

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 зарядно-пускового пристрою для
автомобільних акумуляторів

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

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»

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

Бернада М.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Березіцький І.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

_____ Войчишин Юрій Вікторович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Розробка конструкції зарядно-пускового пристрою для автомобільних
акумуляторів

керівник кваліфікаційної роботи Березицький Іван Володимирович _____,
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Напруга живлення-230В Частота мережі-50Гц Вихідна напруга-12В Діапазон регулювання зарядного струму-1-10А Струм у режимі тренування-0.8А Струм у режимі пуску-100А Робоча частота перетворення-60кГц Органи керування-перемикачі, змінні резистори Органи індикації-світлодіоди, вольтамперметри Габарити-197.5x1112.5x38мм

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

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

2.1.2. Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3. Опис і обґрунтування вибору елементної бази.

- 2.1.4. Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.
- 2.1.5. Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.
- 2.1.6. Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7. Розрахунок надійності проектного виробу.
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2. Технологічна частина
 - 2.2.1. Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.
 - 2.2.2. Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.
 - 2.2.3. Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів.
 - 2.2.4. Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
 - 3.2 Розрахунок собівартості продукції.
 - 3.3. Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 1. Дії роботодавця при отриманні повідомлення про нещасний випадок.
 - 2. Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	27.04	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	13.05	
3	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	29.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	25.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

Юрій ВОЙЧИШИН
(прізвище та ініціали)

Іван БЕРЕЗІЦЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	7
ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	11
1.1 Розробка технічного завдання	11
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу	12
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	16
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	21
2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....	21
2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів	21
2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.....	24
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази.....	26
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	46
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	49
2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу у (розрахунок площі радіатора при необхідності).....	54
2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу	56
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	59
2.2 Технологічна частина.....	61
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології	61
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.	62
2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів	65

					<i>26 КР 172.403.003.000 ПЗ</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Бернада</i>				<i>Розробка конструкції зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів Пояснювальна записка</i>		<i>Арк.</i>	<i>Арукшів</i>
<i>Перевір.</i>							<i>5</i>	<i>98</i>
<i>Реценз.</i>						<i>ВСП "ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя" ТР-403ск м. Тернопіль</i>		
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

2.2.4 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу	65
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	66
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень... ..	66
3.2 Визначення собівартості спроектованого виробу.....	68
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень	75
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	79
4.1 Система управління охороною праці.	79
4.2 Механічна дія струму.....	85
ВИСНОВКИ	90
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	92
ДОДАТКИ.....	98

АНОТАЦІЯ

[Бернада М.О.] Розробка конструкції зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

У даній кваліфікаційній роботі розглянуто розробку конструкції зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів, призначеного для заряджання акумуляторної батареї, її тренування в циклічному режимі заряд-розряд та допомоги при запуску двигуна автомобіля в разі недостатнього заряду. Основу пристрою становлять силова частина на базі трансформаторного джерела живлення і тиристорного випрямляча та вузол автоматичного керування.

Пристрій забезпечує регулювання зарядного струму в межах $1 \dots 10$ А, роботу в режимі тренування зі струмом розряду $0,8$ А та пусковий режим зі струмом до 100 А. У схемі передбачено контроль напруги і струму, індикацію режимів роботи, захист від короткого замикання та блокування ввімкнення при неправильному підключенні акумулятора.

Конструктивно виріб виконано в металевому корпусі зі сталі товщиною 1 мм. Основну частину малопотужних елементів розміщено на двосторонній друкованій платі зі склотекстоліту FR-4 з навісним монтажем і переважно вивідною елементною базою. Силовий трансформатор і тиристори винесено за межі плати, а тиристори встановлено на окремі радіатори, що покращує тепловий режим і спрощує компонування пристрою.

У роботі виконано аналіз принципової схеми, вибір елементної бази, технічне обґрунтування конструкції, розрахунок друкованого монтажу та надійності, а також розглянуто питання технологічності виготовлення і складання виробу.

Ключові слова: зарядно-пусковий пристрій, автомобільний акумулятор, тиристорний випрямляч, друкована плата, конструкція.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		7

ANNOTATION

[Bernada M.O.] Design of a Battery Charger-Starter for Automotive Batteries: qualification thesis for the Junior Specialist degree in Specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP “TFK TNTU”, 2026.

This qualification thesis considers the design of a battery charger-starter intended for charging an automotive battery, training it in a cyclic charge-discharge mode, and assisting engine starting when the battery charge is insufficient. The device is based on a power section built around a transformer supply and a thyristor rectifier, as well as an automatic control unit.

The device provides charge current adjustment within the range of 1 to 10 A, operation in the training mode with a discharge current of 0.8 A, and a starting mode with a current up to 100 A. The circuit includes voltage and current monitoring, operating mode indication, short-circuit protection, and start blocking in case of incorrect battery connection.

Structurally, the device is implemented in a metal enclosure made of 1 mm steel. Most low-power components are placed on a double-sided FR-4 printed circuit board with through-hole mounting and mainly DIP-packaged components. The power transformer and thyristors are located outside the PCB, while the thyristors are mounted on separate heat sinks, which improves the thermal conditions and simplifies the overall layout of the device.

The thesis includes the analysis of the circuit diagram, the selection of the component base, the technical justification of the design, the calculation of printed circuit board parameters and reliability, as well as consideration of the manufacturability and assembly process of the device.

Keywords: charger-starter, automotive battery, thyristor rectifier, printed circuit board, design.

					<i>26 KP 172.403.003.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		8

ВСТУП

Справний стан автомобільної акумуляторної батареї безпосередньо впливає на надійність запуску двигуна, особливо в умовах низьких температур, тривалого простою транспортного засобу та нерівномірної експлуатації. У практиці технічного обслуговування часто виникає потреба не лише у звичайному заряджанні акумулятора, а й у відновленні його працездатності після тривалого зберігання або часткової втрати ємності, а також у короткочасній допомозі під час запуску двигуна. Саме тому розробка зарядно-пускового пристрою, який поєднує функції заряду, тренування та пускової підтримки, є актуальною задачею.

Сучасні вимоги до таких пристроїв полягають не тільки у забезпеченні необхідних електричних параметрів, а й у достатній надійності, безпечності, технологічності виготовлення та зручності експлуатації. Пристрій повинен мати зрозумілі органи керування, засоби індикації режимів роботи, захист від помилкового підключення та короткого замикання, а також конструкцію, придатну до складання, налагодження і подальшого ремонту. Тому під час проєктування необхідно одночасно враховувати схемотехнічні, конструктивні та технологічні вимоги.

Об'єктом розробки у даній кваліфікаційній роботі є зарядно-пусковий пристрій для автомобільних акумуляторів. Предметом розробки є його конструктивне виконання, елементна база, друкований вузол та основні технічні рішення, що забезпечують реалізацію заданих режимів роботи.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка конструкції зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів, який забезпечує заряджання акумуляторної батареї стабілізованим струмом, її тренування в циклічному режимі заряд-розряд і допомогу при запуску двигуна автомобіля.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі основні завдання:

– проаналізувати призначення та область застосування проєктованого виробу;

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

- розглянути структурну та електричну принципову схеми пристрою;
- обґрунтувати вибір елементної бази;
- розробити конструктивне виконання виробу та друкованого вузла;
- виконати необхідні конструкторські розрахунки;
- оцінити технологічність виготовлення і складання пристрою;
- розробити основні конструкторські документи.

У результаті виконання кваліфікаційної роботи повинна бути розроблена конструкція зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів, придатна до практичної реалізації, з урахуванням вимог надійності, ремонтпридатності, технологічності та зручності експлуатації.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Проектований виріб є зарядно-пусковим пристроєм для автомобільних акумуляторів, призначеним для заряджання акумуляторної батареї, її тренування в циклічному режимі заряд-розряд та допомоги при запуску двигуна автомобіля. Пристрій повинен забезпечувати стабільну роботу в заданих режимах, мати достатню надійність, бути зручним в експлуатації, технологічним у виготовленні та придатним до налагодження і ремонту.

Основні технічні характеристики виробу

Напруга живлення.....	230В
Частота мережі.....	50Гц
Вихідна напруга.....	12В
Діапазон регулювання зарядного струму.....	1-10А
Струм у режимі тренування.....	0.8А
Струм у режимі пуску.....	100А
Робоча частота перетворення.....	60кГц
Органи керування.....	перемикачі, змінні резистори
Органи індикації.....	світлодіоди, вольтамперметри
Габарити.....	197.5x112.5x38мм

Проектований пристрій повинен працювати в трьох основних режимах: «ЗАРЯД», «ТРЕНУВАННЯ» та «ПУСК». У режимі заряду має забезпечуватись регулювання зарядного струму в межах 1...10 А та автоматичне обмеження вихідної напруги. У режимі тренування пристрій повинен реалізовувати циклічний процес заряджання і розряджання акумуляторної батареї. У режимі пуску він має працювати як допоміжне джерело великого струму для полегшення запуску двигуна автомобіля.

До технічних вимог також належать наявність контролю напруги і струму, індикації режимів роботи, захисту від короткого замикання та блокування ввімкнення при неправильному підключенні акумуляторної

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		11

батареї. Конструкція виробу повинна забезпечувати безпечність експлуатації, механічну міцність, достатній тепловий режим силових елементів і зручність доступу до основних вузлів під час обслуговування.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

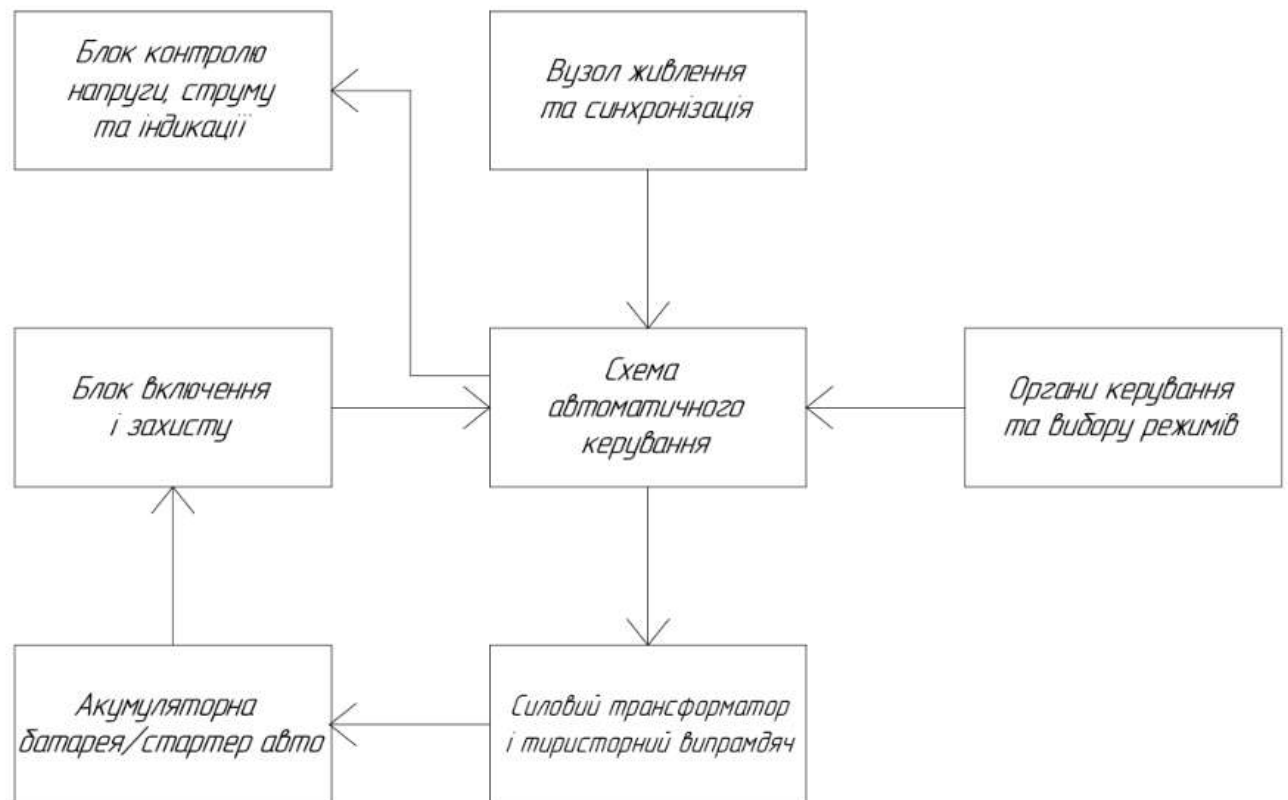


Рисунок 1.1- Структурна схема

Структурна схема проектного зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів наведена на рисунку 1.1.

Для реалізації поставлених функцій зарядно-пускового пристрою була сформована структурна схема, яка відображає склад основних функціональних вузлів та порядок їх взаємодії під час роботи. Побудова схеми виконана з урахуванням необхідності забезпечення заряджання акумуляторної батареї, її тренування в автоматичному циклі та підтримки запуску двигуна автомобіля. У структурі виробу можна виділити силову частину, систему керування, кола контролю параметрів, засоби відображення інформації та вузли захисту.

Розроблюваний пристрій орієнтований на обслуговування свинцево-кислотних акумуляторних батарей номінальною напругою 12 В. Його функціональні можливості передбачають виконання заряджання із заданим струмом, проведення циклів заряд-розряд для відновлення характеристик батареї та короткочасну подачу підвищеного струму під час запуску двигуна. Саме тому структура виробу містить окремі вузли для передачі енергії до навантаження та для формування керуючих впливів на силові елементи.

Роботу пристрою можна описати таким ланцюгом перетворення енергії:

Мережевий вхід → силовий трансформатор → керований тиристорний випрямляч → вихідне коло → акумуляторна батарея.

Одночасно функціонує система керування, яка працює за схемою:

Вузол живлення керування → блок автоматичного керування → вузол формування імпульсів → тиристорний випрямляч.

До блоку керування також надходять сигнали від вузлів вимірювання струму та напруги, органів налаштування режимів, індикаторів стану та захисних кіл.

Підключення виробу до однофазної мережі 230 В, 50 Гц здійснюється через вхідний вузол. Через нього електроенергія надходить як до силового трансформатора, так і до допоміжних кіл. Для підвищення зручності експлуатації мережевий роз'єм і вимикач живлення розташовуються на задній частині корпусу, окремо від вихідних затискачів та елементів керування.

Зниження мережевої напруги до необхідного рівня виконує силовий трансформатор. Враховуючи необхідність отримання значних струмів у пусковому режимі, цей вузол має підвищену потужність і є одним із найбільш габаритних елементів конструкції. Через значну масу його встановлення

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		13

безпосередньо на друкованій платі є недоцільним, тому трансформатор монтується окремо в корпусі пристрою.

Після трансформатора енергія надходить до тиристорного випрямляча. Його призначення полягає не лише у випрямленні змінної напруги, а й у регулюванні її середнього значення шляхом зміни кута відкривання тиристорів. Завдяки такому принципу роботи забезпечується плавне налаштування зарядного струму та підтримання необхідних параметрів у різних режимах експлуатації.

Вихідний вузол з'єднує силову частину пристрою з акумуляторною батареєю. Під час заряджання через нього проходить струм у діапазоні 1...10 А. У режимі тренування цей самий канал використовується для почергового заряджання та контрольованого розряджання батареї. При запуску двигуна через вихідне коло короткочасно передається значний струм, необхідний для підтримки роботи стартера.

Для живлення електронних компонентів передбачено окреме джерело допоміжної напруги. Воно забезпечує стабільні режими роботи мікросхем, транзисторних каскадів, релейних елементів та інших вузлів керування незалежно від навантаження силової частини.

Координацію роботи всіх функціональних вузлів здійснює блок автоматичного керування. Він обробляє інформацію про поточні значення струму та напруги, формує сигнали для відкривання тиристорів і визначає алгоритм переходу між режимами роботи. Завдяки цьому підтримуються встановлені параметри заряду та реалізується автоматичне виконання циклів тренування акумулятора.

Контроль напруги на клеммах батареї здійснюється спеціальним вимірювальним вузлом. Його використання дозволяє своєчасно реагувати на досягнення граничних значень напруги та запобігати надмірному заряджанню. Крім того, інформація з цього вузла використовується під час автоматичного перемикання між етапами циклу тренування.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		14

Вимірювання струму необхідне для підтримання заданого режиму роботи та захисту силових елементів від перевантаження. Отриманий сигнал надходить до системи керування, яка відповідно коригує параметри роботи тиристорного випрямляча. Це забезпечує стабільність процесу заряджання та підвищує надійність пристрою.

Вибір режимів і встановлення робочих параметрів здійснюються за допомогою органів керування, розташованих на передній панелі корпусу. До них належать перемикачі режимів та регульовальні елементи, що дозволяють задавати необхідні значення струму й напруги залежно від умов експлуатації.

Для відображення поточного стану роботи використовується вузол індикації. Він містить світлодіодні індикатори режимів та цифрові прилади контролю електричних параметрів. Завдяки цьому користувач може оперативно отримувати інформацію про процес заряджання або тренування акумулятора.

Безпечність експлуатації забезпечується системою захисту та комутації. До її функцій належать запобігання роботі при неправильному підключенні батареї, захист від коротких замикань і контроль аварійних режимів. Наявність таких засобів є необхідною умовою для пристрою, який працює з великими струмами та зовнішніми джерелами енергії.

У підсумку, запропонована структурна схема дозволяє реалізувати всі необхідні функції зарядно-пускового пристрою та забезпечує узгоджену роботу його окремих вузлів. Розподіл на силову частину, систему керування, контрольні та захисні кола спрощує подальше проектування конструкції й створює основу для розроблення принципової електричної схеми виробу.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

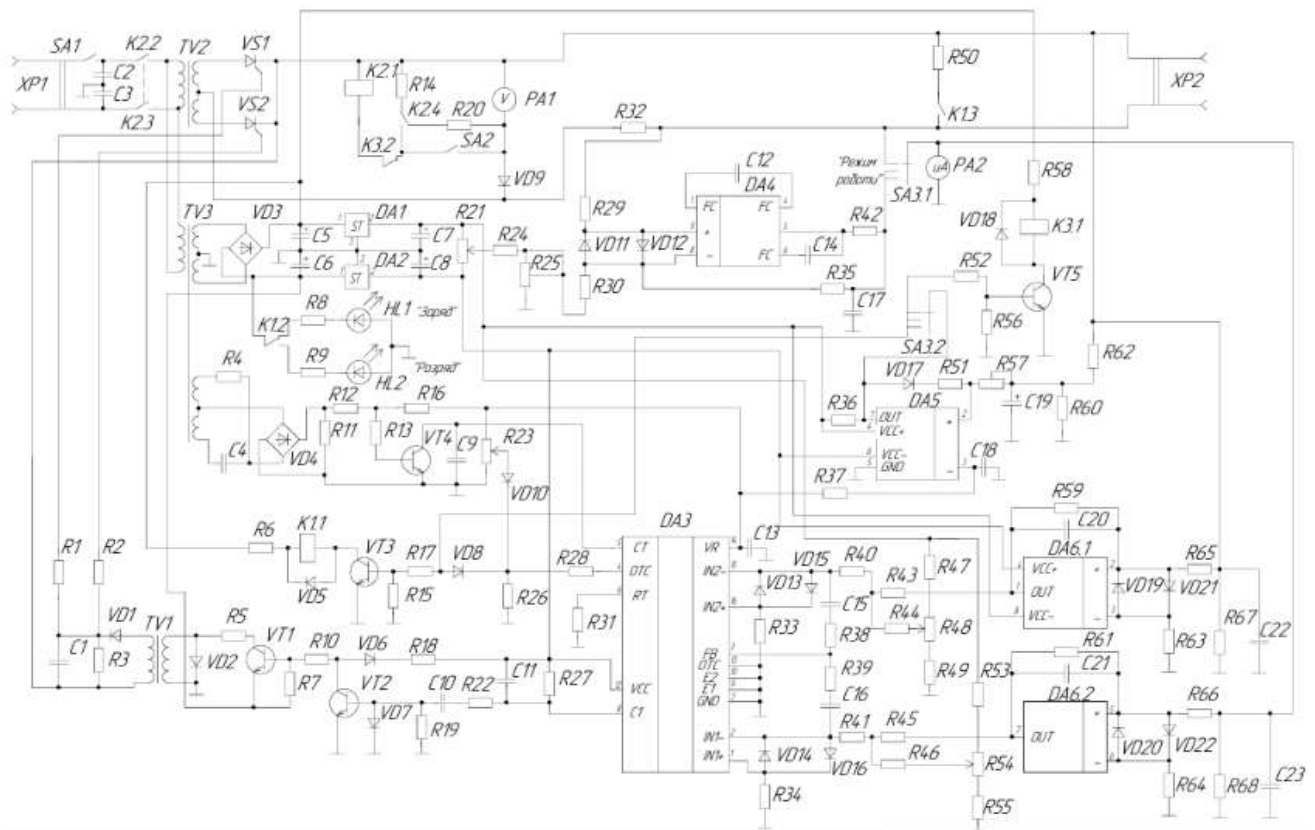


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Схема електрична принципова зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів наведена на рисунку 1.2.

Проектований зарядно-пусковий пристрій призначений для роботи з автомобільними акумуляторними батареями напругою 12 В і забезпечує три основні режими: заряджання, тренування та пуск двигуна автомобіля. Принцип роботи схеми полягає у перетворенні напруги мережі 230 В у регульовану випрямлену напругу, яка подається на акумуляторну батарею, а також у формуванні керуючих сигналів для силових тиристорів залежно від вибраного режиму, напруги на батареї та струму навантаження.

Живлення пристрою подається через вхідний роз'єм XP1 і мережевий перемикач SA1. Далі напруга надходить на силовий трансформатор TV2 через комутаційні контакти реле K2.2 і K2.3. Трансформатор TV2 знижує мережеву напругу до рівня, необхідного для заряджання акумулятора і роботи пускового

режиму. У вторинному колі трансформатора встановлено тиристори VS1 і VS2, які утворюють керований випрямляч. Саме цей вузол є основною силовою частиною пристрою, оскільки через нього проходить зарядний або пусковий струм.

Тиристорний випрямляч відрізняється від звичайного діодного тим, що момент відкривання тиристорів можна змінювати за допомогою керуючих імпульсів. Завдяки цьому змінюється середнє значення випрямленої напруги і струму, які надходять до акумуляторної батареї. Таке рішення дає змогу регулювати зарядний струм у межах 1...10 А, обмежувати вихідну напругу та реалізувати автоматичну роботу пристрою в різних режимах.

Для живлення електронної частини використано окремий трансформатор TV3. З його вторинної обмотки напруга надходить на діодний міст VD3, після чого згладжується конденсаторами C5, C6 та стабілізується мікросхемами DA1 і DA2. Таким чином формуються стабілізовані напруги живлення для мікросхем керування, компараторів, операційних підсилювачів, транзисторних каскадів, реле та індикаторів. Окреме живлення схеми керування підвищує стабільність роботи пристрою, оскільки малопотужні електронні вузли не залежать безпосередньо від навантаження силової частини.

Основним вузлом автоматичного керування є мікросхема DA3 типу TL494. Вона використовується для формування імпульсів керування, які визначають режим відкривання тиристорів. До DA3 надходять сигнали з вузлів зворотного зв'язку за напругою і струмом, тому схема може автоматично змінювати режим роботи силового випрямляча залежно від стану акумуляторної батареї та встановлених користувачем параметрів. Елементи обв'язки DA3 задають умови генерації та стабільність формування керуючих імпульсів.

Керуючі сигнали з мікросхеми DA3 через діодні та транзисторні каскади подаються на імпульсний трансформатор TV1. У цьому вузлі використовуються транзистори VT1, VT2 і VT3, які підсилюють сигнали керування за струмом. Імпульсний трансформатор TV1 забезпечує

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		17

передавання керуючих імпульсів на тиристори VS1 і VS2 та одночасно виконує функцію гальванічної розв'язки між малопотужною схемою керування і силовим колом. Це підвищує електробезпеку та надійність роботи пристрою.

Синхронізація роботи керуючого вузла з напругою мережі здійснюється через елементи VD4, VT4 та пов'язані з ними резистори і конденсатори. Завдяки цьому імпульси керування формуються у потрібні моменти відносно напівперіодів змінної напруги. Такий принцип роботи необхідний для правильного відкривання тиристорів і стабільного регулювання випрямленої напруги.

Контроль вихідної напруги здійснюється за допомогою вузла на операційному підсилювачі DA6.1 та компараторі DA5. Сигнал, пропорційний напрузі акумуляторної батареї, надходить із вихідного кола через резистивні подільники до схеми порівняння. Після обробки цей сигнал впливає на роботу DA3 і змінює момент відкривання тиристорів. Якщо напруга на акумуляторі досягає встановленого верхнього порога, схема обмежує або припиняє активне заряджання. Це запобігає перезаряду акумуляторної батареї та підвищує безпечність експлуатації пристрою.

Контроль струму реалізовано за допомогою шунта R32, з якого знімається напруга, пропорційна струму навантаження. Цей сигнал надходить у канал обмеження струму, побудований на DA6.2 та пов'язаних з ним елементах. Регулювання рівня струму виконується за допомогою відповідного змінного резистора. При перевищенні заданого значення струму схема керування змінює режим відкривання тиристорів, завдяки чому зарядний струм обмежується. Такий вузол одночасно виконує функцію стабілізації струму заряду і захисту силової частини від перевантаження.

Вибір режимів роботи здійснюється перемикачем SA3. У режимі «ЗАРЯД» акумуляторна батарея підключається до вихідного кола XP2, після чого через силовий трансформатор TV2 і тиристори VS1, VS2 протікає зарядний струм. Користувач встановлює необхідний рівень струму та напруги,

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

а схема автоматичного керування підтримує задані параметри. Під час заряджання напруга на акумуляторі поступово зростає, і після досягнення встановленого порога активний заряд обмежується.

У режимі «ТРЕНУВАННЯ» пристрій виконує циклічний процес заряджання і розряджання акумуляторної батареї. Після досягнення верхнього порога напруги схема перемикається в режим розряду. При цьому задіюється реле K1, а його контакт K1.3 підключає розрядний резистор R50. Через цей резистор акумулятор контролювано розряджається струмом приблизно 0,8 А. Після зниження напруги до нижнього порога схема знову переходить у режим заряду. Такий режим використовується для тренування акумулятора та часткового відновлення його експлуатаційних характеристик.

У режимі «ПУСК» зарядно-пусковий пристрій працює як допоміжне джерело великого струму для запуску двигуна автомобіля. При цьому вихід пристрою підключається паралельно акумуляторній батареї, а силова частина може короткочасно віддавати струм до 100 А. Автоматичне керування і вузол контролю струму обмежують небезпечні режими, що зменшує ризик пошкодження акумулятора, елементів пристрою та бортової мережі автомобіля.

Індикація режимів роботи виконується світлодіодами HL1 і HL2. Світлодіод HL1 відображає режим заряду, а HL2 — режим розряду. Для контролю електричних параметрів використовуються вимірювальні прилади PA1 і PA2, які дають змогу спостерігати за напругою та струмом під час роботи пристрою. Наявність індикації і вимірювання спрощує експлуатацію, оскільки користувач може контролювати процес заряджання, тренування або пуску без додаткових зовнішніх приладів.

У схемі також передбачено вузли комутації та захисту на реле K1, K2, K3 і транзисторі VT5. Вони забезпечують правильне ввімкнення пристрою, перемикання режимів, підключення розрядного кола та блокування роботи при аварійних умовах. Захист від неправильного підключення акумуляторної

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

батареї є важливою функцією, оскільки помилка полярності може призвести до пошкодження силових напівпровідникових елементів і вимірювальних кіл.

Аналіз принципової схеми показує, що пристрій побудований за раціональною структурою: силова частина відокремлена від вузлів керування, кероване випрямлення забезпечує регулювання вихідних параметрів, а зворотні зв'язки за напругою і струмом дозволяють автоматизувати процес заряджання. Наявність режиму тренування, індикації, вимірювання параметрів і захисних вузлів підвищує функціональність, безпечність та експлуатаційну придатність зарядно-пускового пристрою.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Проектований зарядно-пусковий пристрій для автомобільних акумуляторів виконано у вигляді переносного виробу в металевому корпусі. Загальне компонування прийнято з урахуванням функціонального поділу схеми на силову частину, друкований вузол керування, органи керування та індикації, а також елементи мережевого й вихідного підключення. Така побудова забезпечує зручність складання, достатню механічну міцність конструкції, нормальний тепловий режим і простий доступ до вузлів під час налагодження та обслуговування.

Корпус складається з основної несівної частини, передньої та задньої панелей, а також кришки. Із креслення видно, що виріб має вертикальне компонування. На передній панелі розміщуються елементи, з якими користувач працює безпосередньо під час експлуатації: перемикач режимів, вимірювальний прилад, світлодіодна індикація та вихідний роз'єм для підключення акумуляторної батареї. Таке розташування є зручним, оскільки всі основні органи керування і контролю зосереджені в одному місці та добре доступні під час роботи. На задній панелі встановлюється мережевий вимикач, через який здійснюється ввімкнення пристрою в робочий стан. Поділ елементів на передню і задню панелі дозволяє відокремити силове мережеве підключення від вихідного кола та підвищує безпечність експлуатації.

Основним електронним вузлом виробу є друкований вузол розмірами 197,5×112,5×38 мм. На ньому розміщено основну частину елементів схеми керування і контролю: мікросхеми, транзистори, діоди, резистори, конденсатори, реле, імпульсний трансформатор TV1, допоміжний трансформатор TV3 та інші малопотужні елементи. Зі складального креслення видно, що елементи змонтовані з одного боку плати, що полегшує складання,

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		21

паяння та контроль правильності монтажу. Плату доцільно встановлювати всередині корпусу на ізоляційних стояках, що забезпечує її жорстке кріплення та електричну ізоляцію від металевих частин корпусу.

Силові елементи конструкції, які мають значні габарити, масу або підвищене тепловиділення, винесені за межі друкованої плати. До них належать силовий трансформатор TV2 та тиристори VS1, VS2. Таке рішення є обґрунтованим, оскільки розміщення цих елементів безпосередньо на друкованій платі призвело б до збільшення механічного навантаження на неї, ускладнило б компонування та погіршило тепловий режим. Тиристори встановлюються на окремі радіатори, що забезпечує ефективне відведення тепла при роботі в режимах заряду та пуску. Силовий трансформатор розташовується окремо в нижній частині корпусу, де його маса найменше впливає на стійкість виробу.

Компонування внутрішніх вузлів вибране таким чином, щоб розділити силові та малострумкові кола. Друкований вузол керування розміщується окремо від силового трансформатора і силових провідників, що зменшує вплив електромагнітних завад і спрощує трасування з'єднань. Монтажні проводи між друкованою платою, силовими елементами та панельними вузлами мають мінімальну довжину, що зменшує втрати напруги, підвищує надійність і покращує загальну впорядкованість внутрішнього монтажу. Таке компонування також полегшує діагностику та ремонт виробу.

Для виготовлення корпусу доцільно використати листову сталь товщиною 1 мм. Вибір саме цього матеріалу пояснюється тим, що зарядно-пусковий пристрій містить силовий трансформатор і радіатори, тобто відносно важкі вузли, для яких потрібна достатньо жорстка і міцна несівна конструкція. Сталь забезпечує механічну міцність, стійкість до деформацій, надійне кріплення елементів і добрий захист внутрішніх вузлів від випадкових механічних впливів. Крім того, металевий корпус частково екранує внутрішні кола від зовнішніх електромагнітних впливів і, навпаки, зменшує поширення завад від самого пристрою.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

Деталі корпусу доцільно виготовляти з листової сталі методами різання, гнуття та свердління. Такі технологічні операції є порівняно простими, добре освоєними у виробництві та забезпечують достатню точність виготовлення. З погляду технологічності вибір металевого корпусу є вдалим, оскільки він дозволяє без ускладнень виконати отвори для панельних елементів, вентиляційні прорізи, місця кріплення друкованої плати, трансформатора, радіаторів та інших вузлів.

Матеріалом друкованої плати доцільно вибрати склотекстоліт FR-4. Цей матеріал має добрі електроізоляційні властивості, достатню механічну міцність, теплостійкість і широко застосовується для виготовлення двосторонніх друкованих плат. Для даного пристрою його використання є доцільним, оскільки плата містить значну кількість вивідних елементів, а також повинна забезпечувати надійне кріплення компонентів і стабільність електричних параметрів у процесі експлуатації.

Для захисту металевих поверхонь корпусу від корозії та для покращення зовнішнього вигляду доцільно застосувати захисно-декоративне покриття. Найбільш вдалим у даному випадку є порошкове фарбування. Воно забезпечує достатню твердість покриття, стійкість до стирання, вологи та незначних механічних пошкоджень. Крім того, таке покриття має акуратний вигляд і добре підходить для виробів, які експлуатуються в гаражних або майстерневих умовах. Для друкованої плати доцільно застосувати захисне лакове покриття, яке зменшує вплив вологи, пилу та окиснення на провідниковий рисунок і паяні з'єднання.

Таким чином, прийняте компоновання виробу є технічно обґрунтованим. Воно забезпечує зручне розташування функціональних вузлів, раціональне розділення силової та керуючої частин, надійне кріплення друкованого вузла і силових елементів, а також зручність керування та контролю в процесі експлуатації. Вибір листової сталі для корпусу, склотекстоліту FR-4 для друкованої плати та захисно-декоративних покриттів є доцільним як з погляду міцності і довговічності, так і з погляду технологічності виготовлення виробу.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		23

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Конструкцію зарядно-пускового пристрою вибрано з урахуванням його функціонального призначення, умов експлуатації, електричних параметрів та особливостей внутрішнього компонування. Оскільки пристрій призначений для роботи з автомобільними акумуляторними батареями і повинен забезпечувати не тільки заряджання, а й пусковий режим з великим струмом, його конструкція має бути достатньо міцною, надійною та зручною для обслуговування.

Виріб виконано у вигляді переносного приладу в корпусі з розділенням внутрішнього простору на силову частину і малопотужний електронний вузол керування. Такий підхід є доцільним, оскільки силові елементи мають значну масу, працюють з великими струмами і можуть нагріватися під час експлуатації. Малопотужна частина, навпаки, потребує стабільних умов роботи, мінімального впливу нагріву та зручного доступу для контролю і налагодження.

Основним електронним вузлом є друкована плата розмірами 197,5×112,5×38 мм. На ній розміщено основну частину елементів схеми керування, контролю та індикації. Використання друкованого вузла дозволяє зменшити кількість ручних з'єднань, підвищити повторюваність монтажу, спростити перевірку схеми та зробити конструкцію більш акуратною. Елементи на платі розташовані з одного боку, що є зручним для встановлення компонентів, паяння, візуального контролю та ремонту.

Для друкованої плати прийнято двостороннє виконання. Це дає можливість раціональніше виконати трасування великої кількості електричних з'єднань, зменшити кількість перемичок і покращити загальну компактність вузла. Одностороннє розміщення компонентів при цьому зберігає простоту складання, оскільки всі елементи встановлюються з одного боку плати і залишаються доступними для огляду.

Силовий трансформатор TV2, тиристори VS1 і VS2 та пов'язані з ними силові з'єднання винесено за межі друкованої плати. Таке рішення є технічно

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

обґрунтованим, оскільки ці елементи мають підвищені масогабаритні показники і створюють значне теплове навантаження. Якщо розмістити їх безпосередньо на платі, це ускладнило б її кріплення, збільшило б механічне навантаження на склотекстоліт і могло б негативно вплинути на надійність паяних з'єднань. Окреме розміщення силових вузлів дозволяє краще організувати тепловідведення і спростити внутрішній монтаж.

Тиристори VS1 і VS2 встановлюються на радіаторах, що забезпечує відведення тепла під час роботи пристрою в режимах заряду та пуску. Радіатори розташовуються так, щоб не перегрівати друковану плату і не заважати доступу до інших елементів. Це підвищує довговічність силових напівпровідникових елементів і зменшує ризик теплового впливу на малопотужні компоненти.

Вибране компоновання корпусу також є зручним з погляду експлуатації. На передній панелі розміщуються перемикач режимів, органи індикації, вольтамперметр, регулятори напруги та струму, а також вихідний роз'єм для підключення акумуляторної батареї. Завдяки цьому користувач має доступ до всіх основних елементів керування з лицьового боку виробу. На задній панелі розміщується мережевий вимикач, що дозволяє відокремити мережеве підключення від вихідного кола акумулятора.

Прийнята конструкція забезпечує зручність налагодження та ремонту. Після зняття кришки відкривається доступ до друкованого вузла, силового трансформатора, радіаторів, внутрішніх з'єднань і панельних елементів. Це дає змогу виконувати перевірку електричних параметрів, огляд паяних з'єднань, заміну елементів та контроль правильності монтажу без повного розбирання виробу.

Використання переважно вивідних компонентів і корпусів типу DIP також позитивно впливає на ремонтпридатність конструкції. Такі елементи зручно встановлювати, паяти та замінювати у разі несправності. Для кваліфікаційної роботи таке рішення є доцільним, оскільки воно спрощує виготовлення друкованого вузла, робить монтаж більш наочним і дозволяє

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		25

виконати контроль якості без складного спеціалізованого обладнання.

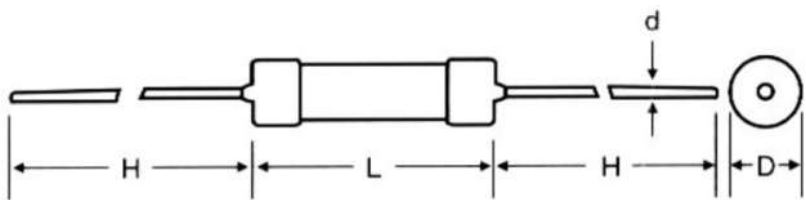
Окремою перевагою вибраної конструкції є розділення силових і сигнальних кіл. Силові провідники, трансформатор і тиристори розташовуються окремо від вузлів керування, що зменшує вплив завад і нагріву на електронну частину. Крім того, таке розміщення дозволяє виконати силові з'єднання проводами потрібного перерізу, не перевантажуючи друковану плату великими струмами.

Підсумовуючи вище написане, вибрана конструкція зарядно-пускового пристрою є обґрунтованою з технічної та експлуатаційної точки зору. Вона забезпечує надійне розміщення силових і керуючих вузлів, зручність користування, достатній тепловий режим, ремонтпридатність і технологічність складання. Прийняте конструктивне рішення відповідає призначенню виробу та дозволяє реалізувати всі основні режими його роботи.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 – Постійні резистор 0.125 Вт [1]

Позиційне позначення	R1-R20, R22- R24,R26-R31,R33-R43, R45-R47, R49-R53, R54-R56, R58-R68
Назва та тип компонента	Резистор 0.125Вт
Виробник	Bourns
Критерії виробу	Потужність розсіювання, лінійка номіналів
Параметри конструкції	див. рисунок 2.1
Параметри та характеристики	
Номінальний опір	Від 3.9 Ом до 510 кОм
Допуск опору	±5%
Номінальна потужність	0.125 Вт
Діапазон робочої температури	Від -65°С до +350°С



POWER RATING	MAXIMUM WORKING VOLTAGE	MAXIMUM OVERLOAD VOLTAGE	DIMENSIONS(mm)				RESISTANCE RANGE
			L	D	H	d±0.02	
1/6W, 1/8W	200V	400V	3.2±0.2	1.8±0.2	28±2.0	0.45	STANDARD 1Ω-10MΩ
1/4WS	250V	500V	3.2±0.2	1.8±0.2	28±2.0	0.45	
1/4W	250V	500V	6.0±0.5	2.3±0.5	28±2.0	0.52	
1/2WS	350V	700V	6.0±0.5	2.3±0.5	28±2.0	0.52	
1/2W	350V	700V	9.0±0.5	3.2±0.5	26±2.0	0.60	
1WS	500V	1000V	9.0±0.5	3.2±0.5	26±2.0	0.60	
1W	500V	1000V	11.0±1.0	4.2±0.5	35±3.0	0.75	
2WS	500V	1000V	11.0±1.0	4.2±0.5	35±3.0	0.75	
2W	500V	1000V	15.0±1.0	5.0±0.5	33±3.0	0.75	
3W	500V	1000V	17.0±1.0	6.0±0.5	33±3.0	0.75	

Рисунок 2.1 – Габаритні розміри постійних резисторів 0.125 Вт

Таблиця 2.2 – Змінний резистор [2]

Позиційне позначення	R44, R54
Назва та тип компонента	Змінний резистор
Виробник	Воупнс
Критерії виробу	Плавність регулювання, номінал, лінійна характеристика регулювання, потужність розсіювання
Параметри конструкції	див. рисунок 2.2
Параметри та характеристики	
Номінальний опір	1-100кОм
Допуск опору	±10%
Номінальна потужність	0.125 Вт
Діапазон робочої температури	Від -65°С до +350°С

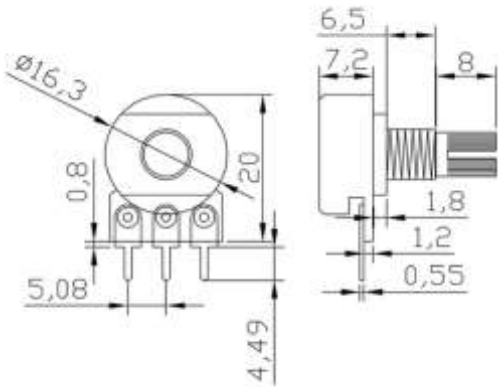


Рисунок 2.2 – Габаритні розміри змінного резистора

Таблиця 2.3 – Підстроювальний резистор 3266Y [3]

Позиційне позначення	R21, R25, R48, R57
Назва та тип компонента	Підстроювальний резистор 3266Y
Виробник	Bourns
Критерії виробу	Плавність регулювання, номінал, лінійна характеристика регулювання, потужність розсіювання
Параметри конструкції	див. рисунок 2.3
Параметри та характеристики	
Номінальний опір	10МОм
Допуск опору	±10%
Номінальна потужність	0.125 Вт
Діапазон робочої температури	Від -65°C до +350°C

RKT-3266Y

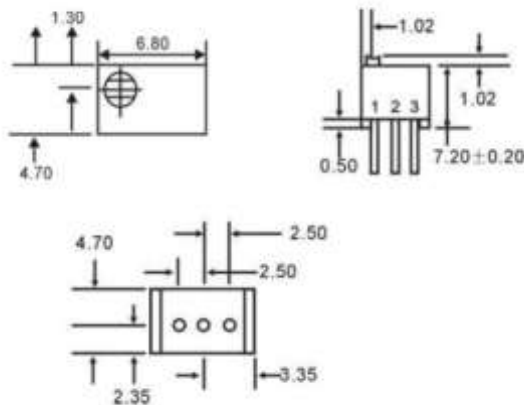


Рисунок 2.3 – Габаритні розміри підстроювального резистора

Таблиця 2.4 – Шунт FL-2C 100A, 75mV, 0.5 Class [4]

Позиційне позначення	R32
Назва та тип компонента	Шунт FL-2C 100A, 75mV, 0.5 Class
Виробник	Bourns
Критерії виробу	Номінальний струм, падіння напруги, клас точності
Параметри конструкції	див. рисунок 2.4
Параметри та характеристики	
Номінальний струм	100 А
Опір	750 Ом
Клас точності	5%
Діапазон робочої температури	Від -65°C до +350°C

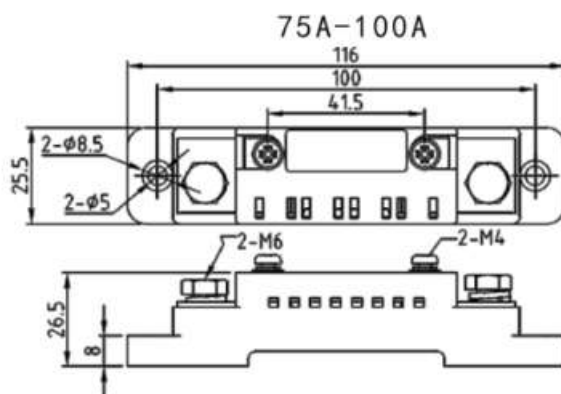


Рисунок 12.4 – Габаритні розміри шунта

Таблиця 2.5 – Постійний керамічний конденсатор Kemet [5]

Позиційне позначення	C1,C4, C9-C18, C20, C21
Назва та тип компонента	Постійні керамічні конденсатори
Виробник	Kemet
Критерії виробу	Номінал, допустимий відхил, ємність, номінал напруги,
Параметри конструкції	DIP, див. рисунок 2.5
Параметри та характеристики	
Діапазон робочої температури	Від -100°C до +150°C
Номінальна напруга	50 В
Ємність	1пФ - 1мкФ
Відхилення від номіналу	±20%

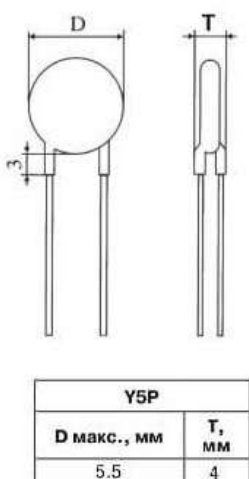


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри постійного керамічного конденсатора

Таблиця 2.6 – Електролітичний конденсатор [6]

Позиційне позначення	C5-C8, C19
Назва та тип компонента	Електролітичний конденсатор
Виробник	Nichicon
Критерії виробу	Відповідність електричних параметрів режимам роботи схеми.
Параметри конструкції	див. рисунок 2.6
Параметри та характеристики	
Робоча температура	Від -40°C до +85°C
Номінальна напруга	25 В
Ємність	22-1000 мкФ
Тангенс кута втрат	0.10 - 0.16



Рисунок 2.6 – Габаритні розміри електролітичного конденсатора

Таблиця 2.7 – Електролітичний конденсатор [7]

Позиційне позначення	C2, C3
Назва та тип компонента	Електролітичний конденсатор
Виробник	SR Passives
Критерії виробу	Відповідність електричних параметрів режимам роботи схеми.
Параметри конструкції	див. рисунок 2.7
Параметри та характеристики	
Робоча температура	Від -40°C до +85°C
Номінальна напруга	400 В
Ємність	15 нФ
Тангенс кута втрат	0.10 - 0.16



Рисунок 2.7 – Габаритні розміри електролітичного конденсатора SR Passives

Таблиця 2.8 – ШІМ-контролер TL494 [8]

Позиційне позначення	DA3
Назва та тип компонента	ШІМ-контролер TL494
Виробник	Texas Instruments
Критерії виробу	Вбудоване опорне джерело 5В, дозволяє працювати в режимі push-pull, має регулювання мертвого часу і вбудований генератор
Параметри конструкції	DIP-16, див. рисунок 2.8
Параметри та характеристики	
Тип	ШІМ-контролер
Кількість виводів	16
Напруга живлення	7...40 В
Гранична напруга живлення	до 41 В
Частота генератора	1...300 кГц
Режими виходу	однотактний / паралельний або push-pull
Робоча температура	-40...+85 °С

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

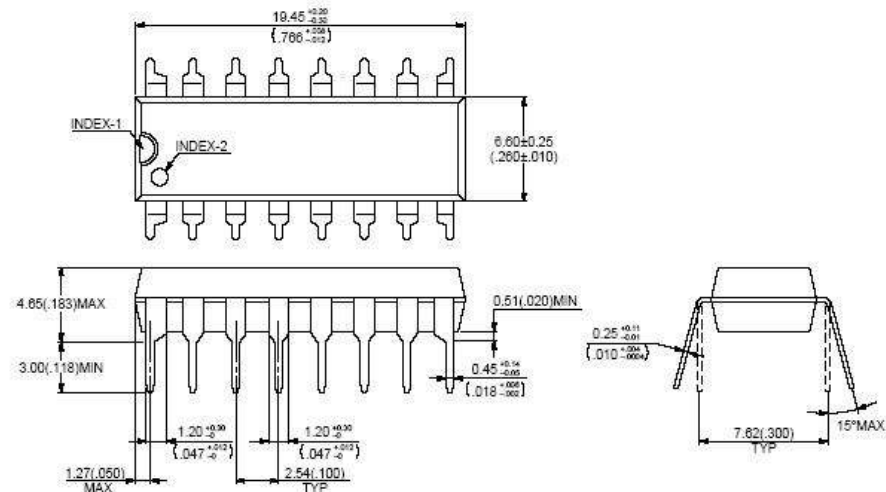


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри ШІМ-контролера TL494

Таблиця 2.9 – Операційний підсилювач CA747S [9]

Позиційне позначення	DA4
Назва та тип компонента	Операційний підсилювач CA747S
Виробник	Harris Corporation
Критерії виробу	Тип корпусу, напруга живлення, температурний діапазон, рівень шуму
Параметри конструкції	DIP-14, див. рисунок 2.9
Параметри та характеристики	
Тип	Операційний підсилювач
Напруга живлення	Від 5В до 18В
Струм споживання	2,8мА
Коефіцієнт підсилення	200 000
Частота одиничного посилення	1МГц
Діапазон температур	-55... +125°C

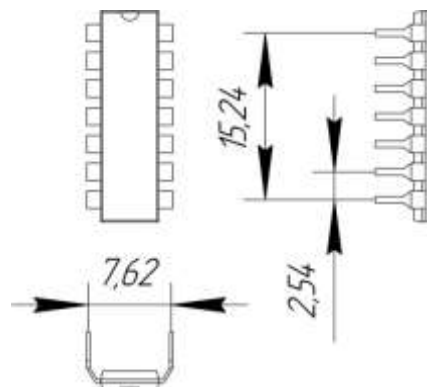


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри операційного підсилювача CA747S

Таблиця 2.10 – Компаратор напруги LM211N [10]

Позиційне позначення	DA5
Назва та тип компонента	Компаратор напруги LM211N
Виробник	STMicroelectronics
Критерії виробу	Тип корпусу, напруга живлення, температурний діапазон, рівень шуму
Параметри конструкції	DIP-8, див. рисунок 2.10
Параметри та характеристики	
Тип	Компаратор напруги
Напруга живлення	Від 5В до 15В
Струм споживання	6мА
Діапазон температур	-55... +125°C

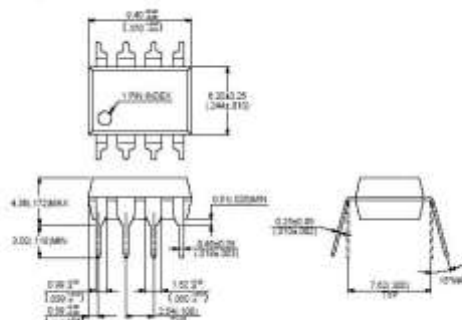
8-pin plastic DIP
(DIP-8P-M01)

Рисунок 2.10 – Габаритні розміри компаратора напруги LM211N

Таблиця 2.11 – Операційний підсилювач LM358 [11]

Позиційне позначення	DA6
Назва та тип компонента	Операційний підсилювач LM358
Виробник	Texas Instruments
Критерії виробу	Низьке енергоспоживання, стійкість, температурний діапазон, одно полярне живлення
Параметри конструкції	DIP-8, див. рисунок 2.11
Параметри та характеристики	
Тип	Операційний підсилювач
Напруга живлення	Від 3В до 32В
Струм споживання	0.7мА
Коефіцієнт підсилення	100дБ
Смуга пропускання	1.1МГц
Діапазон температур	-55... +125°C

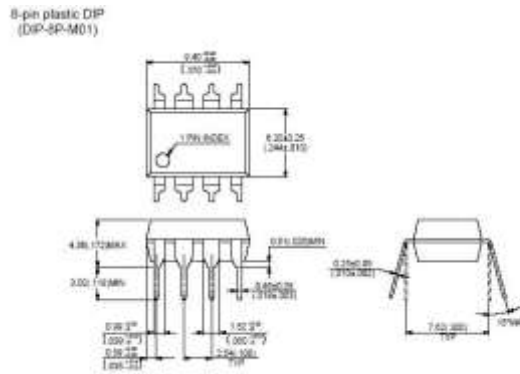


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри операційного підсилювача LM358

Таблиця 2.12 – Стабілізатор 78L15 [12]

Позиційне позначення	DA1 і DA2
Назва та тип компонента	Стабілізатор 78L15
Виробник	STMicroelectronics
Критерії виробу	Тип корпусу, потужність розсіювання, вхідні та вихідні параметри, падіння напруги
Параметри конструкції	ТО-220, див. рисунок 2.12
Параметри та характеристики	
Вихідна напруга	15В
Максимальний вихідний струм	100мА
Вхідна напруга	17,5-30В
Падіння напруги	1,7-2В
Струм споживання	3-5 мА
Діапазон температур	-55... +125°C

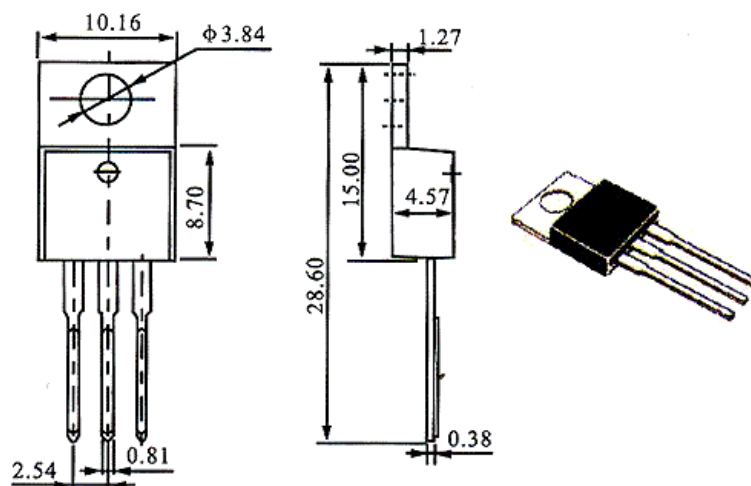


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри стабілізатора 78L15

Таблиця 2.13 – Світлодіод [13]

Позиційне позначення	HL1, HL2
Назва та тип компонента	Світлодіод типу OSN(R,G,Y)3164B
Виробник	G-Nor
Критерії виробу	Надійність, висока яскравість, малі габарити
Параметри конструкції	OSN(R,G,Y)3164B, див. рисунок 2.13
Параметри та характеристики	
Прямий постійний струм	30 мА
Прямий імпульсний струм	100 мА
Зворотна напруга	5 В
Розсіювання потужності	78 мВ
Тип корпусу	Круглий 3 мм
Схема включення	універсальна
Діапазон робочої температури	Від -30°C до +85°C

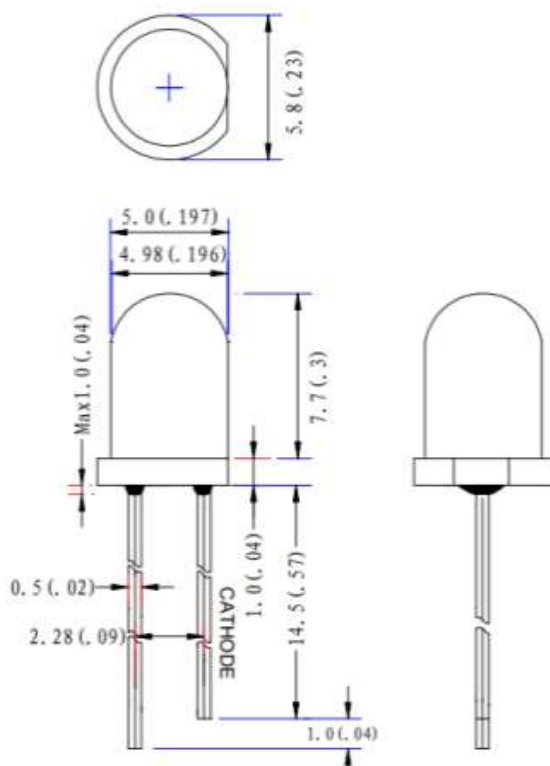


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри світлодіодів

Таблиця 2.14 – Електромагнітне реле G5V2-12DC [14]

Позиційне позначення	K1, K3
Назва та тип компонента	Електромагнітне реле G5V2-12DC
Виробник	Omron
Критерії виробу	Кількість контактів, напруга спрацювання, робоча частота та тип реле
Параметри конструкції	G5V-1, див. рисунок 2.14
Параметри та характеристики	
Напруга спрацювання	12 В
Максимальний струм	2 А
Кількість контактів	8
Тип реле	Перемикаючий
Діапазон робочої температури	Від -40°C до +85 °C

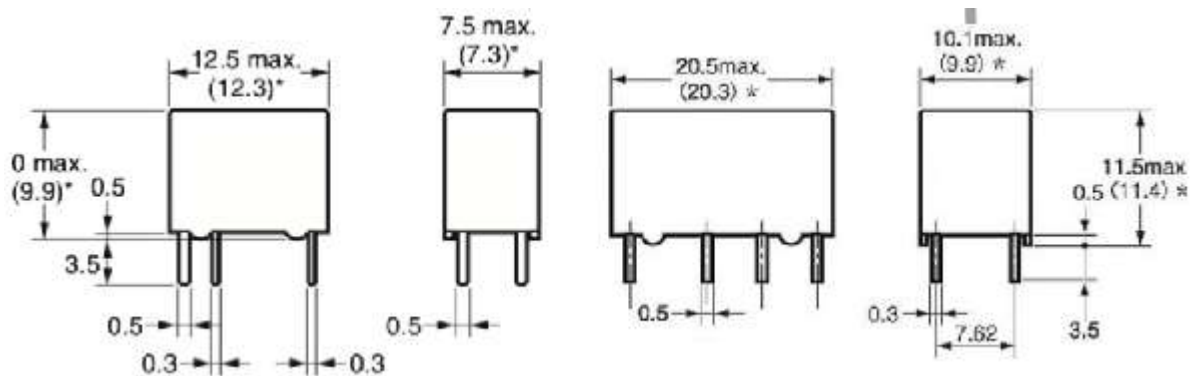


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри електромагнітного реле G5V2-12DC

Таблиця 2.15 – Електромагнітне реле KP460DC [15]

Позиційне позначення	K2
Назва та тип компонента	Електромагнітне реле KP460DC
Виробник	ZX-Spectrum
Критерії виробу	Кількість контактів, напруга спрацювання, робоча частота та тип реле, логіка керування
Параметри конструкції	SPDT, див. рисунок 2.15
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	5 В – 15В
Струм комутації	10-20 мА
Тип реле	Перемикаючий
Діапазон робочої температури	Від -40°C до +85 °C

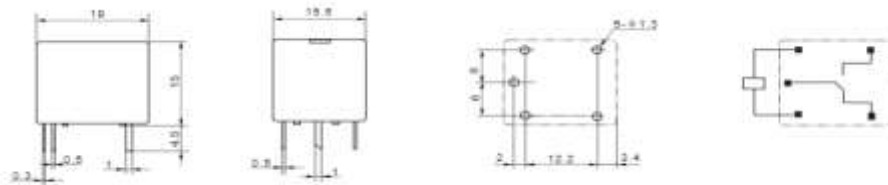


Рисунок 2.15 – Габаритні розміри електромагнітного реле KP460DC

Таблиця 2.16 – Діод 1N5408 [16]

Позиційне позначення	VD1, VD2, VD6, VD9
Назва та тип компонента	Діод 1N5408
Виробник	STMicroelectronics
Критерії виробу	Швидкодія, захист від переполюсовки, випрямлення високочастотних сигналів, захист входів
Параметри конструкції	DO-35, див. рисунок 2.16
Параметри та характеристики	
Допустима напруга	100В
Допустимий струм	300мА
Діапазон робочої температури	Від -65°C до +175°C

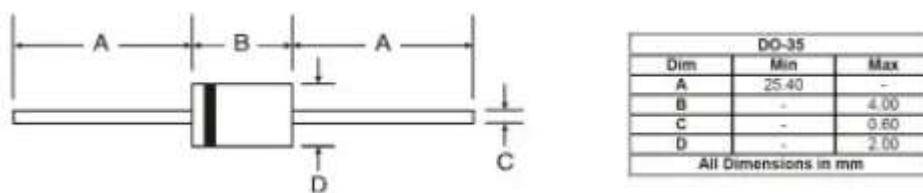


Рисунок 2.16 – Габаритні розміри діода 1N5408

Таблиця 2.17 – Діодний міст DB104 [17]

Позиційне позначення	VD3
Назва та тип компонента	Діодний міст DB104
Виробник	Diodes Incorporated
Критерії виробу	Падіння напруги, потужність, тип корпусу, допустима напруга
Параметри конструкції	DB-1, див. рисунок .17
Параметри та характеристики	
Допустима напруга	400В
Допустимий струм	1А
Імпульсний струм	30А
Діапазон робочої температури	Від -65°C до +175°C

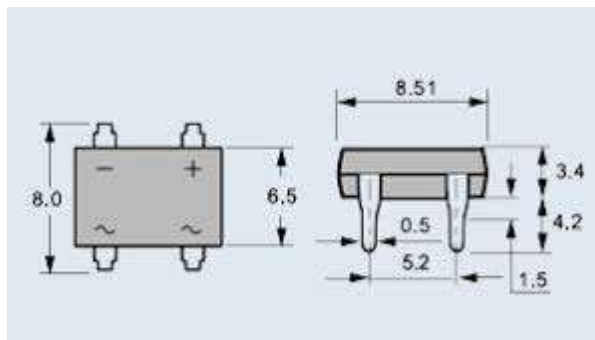


Рисунок 2.17 – Габаритні розміри діодного моста DB104

Таблиця 2.18 – Діодний міст КВР206 [18]

Позиційне позначення	VD4
Назва та тип компонента	Діодний міст КВР206
Виробник	Vishay
Критерії виробу	Швидкодія, захист від переполюсовки, випрямлення високочастотних сигналів, захист входів
Параметри конструкції	DO-35, див. рисунок 2.18
Параметри та характеристики	
Допустима напруга	600В
Допустимий прямий струм	2 А
Імпульсний струм	60 А
Пряме падіння напруги	1.1В
Діапазон робочої температури	Від -65°C до +175°C

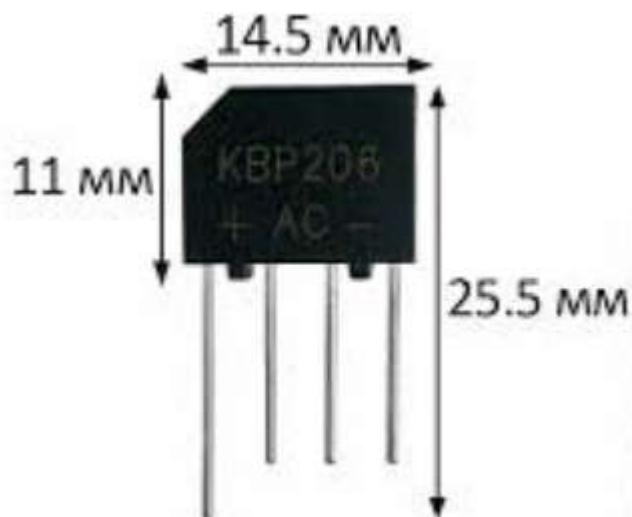


Рисунок 2.18 – Габаритні розміри діода КВР206

Таблиця 2.19 – Діод 1N4148 [19]

Позиційне позначення	VD5, VD7, VD8, VD10–VD22
Назва та тип компонента	Діод 1N4148
Виробник	Vishay
Критерії виробу	Швидкодія, захист від переполюсовки, випрямлення високочастотних сигналів, захист входів
Параметри конструкції	DO-35, див. рисунок 2.19
Параметри та характеристики	
Допустима напруга	100В
Допустимий струм	300мА
Діапазон робочої температури	Від -65°C до +175°C

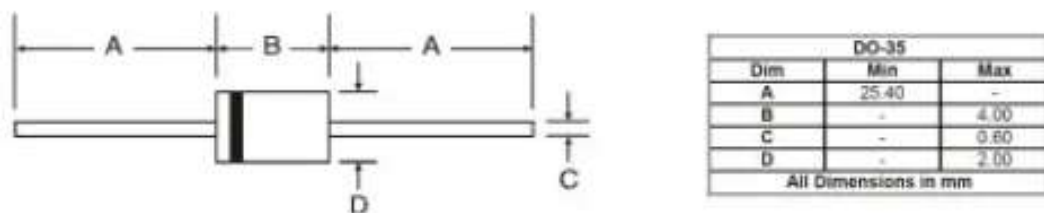


Рисунок 2.19 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.20 – Транзистор TIP122 [20]

Позиційне позначення	VT1, VT3, VT5
Назва та тип компонента	Транзистор TIP122
Виробник	STMicroelectronics
Критерії виробу	Вбудований діод, входні та вихідні параметри, напруга насичення, коефіцієнт підсилення, режим роботи
Параметри конструкції	TO-220, див. рисунок 2.20
Параметри та характеристики	
Вихідна напруга	5В
Вхідна напруга	До 100В
Максимальний вихідний струм	5А
Тип	NPN
Коефіцієнт підсилення	1000
Напруга насичення	2В
Діапазон робочої температури	Від -65°C до +150°C

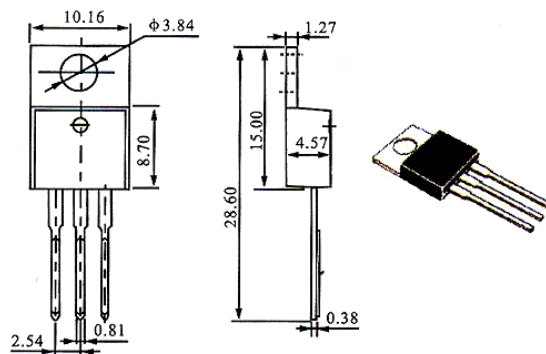


Рисунок 2.20 – Габаритні розміри транзистора TIP122

Таблиця 2.21 – Транзистор BC547 [21]

Позиційне позначення	VT2
Назва та тип компонента	Транзистор BC557B
Виробник	Vishay
Критерії виробу	Граничні значення, режим роботи та підсилення, конструкція корпусу
Параметри конструкції	ТО-92, див. рисунок 2.21
Параметри та характеристики	
Максимальна напруга	45В
Максимальний струм	100мА
Структура	PNP
Коефіцієнт підсилення	Від 200 до 450
Гранична частота роботи	150 МГц
Діапазон робочої температури	Від -55°C до +125°C

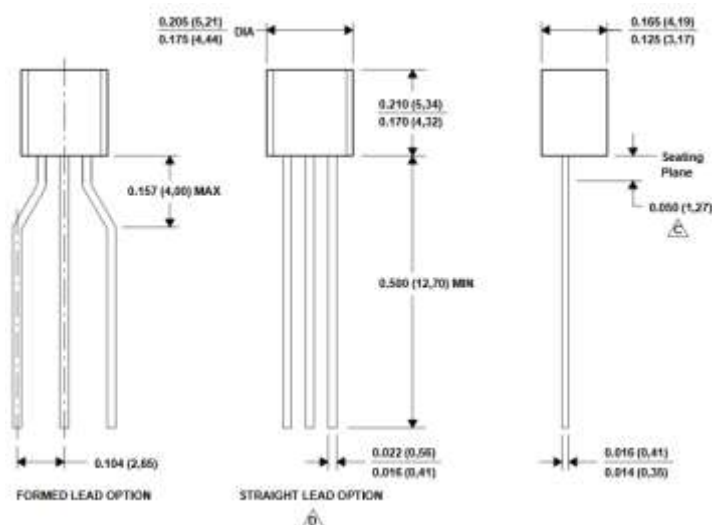


Рисунок 2.21 – Габаритні розміри транзистора BC557B

Таблиця 2.22 – Транзистор BC547 [22]

Позиційне позначення	VT4
Назва та тип компонента	Транзистор BC547
Виробник	STMicroelectronics
Критерії виробу	Граничні значення, режим роботи та підсилення, конструкція корпусу
Параметри конструкції	ТО-92, див. рисунок 2.22
Параметри та характеристики	
Максимальна напруга	45В
Максимальний струм	100мА
Структура	NPN
Коефіцієнт підсилення	Від 200 до 450
Гранична частота роботи	300 МГц
Діапазон робочої температури	Від -55°C до +125°C

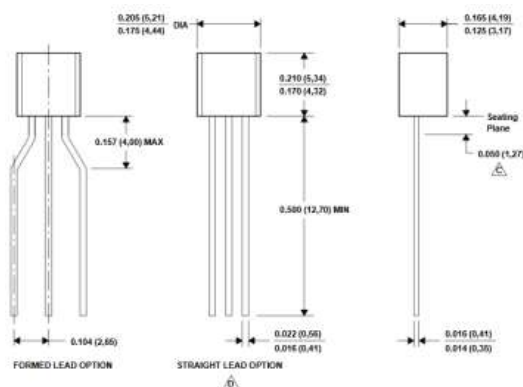


Рисунок 2.22 – Габаритні розміри транзистора BC547

Таблиця 2.23 – Роз'єм IEC C14 [23]

Позиційне позначення	XP1, XP2
Назва та тип компонента	Роз'єм IEC C14
Виробник	STMicroelectronics
Критерії виробу	Спосіб кріплення, номінальна напруга, номінальний струм, конфігурація
Параметри конструкції	див. рисунок 2.23
Параметри та характеристики	
Номінальний струм	до 15А
Номінальна напруга	до 250 В
Конфігурація	3-піновий
Температурний режим	До 70 °C
Тип з'єднання	Male

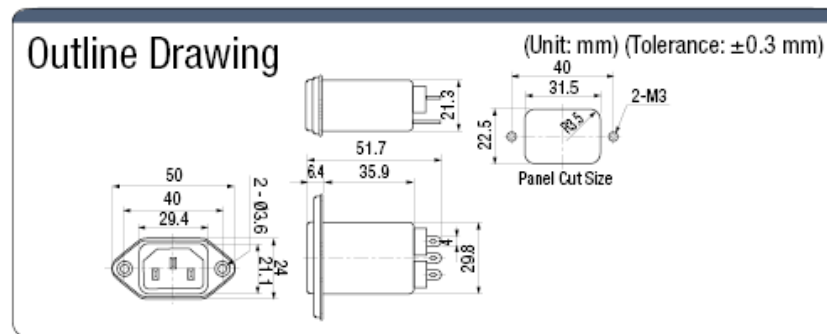


Рисунок 2.23 – Габаритні розміри роз'єму IEC C14

Таблиця 2.24 – Вольтамперметр [24]

Позиційне позначення	PA1, PA2
Назва та тип компонента	Вольтамперметр DSN-VC288 100V 100A
Виробник	STMicroelectronics
Критерії виробу	Роздільне живлення, діапазон вимірювання, наявність зовнішнього шунта, точність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.24
Параметри та характеристики	
Вимірювана напруга	0-100V
Вимірюваний струм	0-100A
Живлення модуля	4-30V
Дисплей	Два кольори
Точність	1%

DSN-VC288 V2.0
100V
100A



Рисунок 2.24 – Габаритні розміри вольтамперметра DSN-VC288

Таблиця 2.25 – Мережевий перемикач [25]

Позиційне позначення	SA1
Назва та тип компонента	Мережевий перемикач SEZ 61 JC 10A
Виробник	Schneider Electric
Критерії виробу	Номінальний струм, тип кріплення, функціональність, навантажувальна здатність
Параметри конструкції	див. рисунок 2.25
Параметри та характеристики	
Номінальний струм	10A
Тип	Автоматичний вимикач
Номінальна напруга	230-400В
Механічний ресурс	100 000циклів

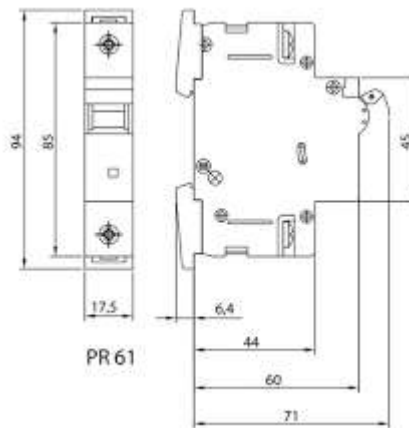


Рисунок 2.25 – Габаритні розміри мережевого перемикача

Таблиця 2.26 – Тумблер [26]

Позиційне позначення	SA2
Назва та тип компонента	Тумблер KCD1-2-101N
Виробник	Daier
Критерії виробу	Тип монтажу, вологозахист, номінальні струм та напруга, кількість циклів
Параметри конструкції	див. рисунок 2.26
Параметри та характеристики	
Номінальний струм	6-10A
Номінальна напруга	125-250В
Тип перемикання	ON-OFF
Кількість контактів	3
Ресурс	10 000 циклів

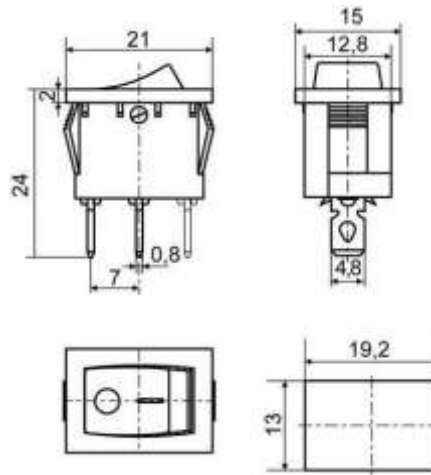


Рисунок 2.26 – Габаритні розміри тумблера

Таблиця 2.27 – Галетний перемикач [27]

Позиційне позначення	SA3
Назва та тип компонента	Галетний перемикач СК1049
Виробник	Lorlin
Критерії виробу	Наявність регульованого стопору, кількість полюсів, тип контактів, довжина та тип вала
Параметри конструкції	див. рисунок 2.27
Параметри та характеристики	
Конфігурація	1 полюс, 12 положень
Максимальний струм	0.3А
Опір контактів	До 20мОм
Кут повороту	30 ° між положеннями
Тип монтажу	На панель

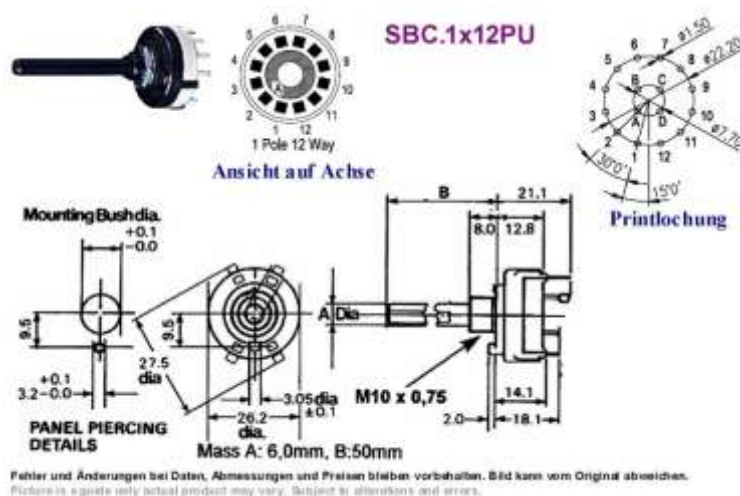


Рисунок 2.27 – Габаритні розміри галетного перемикача

Таблиця 2.28 – Трансформатор EFD30 [28]

Позиційне позначення	TV1
Назва та тип компонента	Трансформатор EFD30
Виробник	Daier
Критерії виробу	Габаритна потужність, робоча частота, індуктивність первинної обмотки, теплові характеристики
Параметри конструкції	див. рисунок 2.28
Параметри та характеристики	
Потужність	до 65Вт
Робоча частота	20-500кГц
Вхідна напруга	230В
Вихідна напруга	2 x 12В

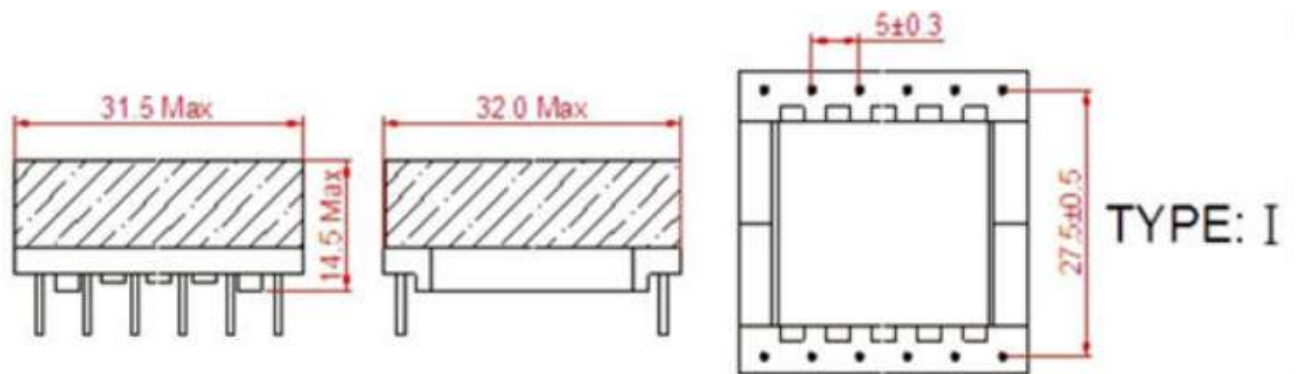


Рисунок 2.28 – Габаритні розміри трансформатора

Таблиця 2.29 – Трансформатор EDT34 [29]

Позиційне позначення	TV3
Назва та тип компонента	Трансформатор EDT34
Виробник	Daier
Критерії виробу	Тип монтажу, вологозахист, номінальні струм та напруга, кількість циклів
Параметри конструкції	див. рисунок 2.29
Параметри та характеристики	
Потужність	до 400 Вт
Робоча частота	150 кГц
Вхідна напруга	230В
Вихідна напруга	2 x 18В та 2 x 10В

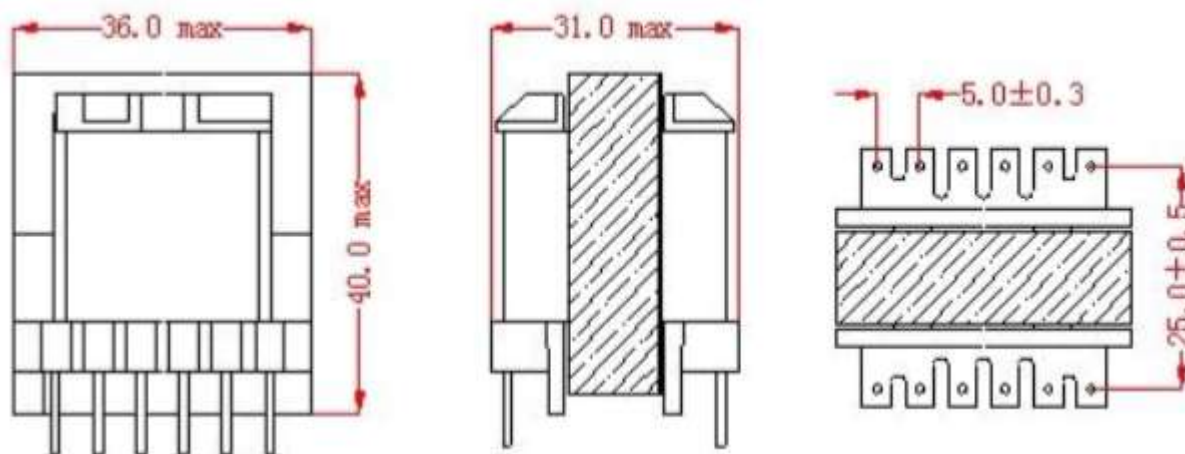


Рисунок 2.29 – Габаритні розміри трансформатора

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для перевірки правильності вибору окремих елементів схеми виконаємо розрахунок параметрів найбільш важливих вузлів зарядно-пускового пристрою. До таких вузлів належать вихідне коло заряду, шунт вимірювання струму та розрядний резистор, який використовується в режимі тренування акумуляторної батареї.

Проектований пристрій призначений для роботи з автомобільними акумуляторними батареями напругою 12 В. Максимальний зарядний струм становить 10 А, а в пусковому режимі струм може короткочасно досягати 100 А. Режим пуску є короткочасним, тому основні друковані кола плати не розраховуються на пропускання повного пускового струму. Силовий струм проходить через трансформатор, тиристори, шунт, вихідний роз'єм і зовнішні силові провідники.

Розрахуємо еквівалентний опір навантаження в режимі максимального заряду:

$$R_{\text{екв}} = U_{\text{вих}} / I_{\text{зар}} \quad (1.1)$$

де $U_{\text{вих}}$ - вихідна напруга пристрою, В;

$I_{\text{зар}}$ - максимальний зарядний струм, А.

$$R_{\text{екв}} = 12 / 10 = 1,2 \text{ Ом}$$

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		46

Корисна потужність, яка віддається в навантаження під час максимального заряду, становить:

$$P_{\text{зар}} = U_{\text{вих}} \cdot I_{\text{зар}} \quad (1.2)$$

$$P_{\text{зар}} = 12 \cdot 10 = 120 \text{ Вт.}$$

Отже, у режимі максимального заряду вихідна частина пристрою повинна забезпечувати потужність близько 120 Вт.

Для контролю струму в схемі використовується шунт R32 типу FL-2C 100A 75mV. Його номінальний струм становить 100 А, а падіння напруги при цьому струмі - 75 мВ. Визначимо опір шунта:

$$R_{\text{ш}} = U_{\text{ш}} / I_{\text{ш}}. \quad (1.3)$$

де, $U_{\text{ш}}$ - падіння напруги на шунті, В;

$I_{\text{ш}}$ - номінальний струм шунта, А.

$$R_{\text{ш}} = \frac{0,075}{100} = 0,00075 \text{ Ом.}$$

Отже, опір шунта становить: 0,75мОм.

Потужність, яка виділяється на шунті при струмі 100 А:

$$P_{\text{ш}} = I_{\text{ш}}^2 \cdot R_{\text{ш}}, \quad (1.4)$$

$$P_{\text{ш}} = 100^2 \cdot 0,00075 = 7,5 \text{ Вт.}$$

У режимі заряду при струмі 10 А падіння напруги на шунті становить:

$$U_{\text{ш.зар}} = I_{\text{зар}} \cdot R_{\text{ш}}, \quad (1.5)$$

$$U_{\text{ш.зар}} = 10 \cdot 0,00075 = 0,0075 \text{ В} = 7,5 \text{ мВ.}$$

Потужність, яка виділяється на шунті в режимі заряду:

$$P_{\text{ш.зар}} = I_{\text{зар}}^2 \cdot R_{\text{ш}}, \quad (1.6)$$

$$P_{\text{ш.зар}} = 10^2 \cdot 0,00075 = 0,075 \text{ Вт.}$$

Отже, вибраний шунт має достатній запас за струмом і може використовуватися як у режимі звичайного заряду, так і в короткочасному пусковому режимі.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		47

У режимі тренування акумулятора використовується розрядний резистор R50. Через нього акумуляторна батарея розряджається струмом приблизно 0,8 А. Визначимо необхідний опір розрядного резистора:

$$R50 = \frac{U_{ак}}{I_{роз}}, \quad (1.7)$$

де $U_{ак}$ - напруга акумуляторної батареї, В;

$I_{роз}$ - струм розряду, А.

$$R50 = \frac{12}{0,8} = 15 \text{ Вт.}$$

Потужність, яка виділяється на розрядному резисторі:

$$P50 = U_{ак} \cdot I_{роз}, \quad (1.8)$$

$$P50 = 12 \cdot 0,8 = 9,6 \text{ Вт.}$$

З урахуванням запасу за потужністю приймаємо коефіцієнт запасу $k = 2$.

Тоді мінімальна потужність розрядного резистора:

$$P50_{ном} = P50 \cdot k, \quad (1.9)$$

$$P50_{ном} = 9,6 \cdot 2 = 19,2 \text{ Вт.}$$

Отже, для розрядного кола доцільно застосувати резистор R50 опором приблизно 15 Ом з потужністю розсіювання не менше 20 Вт. Такий вибір забезпечує допустимий тепловий режим резистора під час роботи пристрою в режимі тренування акумуляторної батареї.

У пусковому режимі вихідна потужність може короткочасно становити:

$$P_{пуск} = U_{вих} \cdot I_{пуск}, \quad (1.10)$$

$$P_{пуск} = 12 \cdot 100 = 1200 \text{ Вт.}$$

Отже, пусковий режим є найбільш навантаженим для силової частини пристрою, однак він має короткочасний характер. Тому силові елементи, які беруть участь у цьому режимі, винесені за межі друкованої плати, а з'єднання виконуються проводами відповідного перерізу.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		48

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Друкована плата зарядно-пускового пристрою є основним монтажним вузлом, на якому розміщується більшість елементів схеми керування, контролю та індикації.

Друкований вузол має габаритні розміри 197,5×112,5×38 мм. Плата виконана прямокутної форми зі склотекстоліту FR-4 товщиною 1,5 мм, який забезпечує необхідну механічну міцність та електроізоляційні властивості.

Плата є двосторонньою, що дозволяє раціонально виконати трасування провідників і зменшити кількість перемичок. Перехід між шарами здійснюється через металізовані отвори.

Монтаж елементів виконано з використанням вивідної елементної бази та мікросхем у DIP-корпусах. Усі компоненти розміщуються з одного боку плати, що спрощує монтаж, контроль і ремонт виробу.

На платі встановлюються мікросхеми, транзистори, діоди, резистори, конденсатори, реле, стабілізатори напруги, а також трансформатори TV1 і TV3. Розміщення елементів виконано з урахуванням їх функціонального призначення та зручності трасування.

Силові елементи TV2, VS1 і VS2 на друкованій платі не встановлюються. Вони розміщуються окремо в корпусі пристрою, що покращує тепловий режим і зменшує механічне навантаження на плату.

Для кріплення плати передбачені монтажні отвори, а електричне з'єднання з іншими вузлами пристрою здійснюється монтажними проводами. Для підвищення надійності друкований рисунок і паяні з'єднання покриваються захисним лаком.

Розрахунок друкованого монтажу складається з трьох етапів:

- розрахунок по змінному
- розрахунок по постійному струму
- конструктивно-технологічний.

Розрахунок здійснюється в такій послідовності:

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		49

1. Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибираю метод виготовлення і клас точності друкованої плати (ОСТ 4.010.022 – 85).

Вибираємо метод комбінований

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

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{i_{доп} \cdot t} = \frac{10A}{38 A/мм^2 \cdot 0.05мм} = 5.26 \approx 5.5мм \quad (1.11)$$

де I_{max} – максимальний постійний струм, який протікає в провідниках визначається із аналізу принципової схеми;

$j_{доп}$ – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.1.30

t – товщина провідника, мм.

Таблиця 2.30 Допустима густина струму в залежності від методу виготовлення

Метод виготовлення	товщина фольги t , мкм	Допустима густина струму, $j_{доп}$, А / мм ²	Питомий опір, ρ , Ом мм ² / м
Комбінований позитивний	20	75	0,0175
	35	48	
	50	38	

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

$$b_{min2 \text{ сил}} = \frac{\rho \cdot I_{max} \cdot l}{t \cdot U_{доп}} = \frac{0,0175 \cdot 10 \cdot 0,62м}{0,05 \cdot 0,6В} = 3,62мм \quad (1.12)$$

$$b_{min2 \text{ кер}} = \frac{\rho \cdot I_{max} \cdot l}{t \cdot U_{доп}} = \frac{0,0175 \cdot 0,1 \cdot 0,62м}{0,05 \cdot 0,75В} = 0,03мм \quad (1.13)$$

де ρ – питомий об'ємний опір згідно таблиці 1.21

l – довжина провідника, м. (периметри плати).

$U_{доп}$ – допустиме падіння напруги, визначається з аналізу принципової схеми і не повинно перевищувати 5% від напруги живлення мікросхем і не більше запасу завадостійкості мікросхем.

2. Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{H.B.}| + r$$

$$d_{\text{мал}} = 0,6 + |0,1| + 0,2 = 0,9 \text{ мм} \quad (1.14)$$

$$d_{\text{сер}} = 0,8 + |0,1| + 0,2 = 1,1 \text{ мм} \quad (1.15)$$

$$d_{\text{вел}} = 1,7 + |0,1| + 0,2 = 2 \text{ мм} \quad (1.16)$$

де d_E – максимальний діаметр виводу встановлюваного ЕРЕ

$\Delta d_{H.B.}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору.

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм.

Розраховані значення d зводять до нормалізованого ряду отворів: 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5мм. При цьому слід враховувати, що мінімальний діаметр металізованого отвору:

де H_{ci} – номінальна товщина i -шару;

$H_{прі}$ – номінальна товщина матеріалу і прокладки зі склотканини;

n – число шарів;

h_n – товщина гальванічно-осаджених металів.

3. Розраховуємо діаметр контактних площадок. Мінімальний діаметр контактних площадок для ОДП і внутрішніх шарів БДП, виготовлених методом:

$$D_{\text{min}} = D_{1\text{min}} + 1.5h_{\phi} + 0.03$$

де h_{ϕ} – товщина фольги;

$D_{1\text{min}}$ – мінімальний ефективний діаметр площадки

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

$$D_{1\text{minмал}} = 2 \left(0.045 + \frac{1.1}{2} + 0.15 + 0.25 \right) = 1.99 \text{ мм} \quad (1.17)$$

$$D_{1\text{minсер}} = 2 \left(0.045 + \frac{1.3}{2} + 0.15 + 0.25 \right) = 2.19 \text{ мм} \quad (1.18)$$

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		51

$$D_{1\min\text{вел}} = 2 \left(0.045 + \frac{1.2}{2} + 0.15 + 0.25 \right) = 3.09 \text{ мм} \quad (1.19)$$

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

δd і δp – допуски на розташування отворів і контактних площадок (див табл. 1.51);

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

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0.1 \dots 0.15)$$

$$d_{\max \text{ мал}} = 0.9 + 0.1 + 0.1 = 1.1 \quad (1.20)$$

$$d_{\max \text{ сер}} = 1.1 + 0.1 + 0.1 = 1.3 \quad (1.21)$$

$$d_{\max \text{ вел}} = 2 + 0.1 + 0.1 = 2.2 \quad (1.22)$$

де: Δd – допуск на отвір (див табл. 1.51).

Мінімальний діаметр, мм, контактних площадок для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовляються комбінованим позитивним методом:

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1.5h_{\phi} + 0.03$$

$$D_{\min} = 1.99 + 1.5 \cdot 0.035 + 0.03 = 2.04 \text{ мм} \quad (1.23)$$

$$D_{\min} = 2.19 + 1.5 \cdot 0.035 + 0.03 = 2.24 \text{ мм} \quad (1.24)$$

$$D_{\min} = 3.09 + 1.5 \cdot 0.035 + 0.03 = 3.14 \text{ мм} \quad (1.25)$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{\max} = D_{\min} + (0.02 \dots 0.06)$$

$$D_{\max} = 2.04 + 0.06 = 2.1 \text{ мм} \quad (1.26)$$

$$D_{\max} = 2.24 + 0.06 = 2.3 \text{ мм} \quad (1.27)$$

$$D_{\max} = 3.14 + 0.06 = 3.2 \text{ мм} \quad (1.28)$$

4. Визначаю ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ОДП і внутрішніх шарів БДП, які виготовлені хімічним методом :

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1.5h_{\phi}$$

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		52

де: b_{1min} – мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1min} = 0,18$ мм для плат 1-, 2- і 3- го класу точності, $b_{1min} = 0,15$ мм для плат 4-го класу точності.

$$b_{min} = 0.18 + 1.5 \cdot 0.035 = 0.24 \text{ мм} \quad (1.29)$$

Мінімальна ширина провідників, мм, для ДДП і зовнішніх шарів БДП, виготовлених комбінованим позитивним методом :

$$b_{min} = b_{1min} + 1.5h_{\phi} + 0.03$$

$$b_{min} = 0.18 + 1.5 \cdot 0.035 + 0.03 = 0.24 \text{ мм} \quad (1.30)$$

Для силової частини: по постійному струму $b_{min1} = 5,5$ мм, по допустимому падінням напруги $b_{min2} = 3,7$ мм.

Для керуючої частини $b_{min2} = 0,24$ мм

Максимальна ширина провідників

$$b_{max} = b_{min} + (0.02 \dots 0.06)$$

$$b_{max} = 0.24 + 0.06 = 0.3025 \text{ мм} \quad (1.31)$$

Для силової частини: по постійному струму $b_{max1} = 5,56$ мм, по допустимому падінням напруги $b_{max2} = 0,3$ мм.

5. Визначаю мінімальну відстань між елементами провідного малюнку.

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

де L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

δl – допуск на розташування провідників.

$$s_{1min} = 2,5 - \left[\left(\frac{2.1}{2} + 0.25 \right) + \left(\frac{1.1}{2} + 0.1 \right) \right]$$

$$s_{1min} = 0,55 \text{ мм} \quad (1.15)$$

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$s_{1min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta p)$$

$$s_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta l)$$

$$s_{2min} = 5 - (2.1 + 0.5) = 2.4 \text{ мм} \quad (1.32)$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

$$s_{3min} = 2,5 - (2.1 + 0.2) = 0.2 \text{ мм} \quad (1.33)$$

В результаті проведення конструктивного розрахунку друкованого монтажу були отримані такі дані:

1. Мінімальна ширина друкованого провідника по постійному струму для кіл живлення і заземлення: $b_{min1}=5,5\text{мм}$ —для силової, $b_{min1}=5,5\text{мм}$ —для керуючої

2. Мінімальна ширина провідника виходячи з допустимого падіння напруги, мм: $b_{min1} = 3,7 \text{ мм}$ — для силової, $b_{min1} = 0,03 \text{ мм}$ — для керуючої частини

3. Відповідно до ряду номінальних значень вибрано діаметр монтажних отворів: 0.9 мм, 1.1 мм, 2 мм.

4. Мінімальний діаметр контактних площадок для діаметру монтажних отворів..... $D_{min} = 1.99 \text{ мм}, 2.19\text{мм}, 3.09\text{мм}$

5. Максимальний діаметр контактних площадок для діаметру монтажних отворів..... $D_{max} = 2.1 \text{ мм}, 2.3 \text{ мм}, 3.2 \text{ мм}.$

6. Мінімальна ширина провідників..... $b_{min}= 0.18 \text{ мм}$

7. Максимальна ширина провідників..... $b_{max} = 5.56 \text{ мм}$

8. Мінімальна відстань між елементами провідного малюнку $s_{1min}=0.55\text{мм}$

9. Мінімальна відстань між двома контактними площадками: $s_{2min} = 2.4\text{мм}$

10. Мінімальна відстань між двома провідниками..... $s_{3min}=0,2\text{мм}$

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Під час роботи зарядно-пускового пристрою частина елементів схеми виділяє тепло. Найбільше теплове навантаження створюють силовий трансформатор TV2, тиристори VS1 і VS2, розрядний резистор R50, шунт R32, стабілізатори напруги та силові транзисторні каскади. Тому під час розробки конструкції необхідно забезпечити відведення тепла від цих елементів і не допустити перегрівання друкованого вузла.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		54

Силовий трансформатор TV2 має значні габарити і масу, тому він не встановлюється на друкованій платі, а кріпиться окремо в корпусі пристрою. Таке рішення зменшує механічне навантаження на плату і запобігає передаванню тепла на малопотужні елементи схеми керування.

Тиристори VS1 і VS2 працюють у силовому колі та під час заряду і пуску можуть нагріватися. Для забезпечення нормального теплового режиму вони встановлюються на окремі радіатори. Радіатори виготовляються з матеріалу з високою теплопровідністю, що забезпечує ефективне відведення тепла від корпусів тиристорів у навколишнє середовище. Кріплення тиристорів до радіаторів має забезпечувати надійний механічний і тепловий контакт.

У режимі тренування акумуляторної батареї тепловиділення також виникає на розрядному резисторі R50. За попереднім розрахунком потужність, що виділяється на ньому при струмі розряду 0,8 А, становить: $P = 9,6$.

З урахуванням запасу за потужністю для цього вузла доцільно застосувати резистор з номінальною потужністю не менше 20 Вт. Резистор R50 потрібно розміщувати на відстані від малогабаритних компонентів, ізоляційних матеріалів і проводів, які можуть нагріватися або пошкоджуватися під дією підвищеної температури.

Шунт R32 у пусковому режимі також є джерелом тепла. При струмі 100 А на ньому може виділятися потужність близько: $P = 7,5$.

Оскільки пусковий режим є короткочасним, таке тепловиділення не є постійним. Проте шунт необхідно встановлювати так, щоб навколо нього був достатній простір для охолодження і щоб його нагрівання не впливало на малопотужні елементи схеми.

Друкована плата містить переважно елементи керування, контролю та індикації, тепловиділення яких є порівняно невеликим. За умови правильного розміщення елементів і достатніх відстаней між ними додаткове охолодження друкованого вузла не потрібне. Проте стабілізатори напруги та транзистори, які можуть нагріватися під час роботи, потрібно розміщувати з урахуванням можливості природного відведення тепла.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		55

Металевий корпус пристрою також бере участь у відведенні тепла. Наявність вентиляційних прорізів забезпечує природну циркуляцію повітря всередині виробу, що покращує охолодження трансформатора, радіаторів, розрядного резистора та інших теплонавантажених елементів.

З урахуванням прийнятих конструктивних рішень можна зробити висновок, що тепловий режим роботи зарядно-пускового пристрою є допустимим. Винесення силового трансформатора і тиристорів за межі друкованої плати, використання радіаторів, правильне розміщення розрядного резистора та наявність вентиляції зменшують ризик перегріву і підвищують надійність виробу під час експлуатації.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу

В цьому пункті здійснюється розрахунок надійності зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів по раптовим експлуатаційним відмовам з використанням комп'ютерної програми NAD_Release. В якості вхідних даних використовуються показники надійності окремих радіоелементів. В результаті розрахунку отримується графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу та значення середнього напрацювання до відмови.

В таблиці 1.30 представлені показники надійності груп радіоелементів – кількість елементів в групі, коефіцієнт навантаження та інтенсивність відмов. В таблиці 1.31 представлені коефіцієнти впливу у відповідності до умов експлуатації пристрою.

Таблиця 2.31 – Вхідні дані для розрахунку надійності

№ з/п	Назва групи радіоелементів	К-сть, шт.	Кпопр	Івідм * 10 ⁻⁶ 1/год	К-сть *Кпопр * Івідм * 10 ⁻⁶
1	2	3	4	5	6
1	Резистори постійні 0.125 - 0.5 Вт	59	0.42	0.8	19.824

Продовження таблиці 2.31

1	2	3	4	5	6
2	Резистори недротяні змінні	4	0.42	5	8.4
3	Шунт	1	0.1	3	0.3
4	Конденсатори керамічні	16	0.1	1.4	2.24
5	Конденсатори електролітичні	5	0.4	2.4	4.8
6	Гібридні інтегральні мікросхеми	6	1	0.1	0.6
7	Світлодіоди	2	1	4	8
8	Реле малогабаритні (на одну конт. групу)	9	1	2.2	19.8
9	Тумблер (на один контакт)	1	1	2.2	2.2
10	Перемикач (на один контакт)	4	1	0.5	2
11	Діоди випрямляючі малої потужності	21	0.35	0.7	5.145
12	Симістор	2	1	15	30
13	Трансформатори сигнальні	2	0.1	2.1	0.42
14	Трансформатори живлення	1	0.1	3	0.3
15	Роз'єм (на один контакт)	4	1	0.05	0.2
16	Вимірювальні прилади	2	1	7.3	14.6
17	Друкована плата	1	1	0.1	0.1
18	Пайки	327	1	0.0.2	6.54
19	Провідники та пайки	12	1	0.02	0.24

Таблиця 1.33– Коефіцієнти впливу

№ з/п	Назва коефіцієнту	Значення
1	Коефіцієнт механічних впливів:	1
2	Коефіцієнт впливу вологості і температури:	1.32
3	Коефіцієнт атомосферних впливів:	1

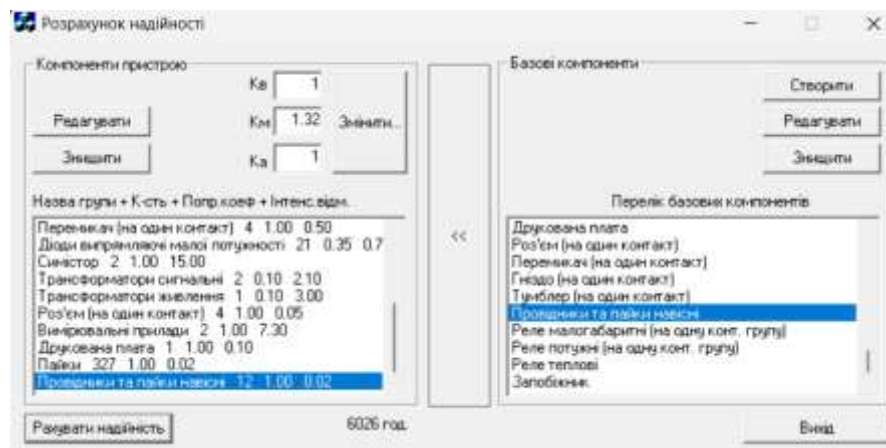


Рисунок 2.30 – Головне вікно програми для розрахунку надійності

В результаті розрахунку отриманий графік залежності імовірності безвідмовної роботи зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів від часу роботи, представлений на рисунку 1.5.2, при цьому отримано значення середнього напрацювання до відмови 6 026 год.

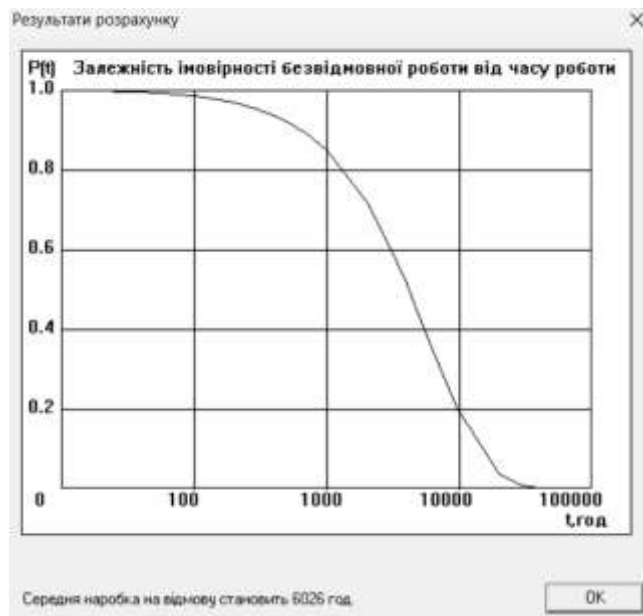


Рисунок 2.31 – Вікно програми з результатами розрахунку

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		58

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 0.000165936 1/год

Середня наробка до відмови: 6026.4 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.998342$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.983543$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.847101$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.190261$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000000$

Отримане значення середньої наробки на відмову 6 026 год є прийнятним для стаціонарного електронного пристрою даного класу і підтверджує його достатню експлуатаційну надійність.

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Конструкція зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів є обґрунтованою як з технічної, так і з економічної точки зору. Пристрій розрахований на виконання трьох основних функцій: заряджання акумуляторної батареї, її тренування в режимі почергового заряду й розряду та допомогу під час запуску двигуна автомобіля. Для забезпечення стабільної та безпечної роботи в схемі передбачено регулювання зарядного струму, контроль вихідної напруги і струму, світлову індикацію режимів, а також захист від короткого замикання та неправильного підключення акумулятора.

Прийняті конструктивні рішення є раціональними з погляду виготовлення виробу. Металевий розбірний корпус забезпечує міцність і доступ до внутрішніх вузлів, двостороння друкована плата спрощує розміщення електричних з'єднань, а використання переважно вивідних компонентів полегшує монтаж, перевірку та ремонт. Для виготовлення пристрою не потрібні складні або дорогі технологічні процеси. Найбільшу частку витрат

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		59

становлять силовий трансформатор, тиристори з радіаторами, друкована плата, вимірювальні прилади та корпусні елементи, проте застосування доступної елементної бази робить конструкцію придатною до практичного виконання.

Важливою перевагою виробу є його ремонтпридатність. Завдяки вивідному монтажу пошкоджені елементи можна замінити без значного ускладнення, а розбірна конструкція корпусу забезпечує доступ до друкованого вузла, силових елементів, радіаторів, органів керування та внутрішніх з'єднань. Це зменшує витрати на обслуговування і підвищує зручність експлуатації зарядно-пускового пристрою.

Корисна вихідна потужність:

$$P_{\text{вих}} = 12 \cdot 100 = 1200 \text{ Вт.}$$

Оскільки проєктований пристрій побудований на трансформаторному джерелі живлення і тиристорному випрямлячі, для орієнтовної оцінки приймаємо коефіцієнт корисної дії: 0,8.

Тоді споживана потужність від мережі становить:

$$P_{\text{сп}} = \frac{1200}{0.8} = 1500 \text{ Вт.}$$

Отже, у максимальному пусковому режимі роботи споживана потужність проєктованого зарядно-пускового пристрою становить приблизно 1,5 кВт. Слід враховувати, що такий режим є короткочасним, а під час звичайного заряджання споживана потужність буде меншою.

За потреби можна також оцінити струм, який споживається від мережі 230 В:

$$I_{\text{сп}} = \frac{1500}{230} = 6.5 \text{ А.}$$

Отже, орієнтовний струм споживання від мережі у максимальному режимі становить близько 6,5 А.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

2.2 Технологічна частина

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

Складання і монтаж зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів виконуються з урахуванням його конструктивних особливостей, елементної бази та умов подальшої експлуатації. Виріб містить друкований вузол керування, силовий трансформатор, тиристори на радіаторах, панельні органи керування, індикацію, вимірювальні прилади та внутрішні монтажні з'єднання.

Основним монтажним вузлом є друкована плата розмірами 197,5×112,5×38 мм. На ній розміщується більшість елементів схеми керування, контролю та індикації. Для плати прийнято двостороннє виконання за провідниковими шарами, а елементи встановлюються з одного боку. Такий варіант спрощує складання, паяння, візуальний контроль і подальший ремонт виробу.

Монтаж електронних компонентів виконується переважно вивідним способом. У процесі складання спочатку встановлюють малогабаритні елементи: резистори, діоди, перемички та малогабаритні конденсатори. Після цього монтують мікросхеми, транзистори, електролітичні конденсатори, реле, стабілізатори напруги, трансформатори TV1 і TV3 та інші елементи більшої висоти. Така послідовність дає змогу зручно виконати паяння і зменшує ймовірність пошкодження вже встановлених деталей.

Силові елементи, які мають значну масу або підвищене тепловиділення, на друковану плату не встановлюються. Силовий трансформатор TV2 кріпиться окремо в корпусі виробу. Тиристори VS1 і VS2 встановлюються на радіаторах, що забезпечує відведення тепла під час роботи пристрою. Електричне з'єднання цих елементів із друкованим вузлом та вихідними колами виконується монтажними проводами відповідного перерізу.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		61

Панельні елементи — перемикачі, світлодіоди, регулятори, вимірювальні прилади, мережевий вимикач і роз'єми — встановлюються безпосередньо на корпусі. Їх підключення до друкованого вузла та силової частини виконується гнучкими монтажними проводами. При цьому силові та малострумові кола доцільно прокладати окремо, щоб зменшити вплив завад і спростити обслуговування пристрою.

Складання корпусу передбачає встановлення передньої та задньої панелей, кріплення друкованого вузла на ізоляційних стояках, монтаж силового трансформатора, радіаторів, роз'ємів та органів керування. Після завершення електричного монтажу проводиться перевірка правильності з'єднань, якості паяних контактів, надійності кріплення елементів і відсутності коротких замикань.

Для даного виробу доцільно застосувати одиничну або дрібносерійну технологію виготовлення з переважно ручним складанням і монтажем. Такий тип технології є раціональним, оскільки конструкція містить значну кількість вивідних компонентів, панельних елементів, проводових з'єднань і силових вузлів, які потребують індивідуального встановлення та контролю. Використання повністю автоматизованого монтажу для такої конструкції є недоцільним, оскільки обсяг виготовлення невеликий, а частина елементів не призначена для автоматичного встановлення.

Перевагою вибраної технології є простота організації виробничого процесу, доступність обладнання, можливість візуального контролю на кожному етапі та зручність внесення змін у конструкцію. Крім того, ручний монтаж полегшує налагодження і ремонт виробу, що особливо важливо для зарядно-пускового пристрою з силовими елементами та окремими панельними вузлами.

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

Технологічність конструкції зарядно-пускового пристрою оцінюється з урахуванням простоти виготовлення, складання, монтажу, контролю,

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		62

налагодження та ремонту виробу. Для даної конструкції важливими є зручність встановлення друкованого вузла, доступність силових елементів, можливість виконання ручного монтажу та надійність внутрішніх з'єднань.

Конструкція виробу є достатньо технологічною, оскільки основна частина електронних компонентів розміщується на друкованій платі. Це зменшує кількість навісних з'єднань, спрощує складання та підвищує повторюваність монтажу. Друкована плата має прямокутну форму, що полегшує її виготовлення, розміщення в корпусі та кріплення на монтажних стояках.

Позитивним рішенням є одностороннє розміщення елементів на платі. Усі компоненти доступні для встановлення, паяння, візуального контролю та заміни. Використання переважно вивідної елементної бази також підвищує технологічність, оскільки такі компоненти легко монтувати вручну, перевіряти після паяння та замінювати у разі несправності.

Двостороннє виконання друкованої плати за провідниковими шарами є доцільним для даної схеми, оскільки дозволяє раціонально виконати трасування провідників і зменшити кількість перемичок. При цьому монтаж залишається простим, оскільки компоненти встановлюються тільки з одного боку плати.

Силовий трансформатор TV2 і тиристори VS1, VS2 винесені за межі друкованої плати. Це підвищує технологічність конструкції, оскільки зменшує механічне та теплове навантаження на плату. Окреме встановлення трансформатора і радіаторів спрощує їх кріплення, контроль та заміну. Таке рішення також дозволяє виконати силові з'єднання проводами потрібного перерізу без перевантаження друкованого монтажу.

Корпус виробу є розбірним, що полегшує складання та обслуговування. Після зняття кришки забезпечується доступ до друкованого вузла, трансформатора, тиристорів, радіаторів, панельних елементів і внутрішніх провідових з'єднань. Це спрощує перевірку правильності монтажу, налагодження та ремонт пристрою.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

Якісну оцінку технологічності конструкції наведено в таблиці 2.34.

Таблиця 2.34 – Якісна оцінка технологічності конструкції

Ознака технологічності	Оцінка для проєктованого виробу
Форма друкованої плати	Прямокутна, зручна для виготовлення та кріплення в корпусі
Розміщення елементів	Одностороннє, забезпечує зручність монтажу, контролю і ремонту
Тип монтажу	Переважно вивідний, придатний для ручного складання
Провідникові шари плати	Двосторонні, що спрощує трасування електричних з'єднань
Силові елементи	Винесені за межі плати, що зменшує теплове і механічне навантаження
Корпус	Розбірний металевий, забезпечує міцність і доступ до внутрішніх вузлів
Панельні елементи	Розміщені на корпусі та підключаються монтажними проводами
Ремонтопридатність	Достатня, оскільки основні вузли доступні після зняття кришки
Контроль після складання	Можливий візуальний та електричний контроль основних з'єднань і вузлів

До недоліків конструкції можна віднести наявність значної кількості провідових з'єднань між друкованою платою, силовими елементами та панельними вузлами. Це дещо збільшує трудомісткість складання. Проте для зарядно-пускового пристрою таке рішення є виправданим, оскільки частина елементів має великі габарити, працює з підвищеним струмом або повинна бути винесена на панелі корпусу.

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

Для виготовлення друкованої плати зарядно-пускового пристрою обрано комбінований позитивний метод. Він є доцільним для двосторонніх плат, оскільки дає змогу сформувати провідниковий рисунок з обох боків, виконати металізовані отвори та забезпечити надійне з'єднання між шарами.

Основою плати є фольгований склотекстоліт FR-4 товщиною 1,5 мм. Як провідниковий матеріал використовується мідна фольга. До допоміжних матеріалів належать фоторезист або інший захисний шар для перенесення рисунка, травильний розчин, матеріали для металізації отворів, припій, флюс, захисний лак або паяльна маска, а також засоби для очищення та знежирення поверхні.

Технологічний процес починається з підготовки заготовки потрібних розмірів. Поверхню фольгованого матеріалу очищують і знежирюють, після чого на неї переносять рисунок друкованих провідників. Далі виконують свердління монтажних і перехідних отворів, їх очищення та металізацію.

Після підготовки отворів проводиться травлення, під час якого з поверхні плати видаляється зайва мідь, а необхідний провідниковий рисунок залишається на основі. Потім плату очищують від залишків технологічних матеріалів, виконують лудіння або інше захисне покриття контактних площадок і наносять захисний лак чи паяльну маску.

На завершальному етапі перевіряють якість виготовлення плати: правильність розмірів, відсутність обривів і коротких замикань, якість отворів, контактних площадок та провідникового рисунка. Після контролю плата може передаватися на етап встановлення електронних компонентів.

2.2.4 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу

Маршрутно-операційні карти складання наведені в додатках.

					<i>26 КР 172.403.003.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		65

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; рекомендовано – 1200-2500грн/м² за рік). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 100-150 м²).

$$V_{\text{буд}} = 1850 \cdot 100 = 185\,000 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		66

$$V_{\text{обл}} = 185\,000 \cdot 0,4 = 74\,000 \text{ (грн)}$$

де K_o – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ($K_o = 0,4 - 0,6$).

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 185\,000 + 74\,000 = 259\,000 \text{ (грн)}$$

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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 74\,000 \cdot 0,02 \cdot 1,1 = 1628 \text{ (грн)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 74\,000 \cdot 0,03 \cdot 1,1 = 2442 \text{ (грн)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\text{ПІ} = 259\,000 + 1628 + 2442 = 263\,070 \text{ (грн)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{1628 \cdot 25\%}{100} = 407 \text{ (грн)}$$

$$A = \frac{2442 \cdot 25\%}{100} = 610,5 \text{ (грн)}$$

де $S_{\text{бал}}$ – балансова вартість основних фондів, грн. (для розрахунку приймають величину вартості основних фондів, що розрахована за формулами

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		67

4–5 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

Таблиця 3.1 – Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№ з/п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
1	Інструменти та прилади	1,628	0,407
2	Виробничий та господарський інвентар	2,442	0,611
	Всього:	4,070	1,018

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

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

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

$$B_M = 3885,18 \cdot 1,04 = 4040,59 \text{ (грн)}$$

де m – кількість видів матеріалів, які використовують для виробництва одиниці продукції;

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

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

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

Таблиця 3.2 – Витрати матеріалів (покупних виробів) на одиницю продукції

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	2	3	4	5
1	Плата друкована	1	13,00	13,00
2	Верхня кришка	1	50,00	50,00
3	Нижня кришка	1	50,00	50,00
4	Конденсатори керамічні, різні номінали	16	0,63	10,08
5	Конденсатори електролітичні	5	4,20	21,00

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
6	Мікросхема 78L15	2	3,00	6,00
7	Мікросхема TL494	1	8,00	8,00
8	Мікросхема TCA0372 / аналог	1	75,00	75,00
9	Мікросхема LM311N	1	5,00	5,00
10	Мікросхема LM358	1	4,00	4,00
11	Світлодіоди SMD 3528	2	1,00	2,00
12	Реле G5V2-12DC / аналог	2	35,00	70,00
13	Реле G5V-1 / аналог	1	30,00	30,00
14	Вольтамперметр DSN-VC288 100V 100A	2	120,00	240,00
15	Резистори постійні 0,125 Вт, різні номінали	61	0,40	24,40
16	Резистори підлаштувальні 3266Y	6	7,00	42,00
17	Шунт FL-2C 100A, 75mV	3	80,00	240,00
18	Автоматичний вимикач / SA1 10A	1	120,00	120,00
19	Перемикач KCD1-2-101N	1	12,00	12,00
20	Поворотний перемикач СК1049 / аналог	1	75,00	75,00
21	Трансформатор ТТП-1200 / аналог 230 В, 2×21 В, 30 А	1	2500,00	2500,00
22	Осердя / трансформатор EFD 30	1	15,00	15,00
23	Осердя / трансформатор ETD 34	1	18,00	18,00
24	Діод 1N5408	4	1,00	4,00
25	Діодний міст DB104	1	2,50	2,50
26	Діодний міст KBR206	1	5,00	5,00
27	Діод 1N4148	16	0,35	5,60
28	Тиристор ST180S12 / силовий аналог	2	88,00	176,00

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

26 КР 172.403.003.000 ПЗ

Арк.

70

29	Транзистор TIP122	3	12,00	36,00
30	Транзистор BC547	2	0,80	1,60
31	Роз'єм ІЕС С14	2	12,00	24,00
	Всього без транспортних витрат			3885,18

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 ($B_{0.з.пл.}$): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{від} = \sum_{i=1}^m T_{шт_i} \cdot C_r \quad (3.9)$$

де $T_{шт_i}$ – час виконання однієї операції (одиниці роботи чи продукції), год;

m – кількість виконуваних операцій;

C_r – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт, грн .

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, год	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн/год	Відрядна розцінка, грн
1	2	3	4	5	6
1	Комплектування	0,005	III	150	0,75
2	Розконсервація	0,005	III	150	0,75

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
3	Маркування	0,005	III	150	0,75
4	Захист	0,034	III	150	5,10
5	Сушка	0,005	III	150	0,75
6	Нанесення припайної пасти	0,045	IV	180	8,10
7	Лудження	0,027	V	220	5,94
8	Встановлення ЕРЕ	0,070	IV	180	12,60
9	Автоматизована пайка	0,005	IV	180	0,90
10	Електромонтаж	0,012	V	220	2,64
11	Лакування	0,005	III	150	0,75
12	Регулювання	0,005	IV	180	0,90
13	Технічний контроль	0,005	IV	180	0,90
14	Комплектування	0,005	III	150	0,75
15	Слюсарно- складальна	0,018	IV	180	3,24
16	Монтаж	0,054	IV	180	9,72
17	Слюсарно- складальна	0,015	III	150	2,25
18	Технічний контроль	0,005	IV	180	0,90
Всього					57,69

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників (Вдод.з.пл.):
приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих
працівників і розраховують за формулою:

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = P_{\text{від}} \cdot 0,11 \quad (3.10)$$

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 57,59 \cdot 0,11 = 6,35 \text{ (грн)}$$

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

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

$$C_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \cdot (57,69 + 6,35) = 14,09 \text{ (грн)}$$

де α – відсоток відррахувань 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 відррахування 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:

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

$$V_{уео} = \frac{80}{100} \cdot (57,69 + 6,35) = 51,23 \text{ (грн)}$$

де $\alpha_{уео}$ – відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 50 – 100%);

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 відррахуванням на соціальні заходи управлінських працівників, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, охорону праці, тощо. Вказані витрати розраховують за формулою:

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

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		73

$$B_{зв} = \frac{122}{100} \cdot (57,69 + 6,35) = 78,13 \text{ (грн)}$$

де $\alpha_{зв}$ – відсоток загальновиробничих витрат (приймають 60 – 200%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 4040,59 + (57,69 + 6,35 + 14,09) + 51,23 + 78,13 = 4248,08 \text{ (грн)}$$

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	4040,59
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	57,69
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	6,35
4	Відрахування на соціальні заходи	14,09
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	51,23
6	Загальновиробничі витрати	78,13
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		4 248,08
7	– змінні (сума 1-4) Взм.од	4118,72
8	– умовно-постійні (сума 5-6) Вуп.од	129,36

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

$$\text{Цод}_{\text{пр}} = S_{\text{пов}} \cdot \frac{100 + \alpha_{\text{пр}}}{100} \quad (3.15)$$

$$\text{Цод}_{\text{пр}} = 4248,08 \cdot \frac{100 + 30}{100} = 5522,50 \text{ (грн)}$$

де $\alpha_{\text{пр}}$ – відсоток запланованого прибутку (рекомендовано 20 – 40%);

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:

$$P_p = (\text{Цод}_{\text{пр}} - S_{\text{пов}}) \cdot N_p \quad (3.16)$$

$$P_p = (5522,50 - 4248,08) \cdot 800 = 1\,019\,536 \text{ (грн)}$$

де P_p – річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\text{Цод}_{\text{пр}}$ – ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{\text{пов}}$ – собівартість одиниці продукції, грн.;

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\text{ЧП} = P_p - P_p \cdot \frac{P_{\text{п}}}{100} \quad (3.17)$$

$$\text{ЧП} = 1\,019\,536 - 1\,019\,536 \cdot \frac{18}{100} = 836\,019,52 \text{ (грн)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		75

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

$$S_{\text{повq}} = 4248,08 \cdot 800 = 3\,398\,464 \text{ (грн)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{\pi} = \frac{836\,019,52}{3\,398\,464} \cdot 100\% = 24,60\%$$

де P_{π} – рентабельність продукції, %;

$S_{\text{повq}}$ – 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:

$$\text{ГП} = \text{ЧП}_t + A_t \quad (3.20)$$

$$\text{ГП} = 836\,019,52 + 1018 = 837\,037,52 \text{ (грн)}$$

де ЧП_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:

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

$$\text{ЧТВ} = 760\,943,20 - 263\,070 = 497\,873,20 \text{ (грн)}$$

де ЧТВ – чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ – теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		76

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

$$TB = \sum_{i=1}^n \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (3.22)$$

$$TB = \sum_{i=1}^1 \frac{837\,037,52}{(1+0,1)^1} = 760\,943,20(\text{грн})$$

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, $t = 1,2,\dots,n$ (приймається з розрахунку виконання умови $TB > П$).

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:

$$ІП = \frac{TB}{П} \quad (3.23)$$

$$ІП = \frac{760\,943,20}{263\,070} = 2,89$$

де $ІП$ – індекс прибутковості інвестицій.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						77
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

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

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

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

$$T_{\text{диск}} = \frac{263070}{760\,943,20} = 0,35\text{р}$$

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

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{760\,943,20}{1} = 760\,943,20 \left(\frac{\text{грн}}{\text{р}} \right)$$

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.	800
2	Собівартість виробу	грн./од.	4 248,08
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	5 522,50
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	263 070
5	Чистий прибуток	грн.	836 019,52
6	Рентабельність виробу	%	24,6
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	497 873,20
9	Індекс прибутковості	-	2,89
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,35

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Система управління охороною праці

Під час розробки зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів питання охорони праці потрібно розглядати ще на етапі проектування конструкції. Такий пристрій не є просто побутовим електронним блоком, оскільки під час роботи він взаємодіє з акумуляторною батареєю, силовими провідниками, затискачами, корпусними деталями та колами живлення. У режимі запуску двигуна через окремі елементи можуть проходити значні струми, тому навіть незначна помилка у підключенні або слабкий контакт можуть призвести до нагрівання, іскріння чи пошкодження ізоляції.

У цьому дипломному проєкті охорона праці пов'язана не тільки з безпекою працівника, який виготовляє або перевіряє пристрій, а й з безпечністю самої конструкції для майбутнього користувача. Якщо корпус незручний для перенесення, кабелі мають недостатній переріз, клеми погано закріплені або відсутнє зрозуміле маркування полярності, ризик помилки під час експлуатації збільшується. Саме тому організаційні та технічні заходи безпеки потрібно враховувати разом із розрахунками, вибором елементної бази та компонованням пристрою.

Система управління охороною праці на підприємстві або у виробничій майстерні передбачає такий порядок роботи, за якого небезпечні ситуації не лише усуваються після їх появи, а попереджаються заздалегідь. Для зарядно-пускового пристрою це означає попередній аналіз усіх операцій: підготовки робочого місця, монтажу елементів, з'єднання силових проводів, перевірки ізоляції, першого вмикання, випробування з акумулятором і подальшого обслуговування. Кожна з цих операцій має свої ризики, тому загальна вимога "дотримуватися правил безпеки" є недостатньою. Потрібно чітко розуміти, де саме може виникнути небезпека і яким способом її можна зменшити.

Закон України "Про охорону праці" визначає обов'язок роботодавця створювати безпечні умови праці та забезпечувати виконання вимог

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		79

нормативно-правових актів [46]. На практиці це означає, що працівник не повинен виконувати електромонтажні або випробувальні роботи без інструктажу, справного інструменту, належного освітлення, засобів захисту та контролю з боку відповідальної особи. Для робіт із зарядно-пусковим пристроєм це особливо важливо, тому що частина дефектів може бути непомітною зовні, але проявитися під час подачі живлення або підключення акумулятора.

У межах системи управління охороною праці спочатку визначаються небезпечні фактори, після чого підбираються способи захисту. Наприклад, якщо є ризик випадкового короткого замикання, у конструкції потрібно передбачити запобіжник, достатню відстань між струмопровідними частинами, надійну ізоляцію та захист клем. Якщо можливе перегрівання, необхідно врахувати переріз провідників, вентиляцію корпусу, тепловий режим силових елементів і якість контактних з'єднань. Якщо пристрій може використовуватися в гаражі або ремонтній зоні, треба враховувати вологість, металеві інструменти поблизу, обмежений простір і не завжди ідеальне освітлення.

До основних небезпечних факторів під час роботи із зарядно-пусковим пристроєм належать:

- можливість ураження електричним струмом;
- поява напруги на металевому корпусі при пошкодженні ізоляції;
- коротке замикання в силових колах;
- перегрівання провідників, клем або електронних компонентів;
- іскріння під час неправильного підключення затискачів до акумулятора;
- нагрівання силових елементів під час пускового режиму;
- механічне пошкодження ізоляції проводів;
- небезпека травмування під час роботи з корпусними деталями та інструментом;

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

- вплив парів або газів, які можуть виділятися поблизу акумуляторної батареї;
- помилки користувача під час підключення пристрою до акумулятора.

Наявність таких факторів показує, що охорона праці в цьому випадку повинна бути пов'язана не лише з безпекою працівника, який виготовляє пристрій, а й з безпечністю самого виробу для майбутнього користувача. Зарядно-пусковий пристрій має працювати у режимах, де можливі значні струми. Навіть якщо робоча напруга акумулятора є відносно невеликою, силові кола можуть становити небезпеку через високий струм, нагрівання контактів, іскріння та можливість короткого замикання. Крім того, у конструкції може бути частина, пов'язана з живленням від мережі, тому вимоги електробезпеки залишаються особливо важливими.

Система управління охороною праці повинна починатися з оцінювання ризиків. Для зарядно-пускового пристрою необхідно визначити, які частини конструкції можуть бути небезпечними під час монтажу та експлуатації. До таких частин належать силові провідники, клеми для підключення акумулятора, елементи випрямлення, трансформатор або імпульсний перетворювач, запобіжники, вимикачі, вентиляційні отвори, корпусні елементи, а також місця з'єднання проводів. Якщо ці елементи неправильно розміщені або недостатньо захищені, ризик аварійної ситуації зростає.

Після виявлення небезпечних факторів потрібно визначити заходи, які знижують ризик. Для зарядно-пускового пристрою такими заходами можуть бути використання надійної ізоляції провідників, достатній переріз силових кабелів, міцне кріплення клем, застосування запобіжників або автоматичного захисту, захист від неправильного підключення полярності, наявність вентиляційних отворів, захисне покриття металевих частин і маркування елементів керування. Також важливо передбачити зручне розміщення органів керування, щоб користувач не торкався небезпечних частин під час роботи.

Важливою складовою системи управління охороною праці є розподіл відповідальності. Керівник робіт відповідає за загальну організацію безпечних

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		81

умов, справність обладнання та допуск працівників до роботи. Працівник відповідає за дотримання інструкцій, правильне використання інструменту, своєчасне повідомлення про несправності та обережне виконання операцій. Служба охорони праці або відповідальна особа контролює, чи виконуються вимоги безпеки, чи проводяться інструктажі та чи усуваються виявлені недоліки [47].

Під час виготовлення конструкції зарядно-пускового пристрою особливу увагу слід приділити організації робочого місця. Робоче місце має бути чистим, сухим, добре освітленим і вільним від зайвих предметів. Провідники, інструменти та комплектуючі потрібно розташовувати так, щоб вони не заважали роботі та не створювали ризику випадкового замикання. Забороняється залишати оголені провідники без ізоляції, працювати з пошкодженим інструментом або виконувати перевірку пристрою без попереднього огляду з'єднань.

Перед початком робіт працівник повинен пройти інструктаж з охорони праці. Під час інструктажу потрібно пояснити особливості роботи з електротехнічними пристроями, небезпеку короткого замикання, порядок відключення живлення, правила користування вимірювальними приладами, вимоги до ізоляції провідників і порядок дій у разі несправності. Працівник також повинен знати, що будь-яке випробування пристрою слід проводити обережно, без дотику до відкритих контактів і без самовільної зміни схеми під час роботи пристрою.

Навчання з охорони праці не повинно бути формальним. Для виробу такого типу важливо, щоб працівник розумів не лише текст інструкції, а й причини встановлених вимог. Наприклад, заборона торкатися оголених контактів пов'язана не лише з ризиком ураження струмом, а й з можливістю різкого м'язового скорочення, падіння інструмента, короткого замикання або пошкодження компонентів. Заборона використовувати тонкі або пошкоджені провідники пояснюється тим, що в пусковому режимі через них може проходити значний струм, який спричиняє нагрівання.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		82

До технічних заходів безпеки під час розробки зарядно-пускового пристрою належать правильний вибір електричних компонентів, надійне кріплення деталей, захист від перегрівання, ізоляція струмопровідних частин, використання запобіжників, забезпечення вентиляції корпусу, застосування чітких позначень полярності та захист від випадкового дотику. Якщо в конструкції є металева оболонка, необхідно передбачити заходи, які унеможливають появу небезпечної напруги на корпусі при пошкодженні ізоляції.

Особливу увагу потрібно приділити кабелям і затискачам, якими пристрій підключається до автомобільного акумулятора. Вони повинні мати достатній переріз, надійну ізоляцію та міцне механічне з'єднання. Поганий контакт може спричинити нагрівання, іскріння або нестабільну роботу пристрою. Затискачі повинні бути зручними для користування, але при цьому не повинні створювати можливості випадкового замикання між собою.

Під час випробування зарядно-пускового пристрою необхідно діяти за встановленим порядком. Спочатку виконується зовнішній огляд конструкції, перевіряється правильність монтажу, надійність кріплення деталей, відсутність оголених провідників, правильність підключення полярності та стан ізоляції. Лише після цього можна переходити до електричних перевірок. Така послідовність знижує ймовірність аварійної ситуації та дозволяє виявити помилки ще до подачі живлення.

У системі управління охороною праці важливе місце займає контроль. Контроль може бути попереднім, поточним і підсумковим. Попередній контроль проводиться перед початком роботи та перед першим увімкненням пристрою. Поточний контроль здійснюється під час монтажу, налагодження та випробування. Підсумковий контроль виконується після завершення роботи і включає перевірку стану пристрою, робочого місця та документації.

Документація також є частиною системи управління охороною праці. Для зарядно-пускового пристрою доцільно мати інструкцію з безпечної експлуатації, схему підключення, позначення органів керування,

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		83

попередження щодо неправильної полярності, заборону експлуатації при пошкодженому кабелі або корпусі, а також порядок дій у разі перегрівання, запаху горілої ізоляції, іскріння або нестабільної роботи.

Під час експлуатації зарядно-пускового пристрою користувач повинен дотримуватися простих, але обов'язкових правил. Перед підключенням необхідно оглянути корпус, кабелі, затискачі та елементи керування. Не допускається використання пристрою з пошкодженою ізоляцією, тріщинами корпусу, слідами перегрівання або ненадійними контактами. Пристрій повинен використовуватися у сухому місці, на стійкій поверхні, з достатньою вентиляцією та без контакту з легкозаймистими матеріалами.

Окремо потрібно враховувати безпеку під час роботи з автомобільним акумулятором. Акумулятор є джерелом великого струму, тому коротке замикання його клем може бути небезпечним. Крім того, під час заряджання деяких акумуляторів можливе виділення газів, тому місце роботи повинно провітрюватися. Необхідно уникати іскріння поблизу акумулятора, не допускати потрапляння металевих предметів на клеми та уважно стежити за правильністю полярності підключення.

Система управління охороною праці повинна бути спрямована не лише на виконання вимог нормативних документів, а й на формування безпечної поведінки. Працівник або користувач повинен розуміти, що навіть незначне порушення - незаізовований провід, слабо затягнутий контакт, неправильне підключення клем або робота у вологому середовищі - може призвести до небезпечних наслідків.

Отже, система управління охороною праці під час розробки конструкції зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів повинна охоплювати весь життєвий цикл виробу: проєктування, виготовлення, монтаж, випробування, експлуатацію та обслуговування. Її ефективність залежить від правильного визначення небезпечних факторів, реального оцінювання ризиків, застосування технічних засобів захисту, проведення інструктажів, контролю стану обладнання та відповідального ставлення працівників до безпеки. Такий

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

підхід дозволяє зменшити ризик травмування, запобігти аварійним ситуаціям і забезпечити безпечне використання розробленого пристрою.

4.2 Механічна дія струму

Під час роботи із зарядно-пусковим пристроєм електричний струм є одним із головних небезпечних факторів. Його небезпека полягає в тому, що наявність напруги не завжди можна побачити без приладів. Провідник, клема або металева частина корпусу можуть виглядати справними, але при пошкодженні ізоляції, неправильному підключенні або внутрішній несправності вони можуть стати небезпечними для людини.

Електричний струм може впливати на організм по-різному. Найчастіше виділяють термічну, електролітичну, біологічну та механічну дію. У цій роботі розглядається саме механічна дія, оскільки вона безпосередньо пов'язана з раптовою реакцією м'язів людини. При проходженні струму через тіло можливі судомні скорочення, різкі рухи, втрата контролю над рукою або неможливість самотійно відпустити струмопровідну частину.

Для зарядно-пускового пристрою така небезпека є реальною під час перевірки, ремонту або необережного підключення. Наприклад, якщо людина торкається пошкодженого провідника або відкритого контакту, струм може пройти через кисть чи руку. У цей момент м'язи скорочуються не за бажанням людини, а під дією електричного подразнення. Через це потерпілий може не відразу припинити контакт, а інколи навпаки - сильніше стиснути провідник або інструмент.

Механічна дія струму небезпечна ще й тим, що вона часто призводить до вторинних травм. Людина може різко відсмикнути руку, впустити викрутку на клеми акумулятора, вдаритися об корпус пристрою або випадково замкнути контакти. У випадку із зарядно-пусковим пристроєм це особливо небажано, тому що поруч можуть бути акумулятор, металеві затискачі, силові дроти та інші елементи, через які проходять великі струми. Тобто навіть короткий і, на

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		85

перший погляд, незначний контакт може спричинити ланцюг небезпечних подій.

Слід враховувати, що небезпека визначається не тільки величиною напруги. Автомобільний акумулятор має порівняно невелику напругу, але здатний віддавати значний струм. Тому при короткому замиканні виникає іскріння, нагрівання металевих частин, пошкодження ізоляції та ризик опіків. Якщо ж у пристрої є мережеве живлення, небезпека ураження струмом стає ще більшою, оскільки контакт із такою частиною може призвести до тяжких наслідків.

На тяжкість ураження впливають умови, у яких виконується робота. Волога шкіра, мокра підлога, металевий стіл, пошкоджена ізоляція або робота в незручному положенні зменшують рівень безпеки. Саме тому випробування зарядно-пускового пристрою не можна проводити поспіхом або “на вазі”. Пристрій, акумулятор, вимірювальні прилади та інструменти мають бути розміщені стійко, а проводи не повинні бути натягнутими чи переплутаними.

Під час роботи із зарядно-пусковим пристроєм механічна дія струму може виникнути в таких ситуаціях:

- дотик до оголеного провідника або клеми;
- пошкодження ізоляції силового кабелю;
- поява напруги на металевому корпусі;
- неправильне підключення пристрою до мережі або акумулятора;
- використання несправних затискачів;
- робота з відкритим корпусом без дотримання вимог безпеки;
- випадкове торкання до контактів під час перевірки;
- застосування несправного або неізольованого інструменту;
- порушення порядку відключення живлення перед оглядом або ремонтом.

Окрему небезпеку становить те, що зарядно-пусковий пристрій працює з автомобільним акумулятором, який здатний віддавати великі струми. Ураження людини від низьковольтної частини зазвичай менш імовірне, ніж

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		86

від мережевої напруги, однак високий струм може спричинити нагрівання провідників, іскріння, опіки від металевих частин та аварійну ситуацію. Тому небезпеку не можна оцінювати лише за величиною напруги. Необхідно враховувати також струм, режим роботи, стан контактів і можливість короткого замикання.

Механічна дія струму часто супроводжується вторинними травмами. Наприклад, при раптовому скороченні м'язів працівник може різко відсмикнути руку, вдаритися об корпус пристрою, перекинути акумулятор, зачепити провід або впустити металевий інструмент на клемах. Якщо роботи виконуються в незручному положенні або в обмеженому просторі, ризик таких травм збільшується.

Для попередження механічної дії струму необхідно забезпечити надійний захист від випадкового контакту зі струмопровідними частинами. У конструкції зарядно-пускового пристрою це досягається використанням ізованих провідників, закритих клемних з'єднань, захисних кожухів, міцного корпусу, запобіжників, правильного розміщення елементів керування та чіткого маркування. Важливо, щоб користувач міг виконувати підключення без доступу до небезпечних внутрішніх частин пристрою.

Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів встановлюють вимоги до організації робіт з електрообладнанням, підготовки працівників, застосування засобів захисту та безпечного виконання операцій [48]. Для зарядно-пускового пристрою це означає, що роботи з відкритим корпусом, перевіркою внутрішніх елементів або ремонтом повинні виконуватися лише після відключення живлення і перевірки безпечного стану обладнання.

Основними профілактичними заходами проти ураження електричним струмом є:

- перевірка справності ізоляції перед початком роботи;
- використання проводів відповідного перерізу;
- надійне кріплення контактних з'єднань;

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		87

- застосування запобіжників або інших захисних елементів;
- використання інструменту з ізольованими ручками;
- заборона роботи з пошкодженими кабелями або корпусом;
- відключення живлення перед оглядом і ремонтом;
- заборона роботи у вологих умовах без спеціальних заходів безпеки;
- дотримання правильної полярності підключення акумулятора;
- контроль температури корпусу, кабелів і затискачів під час роботи.

Під час проєктування зарядно-пускового пристрою потрібно передбачити, щоб користувач не мав доступу до небезпечних частин під час нормальної експлуатації. Усі внутрішні елементи, пов'язані з мережевою напругою, повинні бути закриті корпусом. Провідники мають бути прокладені так, щоб вони не перетиралися об гострі кромки та не перегрівалися. Місця введення кабелів у корпус потрібно захистити від перегину і механічного пошкодження.

Для зменшення ризику аварійної ситуації доцільно передбачити захист від неправильного підключення полярності. Помилкове під'єднання затискачів до акумулятора може призвести до іскріння, перегрівання елементів або виходу пристрою з ладу. Також важливо використовувати зрозуміле маркування: “+”, “-”, “мережа”, “заряд”, “пуск”, “увага”, “не відкривати під напругою”. Чітке маркування зменшує ймовірність помилки користувача.

Перед початком експлуатації пристрою потрібно оглянути його зовнішній стан. Не можна користуватися пристроєм, якщо пошкоджена ізоляція кабелю, деформовані затискачі, є тріщини корпусу, запах перегрітої ізоляції, сліди підгоряння або нестійкий контакт. Будь-яка з цих ознак може свідчити про несправність, яка підвищує ризик ураження струмом або виникнення короткого замикання.

Під час підключення пристрою до акумулятора необхідно діяти уважно і без поспіху. Клеми не повинні торкатися одна одної або металевих частин автомобіля, які можуть створити небажане замикання. Після підключення потрібно переконатися, що затискачі тримаються надійно, а провідники не

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		88

натягнуті і не розміщені біля гарячих або рухомих частин. Робоче місце має бути провітрюваним, оскільки поблизу акумулятора можуть утворюватися гази, особливо під час заряджання.

Якщо під час роботи з'явилися іскріння, запах горілої ізоляції, сильне нагрівання кабелів або нестабільна робота пристрою, експлуатацію потрібно негайно припинити. Продовження роботи в такому стані може призвести до пошкодження пристрою, акумулятора або травмування людини. Після відключення пристрій необхідно оглянути і не використовувати до усунення несправності.

У разі ураження людини електричним струмом першою дією має бути безпечне припинення дії струму. Не можна торкатися потерпілого голими руками, якщо він ще контактує зі струмопровідною частиною. Потрібно вимкнути живлення, від'єднати пристрій від мережі або іншим безпечним способом припинити контакт. Після цього необхідно викликати медичну допомогу і надати домедичну допомогу відповідно до стану потерпілого [50].

Механічна дія струму є небезпечною ще й тому, що вона може виникати дуже швидко. Людина не завжди встигає усвідомити небезпеку і самотійно відреагувати. Тому основний захист полягає не в діях після ураження, а в недопущенні самого контакту зі струмом. Для цього потрібні справна ізоляція, продумана конструкція корпусу, захисні елементи, правильна організація робочого місця і дисципліноване дотримання правил експлуатації.

Механічна дія струму під час роботи із зарядно-пусковим пристроєм проявляється у судомному скороченні м'язів, різких мимовільних рухах, неможливості самотійно припинити контакт із джерелом напруги та можливих вторинних травмах. Для запобігання такій небезпеці необхідно правильно проєктувати конструкцію пристрою, ізолювати небезпечні частини, застосовувати захисні елементи, не допускати пошкодження кабелів і контактів, проводити перевірку перед роботою та виконувати всі операції лише після відключення живлення.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						89
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи на тему «Розробка конструкції зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів» було розроблено конструкцію пристрою, призначеного для заряджання акумуляторної батареї, її тренування в циклічному режимі заряд-розряд та допомоги під час запуску двигуна автомобіля.

У загальній частині роботи було визначено призначення виробу, область його застосування та основні технічні характеристики. Проаналізовано структурну схему зарядно-пускового пристрою, у якій виділено силову частину, схему автоматичного керування, вузли контролю напруги і струму, індикацію, органи керування та захисні кола. Також розглянуто принцип роботи електричної принципової схеми в режимах заряду, тренування та пуску.

У спеціальній частині виконано обґрунтування конструкції виробу. Пристрій розроблено у металевому корпусі, що забезпечує достатню механічну міцність, захист внутрішніх вузлів і зручність експлуатації. Основна частина елементів схеми керування, контролю та індикації розміщується на двосторонній друкованій платі зі склотекстоліту FR-4. Силовий трансформатор і тиристори винесено за межі друкованої плати, що зменшує її механічне та теплове навантаження.

Було виконано вибір і обґрунтування елементної бази. Підібрані компоненти відповідають електричним параметрам схеми, умовам експлуатації та конструктивним вимогам виробу. Використання переважно вивідних компонентів і мікросхем у DIP-корпусах спрощує монтаж, контроль і ремонт пристрою.

У роботі проведено розрахунок параметрів друкованого монтажу, оцінку теплових режимів та розрахунок надійності виробу. За результатами розрахунку надійності середнє напрацювання до відмови становить 6026 год, що підтверджує достатню експлуатаційну надійність зарядно-пускового пристрою. Оцінка теплового режиму показала, що прийняте компонування з

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

винесенням силових елементів і використанням радіаторів забезпечує нормальні умови роботи основних вузлів.

У технологічній частині розглянуто процес складання і монтажу виробу, виконано якісну оцінку технологічності конструкції та описано технологію виготовлення друкованої плати. Встановлено, що конструкція є придатною для одиничного або дрібносерійного виготовлення, оскільки передбачає ручний монтаж вивідних елементів, доступність основних вузлів для контролю та можливість ремонту.

В економічній частині було визначено основні витрати, пов'язані з виготовленням виробу, розраховано собівартість та оцінено економічну доцільність реалізації проектних рішень. Результати розрахунків показують, що конструкція може бути практично реалізована з використанням доступної елементної бази та типових технологічних операцій.

У розділі охорони праці розглянуто питання безпечної організації робіт і впливу електричного струму на людину. Оскільки зарядно-пусковий пристрій працює від мережі змінного струму та має силові кола з великими струмами, дотримання вимог безпеки під час складання, налагодження й експлуатації є обов'язковою умовою його використання.

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було розроблено конструкцію зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів, яка забезпечує виконання заданих режимів роботи, має достатню надійність, ремонтпридатність, технологічність виготовлення та зручність експлуатації.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		91

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Постійні резистор 0.125 Вт [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.micros.com.pl/en/resistors/> (дата звернення: 15.03.2026)
2. Змінний резистор [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://arduino.com.ua/ua/p1411446299-rezistor-peremennyj-b10k.html?srsId=AfmBOorwXYcYomYNZ8Wzrn06o34nBOU0uRBRVV8WCd1FKSWdXigE0V8u> (дата звернення: 15.03.2026)
3. Підстроювальний резистор 3266Y [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://kosmodrom.ua/rezistor-pidstroyvalniy/3266y-5k.html?srsId=AfmBOoqEu9u3oNxIsIgQDcE7Y4_PVDsvfJ-FvRaP4I7MDQjKfLgbC9xY (дата звернення: 15.03.2026)
4. Шунт FL-2C 100A, 75mV, 0.5 Class [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/shunt-rezystor-fl-2c-100a-75mv-0-5-class_166352.html (дата звернення: 15.03.2026)
5. Постійний керамічний конденсатор Kemet [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.digikey.in/htmldatasheets/production/3082849/0/0/1/ceramic-capacitors-datasheet.html> (дата звернення: 15.03.2026)
6. Електролітичний конденсатор [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://radioformat.in.ua/ua/p1876441247-kondensator-100mkf-25v.html> (дата звернення: 15.03.2026)
7. Електролітичний конденсатор [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://radioformat.in.ua/ua/p1876441247-kondensator-100mkf-25v.html> (дата звернення: 15.03.2026)
8. ШІМ-контролер TL494 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://arduino.ua/prod6026-tl494-pwm-control-circuits-dip-16?srsId=AfmBOoqc0XMfc-DnkUlpbP5w_MYtR87zKHRjlZC4HkOWwD33L9wRKbQJ (дата звернення: 15.03.2026)

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		92

9. Операційний підсилювач CA747S [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://vseplus.com/ua/product/operacijnij-pidsiluvac-ua747cn-292302> (дата звернення: 15.03.2026)

10. Компаратор напруги LM211N [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.kosmodrom.com.ua/el.php?name=LM211N> (дата звернення: 15.03.2026)

11. Операційний підсилювач LM358 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/operatsionnyiy-usilitel-lm358-dip> (дата звернення: 15.03.2026)

12. Стабілізатор 78L15 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=78l15&gad_source=1&gad_campaignid=177214499&gbraid=0AAAAADcdDU_eLpsq5N9Aj9FLQcpXZBWO_&gclid=Cj0KCQjw4a3OBhCHARIsAChaqJOE_6sQ4zNXqK6PVbAtwp_kCNcN50-piGW5rJTI-0L31OMri58GImAaAhOjEALw_wcB (дата звернення: 15.03.2026)

13. Світлодіод [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://energo-shop.com/catalog/svitlodiody/dipled/?srsltid=AfmBOop1UKo67hVZCpqCUImJrZbOcPllfaRhh-2fnLUpbRQGbVs4_b2k (дата звернення: 15.03.2026)

14. Електромагнітне реле G5V2-12DC [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://diptrade.com.ua/rele/rele-elektromahnitni/rele-elektromahnitni-miniatiurni/G5V-2-12VDC_225006_92522 (дата звернення: 15.03.2026)

15. Електромагнітне реле KP460DC [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/120740/ETC1/KP460.html> (дата звернення: 15.03.2026)

16. Діод 1N5408 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/diod-vyvodnoy-1n5408> (дата звернення: 15.03.2026)

17. Діодний міст DB104 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://imrad.com.ua/ua/db104-0->

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		93

[100039?srsId=AfmBOoqLuNUY461g8yXZk0vE6BokXEW5cmcOZasG9XWVd1TuFvUBI9VE](https://radio-audio.com.ua/ua/p367357588-diodnij-mist-kbp206.html) (дата звернення: 15.03.2026)

18. Діодний міст КВР206 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://radio-audio.com.ua/ua/p367357588-diodnij-mist-kbp206.html> (дата звернення: 15.03.2026)

19. Діод 1N4148 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/diod-vyvodnoy-1n4148> (дата звернення: 15.03.2026)

20. Транзистор TIP122 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://beegreen.com.ua/tranzistor-tip122-to220-11433> (дата звернення: 15.03.2026)

21. Транзистор BC557 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://beegreen.com.ua/bipolyarnij-tranzistor-bc557-p-n-p-92-kt3107-11683> (дата звернення: 15.03.2026)

22. Транзистор BC547 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://radiobox.in.ua/ua/p1913920297-tranzistor-bipolyarnyj-bc547.html?srsId=AfmBOoqbAjiLUnneM1pkPOEOsSUBap5lHWPnkaluGwp0jpxQTgf8ExC> (дата звернення: 15.03.2026)

23. Роз'єм ІЕС С14 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://lucom.com.ua/konektor-zhyvlennia-freeend-iecc14-goobay-75.01.2955-m-panelne-typu-vde/?srsId=AfmBOoqmdybGOYSnPPC9ftmyzc8GIiMRtpB1zBNLCtBLa_UeyyrxHhiF (дата звернення: 15.03.2026)

24. Вольтамперметр [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://ndft.com.ua/uk/voltampermetr-100v100a/?srsId=AfmBOoo3P_nHAqnwMY4Iis9MiM34t5xDm2LfYBaOA0ZZBNwaGmc0HK9 (дата звернення: 15.03.2026)

25. Мережевий перемикач [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://axiomplus.com.ua/ua/avtomaticheskie-vyklyuchateli/product-92285/?srsId=AfmBOopomKFTctBtXVfHlFWOPv7jsZNcXxhrrzo7QozcJ5tsVqZPp104w> (дата звернення: 15.03.2026)

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		94

26. Тумблер [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/peremykach-rocker-kcd1-2-101n-red-button-220v_211702.html (дата звернення: 15.03.2026)

27. Галетний перемикач [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://imrad.com.ua/ru/ck1049?srsId=AfmBOop4HvQouvhZPUVSxxSqU2N-Bs-FZFta6ESdccB0JumJa1xFNQpb> (дата звернення: 15.03.2026)

28. Трансформатор EFD30 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://uk.xgelectronics.com/efd-transformer/> (дата звернення: 15.03.2026)

29. Трансформатор EDT34 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://uk.xgelectronics.com/efd-transformer/> (дата звернення: 15.03.2026)

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

31. 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).

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

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

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

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

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

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		95

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

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

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

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

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

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

43. 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.

44. 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.

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

46. Закон України “Про охорону праці” від 14.10.1992 № 2694-ХІІ. Офіційний портал Верховної Ради України.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		96

47. НПАОП 0.00-4.35-04 “Типове положення про службу охорони праці”, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці України від 15.11.2004 № 255. Офіційний портал Верховної Ради України.

48. ДНАОП 0.00-1.21-98 “Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів”, затверджені наказом Мінпраці України від 09.01.1998 № 4. Офіційний портал Верховної Ради України.

49. Державна служба України з питань праці. Вимоги щодо безпеки під час експлуатації електроустановок та електрообладнання.

50. Державна служба України з питань праці. Правила надання першої допомоги при ураженні електричним струмом.

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		97

Додаток Б 3D модель пристрою

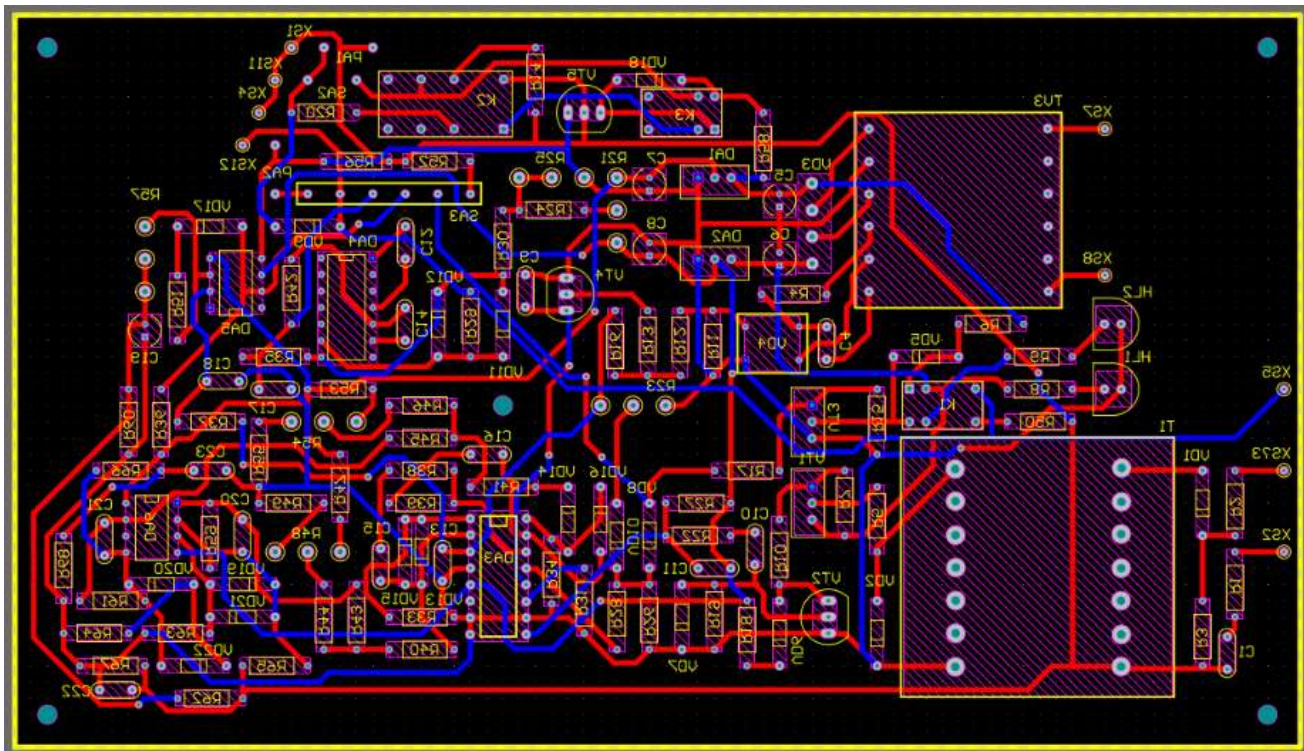


Рисунок А.1 – Друкована плата

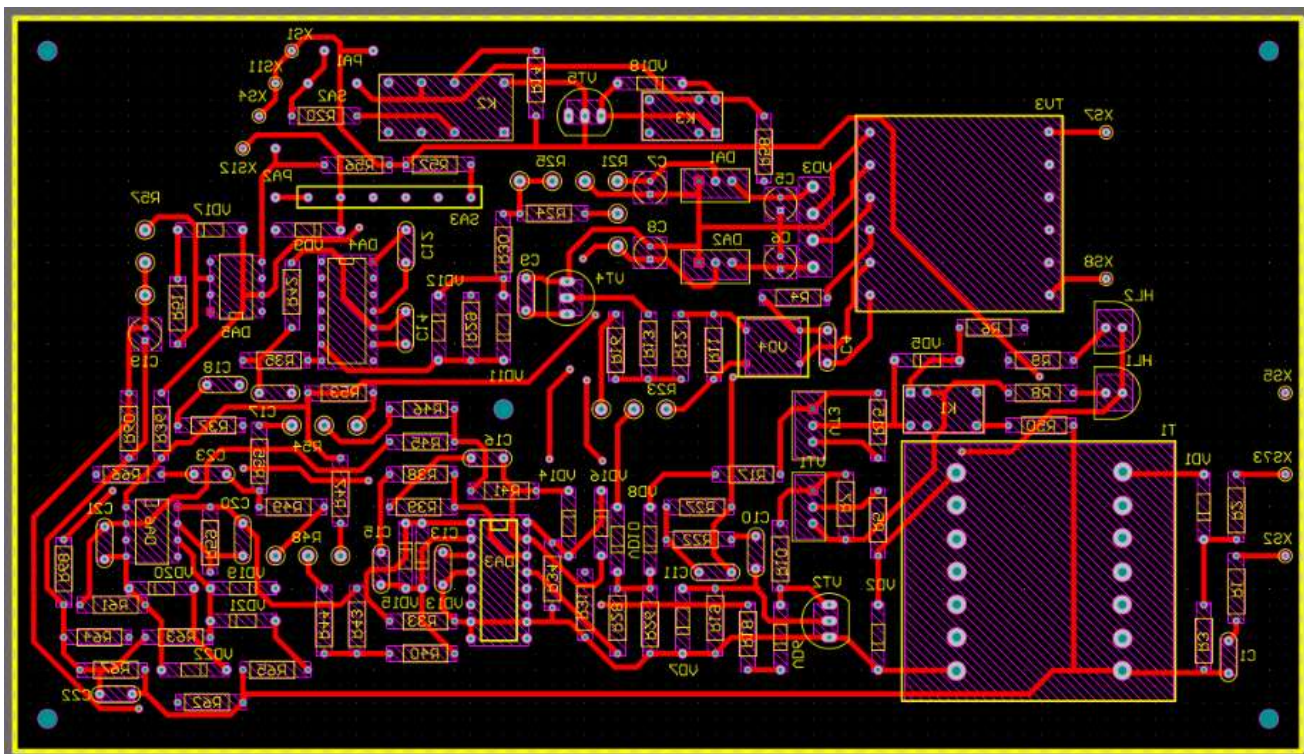


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

26 КР 172.403.003.000 ПЗ

Арк.

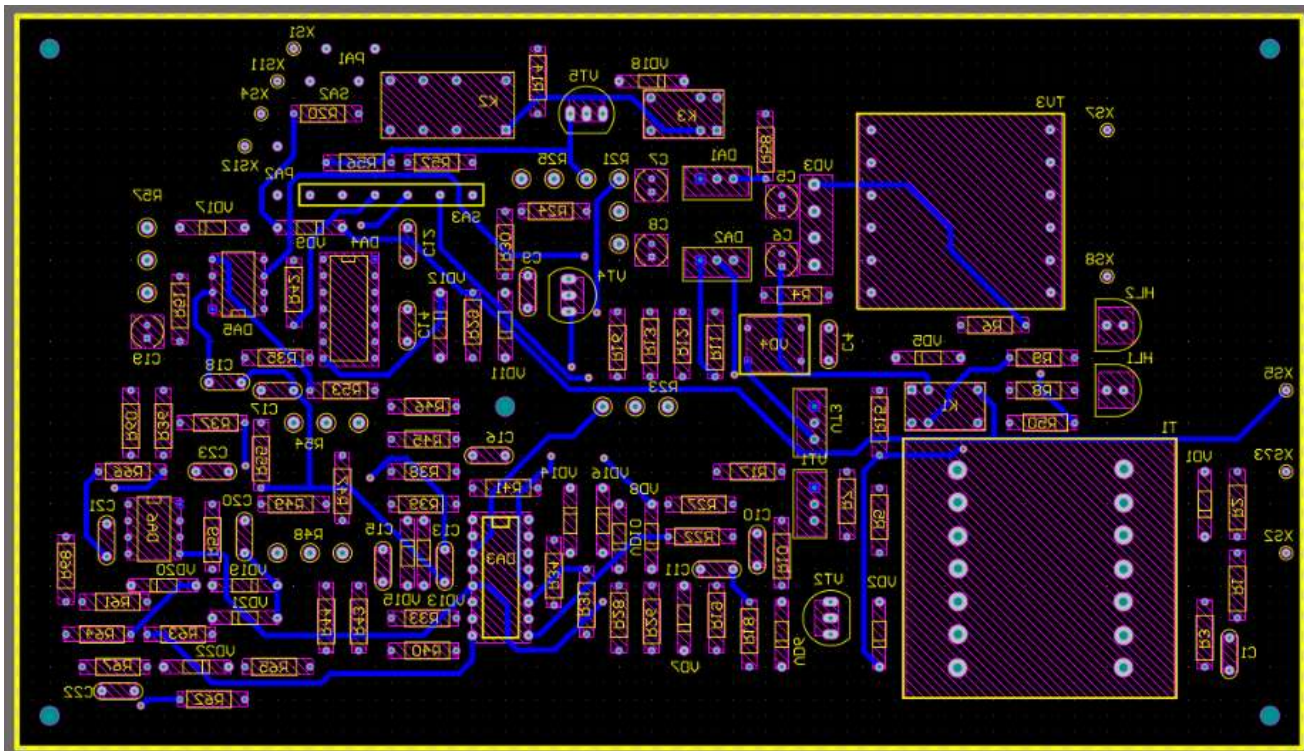


Рисунок Б.3— Друкована плата, шар Bottom

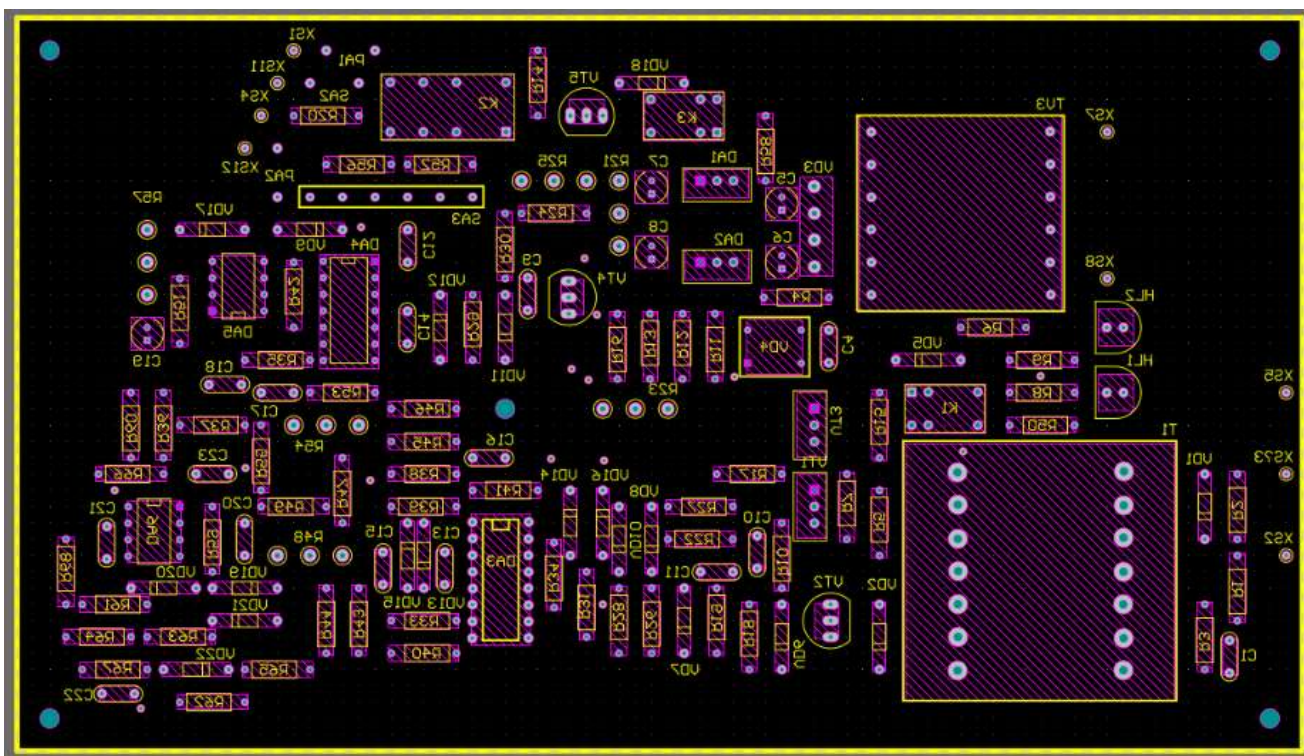


Рисунок Б.4— Друкована плата, шар Overlay

Додаток Б 3D модель пристрою

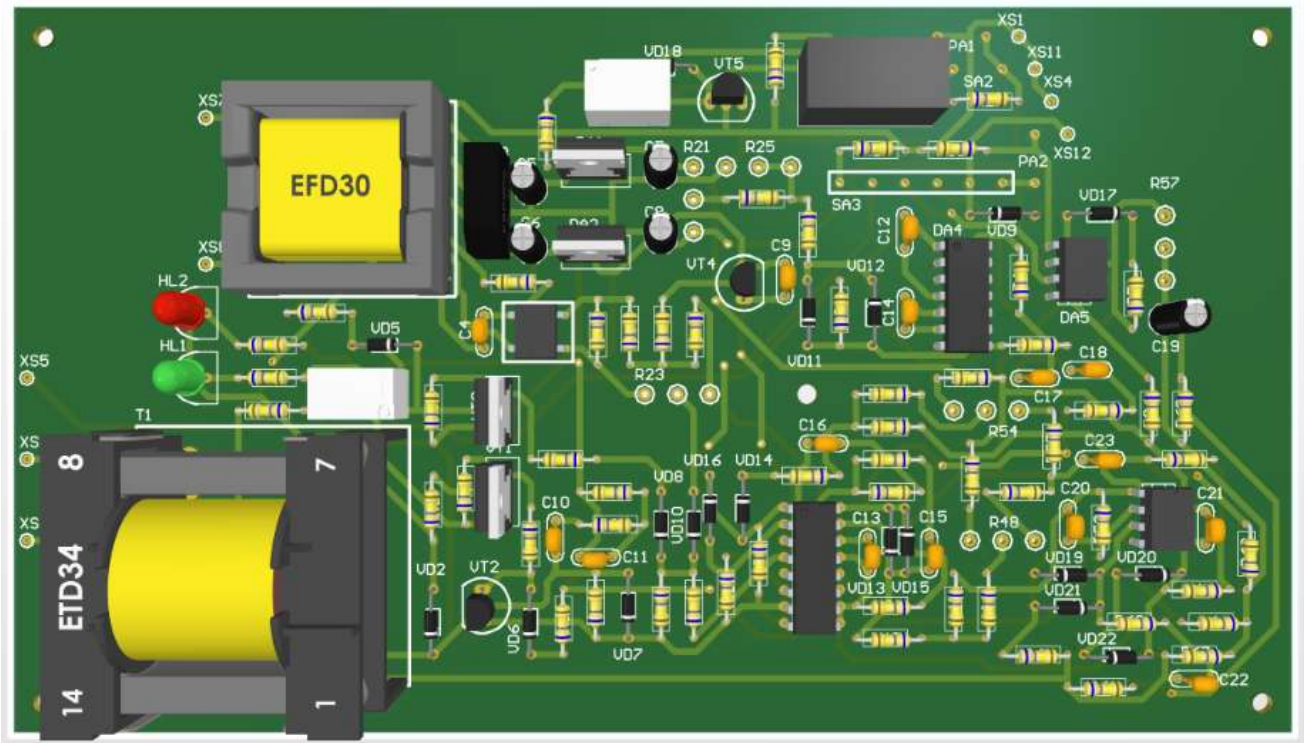


Рисунок Б.1 – Додаток Б 3D модель пристрою, вузол друкований

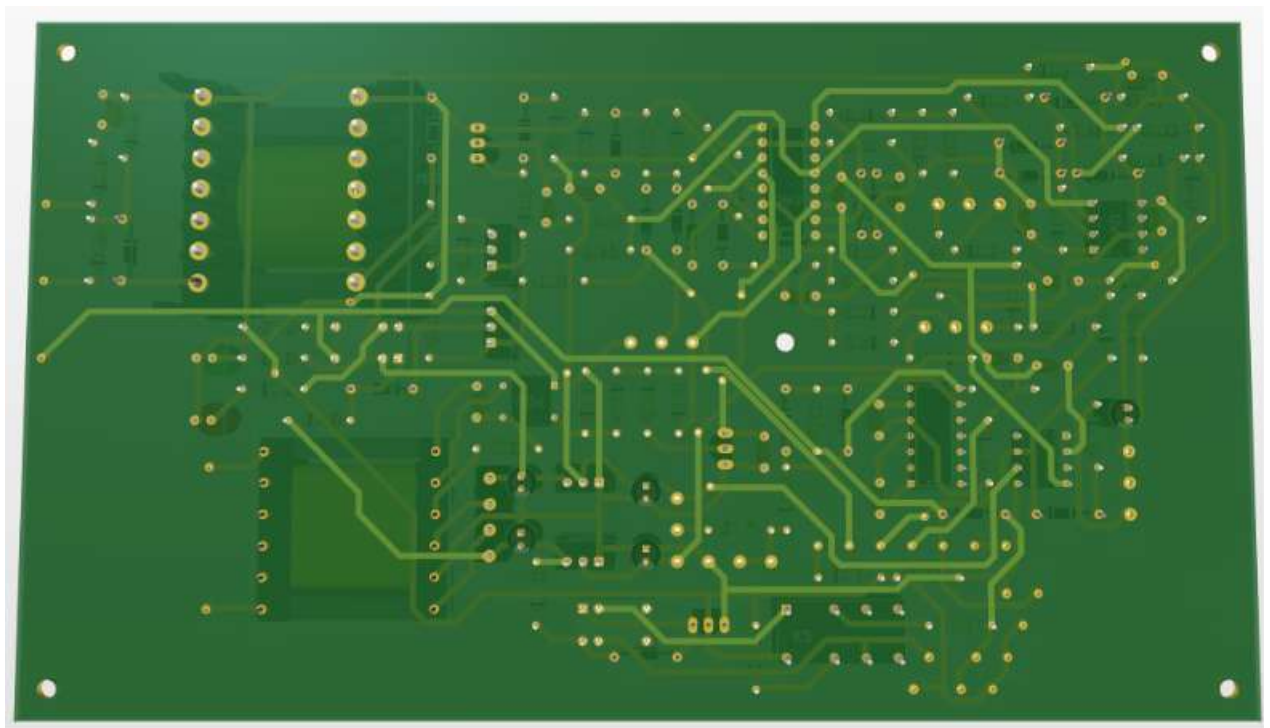


Рисунок Б.2 – Додаток Б 3D модель пристрою, вузол друкований, вид знизу

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		



Рисунок Б.3– 3D модель пристрою в корпусі, вид зверху



Рисунок Б.4– 3D модель пристрою в корпусі, вид спереду і ззаду

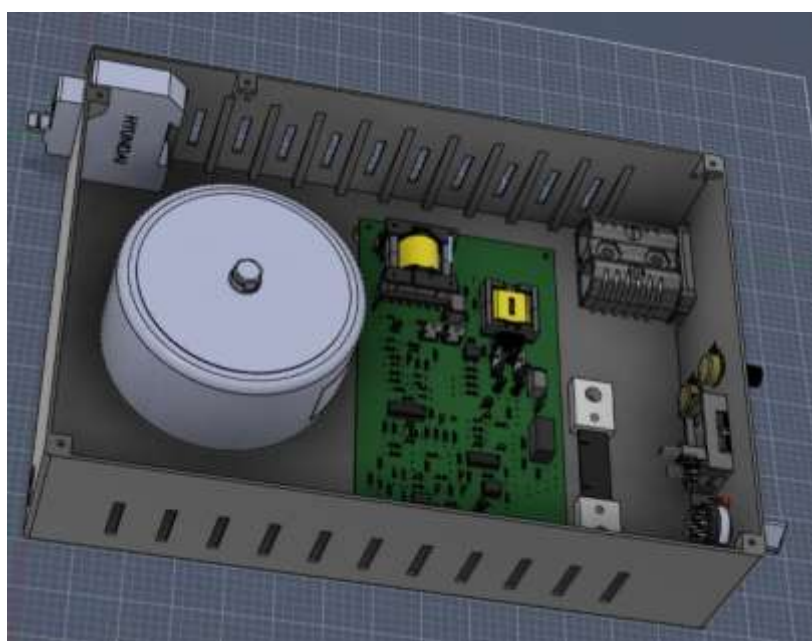
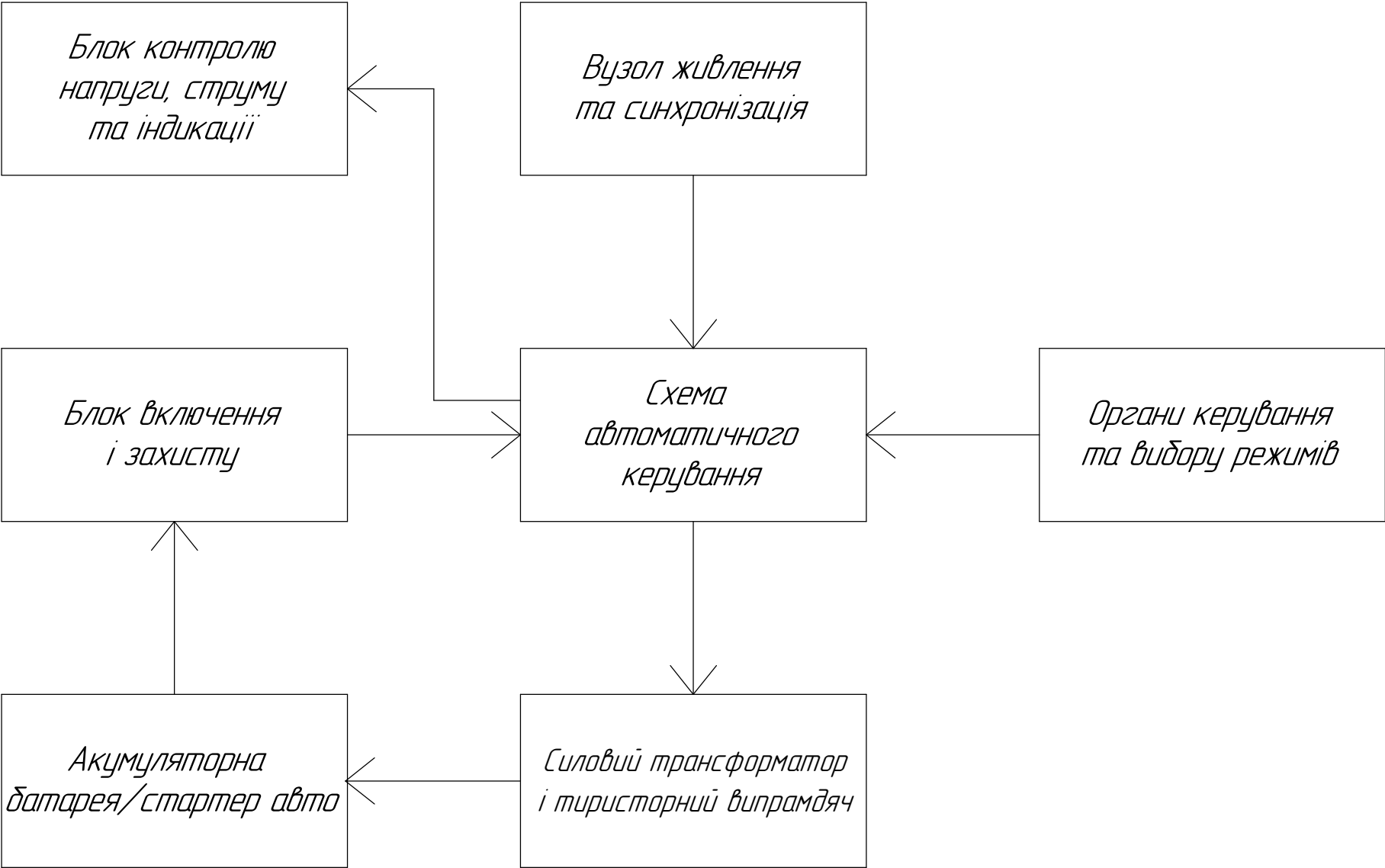


Рисунок Б.5– 3D модель пристрою в корпусі, без верхньої кришки

					26 КР 172.403.003.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		



					26 КР 172.403.003.000 Е1					
					Розробка конструкції зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів Структурна схема					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.	Бернада									
Перевір.	Березіцький									
Реценз.					ВСП "ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя" група ТР-403 ск м. Тернопіль					
Н.контр.	Задорожний									
Затверд.										
					Копіював					
					Формат А3					

Позн.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<u>Конденсатори</u>		
C1	ССК-1pF ±20% "Kemet"	1	
C2,C3	ССК-400V-15nF ±10% "SR Passives"	2	
C4	ССК-100nF ±20% "Kemet"	1	
C5-C8	ECAP-25B-1000uF ±20% "Nichicon"	4	
C9	ССК-470nF ±20% "Kemet"	1	
C10	ССК-2nF ±20% "Kemet"	1	
C11	ССК-100nF ±20% "Kemet"	1	
C12	ССК-10pF ±20% "Kemet"	1	
C13	ССК-100nF ±20% "Kemet"	1	
C14	ССК-10pF ±20% "Kemet"	1	
C15,C16	ССК-100nF ±20% "Kemet"	2	
C17	ССК-2nF ±20% "Kemet"	1	
C18	ССК-100nF ±20% "Kemet"	1	
C19	ECAP-25B-22uF ±20% "Nichicon"	1	
C20,C21	ССК-1uF ±20% "Kemet"	2	
	<u>Мікросхеми</u>		
DA1,DA2	78L15 "ST MICROELECTRONICS"	2	
DA3	TL494L "Texas Instruments"	1	
DA4	CA747S "Harris Corporation"	1	
DA5	LM211N "ST MICROELECTRONICS"	1	
DA6	LM358 Texas Instruments"	1	
	<u>Світлодіоди</u>		
HL1,HL2	LED SMD 3528 G, B "Lead(Pb) Free Product-ROHS"	2	

					26 КР 172.403.003.000 ПЕ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Бернада				Розробка конструкції зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів		Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Березіцький						1	5	
Реценз.							ВСП "ТФК ТНТУ" ім. І. Пулюя ТР-403ск м. Тернопіль		
Н. Контр.	Задорожний								
Затверд.					Перелік елементів				

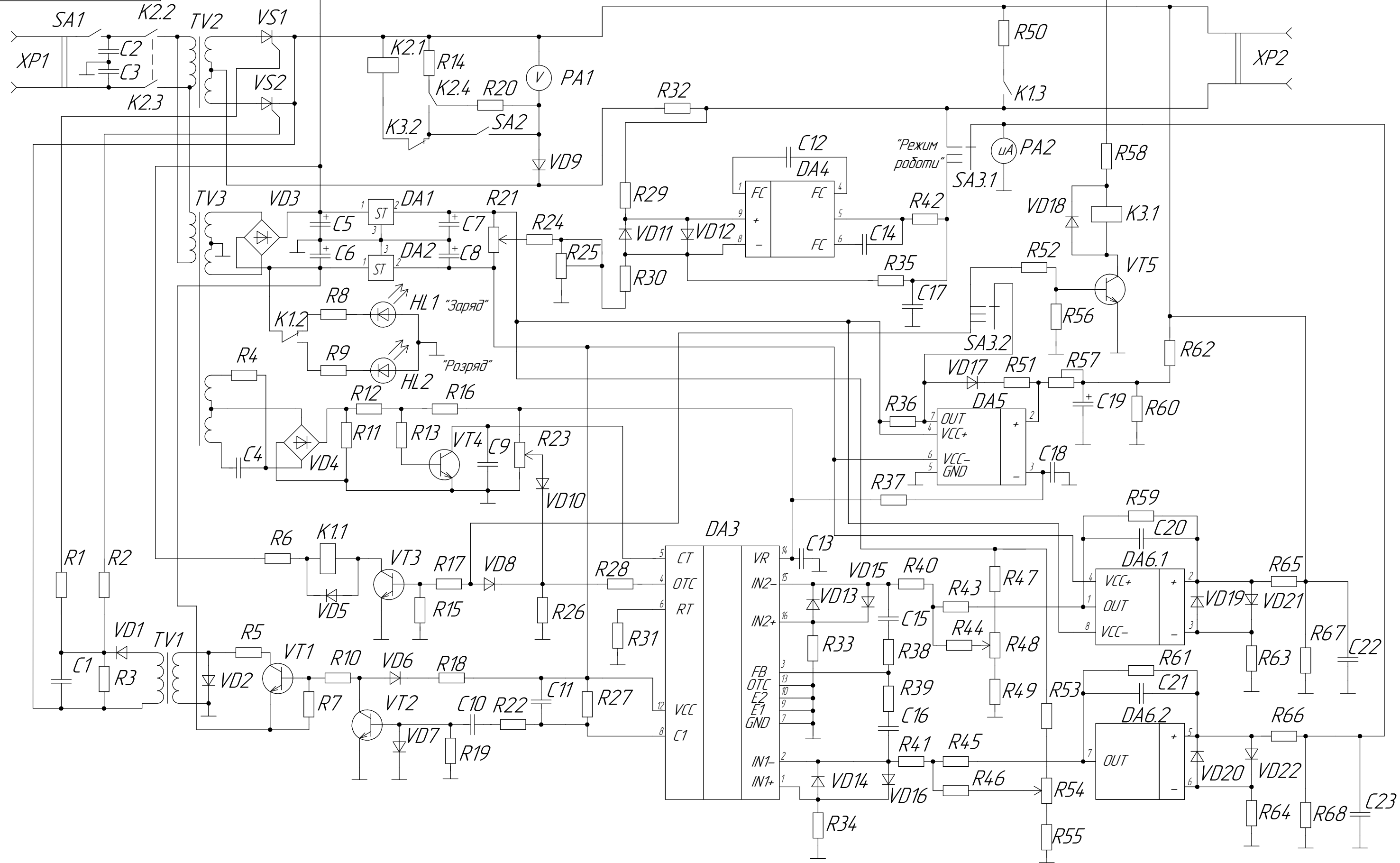
Позн.	Найменування	Кіл.	Примітка
	<u>Електромагнітне реле</u>		
K1	G5V2-12DC "Omron"	1	
K2	KP460DC "ZX-Spectrum"	1	
K3	G5V2-12DC "Omron"	1	
	<u>Електровимірювальні прилади</u>		
PA1,PA2	DSN-VC288 100V 100A	2	
	<u>Резистори</u>		
R1,R2	RES-0.125W-4.70m ±5% "Bourns"	2	
R3	RES-0.125W-2700m ±5% "Bourns"	1	
R4	RES-0.125W-1.5k0m ±5% "Bourns"	1	
R5	RES-0.125W-3.90m ±5% "Bourns"	1	
R6	RES-0.125W-4300m ±5% "Bourns"	1	
R7	RES-0.125W-10k0m ±5% "Bourns"	1	
R8-R10	RES-0.125W-2k0m ±5% "Bourns"	1	
R11	RES-0.125W-10k0m ±5% "Bourns"	3	
R12	RES-0.125W-5.1k0m ±5% "Bourns"	1	
R13	RES-0.125W-1k0m ±5% "Bourns"	1	
R14	RES-0.125W-240m ±5% "Bourns"	1	
R15	RES-0.125W-10k0m ±5% "Bourns"	1	
R16	RES-0.125W-47k0m ±5% "Bourns"	1	
R17	RES-0.125W-4.7k0m ±5% "Bourns"	1	
R18	RES-0.125W-10k0m ±5% "Bourns"	1	
R19	RES-0.125W-4.7k0m ±5% "Bourns"	1	
R20	RES-0.125W-680m ±5% "Bourns"	1	
R21	3266Y 47k0m ±10% "Bourns"	1	
R22	RES-0.125W-10k0m ±5% "Bourns"	1	
R23	RES-0.125W-15k0m ±5% "Bourns"	1	
R24	RES-0.125W-510k0m ±5% "Bourns"	1	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

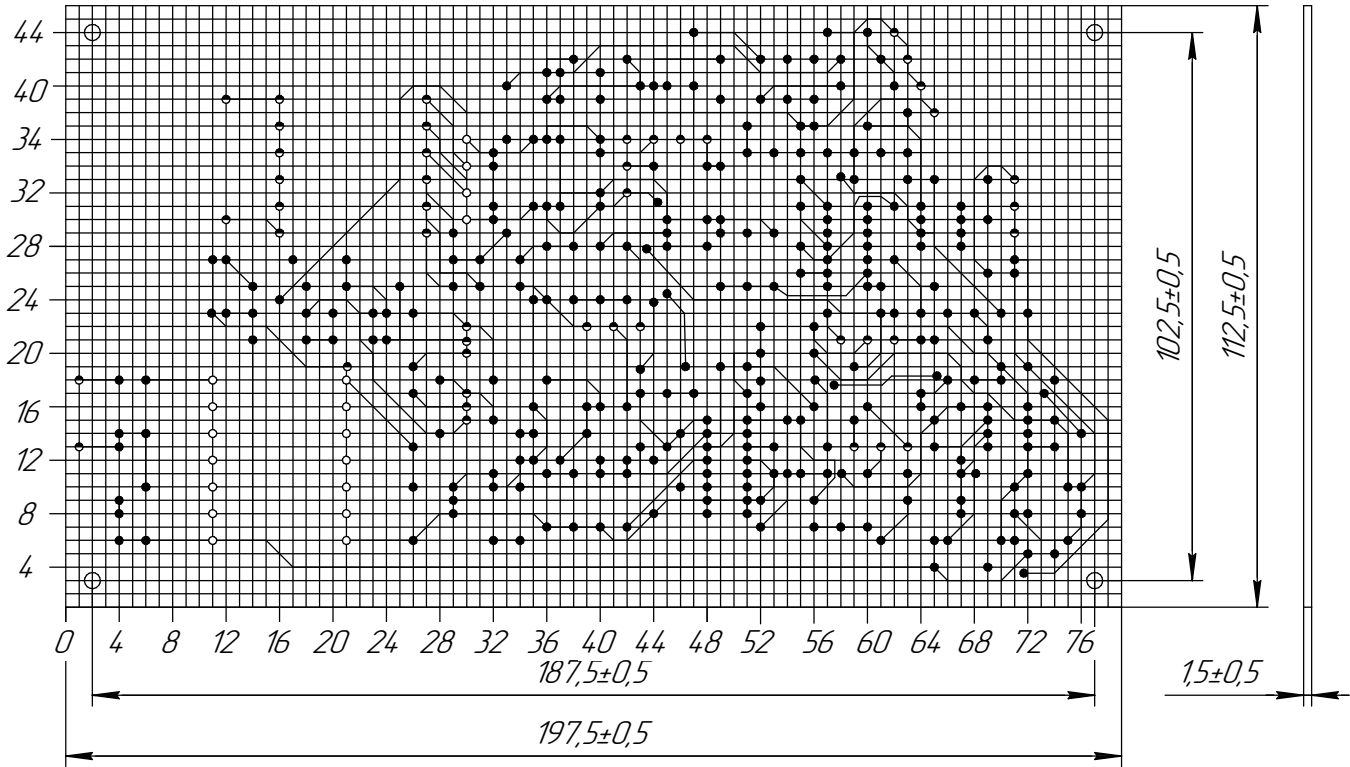
26 КР 172.403.003.000 ЕЗ



Первинне застосування	
Додатковий №	
Підп. і дата	
Інв. № ауд.	
Зам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № ор.	

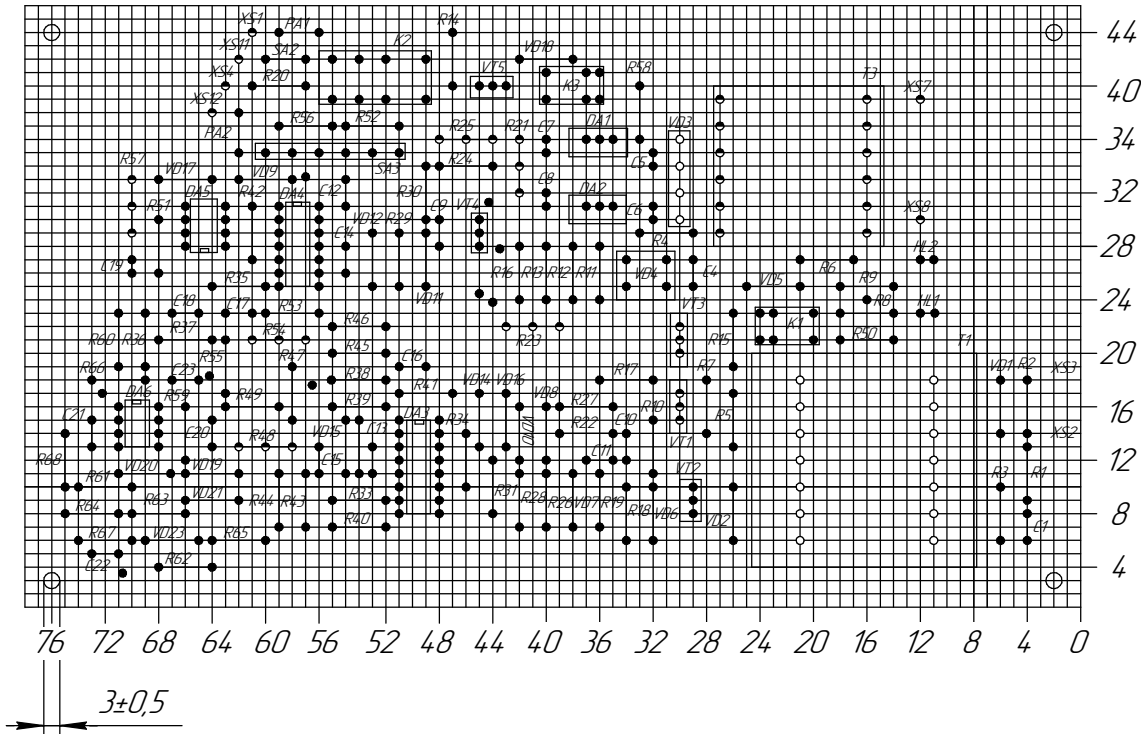
26 КР 172.403.003.000 ЕЗ				Разработка конструкции зарядно-пускового прибора для автомобильных аккумуляторов Схема электрична принципова		
Эм. лист	№ докум.	Подпис	Дата	Лит.	Вага	Масштаб
Разроб.	Бернада					
Перевір.	Березицький					
Реценз.						
Нконтр.	Задаржний					
Затверд.						
				Арк	Архив	1
				ВСП "ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя" ТР-403ск м. Тернопіль		
				Формат А2		

26 КР 172.ТР403.003.000



Таблиця отворів1

Позначення отвору	Діаметру отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	Кількість отворів
●	0,9	1,5	з метал.	272
◐	1,1	2	з метал.	39
○	2	4	з метал.	16



- *Розміри для довідок.
- Плата повинна відповідати IPC-A-600.
- Клас точності 3 по IPC-2221.
- Крок координатної сітки 2,5 мм.
- Плату виготовляти комбінованим позитивним методом.
- Параметри отворів – див. Таблицю отворів 1.
- Мінімальна ширина друкованих провідників 0,8мм.
- Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0,2мм.
- Плату маркувати фарбою ТН ПФ-01 біла
- ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5, Позиційні позначення нанести методом шовкографії (Silkscreen), колір ділії, мінімальна висота шрифту 2.0 мм.
- Контактні площадки покрити припоєм ПОС-60 J-STD-006.
- Інші технічні вимоги по IPC-J-STD-001

					26 КР 172.ТР403.003.000				
Змн./Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.		Вага	Масштаб	
Розроб.	Бернада							1:1	
Перевір.	Березицький								
Реценз.									
Н.контр.	Задорожний				Арк		Аркушів 1		
Затверд.							ВСП "ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя"		
							група ТР-403ск		
							м. Тернопіль		
					FR-4				
					IPC-4101				

[illegible]

[illegible]

[illegible]

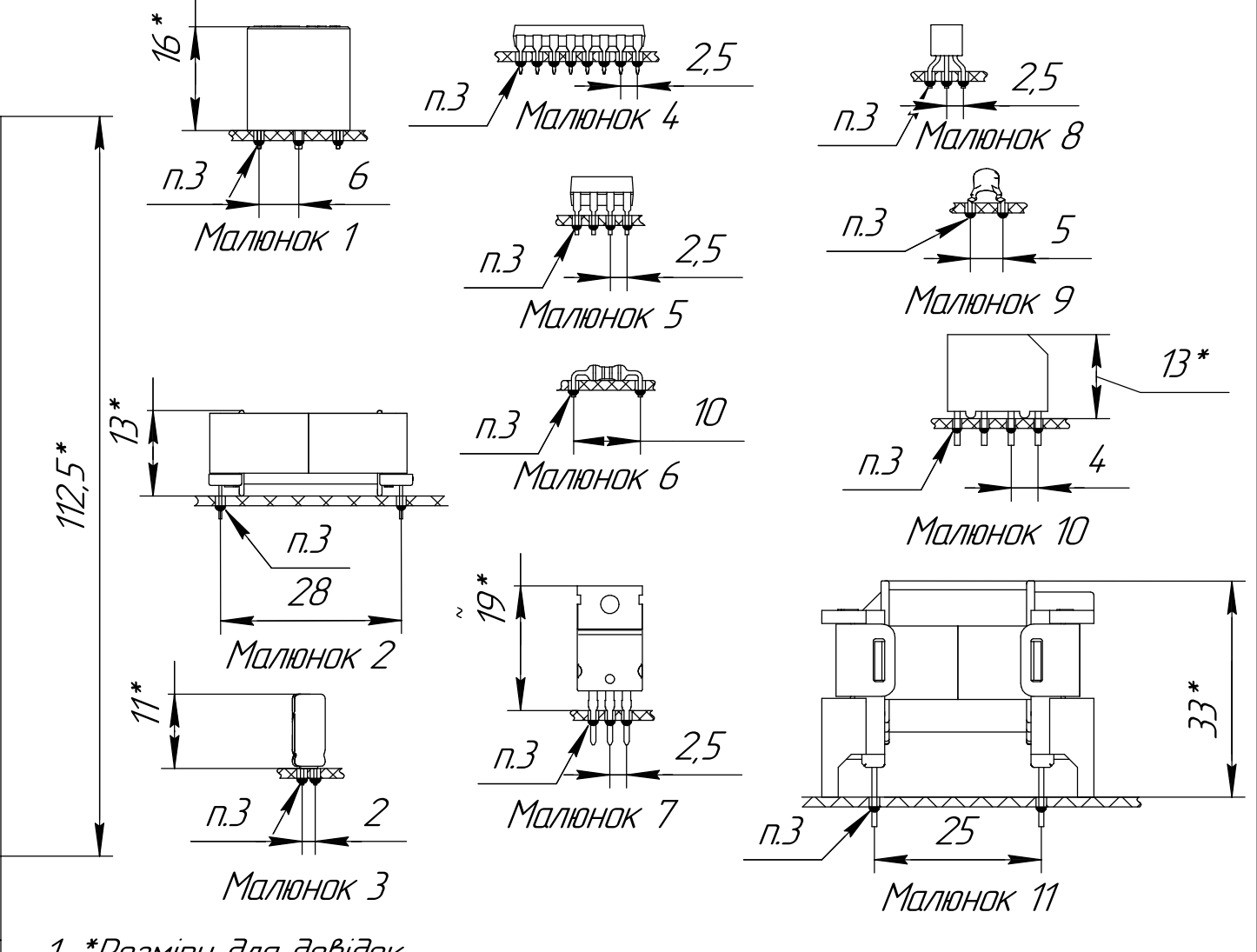
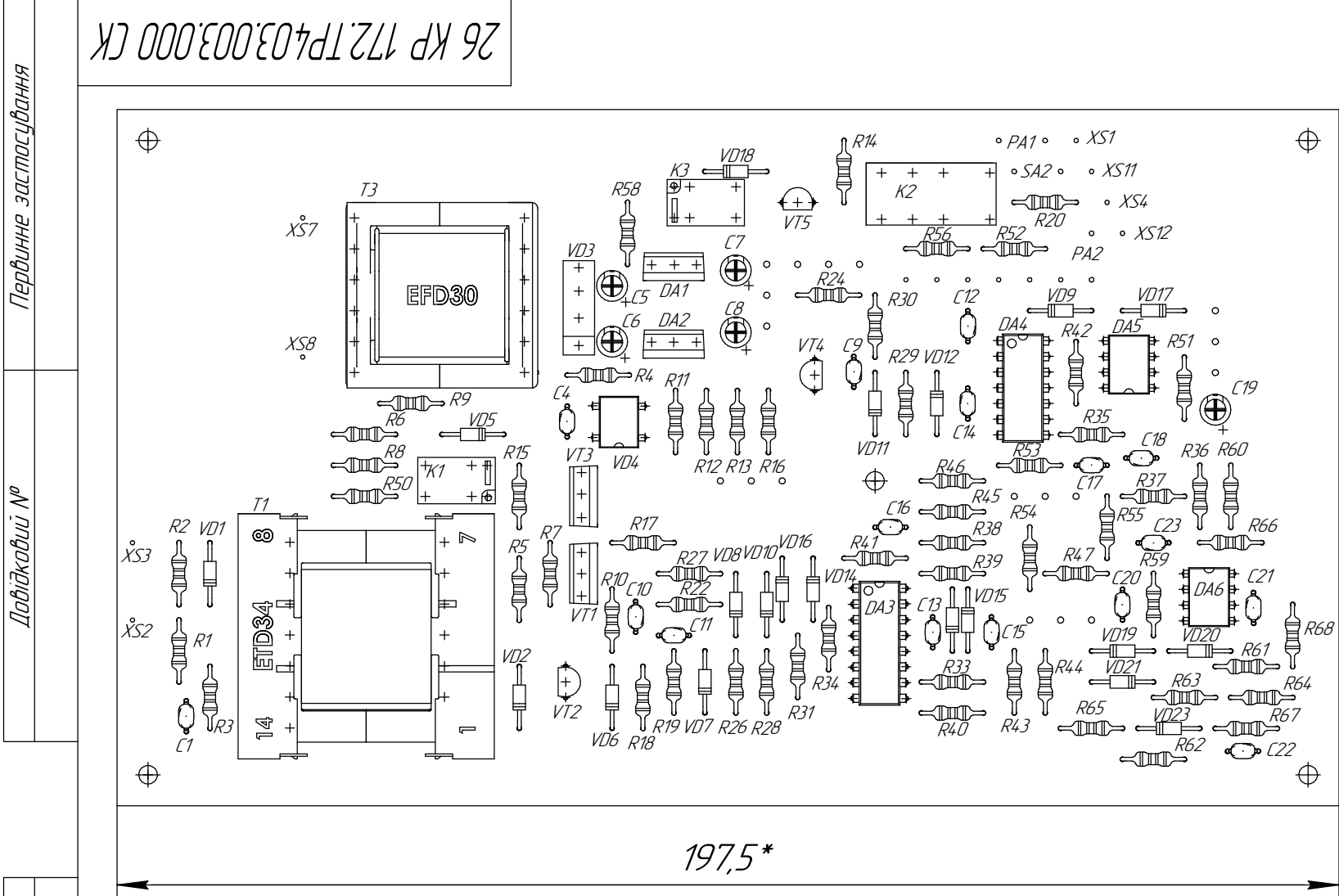
[illegible]

Форм.		поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Документація		
A2			26 КР 172.403.003.000 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			26 КР 172.403.003.000 ПЕ	Перелік елементів		
A3			26 КР 172.403.003.000 СК	Вузол друкований		
				Деталі		
A2	1		26 КР 172.403.003.000	Плата друкована		
				Трансформатор		
				ТП-1200 (230В 2х21В, 30А)	1	TV2
				Шунт		
				FL-2C 100A, 75mV, 0.5 Class	1	R32
				Кнопка-автомат		
				SEZ 61 JC 10A "Schneider Electric"	1	SA1
				Тиристори		
				ST180S12 "Vishay"	2	VS1, VS2
				Ручки		
				WH148 "KLS"	3	R48, R54
				Інші вироби		
				Конденсатори		
	5			CCK-1pF ±20% "Kemet"	1	C1
	6			CCK-10pF ±20% "Kemet"	2	C12, C14
	7			CCK-2nF ±20% "Kemet"	2	C10, C17
	8			CCK-400V-15nF ±10% "SR Passives"	2	C2, C3
	9			CCK-100nF ±20% "Kemet"	6	C4, C11, C13
26 КР 172.403.003.000						
Змін. Лист. № докум. Підпис Дата Бернада Березіцький Задорожний Друкований вузол Лім. Арк. Архівув 4 1 4 ВСП "ТФК ТНТУ" ім. І. Пулюя ТР-403ск м. Тернопіль						

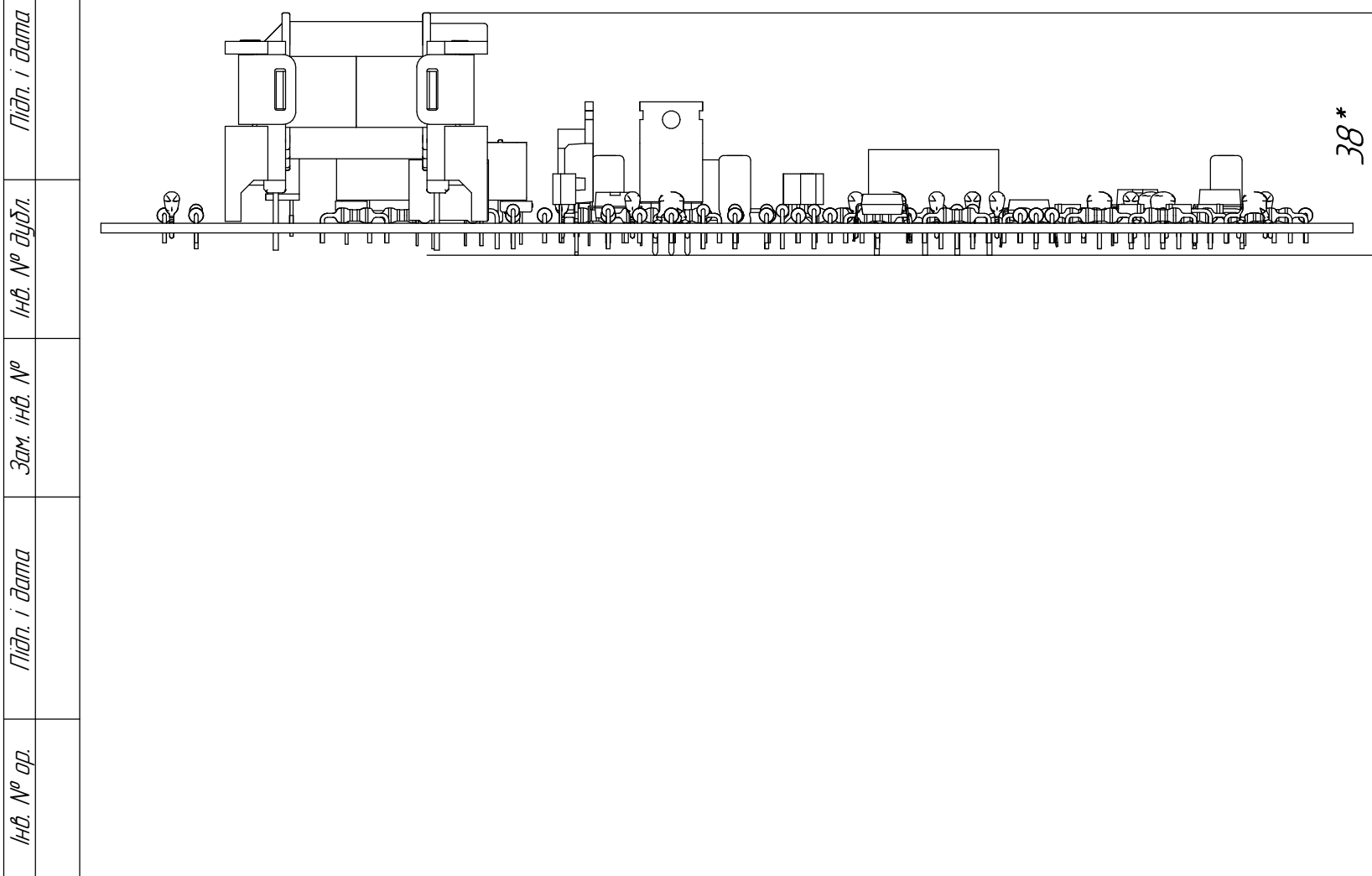
			Позначення	Назва	Кіл.	Примітки
						С5,С16,С18
		10		ССК-4 70nF ±20% "Kemet"	1	С9
		11		ССК-1µF ±20% "Kemet"	2	С20,С21
		12		ECAP-25B-22µF ±20% "Nichicon"	1	С19
		13		ECAP-25B-1000µF ±20% "Nichicon"	4	С5-С8
				<u>Мікросхеми</u>		
		14		78L15 "ST MICROELECTRONICS"	2	DA1,DA2
		15		TL494L "Texas Instruments"	1	DA3
		16		TCA0372 "Harris Corporation"	1	DA4
		17		LM311N "ST MICROELECTRONICS"	1	DA5
		18		LM358 "Texas Instruments"	1	DA6
				<u>Світлодіоди</u>		
				"Lead(Pb) Free Product-ROHS"		
		19		LED 3528 G, B	2	HL1,HL2
				<u>Електромагнітне реле</u>		
		20		G5V2-12DC "Omron"	2	K1,K3
		21		KP460DC "ZX-Spectrum"	1	K2
				<u>Резистори</u>		
				"Bourns"		
		22		RES-0.125W-3.90m ±5%	1	R5
		23		RES-0.125W-4.70m ±5%	2	R1,R2
		24		RES-0.125W-240m ±5%	2	R14,R50
		25		RES-0.125W-43 0m ±5%	1	R47
		26		RES-0.125W-45 0m ±5%	1	R49
		27		RES-0.125W-51 0m ±5%	2	R35,R42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.003.000 Арк 2	

[illegible]

[illegible]



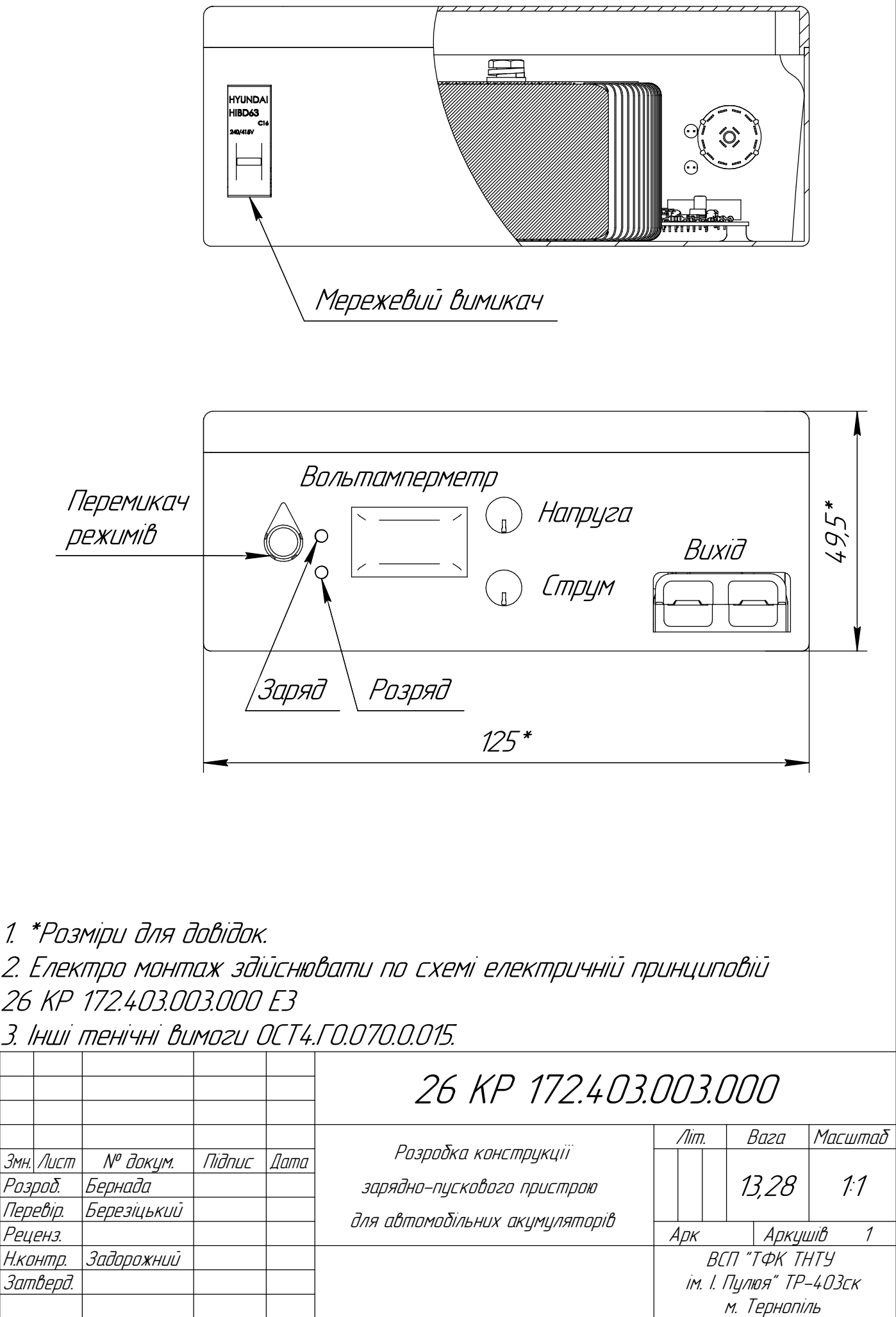
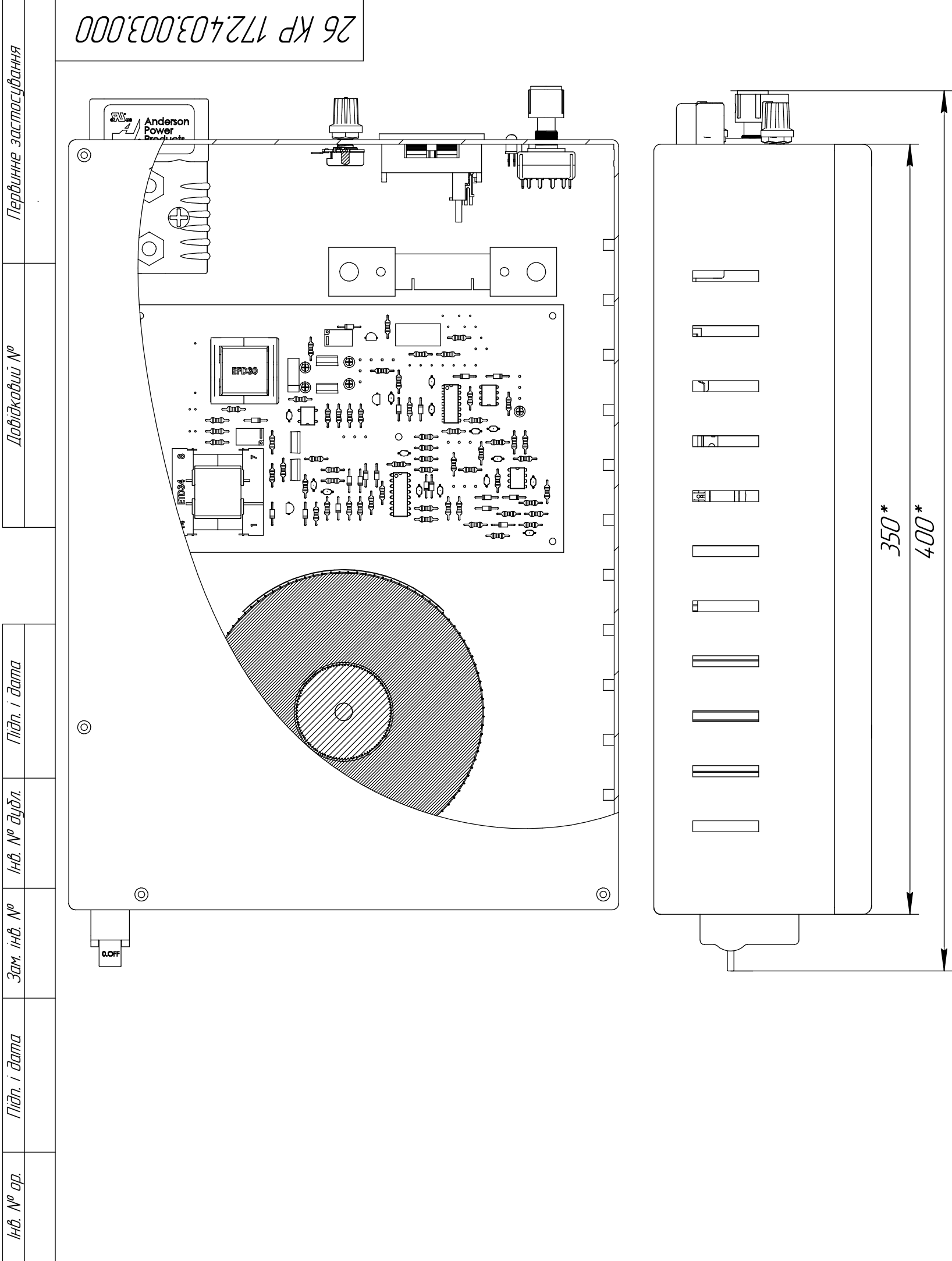
- *Розміри для довідок.
- Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5мм. Елементи встановлювати у відповідності до даташитів
- Паяти припоєм ПОС61 ДСТУ ISO 9453.
- Заводський номер позначення елементів маркування фарбою ЧМ, чорна, БМ, біла ІРС-4 781. Шрифт 2,5 по НО.010.007. Місце розміщення маркувань показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показані умовно.
- Друковані провідники умовно не показані
- Інші вимоги по ДСТУ EN 61191-1:2018



26 КР 172.ТР403.003.000 СК					Розробка конструкції зарядно-пускового пристрою для автомобільних акумуляторів			Літ.	Вага	Масштаб
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Складальне креслення				0,39	1:1
Розроб.	Бернада									
Перевір.	Березіцький									
Реценз.								Арк	Аркуші	1
Н.контр.	Задорожний							ВСП "ТФК ТНТУ ім. І. Пулюя" ТР-403ск м. Тернопіль		
Затверд.										
					Копіював			Формат А3		

Форм.	поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
			<u>Документація</u>		
A3		26 КР 172.403.003.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
A4		26 КР 172.403.003.000 ПЕ	Перелік елементів	3	
A2		26 КР 172.403.003.000 СК	Вузол друкований	1	
			<u>Деталі</u>		
		26 КР 172.403.003.000	Кришка верхня	1	
		26 КР 172.403.003.000	Кришка нижня	1	
		26 КР 172.403.003.000	РТТ 10 МОм ±10% "Bourns"	2	R25,R48
		26 КР 172.403.003.000	FL-2C 100A, 75mV, 0.5 Class "CG"	1	R32
		26 КР 172.403.003.000	Ручка "KLR"	2	
		26 КР 172.403.003.000	Ручка PG3-6.35 "SR Passives"	1	
			<u>Світлодіоди</u>		
			"Lead(Pb) Free Product-ROHS "		
			LED 3528 G, B	2	HL1,HL2
			<u>Кнопки</u>		
			SEZ 61 JC 10A "Schneider Electric"	1	SA1
			СК1049 "Lorlin"	1	SA3
			<u>Трансформатор</u>		
			ТТП-1200 (230В 2х21В, 30А)	1	TV1
			<u>Теристори</u>		
			ST180S12 "Vishay"	2	VS1, VS2
			26 КР 172.403.003.000		
Змн.	Лист.	№ докум.			
Розроб.	Бернада		Зарядно-пусковий пристрій для автомобільних акумуляторів		
Перевір.	Березіцький				
Реценз.					
Н.контр.	Задорожний				
Затверд.					
			Лім.	Арк.	Аркушів
				1	2
			ВСП "ТФК ТНТУ" ім. І. Пулюя ТР-403ск м. Тернопіль		

[illegible]



№	Технічні показники	Значення	№	Економічні показники	Значення
1	Напруга живлення	230 В	1	Річний обсяг виробництва	800 од.
2	Вихідна напруга	12 В	2	Собівартість виробу	4 248,08 грн/од.
3	Діапазон регулювання зарядного струму	1-10 А	3	Ціна одиниці виробу	5 522,50 грн/од.
4	Струм у режимі тренування	0,8 А	4	Початкові інвестиції	263 070 грн
5	Струм у режимі пуску	до 100 А	5	Чистий прибуток	836 019,52 грн
6	Споживана потужність	1,5 кВт	6	Рентабельність виробу	24,6 %
7	Середня наробка до відмови	6026 год	7	Чиста теперішня вартість проєкту	497 873,20 грн
8	Габарити друкованого вузла	197,5×112,5×38 мм	8	Індекс прибутковості	2,89
9	Тип монтажу компонентів	ТНТ / DIP	9	Термін окупності	0,35 року

Дубл.																		
Замість																		
Підпис																		
										Аркушів 4		Аркуш 1						
Розробив	Бернада					ВСП «ТФК ТНТУ»		26 КР 172.403.003.000 СК					26 КР 172.403.003.003					
Перевірив	Березіцький																	
Нормував						Зарядно-пусковий пристрій для автомобільних акумуляторів							Н					
Затвердив	Задорожний																	
Н. контр.																		
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																		
02	Охорона навколишнього середовища згідно інструкції МВЯ790831																	
03																		
A04	403		03	005	403.003.005 Комплектування													
005	Комплектування проводити згідно ТТО 746648																	
06																		
A07	403		03	010	403.003.010 Слюсарно-складальна													
B08	Електроверт РД 437424																	
009	Складання проводити по ТТП 563540																	
10	1. Кріпити друкований вузол поз.1 до нижньої кришки поз. 2 гвинтами (4шт.) згідно карти ескізів																	
11	2. Кріпити роз'єм XS1 та XP1 згідно карти ескіхів																	
K12	1	Вузол друкований			26 КР 172.403.003.004.000 СК					796	100	100						
13	Кришка верхня			26 КР 172.403.003.004.001					796	100	100							
14	Кришка нижня			26 КР 172.403.003.004.002					796	100	100							
015	Гвинт Г2,5-6d 14			ГОСТ 1184-80					796	100	400							

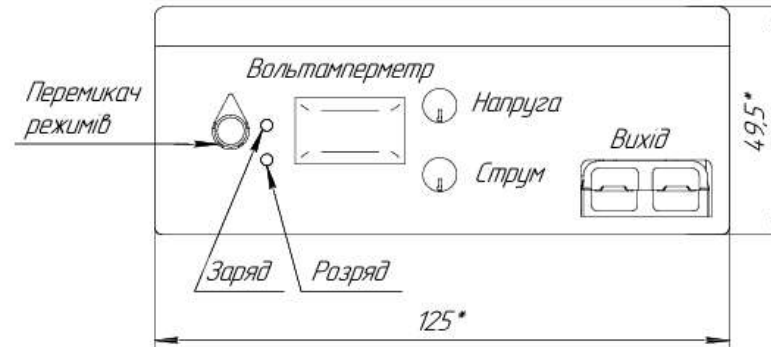
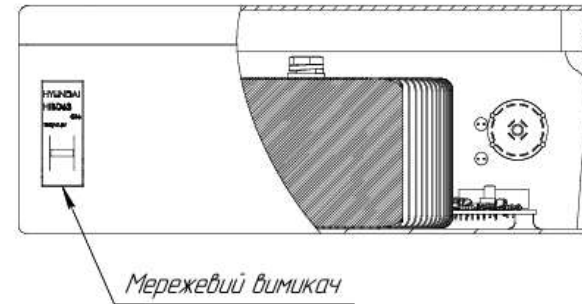
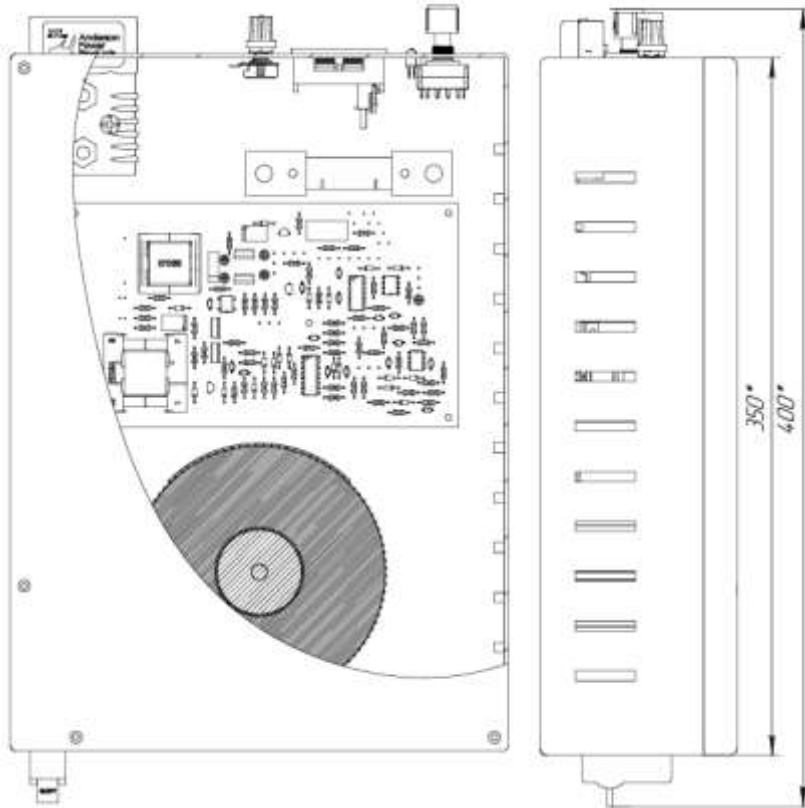
©ChIP																			
Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																		Аркуш 2	
															26 КР 172.403.003.000 СК			26 КР 172.403.003.000	
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції					Позначення документу									
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	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			
001		Гвинт Г2,5-6г 14					ISO 2729							796	100	400			
02																			
03																			
А04	403		003	015	403.003.015 Монтаж												0,058		
005		Електричні з'єднання проводити згідно 2026.ККП.403.002.001 ЕЗ																	
06		1. П'яти дроти поз.3 (18шт.) до роз'ємів																	
Т07		Пінцет РТ353647																	
К08		1. Перемикач поз.4 до друкованого вузла поз.1					26 КР 172.403.003.004.050												
М09		Припой ПОС-61					ДСТУ 1429.14:2005												
10		Флюс ФКСП					ДСТУ 19113												
11		Спиртобензиснова суміш					ДСТУ 9.403-80												
12																			
13																			
А14	403		003	020	403.003.020 Слюсарно-складальна												0.015		
Б15		Електроверт РД437424																	
016		1. Кріпити ножки амортизуючи поз.5(4шт.) до нижньої кришки поз. Згідно карти ескізів																	
17		2. Кріпити верхню кришку поз. до нижньої кришки поз. згідно карти ескізів																	
18		3. Кріпити трансформатор по.3 до нижньої кришки згідно карти ескізів																	

[illegible]

Дубл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 4	Аркуш 4	
Розробив	Бернада				ВСП «ТФК ТНТУ»	26 КР 172.403.003.000 СК		26 КР 172.403.003.000
Перевірив	Березіцький							
Нормував					Зарядно-пусковий пристрій для автомобільних акумуляторів			
Затвердив	Задорожний							Н
Н. контр.								

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	



Дубл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 10	Аркуш 1		
Розробив	Бернада			ВСП «ТФК ТНТУ»	26 КР 172.403.003.003 СК		26 КР 172.403.003.003		
Перевірив	Березіцький								
Нормував				Зарядно-пусковий пристрій для автомобільних акумуляторів			Н		
Затвердив	Задорожний								
Н. контр.									

[illegible]

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																		Аркуш 3	
											26 КР 172.403.003.003 СК					26 КР 172.403.003.003			
A	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції					Позначення документу									
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ			
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н випр				
01																			
02																			
A03	403		03	020	403.003.020 Захист											0,265			
004		Захист проводити згідно ТТП 836123(327штук)																	
T05		Дозатор латексу РТ 257936																	
M06		Латекс синтетичний					ISO 2028:2008						180	100	1,63				
07																			
08																			
09																			
A10	403		03	025	402.003.025 Сушка											0,005			
B11		Шафа сушильна РД 736826																	
012		Сушка проводити згідно ТТО 635872																	
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			

[illegible]

Дубл																							
Замість																							
Підпис																							
																Аркуш 5							
																26 КР 172.403.003.003 СК				26 КР 172.403.003.003			
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документа														
Б					Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ				
К-М					Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення код				СПП	ОВ	ОН	КВ	Н внутр						
01		поз.36(R4), поз.37(R8-R10), поз.38(R17,R19,R27,R52,54), поз.39(R48), поз.40(R12), поз.41(R33,R34),																					
02		поз.42(R7,R11,R15,R18,R22,R28,R36,R40,R43,R45,R56,60,R65,66), поз.43(R57), поз.44(R23), поз.45(R31), поз.46(R37),																					
03		поз.47(R16,R38,R39), поз.48(R21,R25), поз.49(R26,R44,R46), поз.50(R51,R59,61), поз.51(R24) на плату поз.1																					
04		6. Установити та запаяти кнопки поз.52(SA2), поз.53(SA3) на плату поз.1																					
05		7. Установити та запаяти трансформатор поз.54(TV1), поз.55(TV3) на плату поз.1																					
06		8. Установити та запаяти діоди поз.56(VD1,VD2,VD6,VD9), поз.57(VD3), поз.58(VD4), поз.59(VD5,VD7,VD8,VD10-VD22)																					
07		на плату поз.1																					
08		9. Установити та запаяти транзистори поз.60(VT1,VT3,VT5), поз.60(VT2), поз.60(VT4) на плату поз.1																					
09		10. Установити та запаяти роз'єми поз.63(XP1,XP2) на плату поз.1																					
10	5	Конденсатор ССК-1pF ±20%								"Kemet"					796	100	100						
11	6	Конденсатор ССК-10pF ±20%								"Kemet"					796	100	200						
12	7	Конденсатор ССК-2nF ±20%								"Kemet"					796	100	200						
13	8	Конденсатор ССК-400V-15nF ±10%								"SR Passives"					796	100	200						
14	9	Конденсатор ССК-100nF ±20%								"Kemet"					796	100	600						
15	10	Конденсатор ССК-470nF ±20%								"Kemet"					796	100	100						
16	11	Конденсатор ССК-1uF ±20%								"Kemet"					796	100	200						
17	12	Конденсатор ECAP-25B-22uF ±20%								"Nichicon"					796	100	100						
18	13	Конденсатор ECAP-25B-1000uF±20%								"Nichicon"					796	100	400						

©Chip																						
Дубл																						
Замість																						
Підпис																						
																				Аркуш 6		
												26 КР 172.403.003.003 СК					26 КР 172.403.003.003					
												26 КР 172.403.003.003 СК					26 КР 172.403.003.003					
												26 КР 172.403.003.003 СК					26 КР 172.403.003.003					
A	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 вимр							
01	14	Мікросхема 78L15					"STMicroelectronics"						796	100	200							
02	15	Мікросхема TL494L					"Texas Instruments"						796	100	100							
03	16	Мікросхема TCA0372					"Harris Corporation"						796	100	100							
04	17	Мікросхема LM311N					"STMicroelectronics"						796	100	100							
05	18	МікросхемаLM358					"Texas Instruments"						796	100	100							
06	19	Світлодіод OSN(R,G,B)3164B					"Lead(Pb) Free Product-ROHS"						796	100	200							
07	20	Електромагнітне реле G5V2-12DC					"Omron"						796	100	200							
08	21	Електромагнітне реле KP460DC					"ZX-Spectrum"						796	100	100							
09	22	Резистор RES-0.125W-3.9 Ом ±5%					"Bourns"						796	100	100							
10	23	Резистор RES-0.125W-4.7 Ом ±5%					"Bourns"						796	100	200							
11	24	Резистор RES-0.125W-24 Ом ±5%					"Bourns"						796	100	200							
12	25	Резистор RES-0.125W-43 Ом ±5%					"Bourns"						796	100	100							
13	26	Резистор RES-0.125W-45 Ом ±5%					"Bourns"						796	100	100							
14	27	Резистор RES-0.125W-51 Ом ±5%					"Bourns"						796	100	200							
15	28	Резистор RES-0.125W-68 Ом ±5%					"Bourns"						796	100	200							
16	29	Резистор RES-0.125W-91 Ом ±5%					"Bourns"						796	100	100							
17	30	Резистор RES-0.125W-270 Ом ±5%					"Bourns"						796	100	100							
18	31	Резистор RES-0.125W-310 Ом ±5%					"Bourns"						796	100	100							

©ChIP																			
Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																	Аркуш 7		
											26 КР 172.403.003.003 СК				26 КР 172.403.003.003				
A	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції					Позначення документу									
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ			
К-М	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н вимр			
01	32	Резистор RES-0.125W-360 Ом ±5%				"Bourns"							796	100	100				
02	33	Резистор RES-0.125W-430 Ом ±5%				"Bourns"							796	100	100				
03	34	Резистор RES-0.125W-470 Ом ±5%				"Bourns"							796	100	100				
04	35	Резистор RES-0.125W-1 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	600				
05	36	Резистор RES-0.125W-1.5 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	100				
06	37	Резистор RES-0.125W-2 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	300				
07	38	Резистор RES-0.125W-4.7 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	500				
08	39	Резистор 3266Y 4.7k 0m ±10%				"Bourns"							796	100	100				
09	40	Резистор RES-0.125W-5.1 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	100				
10	41	Резистор RES-0.125W-8.2 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	200				
11	42	Резистор RES-0.125W-10 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	1500				
12	43	Резистор 3266Y 10k 0m ±10%				"Bourns"							796	100	100				
13	44	Резистор RES-0.125W-15 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	100				
14	45	Резистор RES-0.125W-27 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	100				
15	46	Резистор RES-0.125W-43 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	100				
16	47	Резистор RES-0.125W-47 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	300				
17	48	Резистор 3266Y 47k 0m ±10%				"Bourns"							796	100	200				
18	49	Резистор RES-0.125W-56 k0m ±5%				"Bourns"							796	100	300				

©СНІР																		
Дубл																		
Замість																		
Підпис																		
																	Аркуш 8	
											26 КР 172.403.003.003 СК				26 КР 172.403.003.003			
Позначення документа																		
Код, назва операції																		
Код, назва обладнання																		
Назва деталі, скл одиниці або матеріалу																		
Позначення код																		
СПП																		
ОВ																		
ОН																		
КВ																		
Н випр																		
Bourns																		
Bourns																		
Daier																		
Lorlin																		
YUXIANG Magnetc materials Ind																		
YUXIANG Magnetc materials Ind																		
STMicroelectronics																		
Diodes Inc																		
Vishay																		
Vishay																		
STMicroelectronics																		
Vishay																		
STMicroelectronics																		
Schurter																		

[illegible]

Дубл.									
Замість									
Підпис									

							Аркушів 10	Аркуш 10	
Розробив	Бернада				ВСП «ТФК ТНТУ»	26 КР 172.403.003.003 СК		26 КР 172.403.003.003	
Перевірив	Березицький				Зарядно-пусковий пристрій для автомобільних акумуляторів			Н	
Нормував									
Затвердив	Задорожний								
Н. контр.									

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	ВНТР

