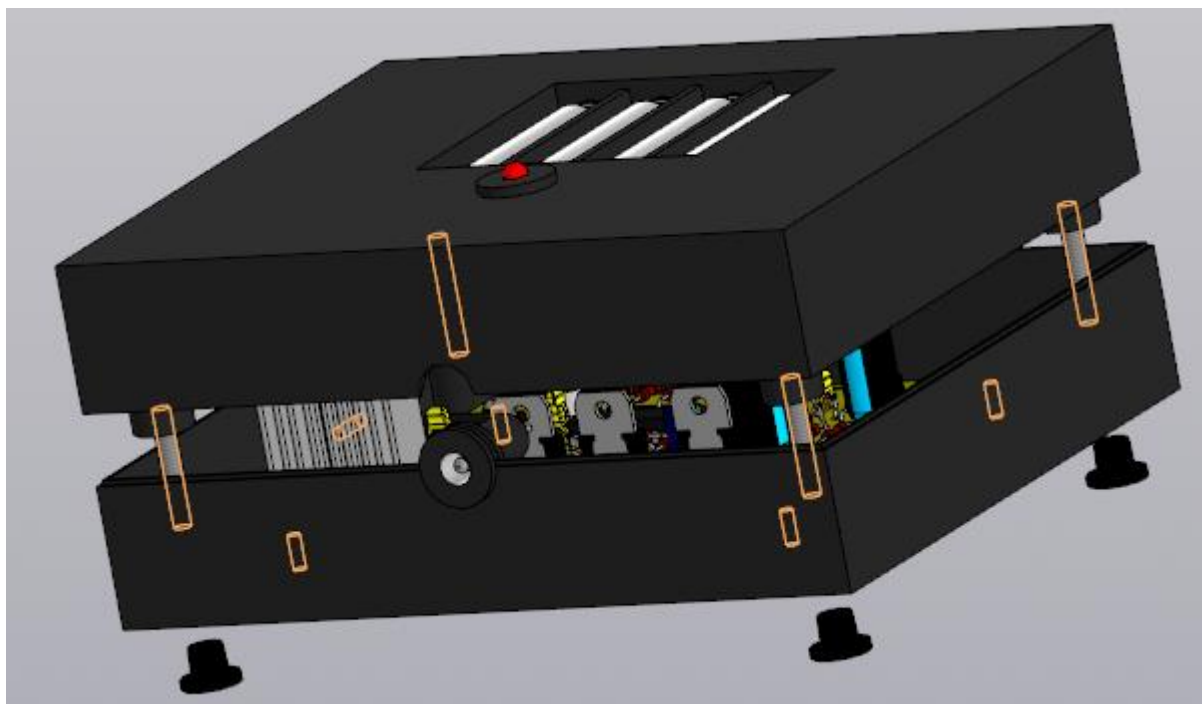


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

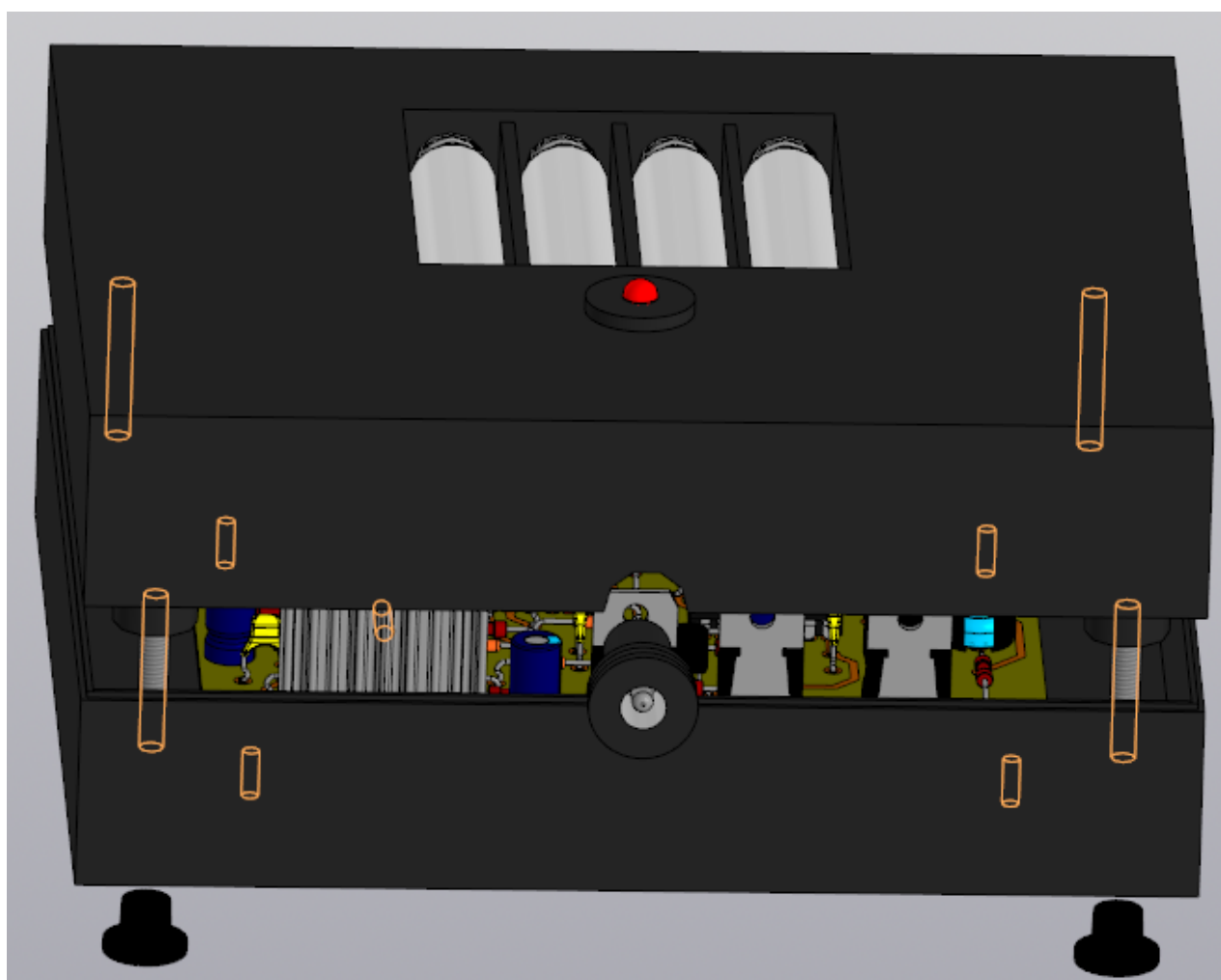


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А Друкована плата

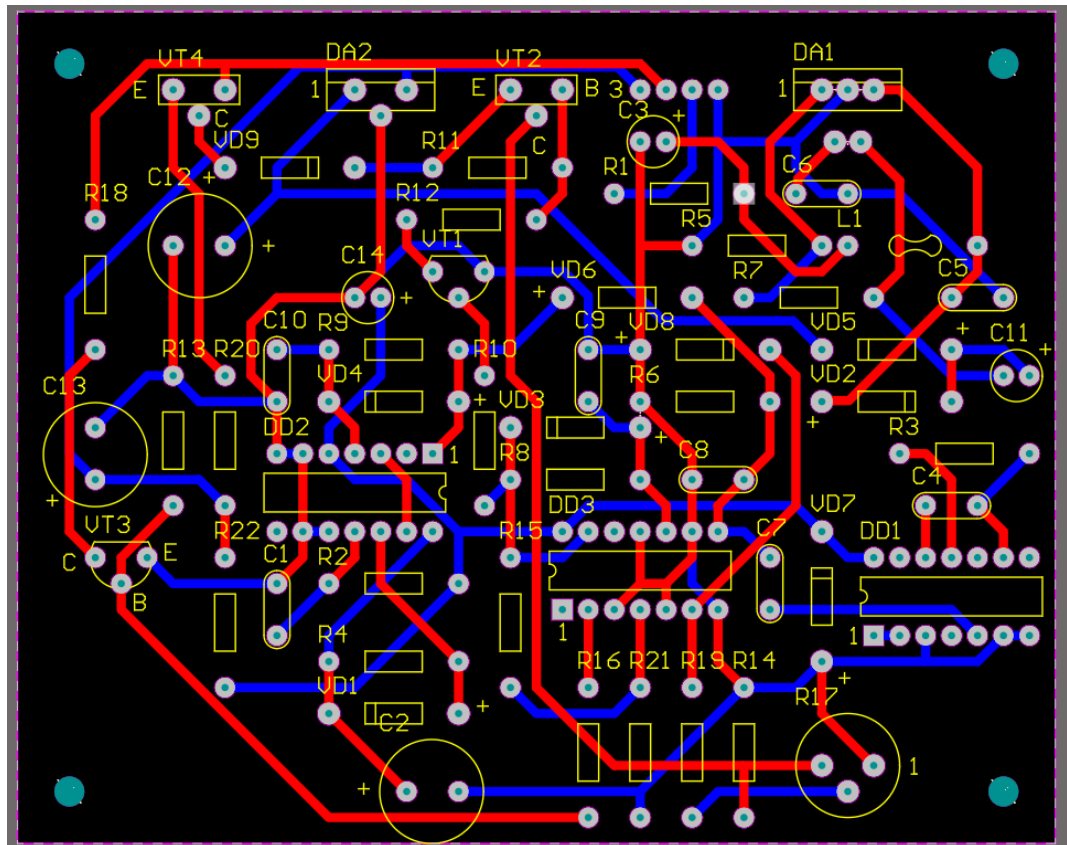


Рисунок А.1 – Друкована плата

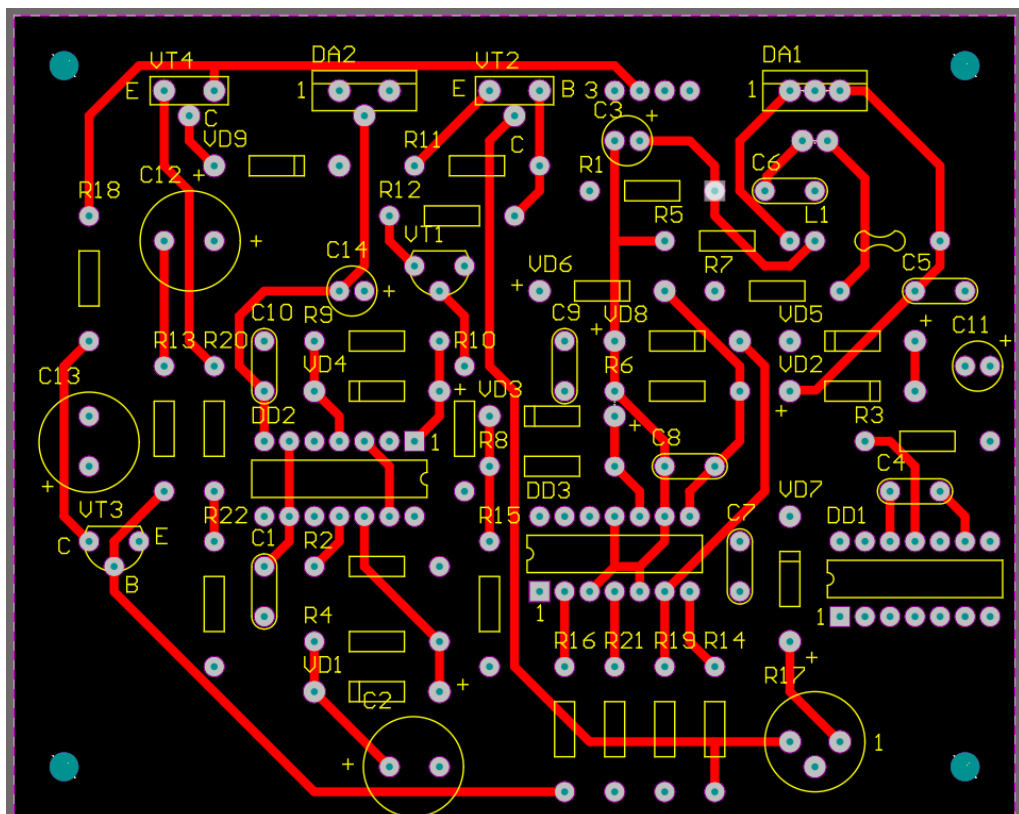


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ

Арк.

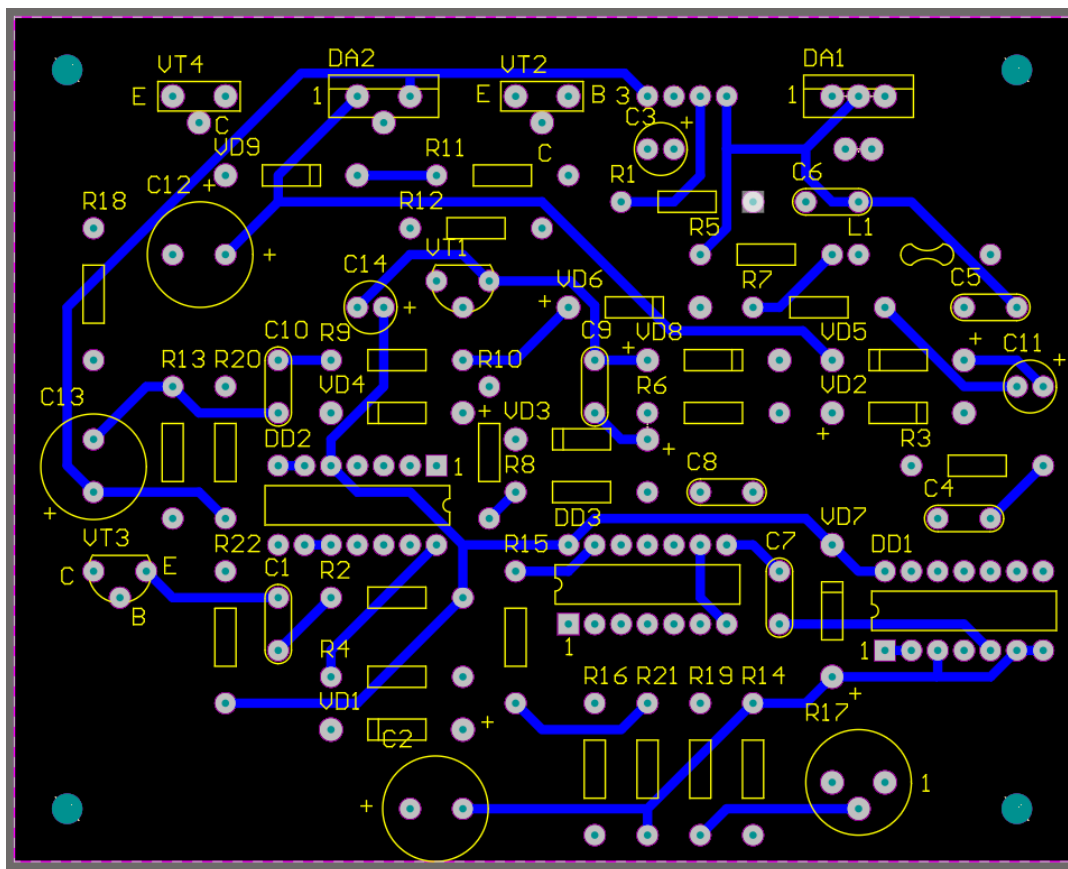


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

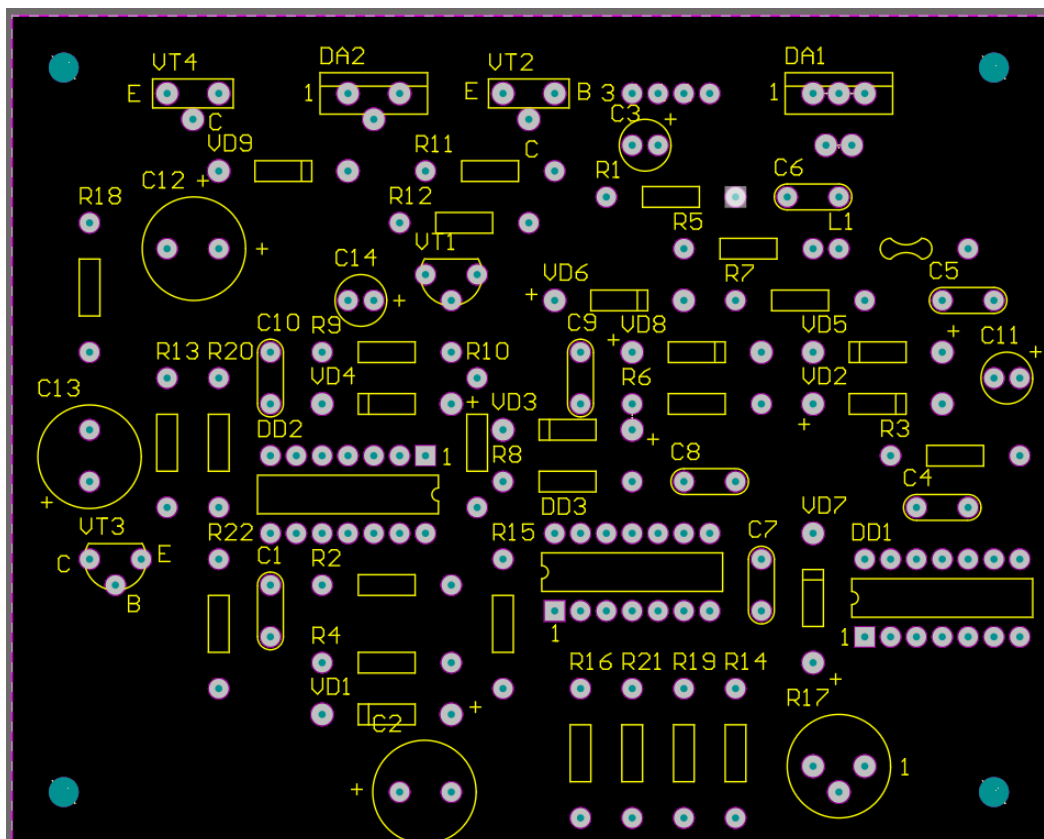


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

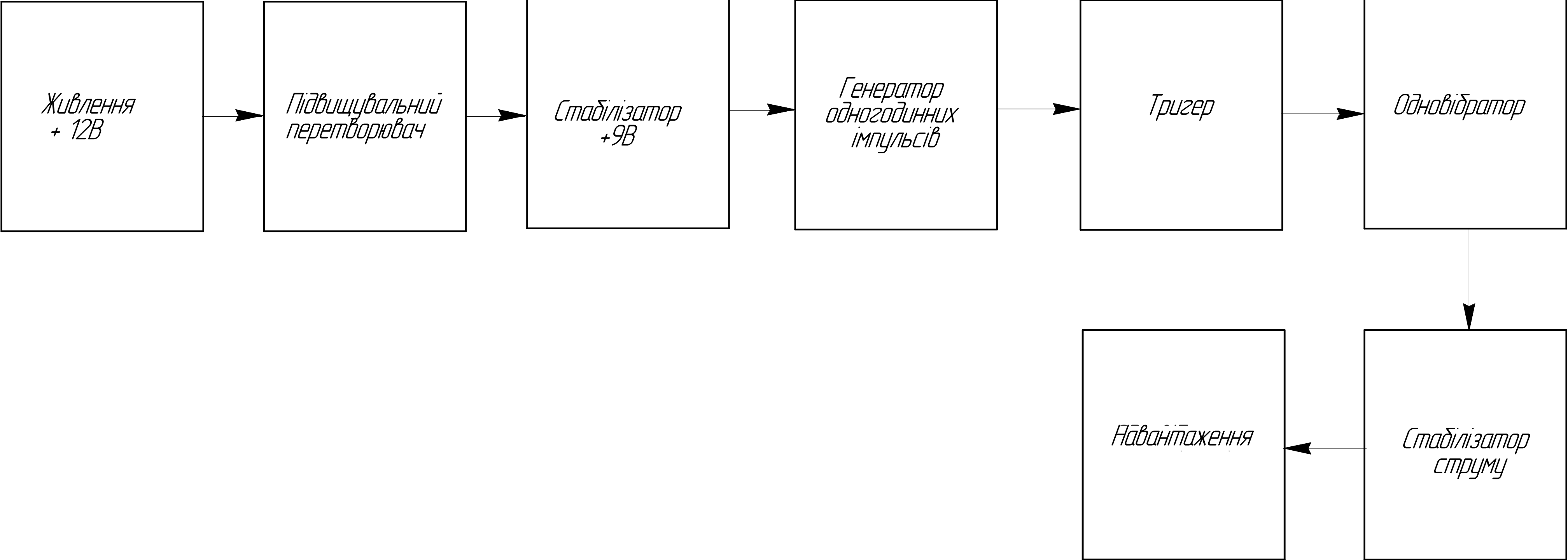
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.012.000.000 ПЗ

Арк.

Перш. викорис.	
Додат. №	

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



26 КР 172.402.012.001.000 Е1

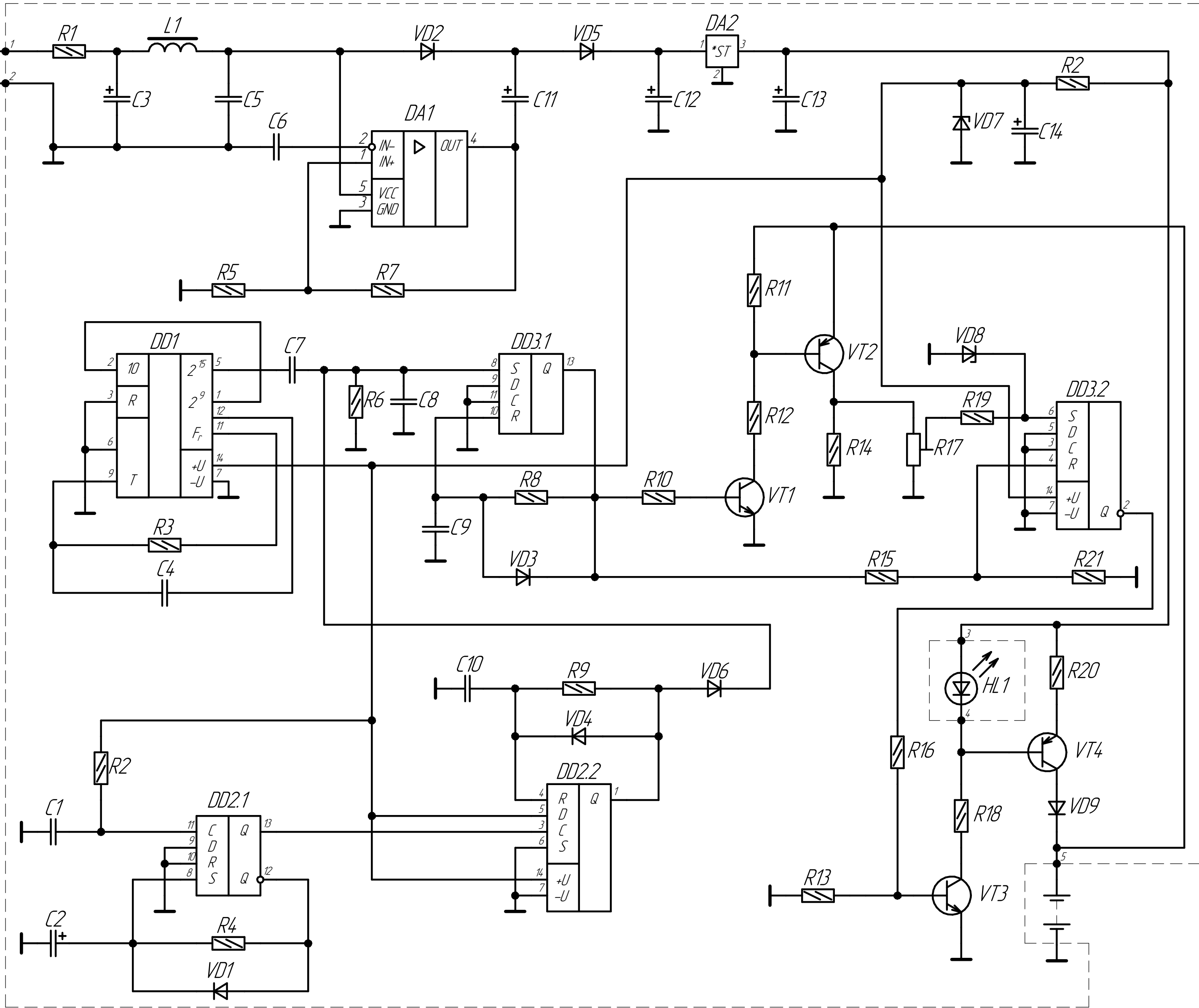
					26 КР 172.402.012.001.000 Е1					
					Автоматичний зарядний пристрій для Ni-Cd акумуляторів. Електрична структурна схема	Лист		Маса	Масштаб	
						-	Н	-	-	-
						Аркцш		Аркциш 1		
						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402				
						м. Тернопіль				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Дерех									
Перевір.	Василишин									
Т.контр.										
Рецензент										
Н.контр.	Задорожний									
Затверд.										

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

Арк.	
3	

26 КР 172.403.012.001.000 Е3

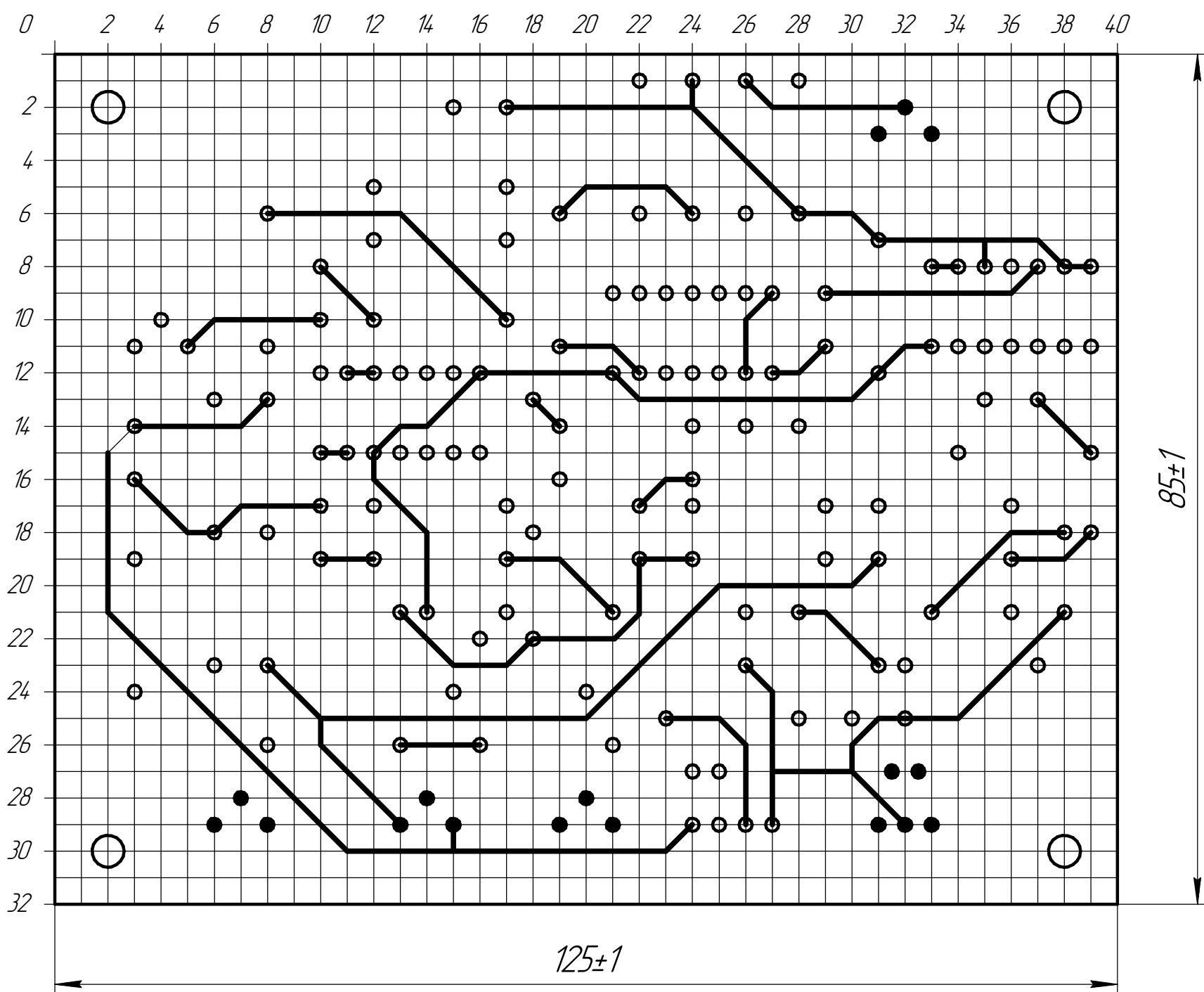
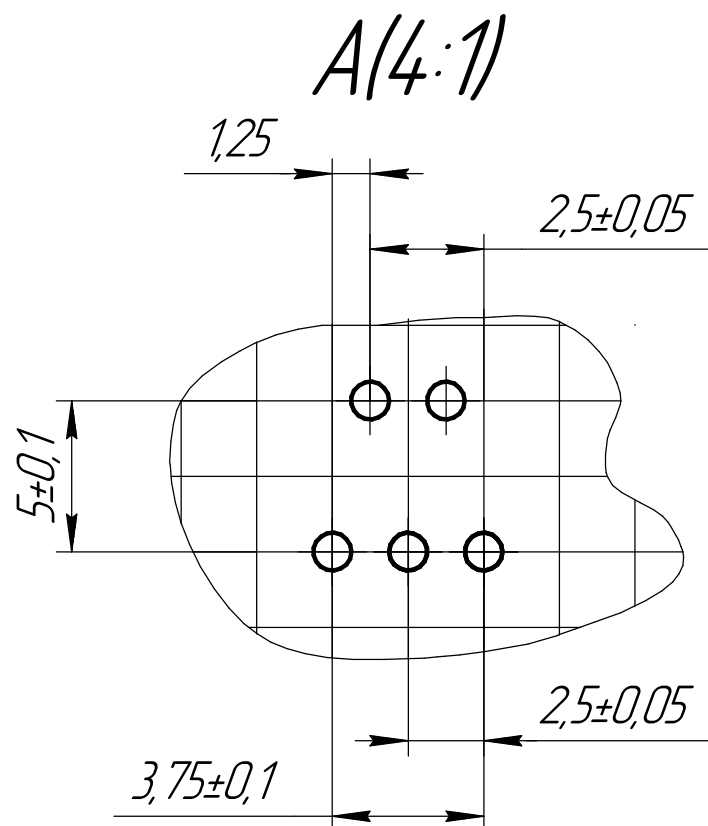
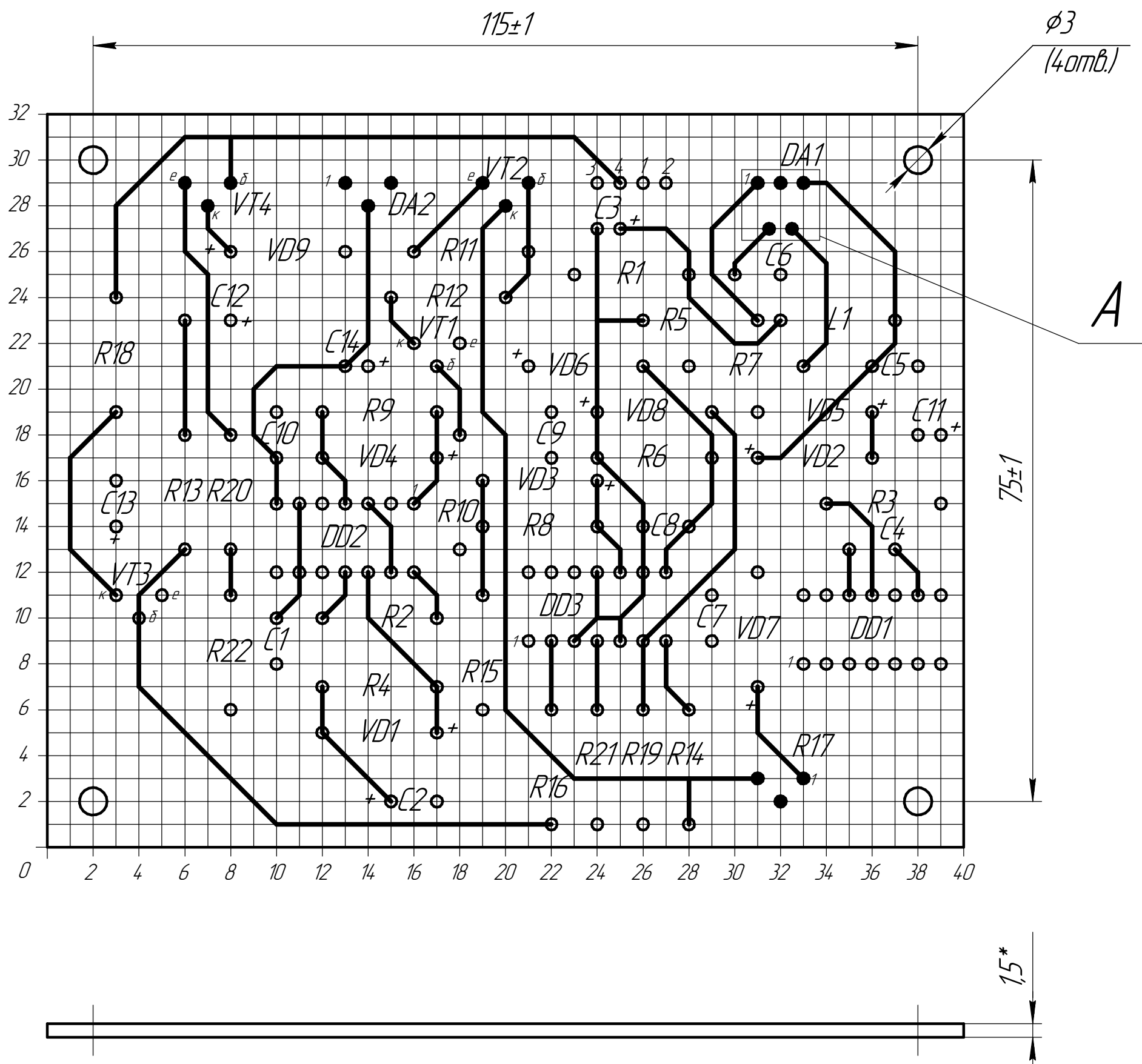
XS1	
Коло	Номер конт.
+12 В	1
⏏	2



26 КР 172.403.012.001.000 Е3						Автоматичний зарядний пристрій для Ni-Cd акумуляторів			Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Н		-	-		
Розроб.	Дерех					Архив	Архив	1			
Перевір.	Василишин					ВСП ТФК ТР-403					
Т.контр.						м. Тернопіль					
Н.контр.	Задорожний					Формат А2					
Затверд.						Копіював					

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⊕	0,8	Є	2,0	142	
⬤	1,0	Є	2,2	17	



1. Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
2. *Розмір для довідок.
3. Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
4. Крок координатної сітки 2,5 мм.
5. Плату виготовити комбінованим методом.
6. Параметри отворів дивись в таблиці.
7. Мінімальна ширина провідників 0,4 мм.
8. Мінімальна відстань між провідниками 0,42 мм.
9. 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.
10. Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 діля ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
11. Інші вимоги по ОСТ 4.0005.051.

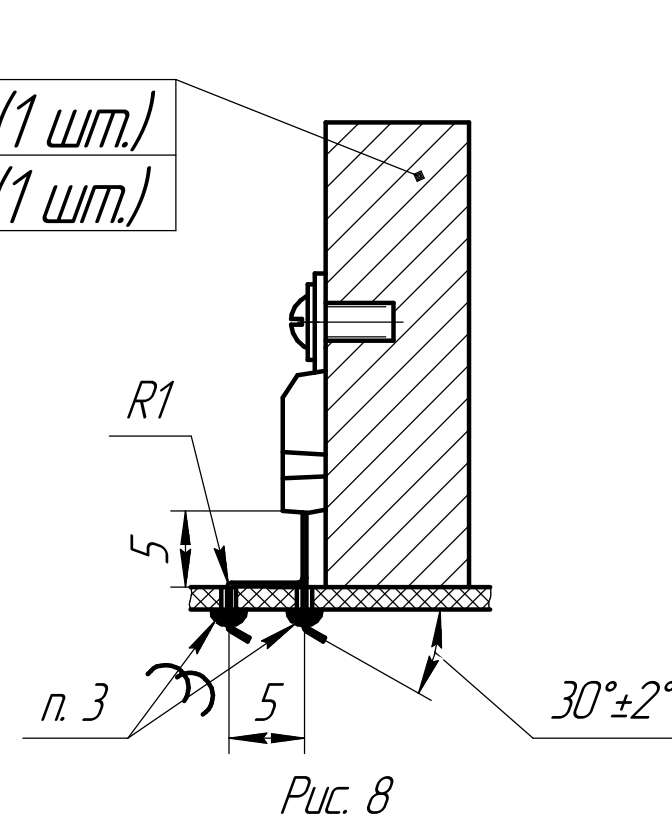
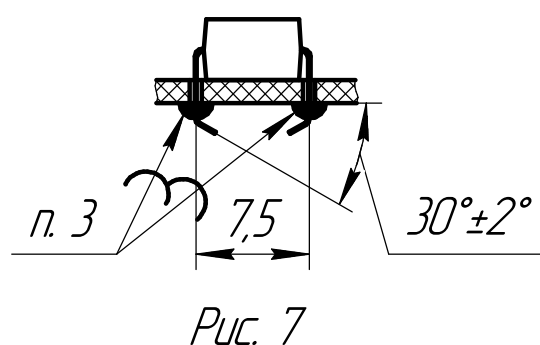
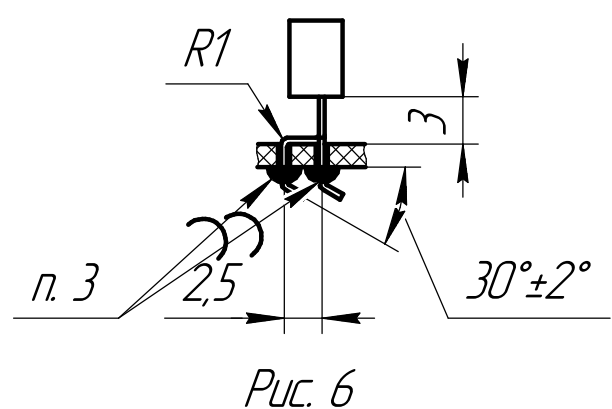
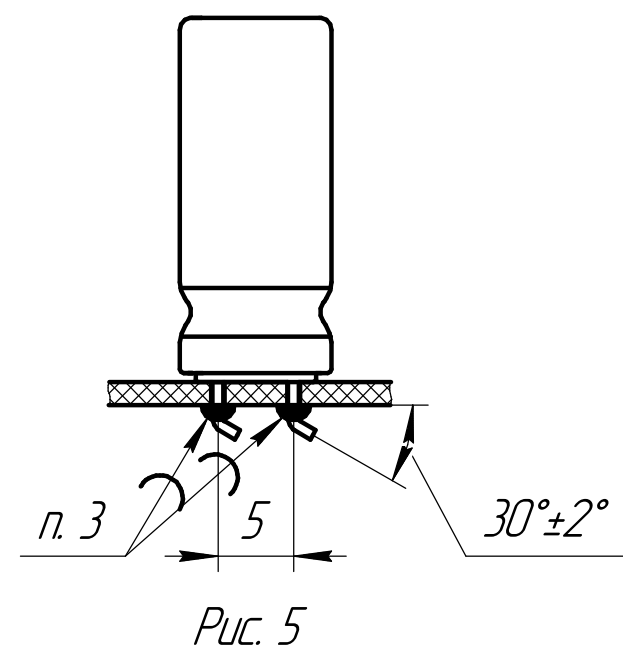
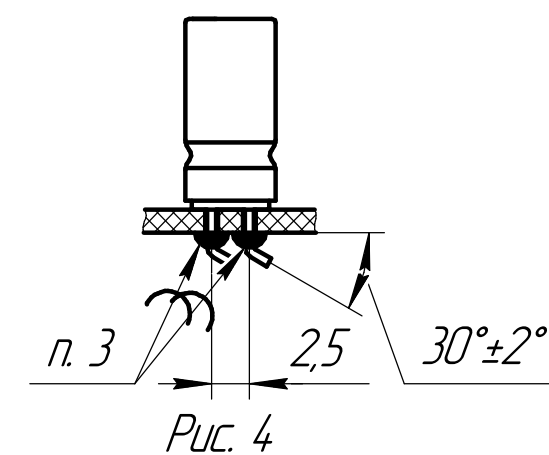
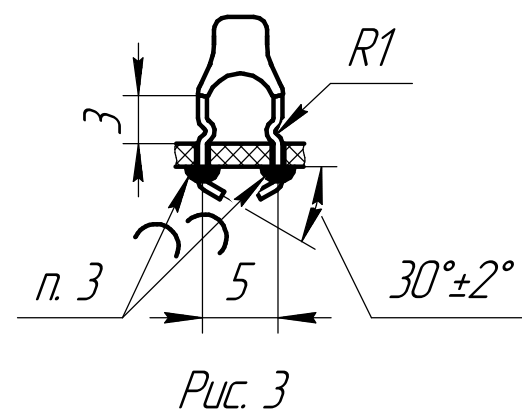
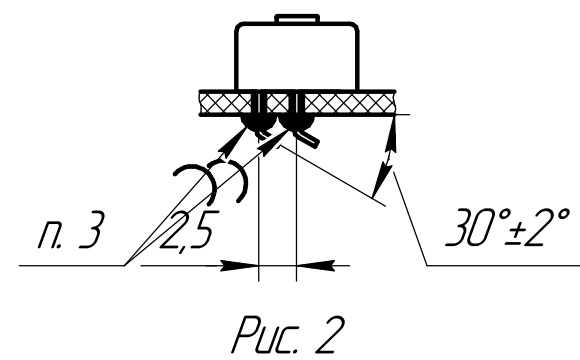
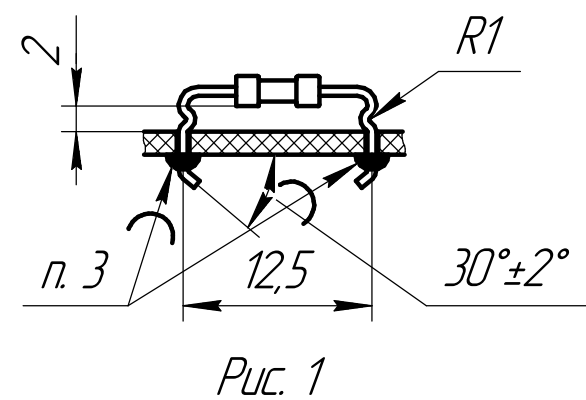
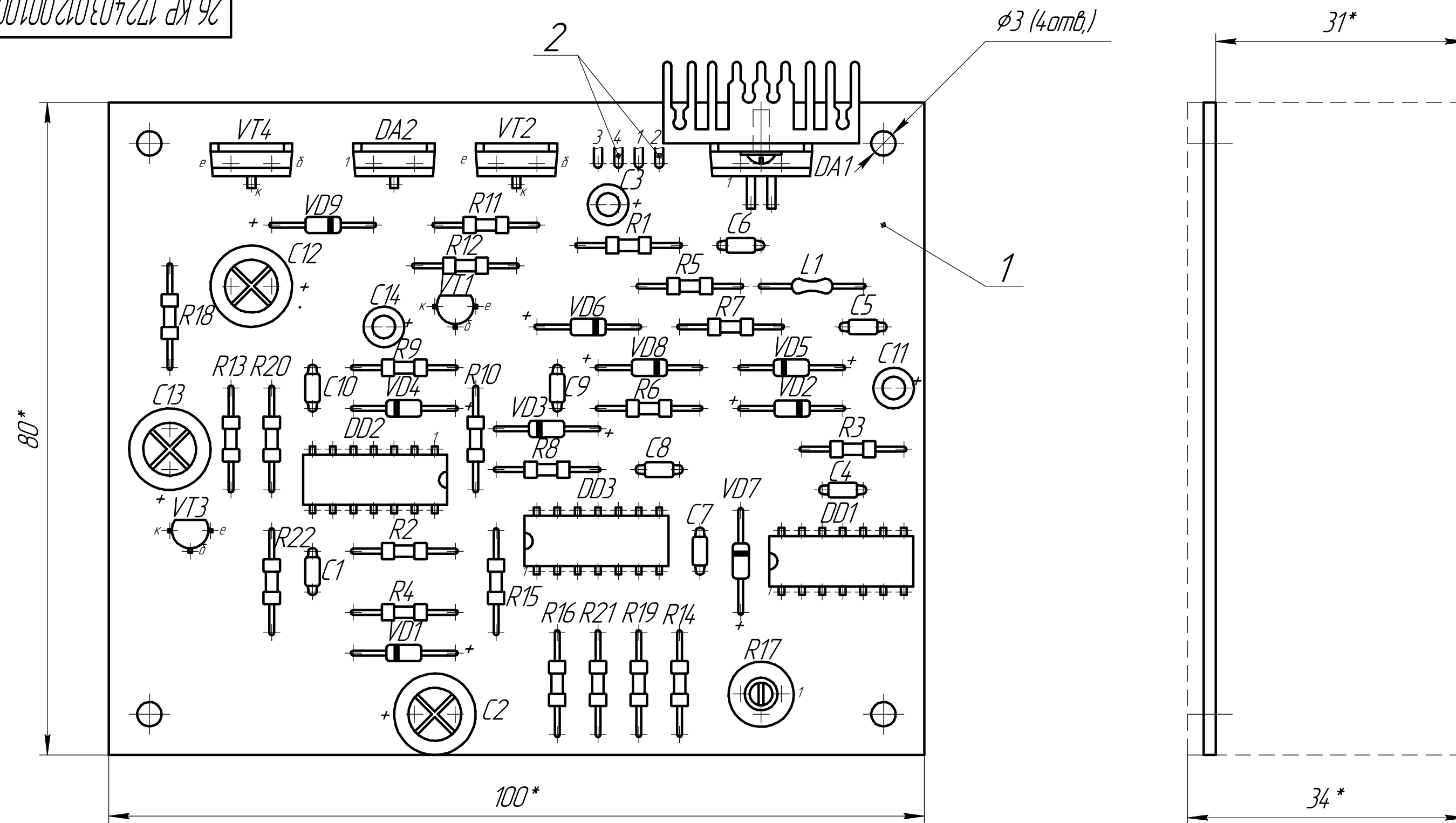
					26 КР 172.403.012.001.001			
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Плата друкована	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Дерех					н	0,03	2:1
Перевір.	Василишин							
Т.контр.						Арк.ш	Арк.ш 7	
Н.контр.	Задорожний				СФ2-35-15/КП ГОСТ 10316-78			
Затверд.					ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль			

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.			
						Документація					
		A4			26 КР 172.403.012.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів					
		A2			26 КР 172.403.012.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1				
		A1			26 КР 172.403.012.001.000 СК	Вузол друкований	1				
						Деталі					
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.012.001.001	Плата друкована	1			
				БК	2	26 КР 172.403.012.001.002	Радіатор	1			
				БК	3	26 КР 172.403.012.001.003	Перемичка	4			
								Інші вироби			
								Конденсатори			
					4		NPO-0,022 мкФ ±5% "Murata"	1	С1		
					5		NPO-0,033 мкФ ±5% "Murata"	1	С6		
					6		NPO-0,047 мкФ ±5% "Murata"	1	С8		
					7		NPO-0,068 мкФ ±5% "Murata"	3	С7, С9, С10		
					8		NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1	С5		
					9		NPO-0,15 мкФ ±5% "Murata"	1	С4		
					10		ECAP-16 В-10 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С2		
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний	11		ECAP-16 В-33 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С14			
				12		ECAP-16 В-47 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С3			
				13		ECAP-16 В-220 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С11			
				14		ECAP-25 В-1000 мкФ ±20% "Jamicon"	2	С12, С13			
				26 КР 172.403.012.001.000							
				Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
				Розрод.	Дерех				Літ.	Аркцш	Аркцшів
				Перевір.	Василишин				Н	1	2
									ВСП ТФК ТР-403		
									м. Тернопіль		
									Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Мікросхеми		
		16		CD4013BE "HGSEMI"	2	DD2, DD3
		17		CD4033BE "Texas Instruments"	1	DD1
		18		MC7809CTG "ON Semiconductor"	1	DA2
		19		TDA2003 "HGSEMI"	1	DA1
				Резистори		
		22		MFP-0,125-1 Ом ±10% "Yageo"	1	R1
		23		MFP-0,125-22 Ом ±10% "Yageo"	1	R20
		24		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	3	R12,R18,R19
		25		MFP-0,125-2,2 кОм ±10% "Yageo"	1	R10
		26		MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"	1	R15
		27		MFP-0,125-5,6 кОм ±10% "Yageo"	1	R11
		28		MFP-0,125-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1	R13
		29		MFP-0,125-8,2 кОм ±10% "Yageo"	1	R21
		30		3329H-1-10 кОм "Bourns"	1	R17
		31		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1	R16
		32		MFP-0,125-75 кОм ±10% "Yageo"	1	R6
		33		MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"	2	R2, R14
		34		MFP-0,125-125 кОм ±10% "Yageo"	1	R4
		35		MFP-0,125-220 кОм ±10% "Yageo"	1	R9
		36		MFP-0,125-390 кОм ±10% "Yageo"	1	R5
		37		MFP-0,125-1,5 мОм ±10% "Yageo"	1	R3
		38		MFP-0,125-2 мОм ±10% "Yageo"	1	R8
		39		MFP-0,125-2,2 мОм ±10% "Yageo"	1	R7
				Діоди		
		41		1N3360 "Vishay"	1	VD9
		42		1N4148 "Diotec"	4	VD1,VD3,VD4,VD6

Інв. № ориг.	Підпис і дата				26 KP 172.403.012.001.000	Арк. 2
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис		

26 КР 172.403.012.001.000 СК



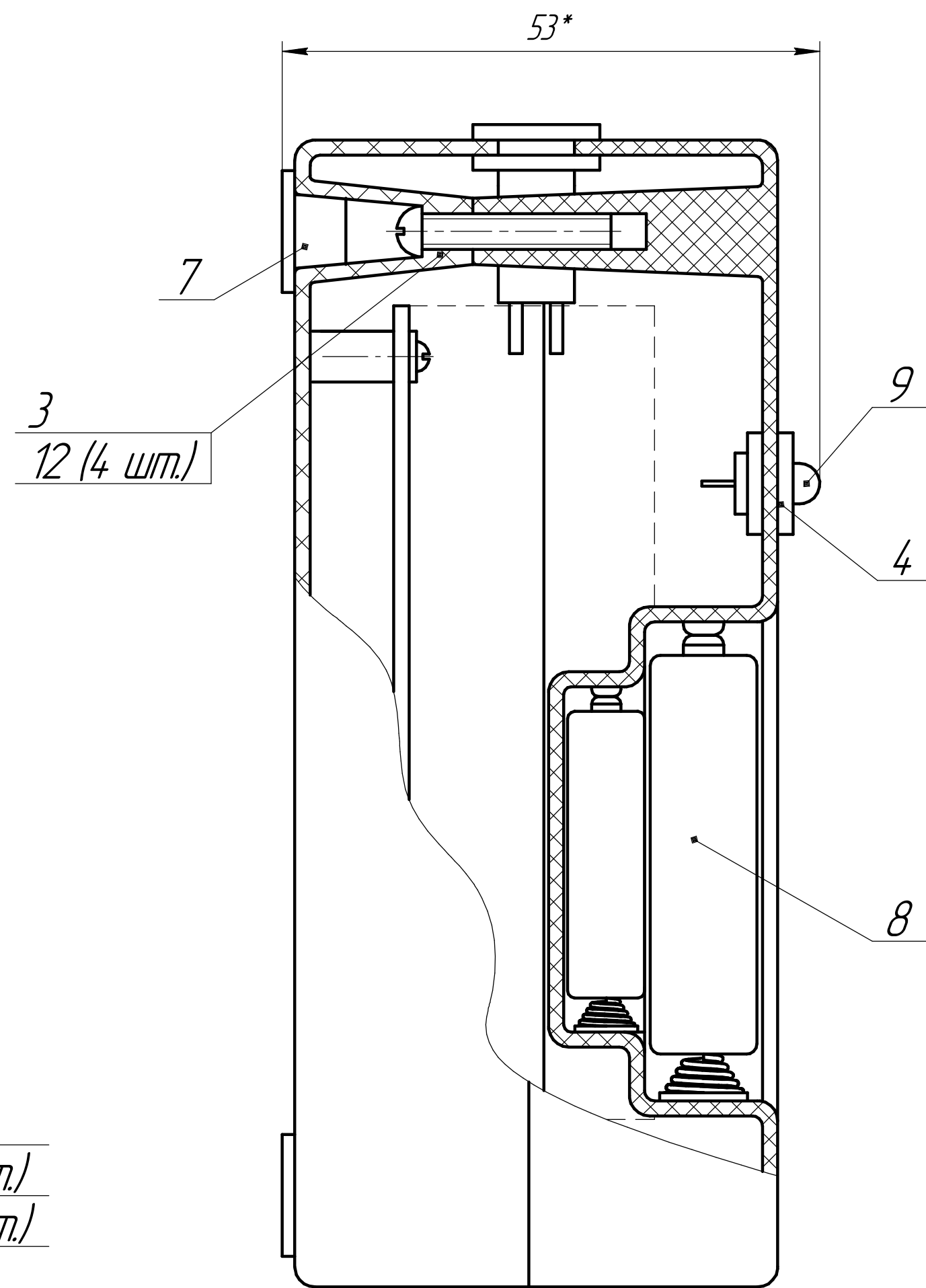
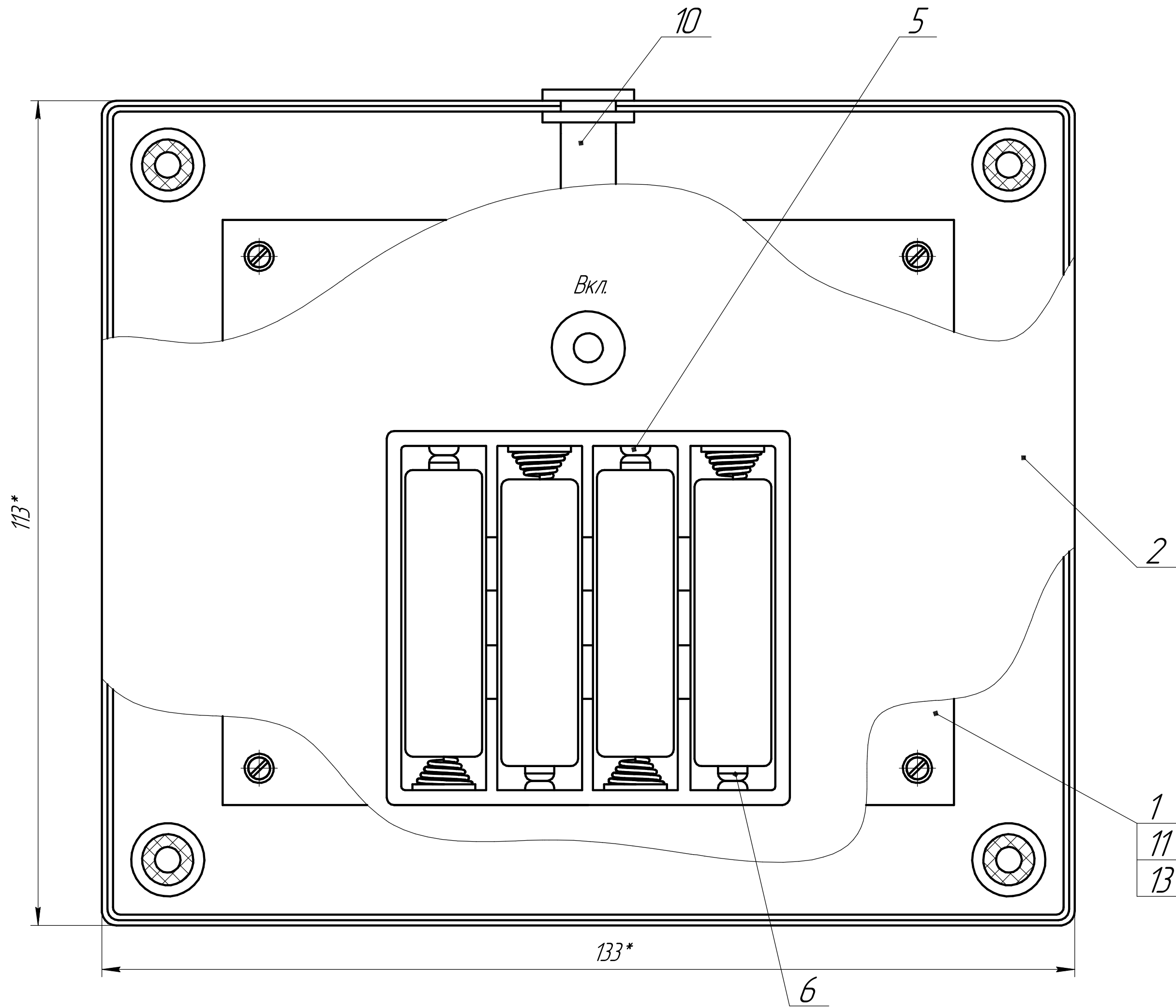
- *Размеры для довідок.
- Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1..R16, R18..R21, L1, VD1..VD9 – на рис. 1; R17 – на рис. 2; C1, C4..C10, – на рис. 3; C2, C3, C11, C14 – на рис. 4; C12..C13 – на рис. 5; VT1, VT4 – на рис. 6; DD1..DD3 – на рис. 7; DA1, DA2 – на рис. 8. Мікросхему DA1 прикріпити до радіатора гвинтом поз. 4.9.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна, БМ, біла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО. 010. 007. Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друковані провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

				26 КР 172.403.012.001.000 СК			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вузол друкований		
					Складальне креслення		
					ВСП ТФК ТР-403		
Н.контр.	Задорожний				м. Тернопіль		
Затверд.					Формат А2		

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
						Документація		
		A4			26 КР 172.403.012.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів		
		A2			26 КР 172.403.012.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
		A1			26 КР 172.403.012.004.000 СК	Складальне креслення	1	
						Складальні одиниці		
		A2	1	26 КР 172.403.012.001.000 СК	Вузол друкований	1		
						Деталі		
		БК	2	26 КР 172.403.012.004.001	Верхня кришка	1		
		БК	3	26 КР 172.403.012.004.002	Нижня кришка	1		
		БК	4	26 КР 172.403.012.004.003	Втулка світлодіода	1		
		БК	5	26 КР 172.403.012.004.004	Контакт А	4		
		БК	6	26 КР 172.403.012.004.005	Контакт Б	4		
		БК	7	26 КР 172.403.012.004.006	Ніжка	4		
						Інші вироби		
			8		Акумулятор NC-AA600-HR06/AA-Ni-Cd-600mAh-12B "Camelion"	4	GB1..GB4	
			9		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	1	HL 1	
			10		Роз'єм 3-228 "KLS"	1	XS1	
						Стандартні вироби		
			11		Гвинт Г2,5-6dх5 ГОСТ 17473-80	4		

Інв. № ориг.	Інв. № дата	Зам. інв. №	Інв. № відп.	Підпис і дата	Додат. №	Перш. викорис.
--------------	-------------	-------------	--------------	---------------	----------	----------------

26 КР 172.403.012.004.000 СК



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.403.012.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

						26 КР 172.403.012.004.000 СК			
						Автоматичний зарядний пристрій для Ni-Cd акумуляторів			
						Складальне креслення			
						ВСП ТФК ТР-403			
						м. Тернопіль			
						Формат А2			

Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Дерех				н	0,5	2:1
Перевір.	Василишин				Арх.	Арх.	1
І.контр.							
Н.контр.	Задорожний						
Затверд.							

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																					
Замість																					
Підпис																					
																Аркуш 4					
												26 КР 172.403.012.03.000				26 КР 172.403.012.03.118					
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				
701		Кусачки		РТ 145532																	
02		Пінцет		РТ 265641																	
К 03	1	Плата друкована					26 КР 172.403.012.001001						796	100	100						
04	4	Конденсатори		NPO-0,022 мкФ ±5%			"Murata"						796	100	100						
05	5	Конденсатори		NPO-0,033 мкФ ±5%			"Murata"						796	100	100						
06	6	Конденсатори		NPO-0,047 мкФ ±5%			"Murata"						796	100	100						
07	7	Конденсатори		NPO-0,068 мкФ ±5%			"Murata"						796	100	300						
08	8	Конденсатори		NPO-0,1 мкФ ±5%			"Murata"						796	100	100						
09	9	Конденсатори		NPO-0,15 мкФ ±5%			"Murata"						796	100	100						
10	10	Конденсатори		ECCAP-16 В-10 мкФ ±20%			"Jamicon"						796	100	100						
11	11	Конденсатори		ECCAP-16 В-33 мкФ ±20%			"Jamicon"						796	100	100						
12	12	Конденсатори		ECCAP-16 В-47 мкФ ±20%			"Jamicon"						796	100	100						
13	13	Конденсатори		ECCAP-16 В-220 мкФ ±20%			"Jamicon"						796	100	100						
14	14	Конденсатори		ECCAP-25 В-1000 мкФ ±20%			"Jamicon"						796	100	200						
15	16	Мікросхема		CD4013BE			"HGSEMI"						796	100	200						
16	17	Мікросхема		CD4033BE			"Texas Instruments"						796	100	100						
17	18	Мікросхема		MC7809CTG			"ON Semiconductor"						796	100	100						
18	19	Мікросхема		TDA2003			"HGSEMI"						796	100	100						

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 5			
												26 КР 172.403.012.03.000				26 КР 172.403.012.03.118			
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	22	Резистори			MFP-0,125-10м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
02	23	Резистори			MFP-0,125-220м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
03	24	Резистори			MFP-0,125-1к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	300	
04	25	Резистори			MFP-0,125-2,2к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
05	26	Резистори			MFP-0,125-3,3к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
06	27	Резистори			MFP-0,125-5,6к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
07	28	Резистори			MFP-0,125-6,8к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
08	29	Резистори			MFP-0,125-8,2к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
09	29	Резистори			MFP-0,125-8,2к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
10	30	Резистори			3329H-1-10 к0м				"Bourns"							796	100	100	
11	31	Резистори			MFP-0,125-10 к0м ±10				"Yageo"							796	100	100	
12	32	Резистори			MFP-0,125-75 к0м ±10				"Yageo"							796	100	100	
13	33	Резистори			MFP-0,125-100к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	200	
14	34	Резистори			MFP-0,125-125к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
15	35	Резистори			MFP-0,125-220к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
16	36	Резистори			MFP-0,125-390к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
17	37	Резистори			MFP-0,125-1,5м0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
18	38	Резистори			MFP-0,125-2м0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100	

Дубл																				
Замість																				
Підпис																				
																Аркуш 6				
												26 КР 172.403.012.03.000				26 КР 172.403.012.03.118				
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	39	Резистори				MFP-0,125-2,2МОм ± 10%				"Yageo"						796	100	100		
02	41	Діоди				1N3360				"Vishay"						796	100	100		
03	42	Діоди				1N4148				"Diotec"						796	100	400		
04	43	Діоди				BYW178-TR				"Vishay"						796	100	100		
05	43	Діоди				BZX55C				"Hottech"						796	100	300		
06	46	Транзистори				BD238				"LGE"						796	100	100		
07	47	Транзистори				BD875				"LGE"						796	100	100		
08	48	Транзистори				KSC815YTA				"Fairchild"						796	100	200		
09																				
10																				
11																				
12																				
A 13	403		012	045	403012045 Автоматизована пайка														0,005	
Б 14		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001																		
О 15		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (155шт)																		
М16		Припой ПОС-61				ГОСТ 21931-76										180	100	0,47		
17		Флюс АТ-120				ГОСТ 32142-82										120	100	0,78		
18		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76										120	100	0,78		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																															
Замість																															
Підпис																															
													Аркушів 4		Аркуш 1																
Розробив		Дерех						ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.403.012.001 СК					26 КР 172.403.012.001															
Перевірів		Василишин																													
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										МВЯ790831																					
02																															
03		403				012		005		403.012.01 Комплектування																		0,005			
04										Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (34шт)																					
05																															
06																															
07		403				012		010		403.012.02 Слюсарно-складальна																		0,005			
08										Пневмоверт РТ 532964																					
09										Складання проводити по ТТП 231587(26шт)																					
10										1. Кріпити друкований вузол поз.1 до нижньої кришки поз. 3 гвинтами поз.11(4шт) через шайбу поз.13(4шт)згідно карти ескізів по ТТП 12838374																					
11										2. Кріпити світлодіод поз.9(1шт) через втулку світлодіода поз.4(1шт) на верхню кришку поз. 2, контакти А поз.5, контакт Б поз.6 у верхню кришку поз.2																					
12										3. Кріпити роз'єм поз.10(XS1) між кришкою верхньою поз.2 та кришкою нижньою поз.3 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																					
13		1								Вузол друкований		26 КР 172.403.012.001.000 СК								796		100		100							
14		2								Кришка верхня		26 КР 172.403.012.004.001								796		100		100							

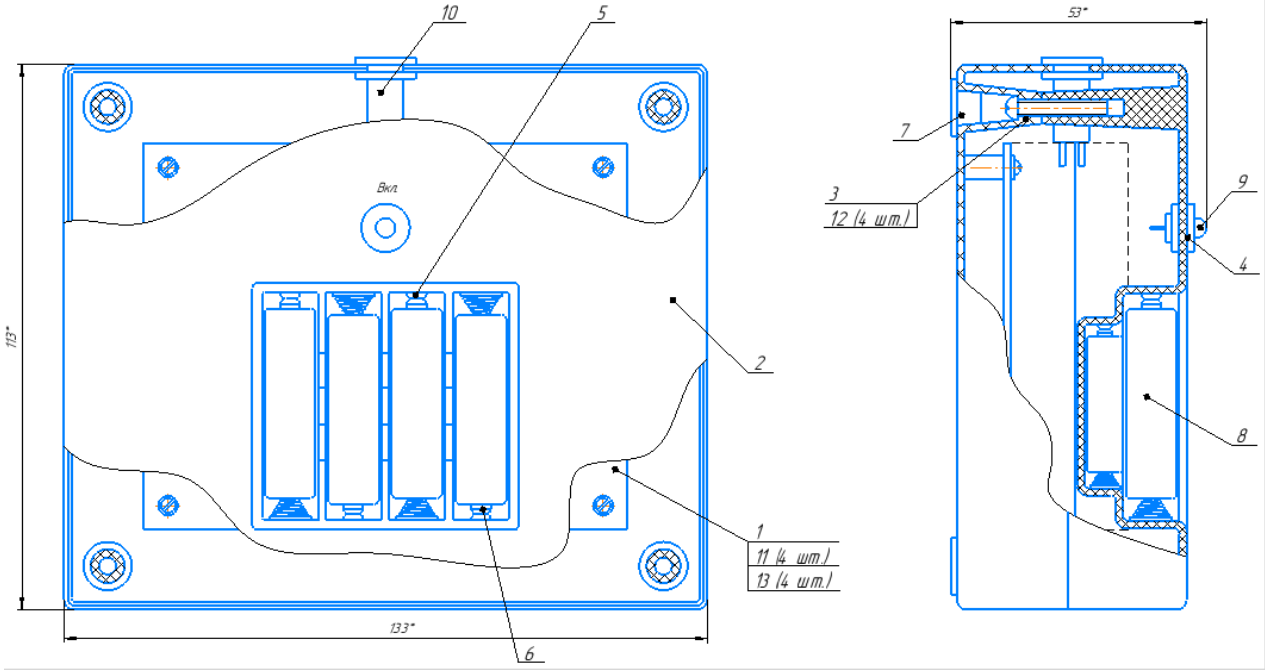
Дубл															
Замість															
Підпис															
														Аркуш 2	
											26 К.Р 172.403.012.001 СК			26 КР 172.403.012.001	
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу						
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01	3	Кришка нижня						26 КР 172.403.012.004.002				796	100	100	
02	4	Втулка світлодіода						26 КР 172.403.012.004.003				796	100	100	
03	5	Контакт А						26 КР 172.403.012.004.004				796	100	100	
04	6	Контакт Б						26 КР 172.403.012.004.004				796	100	100	
05	9	Світлодіод		L-1503GT				"Kingbright"				796	100	100	
06	10	Роз'єм		3-228				"KLS"				796	100	100	
07	11	Гвинт		Г2,5-6gx5				ГОСТ 17473-80				796	100	400	
08	13	Шайба		2,5				ГОСТ 10450-78				796	100	400	
09															
10															
11															
A 12	403		012	015	403.012.03 Електромонтаж										0,001
0 13		Електромонтаж здійснювати по ТТП 316530 (4шт)													
14		1. П'яти перемички до роз'єму поз.8(XS1) згідно карти ескізів.													
T 15		Пінцет РТ 235641													
16		Електропаяльник РТ 105278													
M17		Припой ПОС-61				ДСТУ 1429.14:2005						180	100	0,012	
18		Флюс ФКСп				ДСТУ 19113						120	100	0,01	

[illegible]

Дубл.									
Замість									
Підпис									

							Аркушів 4	Аркуш 4	
Розробив	Дерех				ВСП ТФК ТНТУ	26 К.Р 172.403.012.001 СК		26 КР 172.403.012.001	
Перевірів	Василишин				Автоматичний зарядний пристрій для Ni-Cd акумуляторів			Н	
Нормував									
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

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



1. * Розміри для відвіток.
2. Електронні дані згідно з 2026.ККП.172.403.01.200.100.0
ЕЗ приладів приладів ПРС-4.0 ГОСТ 21931-76
3. Інші технічні вимоги по ГОСТ 4700.70.015

Техніко – економічні показники автоматичного зарядного пристрою для Ni-Cd акумуляторів

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+12В	1	Річний обсяг виробництва	1850шт.
2	Вихідний струм	1А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	91650 грн
3	Габаритні розміри	133*113 *53 мм	3	Чистий прибуток	49935,6 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1096,98 грн
5	Навантаження	4шт.	5	Ціна одиниці виробу	1426,07 грн.
6	ККД	85%	6	Рентабельність виробу	26,02%
7	Діапазон робочих температур	-10°C....+30°C	7	Термін окупності	0,2р
8			8	Індекс продуктивності	4,92