Форма № Н-9.02

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 автомобільна охорона сигналізація

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 напряму підготовки, спеціальності)

Якимів В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Березіцький І.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

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
Якимів Віталій Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції автомобільна охорона сигналізація
керівник кваліфікаційної роботи _Березіцький І.В._____,
(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:
Затримка при активації режиму охорони — 12 с;
Тривалість сигналів підтвердження постановки — 0,5 с;
Затримка перед подачею тривожного сигналу — 12 с;
Напруга живлення — 9…15 В (номінально 12 В);
Тривалість подачі тривоги — 168 с;
Середній струм споживання:
- у режимі охорони — 6 мА;
- під час тривоги — 2,5 мА.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Анотація
Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою
Розділ 1 Загальна частина
1.1. Розробка технічного завдання.
1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.
1.3. Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.
Розділ 2 Спеціальна частина
2.1. Розрахунково-конструкторська частина.
2.1.1. Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить.

2.1.2. Обґрунтування вибору конструкції.
2.1.3. Опис і обґрунтування вибору елементної бази.
2.1.4. Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.
2.1.5. Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.
2.1.6. Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
2.1.7. Розрахунок надійності проектованого 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 проектованого виробу. Вибір типу технології.
2.2.2. Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.
2.2.3. Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів.
2.2.4. Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.
Розділ 3 Економічна частина
3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
3.2 Розрахунок собівартості продукції.
3.3. Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
Розділ 4 Охорона праці
4.1. Категорії поділу фізичної роботи за величиною загальних енергозатрат
4.2. Які шкідливі речовини виділяються при паянні, які вимоги до вентиляції робочого місця
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 _____ Якимів В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Березіцький І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ……..…….....7

ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою...……...….9

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА……11

1.1 Розробка технічного завдання ……...……11

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу ……...…….11

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз….....12

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА……...……...16

2.1 Розрахунково-конструкторська частина…….……...16

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить ……...16

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції. …….....17

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази …….....19

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів ……..…...28

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу ……...31

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....34

2.1.7 Розрахунок надійності проектованого пристрою……..35

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності……..37

2.2 Технологічна частина……...……....38

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу. Вибір типу технології…….....38

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. ……...39

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів ……..……..……..41
2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....43
2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....45
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....47
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень ……47
3.2 Розрахунок собівартості продукції……49
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень…….....53
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....57
4.1 Категорії поділу фізичної роботи за величиною загальних енергозатрат...57
4.2 Які шкідливі речовини виділяються при паянні, які вимоги до вентиляції робочого місця.....62
ВИСНОВКИ.....65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....66
ДОДАТКИ……..…...

АНОТАЦІЯ

Якимів В.В. Розробка конструкції автомобільна охорона сигналізація: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 80*100мм. Основна частина елементів розміщена на одній стороні плати, тоді як на протилежній стороні розташовані світлодіоди HL1–HL3.

У виробі використано пластмасовий корпус. Габаритні розміри корпусу становлять 131×138×48 мм. Конструктивно корпус складається з двох основних частин — верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. У верхній кришці передбачено отвори для встановлення світлодіодів індикації та органів керування, зокрема перемикачів.

Роз’єм XS1 встановлюється між кришками через спеціальні втулки та фіксується у відповідному пазі, що забезпечує його надійне кріплення. Нижня кришка разом з опорними ніжками з’єднується з верхньою за допомогою гвинтів, що надає конструкції необхідної жорсткості та дозволяє багаторазове складання і розбирання виробу. Друкований вузол закріплюється до верхньої кришки чотирма гвинтами з шайбами, що забезпечує його стійкість до механічних навантажень і надійну фіксацію.

Ключові слова: автомобіль, охорона, сигналізація., мікроконтроллер.

ABSTRACT

Yakymiv V.V. Design development of a vehicle security alarm system: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 80*100mm. The main part of the elements is located on one side of the board, while the HL1–HL3 LEDs are located on the opposite side.

The product uses a plastic case. The overall dimensions of the case are 131×138×48 mm. Structurally, the case consists of two main parts - the upper and lower covers of a trough-shaped shape. The upper cover has holes for installing indicator LEDs and controls, in particular switches.

The XS1 connector is installed between the covers through special bushings and is fixed in the corresponding groove, which ensures its reliable fastening. The lower cover together with the support legs is connected to the upper one with screws, which gives the structure the necessary rigidity and allows multiple assembly and disassembly of the product. The printed circuit board is fixed to the upper cover with four screws with washers, which ensures its resistance to mechanical loads and reliable fixation.

Keywords: car, security, alarm., microcontroller.

ВСТУП

Проєктований виріб — автомобільна охоронна сигналізація — призначений для забезпечення захисту транспортного засобу від несанкціонованого доступу, проникнення та спроб викрадення. Система виконує функції своєчасного виявлення небезпечних подій і оповіщення власника та оточуючих за допомогою звукових і світлових сигналів.

Основне призначення сигналізації полягає у контролі стану ключових зон автомобіля: дверей, капота, багажника, а також у фіксації механічного впливу на кузов (нахил, розгойдування). У разі спрацювання відповідних датчиків система формує сигнал тривоги з урахуванням заданих алгоритмів — із затримкою або негайно, залежно від типу події. Додатково передбачена попереджувальна функція: при слабких впливах сигналізація подає короткі звукові сигнали, що інформують про активний режим охорони без переходу в повноцінну тривогу.

Сигналізація також виконує сервісні функції, зокрема:

- підтвердження постановки автомобіля на охорону звуковими та світловими сигналами;
- можливість безшумної активації охорони;
- індикацію стану системи за допомогою світлодіода;
- перевірку працездатності датчиків і виконавчих елементів перед використанням.

Область застосування виробу охоплює легкові автомобілі, мікроавтобуси та інші транспортні засоби з бортовою мережею постійного струму напругою 12 В. Система може використовуватися як у приватному, так і в комерційному транспорті для підвищення рівня безпеки під час стоянки на відкритих майданчиках, у гаражах або на неохоронюваних територіях.

Завдяки наявності режиму швидкого реагування (наприклад, для контролю капота) сигналізація ефективно протидіє спробам доступу до підкапотного простору, що особливо важливо для запобігання відключенню акуму-

лятора або інших елементів системи. Висока завадостійкість дозволяє використовувати пристрій в умовах електромагнітних перешкод, характерних для автомобільного середовища.

Таким чином, дана охоронна сигналізація є універсальним технічним засобом захисту автомобіля, що поєднує функції попередження, виявлення та сигналізації про загрозу [1].

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Затримка при активації режиму охорони — 12 с;
2. Тривалість сигналів підтвердження постановки — 0,5 с;
3. Затримка перед подачею тривожного сигналу — 12 с;
4. Тривалість подачі тривоги — 168 с;
5. Напруга живлення — 9…15 В (номінально 12 В);
6. Середній струм споживання:

- у режимі охорони — 6 мА;
- під час тривоги — 2,5 мА.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

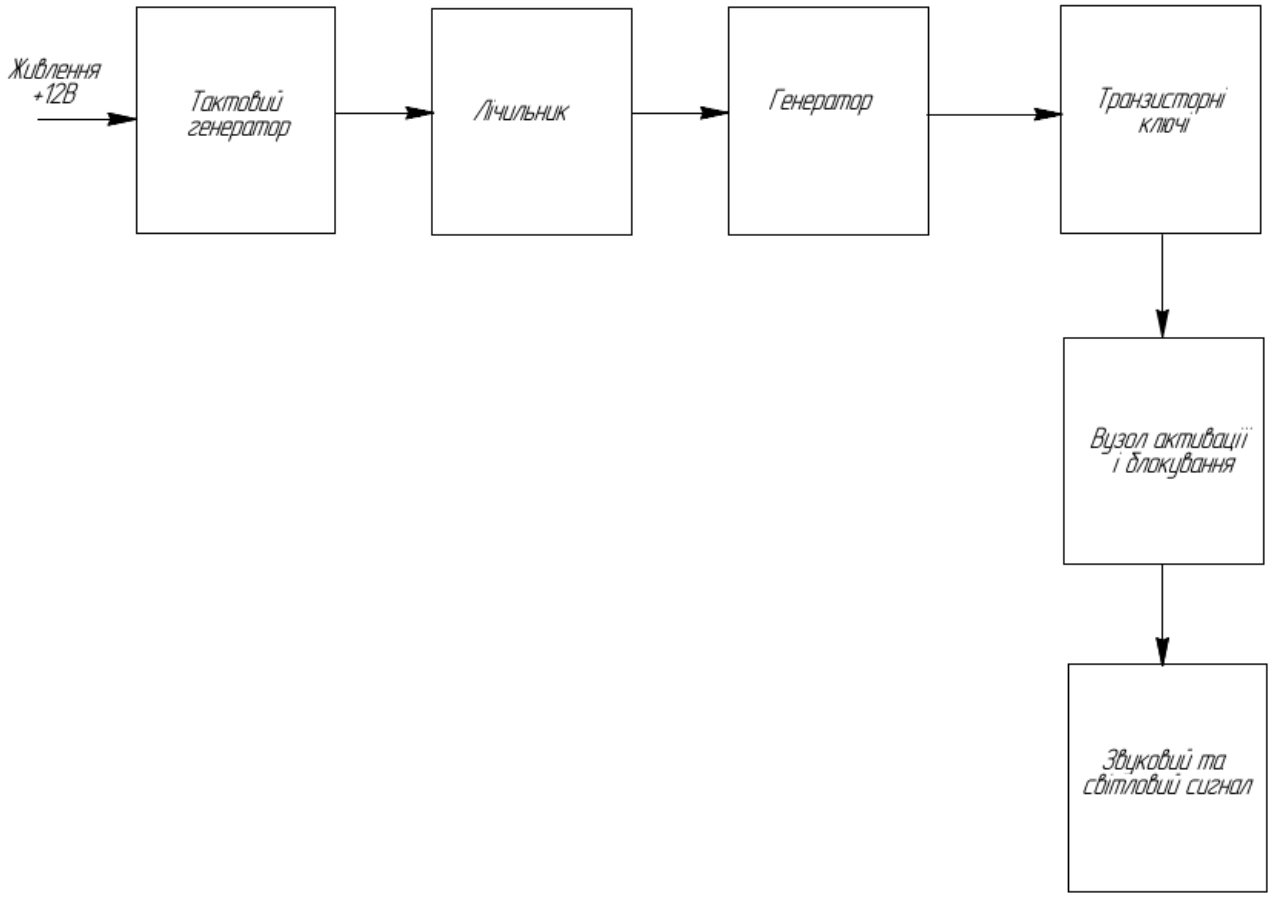


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

Структурна схема автомобільної охоронної сигналізації відображає послідовність функціональних блоків, які забезпечують живлення, формування сигналів, їх обробку та активацію виконавчих пристроїв. Вона має такий вигляд:

- Живлення +12В – джерело енергії від акумулятора автомобіля, яке забезпечує роботу всієї системи.

- Тактовий генератор – формує імпульси синхронізації для роботи лічильника та генератора.

- Лічильник – виконує підрахунок імпульсів, задає часові інтервали для активації сигналізації.

-Генератор – створює сигнал необхідної частоти та форми (звуковий/світловий).

- Транзисторні ключі – комутують вихідні сигнали, забезпечуючи керування виконавчими елементами.

- Вузол активації і блокування – визначає умови вмикання/вимикання сигналізації, реагує на датчики проникнення.

- Звуковий та світловий сигнал – кінцеві виконавчі пристрої (сирена, миготливі лампи), що попереджають про небезпеку.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Звуковий сигнал подається періодично у 4 цикли. Кожен цикл складається з 24 с звучання та 24 с паузи. У середині кожної паузи лунає короткий сигнал тривалістю 0,5 с. Світловий сигнал працює синхронно зі звуковим. Сам сигнал має уривчастий характер із частотою 1 Гц.

Система охорони генерує звукові (електронна багатотональна сирена) та світлові (миготіння габаритних вогнів) сигнали у випадках:

- відкриття дверей, капота або багажника

- нахилу чи розгойдування автомобіля

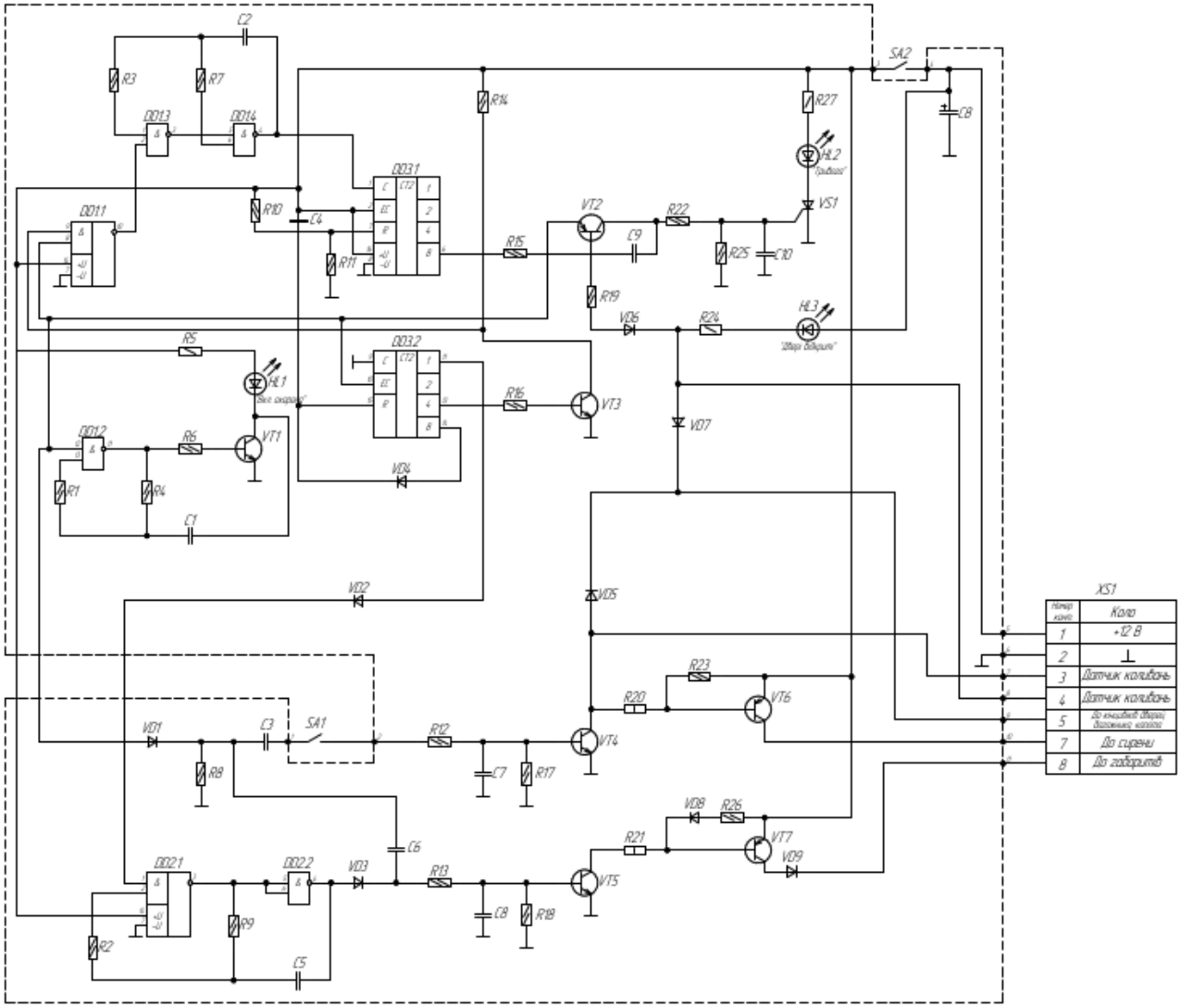


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Звуковий сигнал при відкритті капота подається одразу, тоді як при відкритті дверей, багажника або русі автомобіля — із затримкою (за потреби будь-яку з цих подій можна налаштувати на миттєве спрацювання). Світлова індикація тривоги завжди вмикається із затримкою.

При слабких коливаннях автомобіля система видає короткі попереджувальні звукові сигнали, що свідчать про активний режим охорони.

Під час увімкнення охорони система подає короткі звуковий і світловий сигнали для підтвердження. Передбачено також безшумний режим постановки (без звукового сигналу).

У режимі охорони в салоні блимає світлодіод, сигналізуючи про активність системи. Перед запуском роботи доступна перевірка справності датчиків і сирени.

Отже, система охоронної сигналізації переведена в режим охорони.

У разі незначного розгойдування автомобіля періодично активується допоміжний попереджувальний датчик хитання який підключається до роз'єму XS1. Через транзистор VT6 звукового вузла він вмикає сирену, короткі сигнали якої сповіщають, що автомобіль перебуває під охороною.

Якщо ж спрацьовує будь-який з основних датчиків, які підключаються до роз'єму XS1, наприклад при відкриванні дверей водія, активується вузол фіксації та блокування на елементах VT2 і VS1. Транзистор VT2 відкривається та подає логічну «1» з виходу 6 лічильника DD3.1 на керуючий електрод тиристора VS1. Після його ввімкнення (що підтверджується засвіченням світлодіода HL2) система блокується і більше не реагує на повторні спрацювання цього датчика.

У цей момент на вході 8 елемента DD1.3 формується логічний «0», що переводить його вихід у стан «1». Це знову дозволяє роботу тактового генератора на DD1.1 та DD1.2. Лічильник DD3.1 продовжує підрахунок імпульсів, і починається витримка часу перед переходом у режим тривоги — близько 12 секунд. Цього інтервалу достатньо, щоб водій міг вимкнути систему прихованим перемикачем SA2.

Якщо вимкнення не відбулося, після завершення затримки на виході 11 лічильника DD3.2 з'являється логічна «1». У звуковому вузлі послідовно відкриваються транзистори VT4 і VT6, внаслідок чого сирена починає працювати в режимі тривоги згідно з заданими параметрами.

Одночасно у світловому вузлі запускається генератор на DD2.1 та DD2.2, який формує імпульси з частотою 1 Гц. Через ключі VT5 і VT7 ці імпульси керують габаритними вогнями, що починають блимати синхронно зі звуковим сигналом.

На 84-й секунді режиму тривоги логічна «1» з виходу 13 лічильника DD2.2 відкриває транзистор VT3, який вимикає тиристор VS1. Використання саме цього виходу пояснюється тим, що сигнал на виході 14 занадто короткий для надійного закриття тиристора. На виході 13 сигнал утримується довше, що забезпечує стабільне вимкнення VS1, а VT3 тимчасово виконує його функції до завершення циклу тривоги.

Після закінчення 168 секунд на виході 14 DD3.2 з'являється логічна «1», а на виході 13 — «0». Це призводить до скидання лічильників DD3.1 і DD3.2, закриття ключа VT3 та припинення звукової й світлової сигналізації. Світлодіод HL2 гасне, що означає завершення тривожного режиму і повернення системи у початковий стан.

За допомогою діодів VD7 і VD5, підключених до датчика капота через роз'єм XS1, реалізовано режим швидкого реагування. При відкритті капота сигнал від датчика через VD7 надходить до вузла фіксації та блокування, а через VD5 — до звукового вузла. У цьому випадку 12-секундна затримка заповнюється безперервними тривожними сигналами сирени. Якщо капот залишається відкритим, сирена звучить постійно до вимкнення системи. Якщо ж його закривають, система переходить до стандартного алгоритму тривоги.

Діод VD5 також запобігає впливу попереджувального датчика хитання на вузол блокування. За потреби аналогічний режим швидкого реагування можна налаштувати для будь-якого іншого датчика, відповідно змінивши його підключення [1].

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування проектованого виробу виконано з урахуванням функціонального призначення, вимог до ергономіки, зручності монтажу та подальшого обслуговування. Основні функціональні вузли розміщені таким чином, щоб забезпечити мінімальну довжину з'єднувальних провідників, зменшення рівня електромагнітних завад та підвищення загальної надійності роботи пристрою.

Друкована плата розташована всередині корпусу у верхній його частині та закріплена на опорних точках за допомогою гвинтового з'єднання. Таке розміщення забезпечує її захист від механічних пошкоджень, а також зручний доступ під час складання та ремонту. Елементи індикації та органи керування винесені на верхню панель корпусу, що підвищує зручність користування виробом та забезпечує наочність відображення робочих режимів.

Роз'ємні з'єднання та кріпильні елементи розташовані таким чином, щоб забезпечити простоту складання і розбирання конструкції без використання спеціального інструменту. Загалом компонування виробу характеризується компактністю, технологічністю та раціональним використанням внутрішнього простору корпусу.

Вибір конструкційних матеріалів здійснено з урахуванням механічних, електричних та технологічних вимог. Корпус виробу виготовлено з пластмаси, що має високі діелектричні властивості, стійкість до впливу вологи та достатню механічну міцність. Використання полімерного матеріалу дозволяє зменшити масу виробу, підвищити його електробезпеку та забезпечити простоту технологічного лиття складних форм.

Друкована плата виконана на основі склотекстоліту, армованого скловолокном, що характеризується високою механічною міцністю,

термостійкістю та стабільними електроізоляційними властивостями. Мідне покриття провідникових доріжок забезпечує низький електричний опір та високу надійність електричних з'єднань.

Для захисту провідникового рисунка від окиснення та впливу зовнішнього середовища застосовується захисне покриття у вигляді лудіння або паяльної маски. Це підвищує довговічність друкованої плати, покращує якість пайки радіоелементів та зменшує ризик коротких замикань між провідниками.

Кріпильні елементи (гвинти, шайби, втулки) виготовляються з металу з антикорозійним покриттям, що забезпечує стійкість до корозії та довготривалу експлуатацію виробу в різних умовах. Загалом обрані матеріали та покриття забезпечують оптимальне поєднання міцності, надійності, технологічності та економічної доцільності конструкції.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

У виробі використано пластмасовий корпус, який характеризується високими діелектричними властивостями, достатньою механічною міцністю та технологічністю у виготовленні. Конструктивно корпус складається з двох основних частин — верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. У верхній кришці передбачено отвори для встановлення світлодіодів індикації та органів керування, зокрема перемикачів.

Роз'єм XS1 встановлюється між кришками через спеціальні втулки та фіксується у відповідному пазі, що забезпечує його надійне кріплення. Нижня кришка разом з опорними ніжками з'єднується з верхньою за допомогою гвинтів, що надає конструкції необхідної жорсткості та дозволяє багаторазове складання і розбирання виробу. Друкований вузол закріплюється до верхньої кришки чотирма гвинтами з шайбами, що забезпечує його стійкість до механічних навантажень і надійну фіксацію. Габаритні розміри корпусу становлять 131×138×48 мм.

Друкована плата виконана двосторонньою із застосуванням комбінованої технології. Її розміри — 100×80 мм — обрані з урахуванням технологічності виготовлення та економічної доцільності. Основна частина елементів розміщена на одній стороні плати, тоді як на протилежній стороні розташовані світлодіоди HL1–HL3. Під час проєктування друкованого вузла враховано основні вимоги до компонування: забезпечено раціональне розміщення компонентів, що дозволило досягти компактності конструкції та зменшити паразитні електричні зв'язки, покращивши технічні характеристики пристрою. Розташування елементів також сприяє зручності монтажу, налагодження та подальшого обслуговування .

Монтаж електрорадіоелементів виконано із застосуванням компонентів зі штировими виводами, які встановлюються в наскрізні отвори плати. Після встановлення виводи згинаються, обрізаються в межах контактних площадок і запаюються методом хвильового паяння. Такий підхід забезпечує високу надійність електричних з'єднань, щільність монтажу та ефективне використання площі плати [15].

Під час розміщення компонентів враховано теплові режими роботи та вимоги електромагнітної сумісності. Забезпечено умови для природного охолодження елементів за рахунок конвекції повітря. Напівпровідникові прилади та інтегральні мікросхеми розташовані на безпечній відстані від джерел тепла та можливих джерел електромагнітних завад. Передбачено зручний доступ до елементів, що потребують регулювання.

Крок встановлення інтегральних мікросхем обрано з урахуванням щільності монтажу, теплових умов та особливостей електричної схеми. Дотримано необхідні зазори між компонентами, що зменшує їх взаємний вплив і підвищує надійність роботи пристрою. Мікросхеми розміщені на одній стороні плати відповідно до технології монтажу в наскрізні отвори, що забезпечує їх надійне механічне закріплення [26].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ECAP [2]

Позиційне позначення	C22
Назва компонента	Конденсатор ECAP
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	35 В
Номінальна ємність	2000мкФ
Допуск ємності	± 20%
Ресурс роботи	1 000 … 10 000 годин при номінальних умовах
Робоча температура	-55 ... 105 ° C
Тангенс кута втрат	0,14%

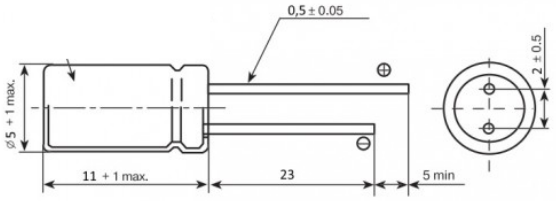


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ECAP

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R27
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	$1...10 \cdot 10^6$ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

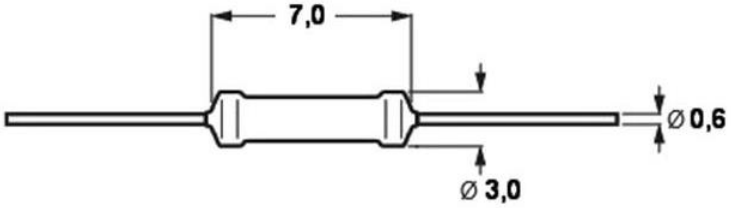


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1-C10
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напгруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%;
інтервал робочих температур	-40ºС…+100ºС
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	Н20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

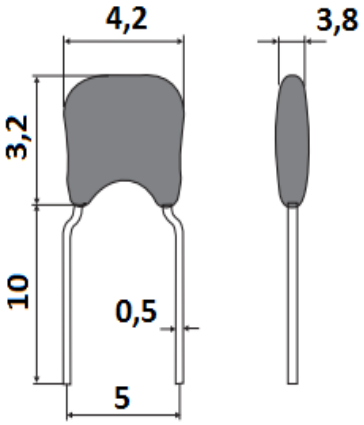


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

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

Позиційне позначення	VD1-VD8
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65…+150°С
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

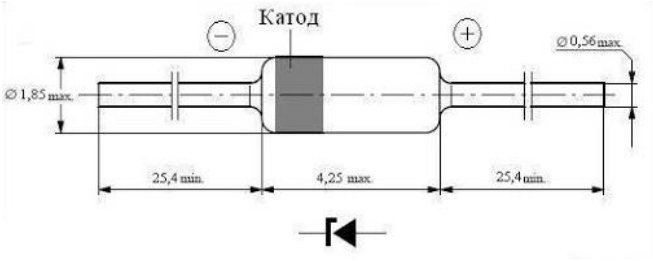


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.5 - Транзистор BC547 "LGE" [6]

Позиційне позначення	VT1,VT3-VT5
Назва компонента	Транзистор BC547 "LGE"
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (Vceo)	45 В
Розсіювана потужність (Pc)	~625 мВт
Температурний діапазон переходу (Tj)	–55…+150 °C
Коефіцієнт підсилення струму (hFE)	100…250
Максимальний струм колектора (Ic)	800 мА
Корпус	TO-92
Гранична частота (ft)	~100 МГц
Максимальна напруга колектор–база	50 В

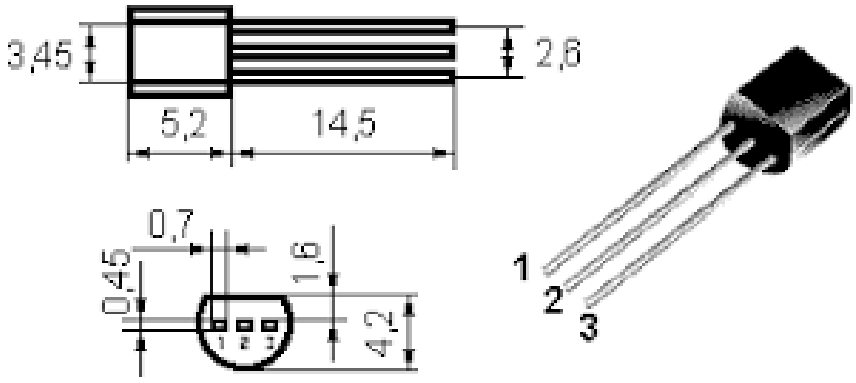


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри транзистора BC547 "LGE"

Таблиця 2.6 - Перемикач A21B1K11 [7]

Позиційне позначення	SA1-SA2
Назва компонента	Перемикач A21B1K11
Виробник	"EMAS"
Критерії вибору	Розміри, вхідна напруга, вхідний струм
Параметри конструкції	Див.рис.2.6
Параметри та характеристики	
Номінальність	6А, 250В/10А, 125В
Контактний опір	≤50мОм
Опір ізоляції	≥100мОм
Діелектрична інтенсивність	≥1500В/1мін

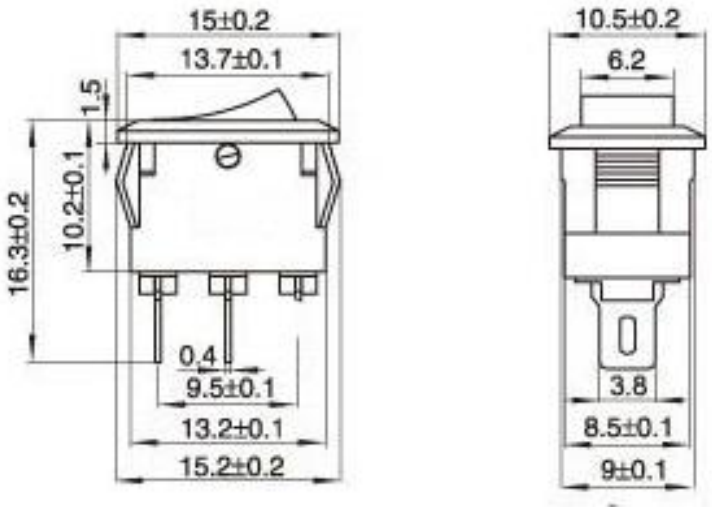


Рисунок 2.6 - Габаритні розміри перемикача A21B1K11

Таблиця 2.7 – Мікросхема MC14520A "Texas Instruments" [8]

Позиційне позначення	DD3
Назва компонента	Мікросхема MC14520A
Виробник	"Texas Instruments "
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Напруга живлення (Vdd):	3…18 В
Максимальна тактова частота:	~8–10 МГц при 10 В
Типовий корпус:	DIP-16
Температурний діапазон	приблизно −55 °C … +125 °C
Тип	CMOS, подвійний 4-бітний двійковий лічильник
Розрядність кожного лічильника	3…18 В

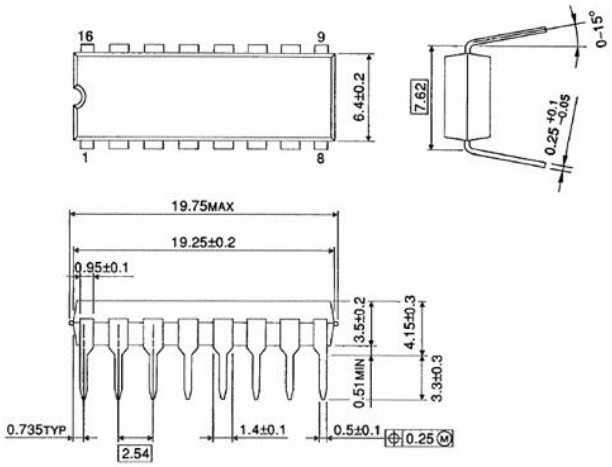


Рисунок 2.7 - Габаритні розміри мікросхеми MC14520A

Таблиця 2.8 – Мікросхема CD4011 [9]

Позиційне позначення	DD1, DD2
Назва компонента	Мікросхема CD4011 "Texas Instruments"
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-14
Напруга живлення (Vdd):	3…18 В
Максимальний вихідний струм:	приблизно ±1…10 мА
Час затримки поширення сигналу:	~60–200 нс
Кількість елементів	4 NAND-елементи
Робоча температура	–55…+125 °C

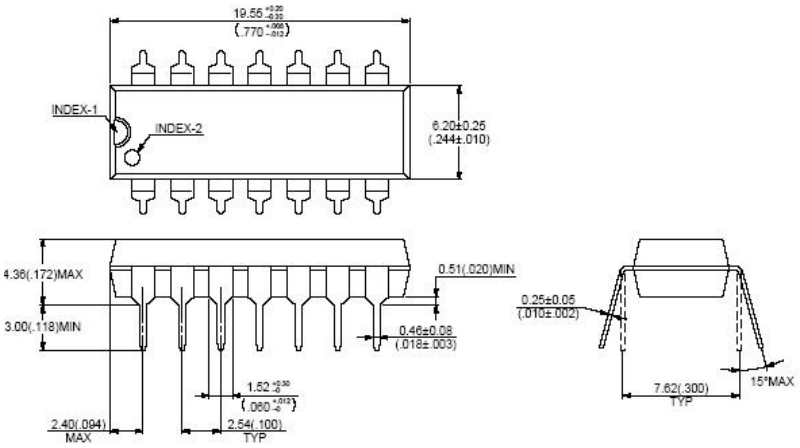


Рисунок 2.8 - Габаритні розміри мікросхеми CD4011

Таблиця 2.9 – Тиристор КУ112А "RUF" [10]

Позиційне позначення	VS1
Назва компонента	Тиристор КУ112А
Виробник	"RUF"
Критерії вибору	Номінальна, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.2.9
Параметри та характеристики	
Корпус	TO-220AB
Робочий температурний діапазон:	приблизно −60 °C … +125 °C
Максимальна зворотна напруга	до 100 В
Максимальний прямий струм	до 0,1…0,2 А
Імпульсний струм	до ~0,5 А
Струм керування	приблизно 2…10 мА
Напруга у відкритому стані	~1…2 В

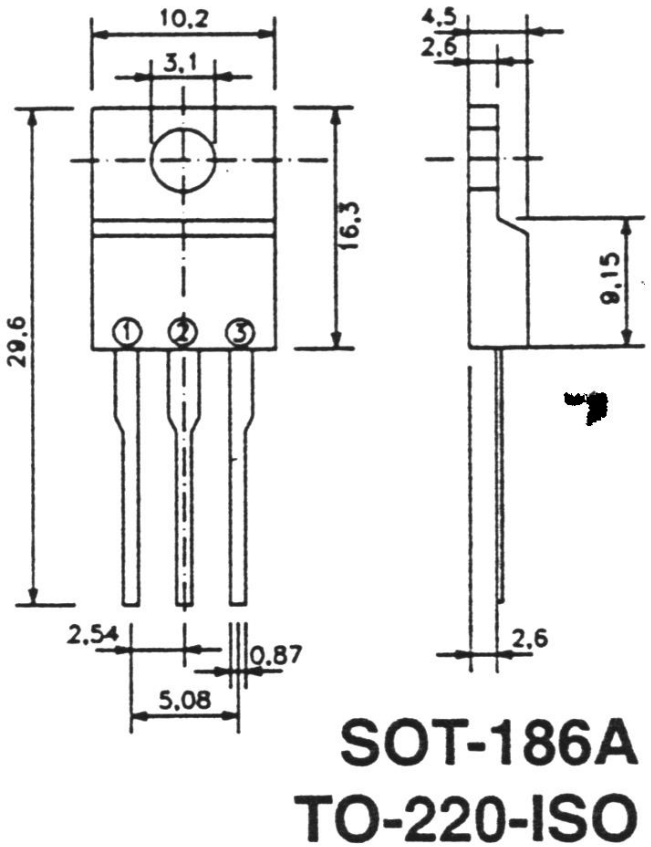


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри тиристора КУ112А

Таблиця 2.10 – Транзистор BD234 "LGE" [11]

Позиційне позначення	VT6
Назва компонента	Транзистор BD234
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO220
Тип структури:	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер	до 45 В
Максимальний струм колектор	до 6 А
Розсіювана потужність	до 40 Вт
Коефіцієнт підсилення струму (hFE):	приблизно 25–100
Напруга насичення	~0,5–2 В
Робочий температурний діапазон:	приблизно −65 °C … +150 °C
Гранична частота (fT):	близько 3 МГц
Максимальна напруга емітер-база	до 5 В

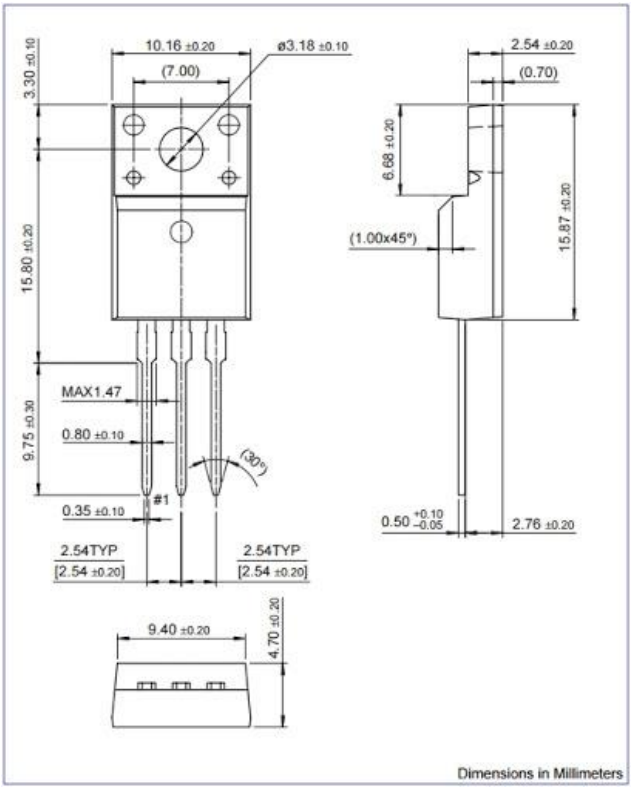


Рисунок 2.10 –Габаритні розміри транзистора BD234

Таблиця 2.11 – Транзистор BD242C "Inchange" [12]

Позиційне позначення	VT7
Назва компонента	Транзистор BD242C
Виробник	"Inchange"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO220
Тип структури:	PNP
Максимальна напруга колектор-емітер	до 100 В
Максимальний струм колектор	до 6 А
Розсіювана потужність	до 65 Вт
Коефіцієнт підсилення струму (hFE):	приблизно 25–100
Напруга насичення	~0,5–2 В
Робочий температурний діапазон:	приблизно −65 °C … +150 °C
Гранична частота (fT):	близько 3 МГц
Максимальна напруга емітер-база	до 5 В

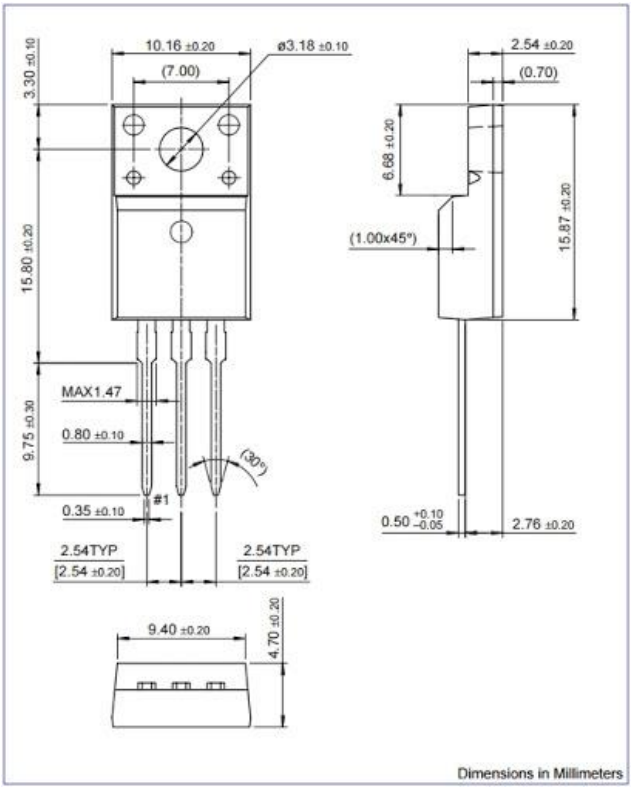


Рисунок 2.11 –Габаритні розміри транзистора BD242C "Inchange"

Таблиця 2.12 - Світлодіод типу L-1503GT [13]

Позиційне позначення	HL1-HL3
Назва компонента	L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Розмір, колір свічення, струм та напруга живлення
Параметри та характеристики	
Колір свічення	червоний
Довжина хвилі	663нм
Колір лінзи	червоний
Максимальна пряма напруга	1,9 В
Максимальний імпульсний прямий струм	-30мА
Робоча температура	-60…+70^{0}С
Максимальна зворотня напруга	2В

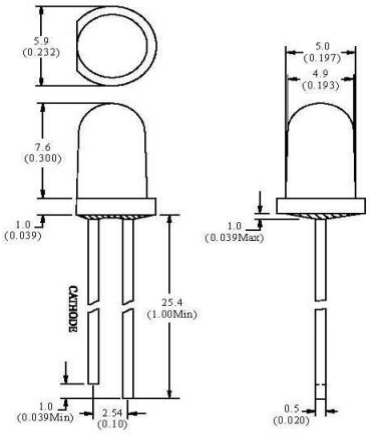


Рисунок 2.12- Зовнішній вигляд світлодіода типу L-1503GT "Kingbright"

Таблиця 2.13 - Роз'єм роз’єму 8012694329 "TE Connectivity" [14]

Позиційне позначення	XS1
Назва компонента	Роз’єм 8012694329
Виробник	"TE Connectivity"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм
Параметри та характеристики	
Крок контактів	2.54 мм
Номінальний струм:	зазвичай 1–3 А на контакт
Номінальна напруга:	приблизно 100–250 В
Температура:	-40…+105 °С

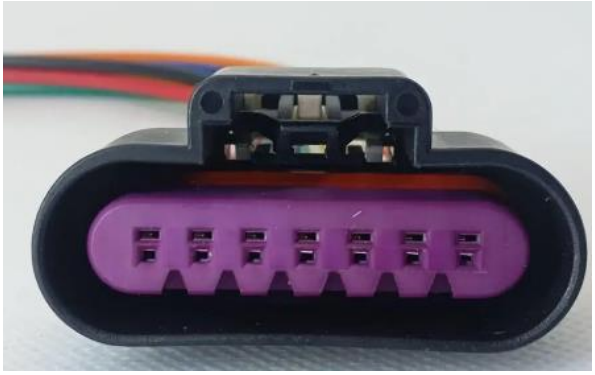


Рисунок 2.13 - Зовнішній вигляд роз’єму 8012694329 "TE Connectivity"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова транзисторного ключа зображена на рисунку 2.13 [34].

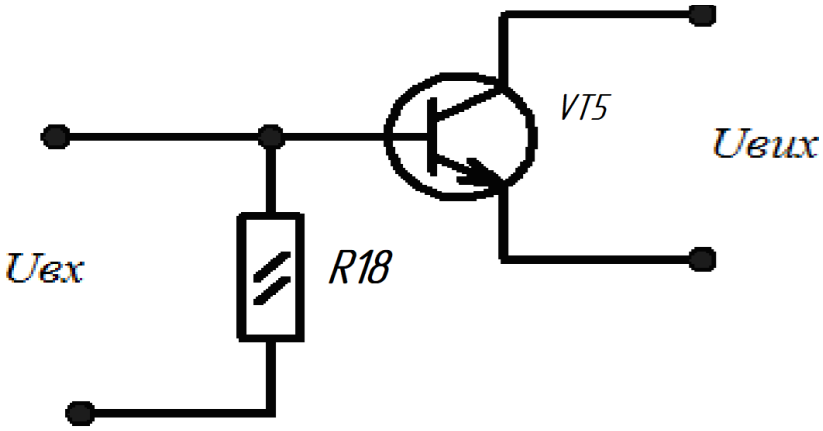


Рисунок 2.14 - Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$U_ж$=25В;

$R_н$=1,5 кОм;

$U_у$=±12В;

Транзистор BC547 виробник фірми "LGE".

h21e=60;

$U_{бо}$=0,6В;

$R_{нас}$=0,1Ом;

$r_б$=1,5кОм;

$I_{ко}$=0.1А;

$I_{козв}$=25мА;

$R_{бе}$=10 Ом.

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

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

де: $R_н$ – опір навантаження;

$U_п$ – напруга живлення;

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

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

$$R_{у} = \frac{U_{у} - (U_{б0} + 0{,}2 \cdot r_{б})}{I_{к.нас.}}, \qquad (2.2)$$

де: $U_у$ – напруга управління транзистором;

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

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

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

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

$$R_{у} = \frac{12}{0{,}1 \cdot 10^{-4}} = 8{,}2(кОм)$$

Вибираємо за стандартизованим рядом Е24 резистор типу MFP-0,125-8,2к Ом виробник фірми «Yageo» – 0,125Вт з опором 8,2 кОм.

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 2.15.

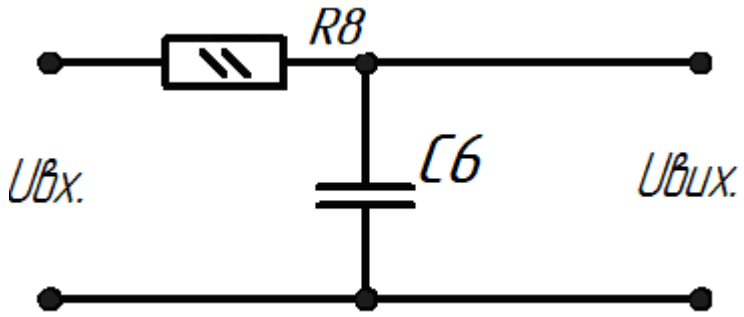


Рисунок 2.15 - Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

C = 4,7 мкФ

F_c = 10кГц

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

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

де C – ємність конденсатора;

R – опір резистора;

Оскільки частота зрізу нам відомо, вона становить 10кГц, то розрахуємо тільки опір резистора.

3. Розрахунок опору резистора:

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c}, \qquad (2.5)$$

де f_c – частота зрізу, становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 4{,}7 \cdot 10} = 200 кОм$$

Вибираємо резистор з опором 200 Ом та потужністю розсіювання 0,125 Вт. MFP-0,125-200к Ом 10% "Yageo"

R8 = 200 кОм

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [17].

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

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{i_{доп} * t} = \frac{0,2A}{48\frac{A}{мм^2} * 0,035м} = 0,3мм \qquad (2.6)$$

де Imax- допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{max} = 0,2A$;

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

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

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

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_д * t} = \frac{0,0175\frac{Ом.мм^2}{м} * 0,2A * 0,5м}{0,9B * 0,035м} = 0,3мм \qquad (2.7)$$

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

$L = 0,5м$ – довжина провідника,

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d:

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \qquad (2.8)$$

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

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

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

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

d_{E2}=1,0 – для транзистора VT6, VT7, тиристора VS1, резисторів R20, R21.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{min} = D_{1min} + 1,5h\text{ф} + 0,03 \qquad (2.9)$$

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

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

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

$b_м$ = 0,06 мм.

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

δ_d =0,25мм, δ_p = 0,4мм.

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

$$d_{max}=d+\Delta d+(0,1...0,15) \qquad (2.11)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

$$D_{min1}=2,92+1,5\cdot 0,035+0,03=2,8 \text{ мм}$$

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

$$D_{max1}=2,82+0,02=2,82мм$$

$$D_{max2}=3+0,02=3,02мм$$

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

$$b\min = b1\min + 1.5h\phi + 0,03 \quad (2.13)$$

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

$$b\min = 0,15 + 1.5 * 0,035 + 0,03 = 0,23мм$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

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

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

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

де: L_o – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

$$S_{2min1} = 2,5-(2,82+2\cdot 0,4)=-1,12мм$$

$$S_{2min2} = 2,5-(3,02+2\cdot 0,4)=-1,32мм$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи проектованого виробу виконується з метою визначення умов тепловідведення, перевірки допустимості температурних навантажень елементної бази та забезпечення надійної роботи пристрою в заданих умовах експлуатації.

Основними джерелами тепловиділення у виробі є активні радіоелектронні компоненти, зокрема інтегральні мікросхеми, резистивні елементи та світлодіоди індикації. Виділювана ними теплова потужність розсіюється через друковану плату та передається в навколишнє середовище переважно шляхом природної конвекції та теплопровідності через корпус.

Друкована плата, виконана на основі склотекстоліту з мідними провідниковими доріжками, частково виконує функцію тепловідвідного елемента, розподіляючи тепло по своїй площі. Розміщення елементів на платі виконано з урахуванням теплового навантаження: найбільш тепловиділяючі компоненти розташовані з урахуванням можливості ефективного відведення тепла та недопущення локального перегріву сусідніх елементів.

Корпус виробу виготовлений із пластмаси, яка має відносно низьку теплопровідність. Це з одного боку зменшує тепловтрати назовні, а з іншого — потребує врахування обмежень щодо теплового навантаження всередині конструкції. Для компенсації цього фактору в конструкції передбачено повітряні зазори між елементами та достатній внутрішній об’єм, що сприяє циркуляції повітря та покращує умови природної конвекції.

Температурний режим роботи елементів оцінюється з урахуванням максимально допустимої температури навколишнього середовища та теплового опору «елемент – друкована плата – повітря». При нормальних умовах експлуатації температура найбільш навантажених компонентів не повинна перевищувати гранично допустимі значення, встановлені їх технічними характеристиками.

Особлива увага приділяється світлодіодам індикації, оскільки їх робота супроводжується постійним виділенням тепла при протіканні струму. Для запобігання перегріву застосовано обмежувальні резистори, що забезпечують роботу світлодіодів у номінальному режимі.

2.1.7 Розрахунок надійності проектованого пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходиться на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектованого виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [16]:

Таблиця 2.14 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$К_{нопр}$	$І_{відм}$*1e-06	К-сть*$К_{нав}$ від*1e-06
1	Мікросхеми	2	1	0,03	0,09
2	Діоди	9	0,35	0,7	2,205
3	Конденсатори електролітичні	1	0,4	2,4	0.96
4	Конденсатори керамічні	10	0,1	1,4	1,4
5	Резистори постійні	27	0,42	0,8	9,072
6	Світлодіоди	3	1	4	12
7	Тиристор	1	0,35	6	2,1
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	180	1	0,02	3,6
10	Транзистор	7	0,35	4	9,8
11	Роз’єм	1	1	0,05	0,05
12	Перемикач	2	1	0,5	1

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцінт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 4.2377e-005 1/год

Середня наробка до відмови: 23597.7 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи P(t):

t = 10 год. P(t) = 0.999576

t = 100 год. P(t) = 0.995771

t = 1000 год. P(t) = 0.958508

t = 10000 год. P(t) = 0.654574

t = 100000 год. P(t) = 0.014441

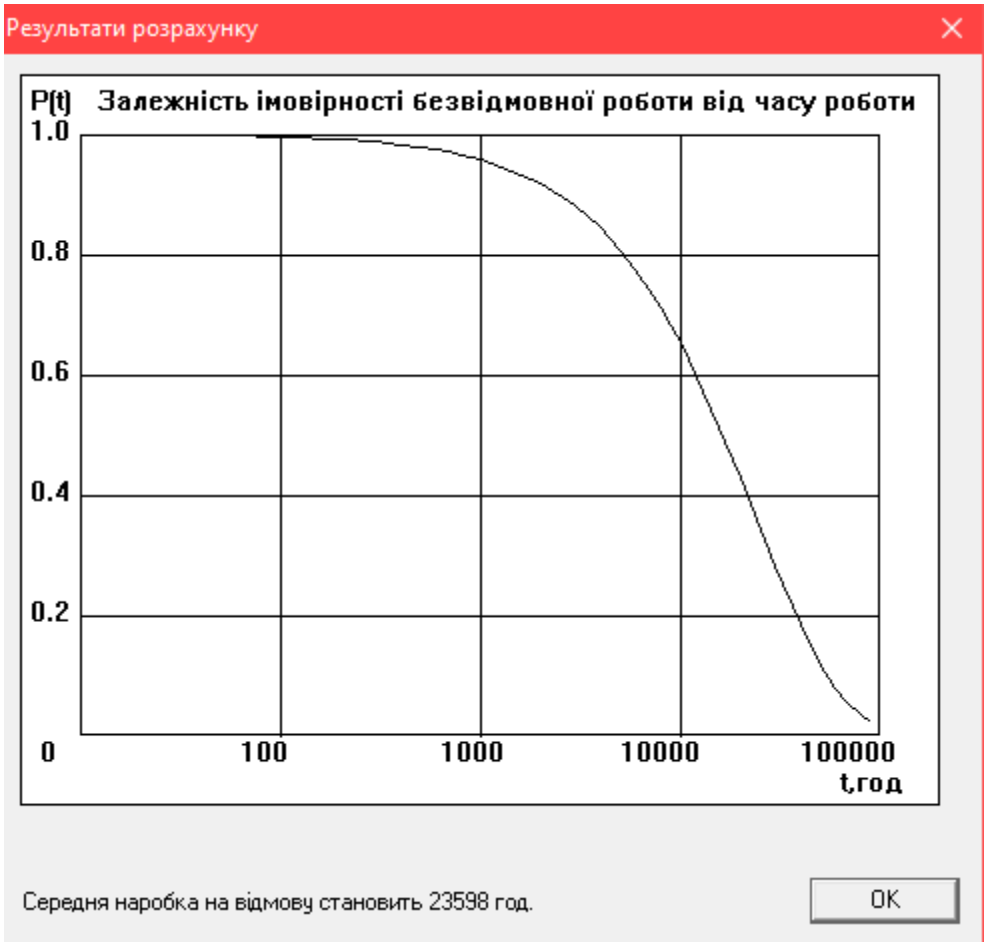


Рисунок 2.16 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 23598 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

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

Техніко-економічний аналіз конструкції проектованого виробу виконується з метою оцінки доцільності прийнятих конструктивних рішень, вибраних матеріалів та технології виготовлення з точки зору забезпечення необхідних технічних характеристик при мінімальних витратах на виробництво.

Конструкція виробу характеризується достатньою технологічністю, що досягається за рахунок застосування уніфікованих елементів, стандартних кріпильних деталей та типової елементної бази. Використання стандартних компонентів дозволяє знизити витрати на закупівлю та спрощує процес складання, оскільки не потребує виготовлення спеціальних нестандартних деталей.

Корпус виробу виконано з пластмаси методом лиття, що є економічно доцільним при серійному виробництві. Такий спосіб виготовлення забезпечує низьку собівартість деталей, високу повторюваність геометричних розмірів та мінімальні витрати на подальшу механічну обробку.

Друкована плата виготовляється за комбінованою двосторонньою технологією, що забезпечує оптимальне співвідношення між функціональністю та складністю виробництва. Раціональне компонування елементів дозволяє зменшити площу плати, що безпосередньо впливає на зниження витрат на матеріали (склотекстоліт, мідна фольга, паяльні матеріали).

Застосування поверхневого та наскрізного монтажу радіоелементів забезпечує підвищення щільності компонування та скорочення часу

складання. Це, у свою чергу, зменшує трудомісткість монтажних операцій і підвищує продуктивність виготовлення виробу.

Використання гвинтових з'єднань для кріплення друкованого вузла та елементів корпусу є економічно виправданим рішенням, оскільки забезпечує багаторазове складання та розбирання без пошкодження конструкції, що важливо для обслуговування та ремонту.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 2В, а струм споживання 0,1А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,1*12= 12 \text{ (Вт)} \quad (2.17)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Конструкція проектованого виробу виконана на основі пластмасового корпусу, який забезпечує високі діелектричні характеристики, достатню механічну міцність та зручність у технологічній обробці. Використання такого матеріалу дозволяє знизити масу виробу, підвищити його електробезпеку та забезпечити стабільність геометричних параметрів у процесі експлуатації.

Корпус виробу має розбірну конструкцію і складається з двох основних частин — верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. У верхній частині корпусу передбачені конструктивні отвори для встановлення світлодіодних індикаторів, а також елементів керування, зокрема перемикачів. Таке компонування забезпечує зручність користування та наочність індикації режимів роботи пристрою.

Між кришками корпусу встановлюється роз'єм XS1, який фіксується за допомогою спеціальних напрямних втулок та монтажних пазів. Це забезпечує його точне позиціонування, надійне кріплення та захист від механічних зміщень під час експлуатації. Нижня кришка корпусу, разом з опорними

ніжками, з’єднується з верхньою частиною за допомогою гвинтового з’єднання, що забезпечує необхідну жорсткість конструкції та дозволяє багаторазове складання і розбирання без втрати експлуатаційних властивостей.

Друкований вузол закріплюється всередині корпусу до верхньої кришки за допомогою чотирьох гвинтів із шайбами. Таке кріплення гарантує стабільне положення плати, знижує вплив вібрацій та механічних навантажень і забезпечує надійну фіксацію всіх елементів конструкції. Загальні габаритні розміри корпусу становлять 131×138×48 мм, що визначає компактність виробу та його зручність при розміщенні в складі більш складних систем.

Друкована плата виконана за двосторонньою технологією з використанням комбінованого методу виготовлення провідникового рисунка. Її розміри 100×80 мм обрані з урахуванням технологічності виробництва, раціонального використання матеріалів та економічної доцільності. Основна частина радіоелектронних компонентів розміщена на одній стороні плати, тоді як на зворотному боці встановлені світлодіоди HL1–HL3.

Під час проєктування друкованого вузла були враховані вимоги до оптимального компонування елементів, що дозволило забезпечити компактність конструкції, мінімізувати довжину провідникових з’єднань і, відповідно, зменшити рівень паразитних електричних зв’язків. Це позитивно вплинуло на електричні характеристики пристрою. Крім того, така компоновка підвищує зручність монтажу, налагодження та подальшого технічного обслуговування виробу.

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

Якісна оцінка технологічності конструкції проектованого виробу виконується з метою визначення зручності його виготовлення, складання, монтажу та подальшого обслуговування. Конструкція вважається технологічною, якщо вона забезпечує мінімальну трудомісткість виробничих

операцій, використання стандартних елементів, простоту складання та можливість багаторазового розбирання без втрати експлуатаційних властивостей.

Проектований виріб характеризується достатньо високим рівнем технологічності. Це досягається за рахунок застосування уніфікованих електронних компонентів, стандартних кріпильних елементів (гвинти, шайби, втулки), а також типових конструктивних рішень корпусу. Друкована плата має прямокутну форму, що спрощує її виготовлення та обробку, а розміщення елементів виконано з урахуванням зручності монтажу і доступності для пайки.

Раціональне компонування елементів на платі дозволяє мінімізувати довжину з'єднань, зменшити кількість перехресть провідників і спростити трасування. Це позитивно впливає на технологічність виготовлення друкованої плати та знижує ймовірність виникнення виробничих дефектів. Крім того, використання стандартних розмірів корпусу та плати забезпечує можливість застосування типових технологічних процесів без необхідності розробки спеціальної оснастки.

Монтаж радіоелементів виконується переважно за допомогою наскрізного паяння, що є доступним і широко розповсюдженим технологічним процесом. Це дозволяє використовувати стандартне паяльне обладнання та спрощує контроль якості з'єднань.

Для виготовлення та складання виробу використовується набір стандартного технологічного інструменту та обладнання, що забезпечує виконання всіх необхідних операцій.

Під час монтажу та пайки радіоелементів застосовуються:

- паяльна станція або електропаяльник із регулюванням температури;
- припій та флюс відповідно до типу друкованої плати;
- пінцети для встановлення дрібних компонентів;
- кусачки та бокорізи для обрізання виводів елементів;
- монтажні голки або шила для корекції положення елементів.

Для складання корпусу виробу використовуються:

- набір викруток (хрестові та плоскі) відповідних розмірів;
- ключі або викруткові насадки для гвинтових з’єднань;
- пластикові або гумові прокладки (за потреби) для запобігання пошкодженню корпусу;
- монтажні втулки та стандартні кріпильні елементи.

Для контролю якості та налагодження застосовуються:

- мультиметр для перевірки електричних параметрів;
- візуальний контроль за допомогою збільшувального скла або лупи;
- тестові стенди (за наявності) для перевірки функціонування виробу.

Застосування стандартного інструменту та універсальної оснастки дозволяє знизити витрати на виробництво, спростити технологічний процес та забезпечити можливість виготовлення виробу в умовах як дрібносерійного, так і серійного виробництва.

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

Технологічний процес виготовлення двосторонньої друкованої плати базується на хімічному методі формування провідного рисунка шляхом контрольованого видалення надлишкової мідної фольги з обох сторін діелектричної основи. Даний підхід дозволяє отримати високоточну топологію провідників відповідно до електричної схеми виробу та забезпечити стабільність електричних параметрів у процесі експлуатації.

Як основний конструкційний матеріал використовується мідноламінований склотекстоліт типу FR-4. Він характеризується високою механічною міцністю, стабільністю геометричних розмірів, добрими діелектричними властивостями та підвищеною стійкістю до температурних впливів. Застосування двосторонньої основи дозволяє реалізувати провідні доріжки одночасно на верхньому та нижньому шарах плати, що значно

підвищує щільність компонування елементів і дає можливість зменшити загальні габарити виробу.

Провідний шар формується з мідної фольги товщиною приблизно 18–35 мкм, яка наноситься на обидві сторони діелектричної основи в заводських умовах методом ламінування. Мідь забезпечує низький електричний опір провідників, добру адгезію до основи та достатню механічну міцність провідникового рисунка.

Формування топології друкованої плати здійснюється за допомогою фоторезистивної технології. Як захисний шар використовується рідкий або плівковий фоторезист, який наноситься на поверхню міді. Найбільш точним та технологічно доцільним методом є фотолітографія, що забезпечує високу роздільну здатність, повторюваність та якість провідникового малюнка, особливо для двосторонніх плат.

Технологічний процес починається з підготовки поверхні заготовки. На цьому етапі виконується механічне очищення мідного шару від оксидів та забруднень, після чого здійснюється знежирення поверхні. Це забезпечує якісне нанесення фоторезисту та його надійну адгезію.

Далі на обидві сторони плати наноситься фоторезистивний шар, після чого виконується експонування через відповідні фотошаблони верхнього та нижнього шарів. Після експонування проводиться процес проявлення, під час якого видаляються незасвічені або засвічені ділянки (залежно від типу резисту), що формує захисний малюнок майбутніх провідників.

Наступним етапом є хімічне травлення, під час якого незахищена мідь видаляється у спеціальному травильному розчині (наприклад, хлорне залізо або персульфат амонію). У результаті формується система провідникових доріжок відповідно до заданої електричної схеми на обох сторонах плати.

Для забезпечення електричного з’єднання між шарами використовуються перехідні отвори (vias). У промислових умовах вони виконуються методом металізації стінок отворів, що забезпечує надійний

міжшаровий контакт. У спрощених або навчальних варіантах можливе застосування дротових перемичок або пайкового з’єднання.

Після завершення процесу травлення фоторезист видаляється, а плата проходить очищення та сушіння. Для підвищення корозійної стійкості міді та покращення якості подальшого монтажу застосовується фінішна обробка поверхні. Вона може включати лудіння контактних майданчиків, нанесення паяльної маски або використання промислових покриттів типу HASL чи ENIG (нікель-золото).

До основних матеріалів технологічного процесу належать: склотекстоліт FR-4 як діелектрична основа, мідна фольга як провідний шар, фоторезист як захисне покриття та хімічні травильні розчини. Як допоміжні матеріали використовуються знежирювачі (ізопропіловий спирт, ацетон), промивна вода, абразивні матеріали для підготовки поверхні, а також матеріали фінішної обробки — паяльна маска, припій та захисні лаки.

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

Коефіцієнт використання мікросхеми Квик.імс визначається за формулою:

$$\text{Квик.імс} = \frac{H_{IMC}}{H_{IMC} + H_{EPE}} = \frac{3}{3+59} = 0,05 \qquad (2.18)$$

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

$$K_{A.M} = \frac{H_{A.M}}{H_M} = \frac{174}{180} = 0,97 \qquad (2.19)$$

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

$Н_М$ – загальна кількість монтажних з'єднань.

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

$$K_{М.П.ЕРЕ} = \frac{H_{М.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{56}{59} = 0,95 \qquad (2.20)$$

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

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

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{42}{59} = 0,3 \qquad (2.21)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{7}{59} = 0,88 \qquad (2.22)$$

де $Н_{Т.ОР.ЕРЕ}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{59}{59} = 0 \qquad (2.23)$$

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

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення $К_Ф$ деталей визначається за формулою:

$$К_ф = \frac{Д_{пр}}{Д} = \frac{1}{1} = 1 \qquad (2.24)$$

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

Комплексний показник технологічності К визначається за формулою

$$К = \frac{К1ф1 + К2ф2 + ... + Кіфі}{ф1 + ф2 + ...фі} = \frac{0,05*1 + 0,97*1 + 0,95*0,75 + 0,3*0,5 + 0,88*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,59 \qquad (2.25)$$

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

Відношення $К/К_н$ повинно задовольняти умову:

$$\frac{К}{Кн} \geq 1 \qquad (2.26)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,59}{0,5} = 1,17 \geq 1$.

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпуса;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпуса за допомогою чотирьох гвинтів;

- кріплення перемикачів;
- кріплення роз’єма між двома кришками;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів та кріплення ніжок [25].

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

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

1) Вартість будівель визначається, виходячи із орендної плати за них (приймається середня величина оренди виробничих приміщень в даному регіоні на час написання дипломного проекту; приймається –1000грн/м^2 за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

$$В_{буд} = Ц_{буд} \times S_{буд}, \quad (3.1)$$

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

де $В_{буд}$ - вартість будівлі, грн.;

$Ц_{буд}$ – орендна плата за 1м^2 будівлі, грн./м^2;

$S_{буд}$ – площа будівлі, м^2 (приймається 125м^2) .

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

$$В_{буд\sum} = В_{буд} + В_{обл}, \quad (3.2)$$

$$В_{буд\sum} = 150000 + 75000 = 225000 \text{ (грн.)}$$

де $В_{буд\sum}$ - вартість оренди будівель включно з вартістю обладнання;

$В_{обл}$ – вартість обладнання.

При цьому вартість обладнання складає:

$$В_{обл} = В_{буд} \cdot К_о, \quad (3.3)$$

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

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

2) Вартість інструментів та приладів ($В_{інстр}$)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:

$$В_{інстр}=В_{обл}\times0,02\times1,1\ , \qquad (3.4)$$

$$В_{інстр}=75000\times0,02\times1,1=1650\ (грн.)$$

3) Вартість виробничого та господарського інвентарю ($В_{інв}$) 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:

$$В_{інв}= В_{обл}\times0,03\times1,1\ , \qquad (3.5)$$

$$В_{інв}= 75000\times0,03\times1,1=2475\ (грн.)$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

$$ПІ=В_{буд\sum}+В_{інстр}+В_{інв} \qquad (3.6)$$

$$ПІ=225000+1650+2475=229125\ (грн.)$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

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

$Н_а$ - 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.
	Інструменти та прилади	1650	412,5
	Виробничий та господарський інвентар	2475	618,75
	Всього:	3300	1031,25

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

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

$$В_м = \sum_{i=1}^{m}(Н_{мі} \times Ц_{мі}) \times К_{тр} \quad (3.8)$$

$$В_м = 733 \times 1{,}04 = 762{,}3 \text{ (грн.)}$$

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

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

$Ц_{мі}$— ціна придбання і-го виду матеріалу (покупних виробів), грн. од.;

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	2	75	75
2	Кришка нижня	1	80	80
3	Кришка верхня	1	80	80
4	Мікросхема	3	70	210
5	Конденсатори електролітичні	1	10	10
6	Конденсатори постійні	10	1	10
7	Резистори постійні	26	0,5	13
8	Світлодіод	3	10	30
9	Кнопка	2	20	40
10	Роз’єм	1	100	100
11	Діод	10	5	50
12	Транзистор	7	5	35
				733

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 ($В_{о.з.пл.}$):

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

$$P_{від} = \frac{\sum_{i=1}^{m} Тшш_i}{60} \times C_г, \quad (3.9)$$

$$P_{від} = \frac{32}{60} \times 220 \ = 117,33(грн)$$

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

$C_г$ – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. додаток А).

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт}$, хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг),грн/год
1	Пайка	14	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	32		

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

$$В_{дод.з.пл.} = Р_{від} \times 0.11 \quad (3.10)$$

$$В_{дод.з.пл.} = 117,33 \times 0,11 = 12,91 \text{ (грн)}$$

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

$$С_{в.с.з.} = \frac{\alpha}{100} \times (Р_{від} + В_{дод.з.пл.}) \quad (3.11)$$

$$C_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \times (117{,}33 + 12{,}91) = 28{,}65 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

$$B_{уео} = \frac{89}{100} \times (117{,}33 + 12{,}91) = 115{,}91 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{уео}$- відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 89%);

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

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

$$B_{зв} = \frac{158}{100} \times (117{,}33 + 12{,}91) = 205{,}78 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{зв}$- відсоток загальновиробничих витрат (приймають 158%).

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

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

$$S_{вир} = 762{,}3 + (117{,}33 + 12{,}91 + 28{,}65) + 115{,}91 + 205{,}78 = 1242{,}88 \text{ (грн.)}$$

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	762,3
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	117,33
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,91
4	Відрахування на соціальні заходи	28,65
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	115,91
6	Загальновиробничі витрати	205,78
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1242,88
7	-змінні (сума 1-4) $В_{зм.од}$	921,19
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $В_{уп.од}$	321,69

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

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

$$Цод_{пр}=1242,88\times\frac{100+38}{100} = 1715,17 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$–відсоток запланованого прибутку (приймається 38 %);

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:

$$П_р = (Цод_{пр.}-S_{пов.})\times N_р, \quad (3.16)$$

$$П_р = (1715,17-1241,88)\times 2100 = 993909 \text{ (грн)},$$

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

$Цод_{пр}$- ціна одиниці продукції, грн.;

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

$N_р$ - річна виробнича програма (план виробництва), од.

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$ЧП = П_р - П_р \times \frac{П_п}{100}, \quad (3.17)$$

$$ЧП = 993909 - 993909 \times \frac{18}{100} = 815005{,}38 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq}=1241{,}88\times 2100 = 2607948 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$Р_п = \frac{815005{,}38}{2607948} \times 100\% = 31{,}25\ \%$$

де Рп- рентабельність продукції, %;

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

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

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

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (3.20)$$

$$ГП = 815005{,}38 + 1031{,}25 = 816036{,}63 \text{ (грн.)},$$

де $ГП_t$ - 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:

$$ЧТВ = ТВ - ПІ \quad (3.21)$$

$$ЧТВ = 741851,48 – 229125=512726,48 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

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

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

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

$$ТВ = \frac{816036,63}{(1+0,1)^1} = 741851,48(\text{грн.})$$

де $ГП_t$- грошовий потік, який очікується у t-му році від реалізації проекту,грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$- коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків (дисконтний множник);

r - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу (r = 0,1-0,2);

n - кількість років інвестування, t = 1,2, ... ,n (приймається з розрахунку виконання умови ТВ>ПІ).

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від’ємну величину або дорівнює нулю, то проект слід відхилити, оскільки його реалізація призведе до збитків або не принесе підприємству додаткового доходу на вкладений капітал.

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$ІП = \frac{ТВ}{ПІ} \quad (3.23)$$

$$ІП = \frac{741851,48}{229125} = 3,24$$

де ІП- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

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

$$Ток_{диск.}=\frac{229125}{741851,48}=0,31р$$

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

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

$$ГП_{диск}=\frac{741851,48}{1}=741851,48 \quad (грн.)$$

де t- кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	2100
2	Собівартість виробу	грн./од.	1241,88
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1715,17
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	815005,38
6	Рентабельність виробу	%	31,25
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	512726,48
9	Індекс прибутковості	-	3,24
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,31

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Категорії поділу фізичної роботи за величиною загальних енергозатрат

Праця людини є функціональним процесом, в якому використовуються фізіологічні та психологічні якості працівника. В процес праці залучаються всі органи й системи організму людини, при цьому витрачається нервова та м’язова енергія. Крім того, в процесі праці активізуються усі психічні функції людини: сприймання, мислення, пам’ять, відчуття, уява, вольові якості, уважність, зацікавленість, задоволення, зосередженість, напруження, стомлення тощо.

У процесі праці людина сприймає і переробляє інформацію, в тому числі інформацію про наявність шкідливих і небезпечних чинників на робочому місці; приймає і реалізує рішення; осмислює різні варіанти дій; використовує засвоєні знання, навички і вміння; аналізує відповідність умов, знарядь та предметів праці правилам, нормам; прогнозує можливі ситуації; оптимально мобілізує свої резервні можливості; концентрує вольові зусилля на досягненні поставленої мети і в цілях підвищення безпеки праці. Також у процесі праці реалізується комунікативна функція психіки, яка виявляється у спілкуванні працівників і є основою міжособистісних відносин, способом організації спільної діяльності та методом пізнання людини людиною. В ній враховуються індивідуальні властивості особистості, які проявляються у відмінностях поведінки людей у тих чи інших небезпечних ситуаціях.

Отже, праця — це сукупність фізіологічних та психічних процесів, які спонукають, програмують і регулюють діяльність людини.

У процесі праці відбувається функціональне напруження людини, яке зумовлене двома видами навантажень:

1) м’язові навантаження, які визначаються робочою позою, характером робочих рухів, напруженням фізіологічних функцій тих органів, які задіяні

при виконанні робіт стоячи або сидячи. Динамічні навантаження зумовлені м’язовими навантаженнями при переміщенні у просторі тіла або його частин;

2) нервові навантаження зумовлені напругою уваги, пам’яті, сенсорного апарату, активізацією процесів мислення та емоційної сфери.

Залежно від співвідношення м’язових і нервових навантажень праця поділяється на фізичну, з перевагою м’язових навантажень, і розумову, з перевагою навантажень на кору головного мозку, пов’язаних із вищими психічними функціями. Цей поділ є умовним, тому що будь-яка праця містить у собі зазначені компоненти і являє собою єдиний нервово-м’язовий процес. Співвідношення затрат м’язової та нервової енергії, виконавських і творчих функцій, механічних дій і операцій мислення у трудовому процесі характеризують зміст праці.

Фізична праця відрізняється великими витратами енергії, швидким стомленням та відносно низькою продуктивністю. При роботі м’язів підсилюється кровообіг, що прискорює постачання поживних речовини і кисню, видалення продуктів розпаду. В організмі настають фізіологічні зміни, які забезпечують м’язову діяльність. Із підвищенням тяжкості фізичної праці збільшується вживання кисню.

Кожній людині відповідає свій показник максимального споживання кисню (МСК). Чим вище МСК, тим вища працездатність, стійкість до впливу екстремальних факторів. Звичайно МСК не перевищує 3...4 л/хв. Під час виконання дуже важкої роботи постачання кисню в організм досягає своєї межі, але потреба в ньомустає ще більшою і не задовольняється в процесі роботи. В цей момент в організмі виникає стан кисневої недостатності — гіпоксія. Помірна гіпоксія тренує організм,але якщо важка фізична праця триває довго, або якщо людина не звикла до великих навантажень, і її дихальна та серцево-судинна системи погано забезпечують роботу м’язів — гіпоксія стає ушкоджуючим чинником.

М’язова робота супроводжується змінами і в обміні речовин, які, в свою чергу, позначаються на складі крові. Суттєвим чинником, що впливає на склад крові, є порушення водного і водно-сольового балансу. В зв’язку з цим підвищується концентрація солі в рідкій частині крові (плазмі). Крім того, енергетичні витрати в процесі праці передбачають надходження у кров різних продуктів розпаду речовин, що призводить до зміни складу крові.

Критерієм фізичного навантаження на організм людини в процесі праці є важкість праці — така характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), що забезпечують його діяльність. Вона визначає ступінь залучення до роботи м'язів і відображає фізіологічні витрати внаслідок фізичного навантаження. Важкість праці характеризується фізичним (динамічним і статичним) навантаженням, масою вантажу, що підімається і переміщується, характером і загальним числом стереотипних робочих рухів, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням в просторі, ступенем напруження фізіологічних функцій, процесом зниження витривалості, завантаженістю робочого дня.

За величиною загальних енерговитрат організму фізичні роботи поділяються на легкі (Іа, Іб), середньої важкості (ІІа, ІІб) та важкі (ІІІ) (ДСН 3.3.6.042-99). До категорії Іа належать роботи, які виконуються сидячи та не потребують фізичного напруження (професії сфери управління, швейного і годинникового виробництва та ін.).

До категорії Іб належать роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов’язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням (низка професій на підприємствах зв’язку, контролери, майстри та ін.).

До категорії ІІа належать роботи, які пов’язані з постійним ходінням,переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів чи предметів у положенні стоячи або сидячи, і потребують певного фізичного напруження (низка

професій у прядильно-ткацькому виробництві, механоскладальних цехах та ін.).

До категорії IIб належать роботи, які виконуються стоячи, пов'язані з ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням (низка професій машинобудування, металургії та ін.).

До категорії III належать роботи, які пов'язані з постійними переміщеннями, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, і потребують великих фізичних зусиль (низка професій з виконанням ручних операцій металургійних, машинобудівних, гірничо-видобувних підприємств).

У сфері матеріального виробництва працівники здійснюють трудову діяльність із переважною часткою фізичної праці. У сфері управління, надання послуг, виробництва ідеологічної та науково-технічної продукції працівники здійснюють трудову діяльність із переважною часткою розумової праці.

Важливою ознакою розумової праці є те, що результатами діяльності працівників є не матеріальні речі, а плани, програми, ідеї, проекти, управлінські рішення, інформація, послуги. Розумова праця людини визначається, в основному, участю в трудовому процесі центральної нервової системи та органів чуття. При розумовій праці уповільнюється частота серцевих скорочень, підвищується кров'яний тиск, послаблюються обмінні процеси, зменшується кровопостачання кінцівок та черевної порожнини, водночас збільшується кровопостачання мозку (у 8...10 разів порівняно зі станом спокою).

Розумова праця дуже тісно пов'язана з роботою аналізаторів, в першу чергу зорового та слухового. Порівняно з фізичною працею при окремих видах розумової праці (робота конструкторів, операторів ЕОМ, учнів та вчителів тощо) напруженість органів чуття зростає в 5...10 разів.

На відміну від фізичної, розумова праця супроводжується меншими витратами енергетичних запасів, але це не свідчить про її легкість. Основним

працюючим органом під час такого виду праці виступає мозок. При інтенсивній інтелектуальній діяльності потреба мозку в енергії підвищується і становить 15...25 % від загального об’єму енергії, яка витрачається в організмі. Під час розумової праці значно активізуються аналітичні та синтетичні функції центральної нервової системи, прийом і переробка інформації, виникають функціональні зв’язки, нові комплекси умовних рефлексів, зростає роль функцій уваги, пам’яті.

Для розумової праці характерні: велика кількість стресів, мала рухливість, вимушена статична поза — все це зумовлює застійні явища у м’язах ніг, органах черевної порожнини і малого тазу, погіршення постачання мозку киснем, зростання потреби в глюкозі. При розумовій праці погіршується робота органів зору — знижується стійкість ясного бачення, гострота зору, адаптаційна можливість ока.

Розумовій праці властивий найбільший ступінь зосередження уваги — в середньому у 5...10 разів вище ніж при фізичній праці. Завершення робочого дня зовсім не перериває процесу розумової діяльності. Розвивається особливий стан організму — втома, що з часом може перетворитися на перевтому. Все це призводить до порушення нормального фізіологічного функціонування організму. При розумовій праці мають місце зсуви в вегетативних функціях людини: підвищення кров’яного тиску, зміни електрокардіограми, вентиляції легень і вживання кисню, підвищення температури тіла. Після закінчення розумової праці втома залишається довше, ніж після фізичної праці, однак навіть у стані перевтоми працівники здатні довгий час виконувати свої обов'язки без особливого зниження рівня працездатності і продуктивності.

Критерієм навантаження на нервову систему є напруженість праці — характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на ЦНС, органи чуттів, емоційну сферу працівника. До факторів, що характеризують напруженість праці, відносяться: інтелектуальні, сенсорні,

емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, складності завдання, режим і характер виконуваної роботи, щільністю робочого дня.

4.2 Які шкідливі речовини виділяються при паянні, які вимоги до вентиляції робочого місця.

Під час виконання паяльних робіт у повітря робочої зони виділяється комплекс шкідливих речовин, які можуть негативно впливати на здоров'я людини при тривалому або інтенсивному впливі. Основним джерелом цих речовин є припій і флюси, що використовуються для забезпечення якісного з'єднання електронних компонентів. При нагріванні вони зазнають термічного розкладу, внаслідок чого утворюються аерозолі, гази та пари, які потрапляють у дихальні шляхи працівника.

До найбільш поширених шкідливих речовин, що виділяються під час паяння, належать продукти розкладу каніфолі (флюсу), які містять альдегіди, органічні кислоти та дрібнодисперсні частинки. Особливо небезпечними є формальдегід і акролеїн — речовини з вираженою подразнюючою дією, які можуть викликати подразнення слизових оболонок очей, носа та дихальних шляхів. Крім того, в процесі паяння утворюються дрібні тверді частинки (аерозолі), які здатні проникати глибоко в легені та накопичуватися в організмі.

Якщо використовується припій, що містить свинець, у повітря можуть потрапляти сполуки свинцю. Свинець є токсичним металом, який має кумулятивну дію — тобто накопичується в організмі, впливаючи на нервову систему, кровотворення та інші органи. При систематичному впливі навіть невеликих концентрацій можливе виникнення хронічних отруєнь. Також у деяких випадках при паянні можуть виділятися пари інших металів (наприклад, олова, срібла), а також залишки розчинників, що входять до складу флюсів.

Окрему небезпеку становлять сучасні безсвинцеві припої, які хоча й не містять свинцю, але можуть включати інші компоненти, наприклад срібло або мідь, а також вимагати вищих температур паяння. Це призводить до інтенсивнішого розкладу флюсів і, відповідно, більшого виділення шкідливих речовин у повітря. Таким чином, незалежно від типу припою, питання забезпечення безпечних умов праці залишається актуальним.

Враховуючи зазначені фактори, важливу роль відіграє правильна організація вентиляції робочого місця паяльника. Основною метою вентиляції є видалення забрудненого повітря та забезпечення подачі свіжого, що дозволяє знизити концентрацію шкідливих речовин до допустимого рівня. Вентиляція повинна відповідати санітарно-гігієнічним нормам і забезпечувати комфортні умови праці.

Найефективнішим рішенням є застосування місцевої витяжної вентиляції. Вона передбачає встановлення витяжних пристроїв безпосередньо в зоні утворення шкідливих речовин — тобто над місцем паяння або поруч із ним. Такі пристрої можуть бути у вигляді витяжних зондів, гнучких рукавів або спеціальних настільних витяжок із фільтрами. Основна перевага місцевої вентиляції полягає в тому, що вона захоплює забруднене повітря одразу після його утворення, не допускаючи його поширення по приміщенню.

Загальнообмінна вентиляція також є важливою складовою системи повітрообміну. Вона забезпечує циркуляцію повітря в усьому приміщенні, підтримує необхідний мікроклімат і знижує загальну концентрацію шкідливих речовин. Проте слід зазначити, що загальнообмінна вентиляція не може повністю замінити місцеву витяжну, оскільки вона не здатна ефективно видаляти забруднення безпосередньо з джерела їх утворення.

Вимоги до вентиляції робочого місця при паянні передбачають забезпечення достатньої кратності повітрообміну. Як правило, для таких приміщень рекомендується кратність повітрообміну не менше 3–5 разів на годину, залежно від інтенсивності робіт і кількості робочих місць. Швидкість

руху повітря в зоні дихання працівника повинна бути оптимальною — зазвичай у межах 0,2–0,5 м/с, щоб забезпечити ефективне видалення забруднень без створення дискомфорту.

Важливим аспектом є правильне розміщення вентиляційних пристроїв. Витяжний елемент має бути розташований максимально близько до місця паяння (на відстані 10–30 см), щоб забезпечити ефективне захоплення шкідливих речовин. При цьому напрямок повітряного потоку не повинен проходити через зону дихання працівника, щоб уникнути втягування забрудненого повітря до обличчя.

Сучасні системи місцевої витяжної вентиляції часто оснащуються фільтрами різного типу — вугільними, HEPA або комбінованими. Вони дозволяють очищати повітря перед його поверненням у приміщення або викидом назовні. Регулярне обслуговування та заміна фільтрів є обов’язковою умовою ефективної роботи таких систем.

Крім вентиляції, важливими є й організаційні заходи: використання малотоксичних флюсів, дотримання температурного режиму паяння, регулярне провітрювання приміщення, а також застосування засобів індивідуального захисту (наприклад, респіраторів) у разі необхідності. Робоче місце повинно бути організоване таким чином, щоб мінімізувати контакт працівника з шкідливими речовинами.

Отже, процес паяння супроводжується виділенням небезпечних для здоров’я речовин, що вимагає обов’язкового дотримання вимог щодо вентиляції робочого місця. Використання ефективної місцевої витяжної вентиляції в поєднанні із загальнообмінною системою дозволяє значно знизити ризик негативного впливу на організм людини та забезпечити безпечні умови праці.

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Автомобільна охорона сигналізація». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 100×80мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Корпус має такі розміри 131x138x48, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

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

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

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

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автомобільна охорона сигналізація [електронний ресурс] – Режим доступу https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8 (дата звернення 4.02.2026).

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

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

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

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

6. Транзистор BC547 "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html. (дата звернення 4.02.2026).

7. Перемикач A21B1K11 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html(дата звернення 4.02.2026).

8. Мікросхема MC14520A "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.chipdip./product/asw-09-102-red(дата звернення 1.02.2026).

9. Мікросхема CD4011 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

10. Тиристор КУ112А "RUF" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809(дата звернення 1.02.2026).

11. Транзистор BD234 "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).

12. Транзистор BD242C "Inchange" [електронний ресурс] – Режим доступу http://www.platan./shop/part/PBS-4.html. (дата звернення 3.02.2026).

13. Світлодіод типу L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: URL http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html. (дата звернення 4.02.2026). Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

14. Роз'єм роз’єму 8012694329 "TE Connectivity" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809(дата звернення 1.02.2026).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

28. Гуржій А. М. Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник / А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін:–Дніпро: «Гарант СВ», 2021.- 243с.

29. Ємельянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни "Системи мобільного зв'язку", частина 2 – "Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої" для студентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.

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

31. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzkzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ4OS4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

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

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

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

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

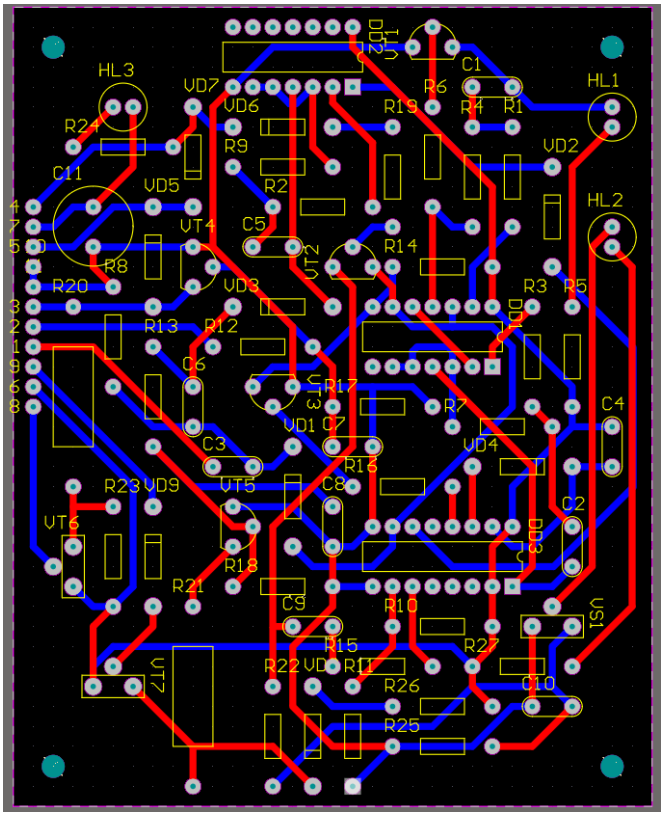


Рисунок А.1 – Друкована плата

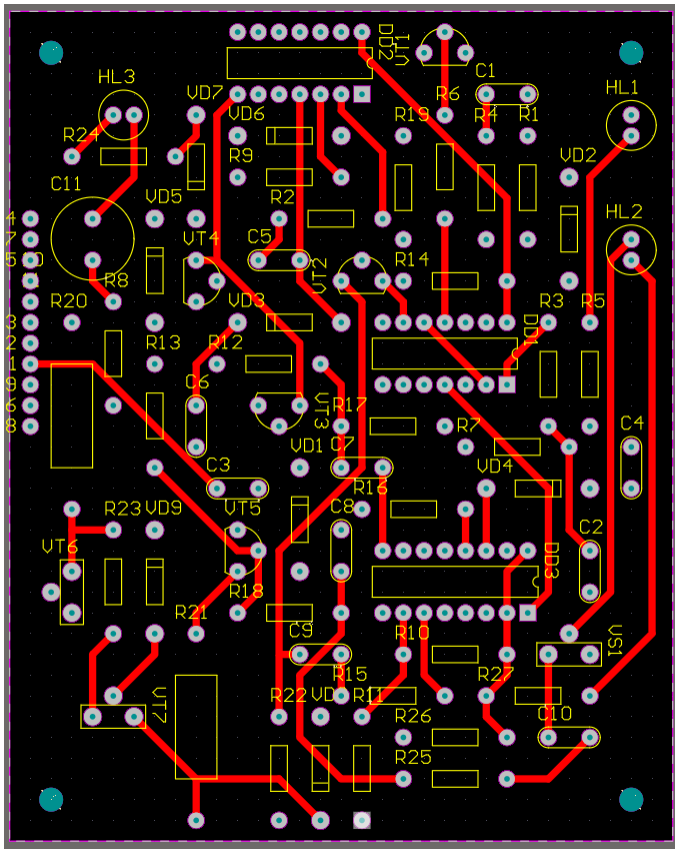


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Top

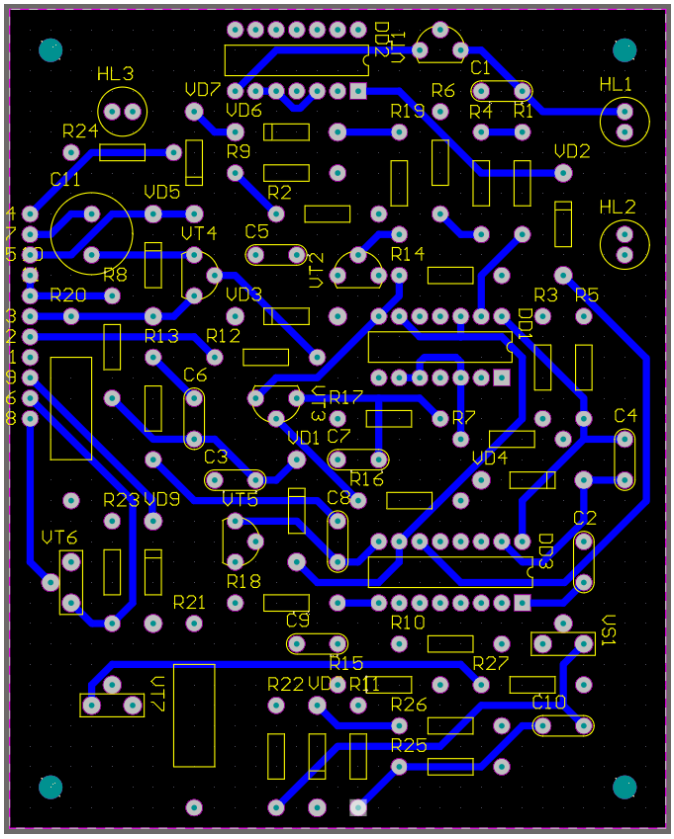


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

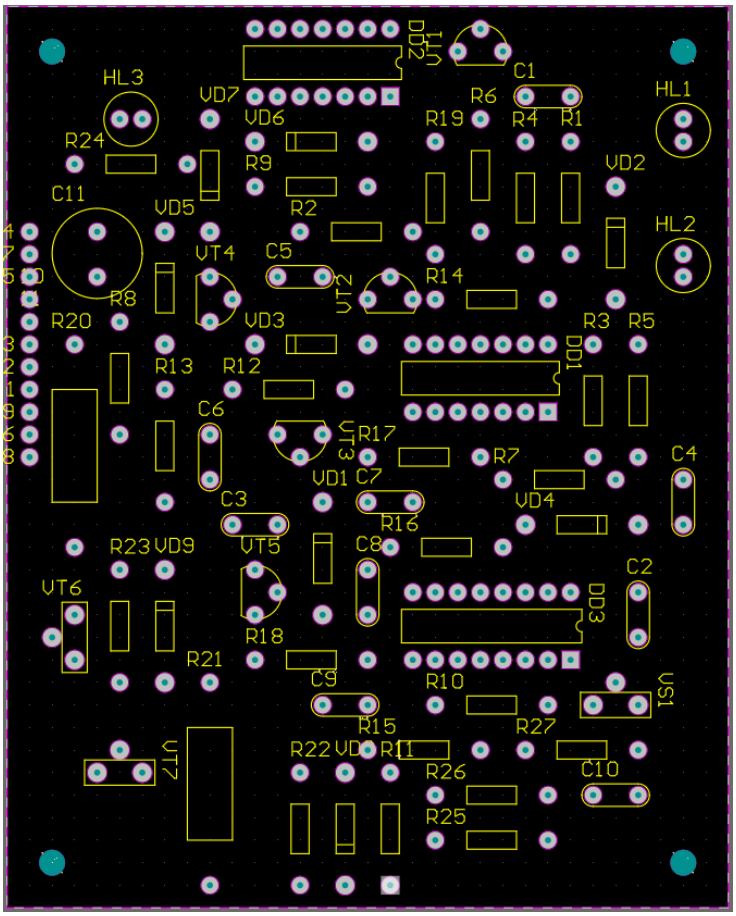


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Додаток Б 3D модель пристрою

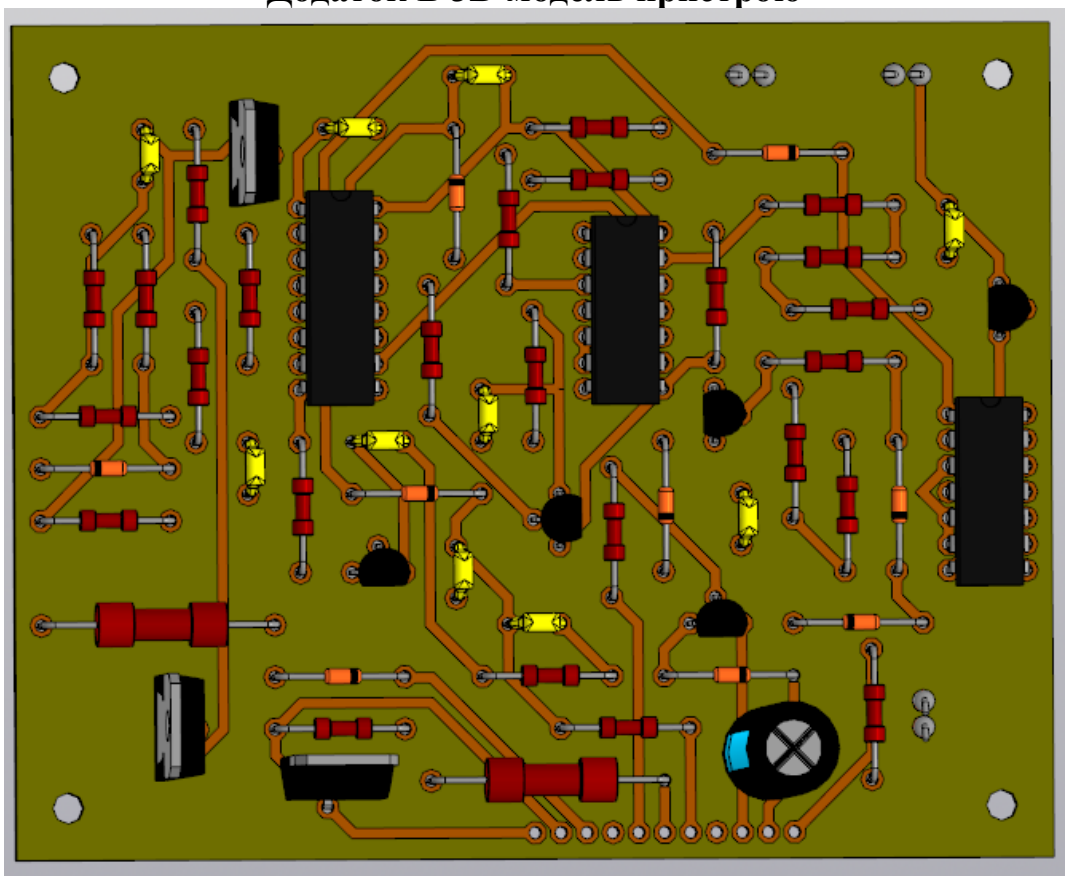


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

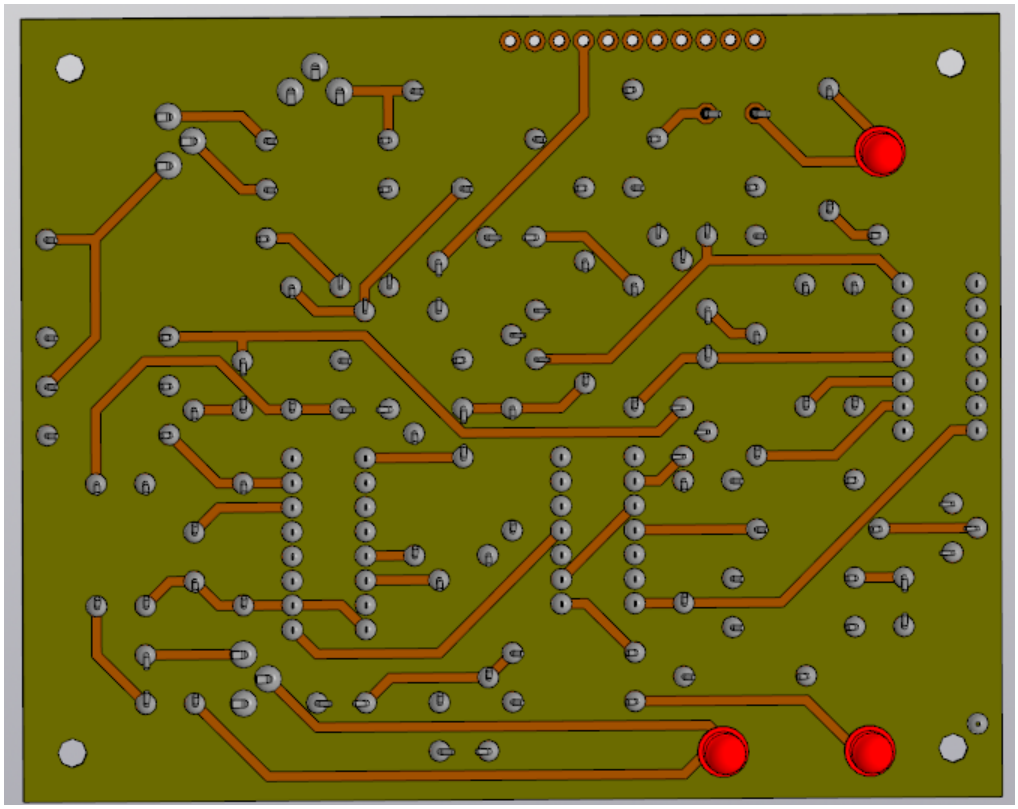


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

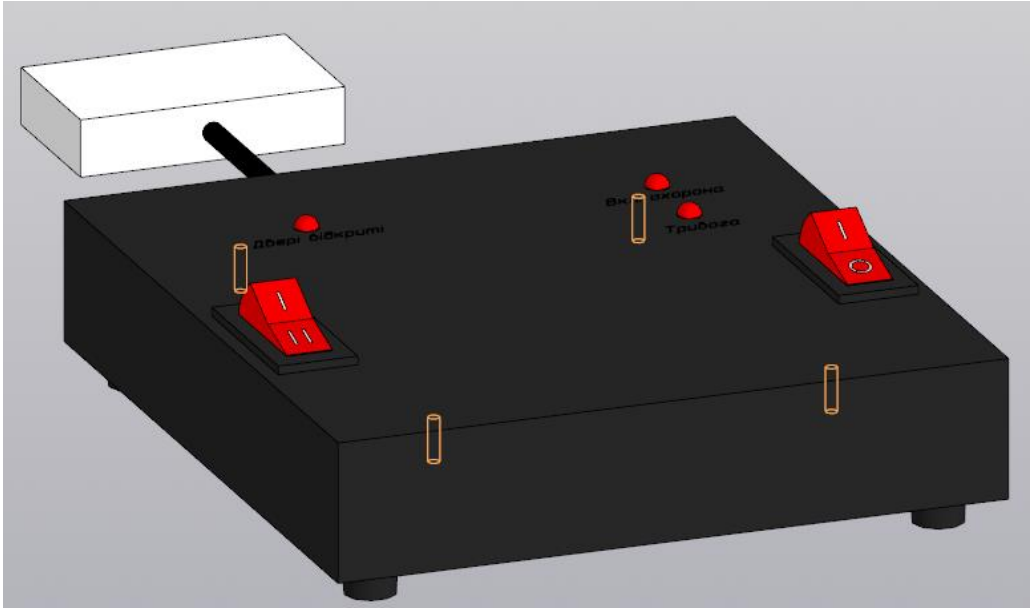


Рисунок Б.3 – 3D модель пристрою, вверхня кришка

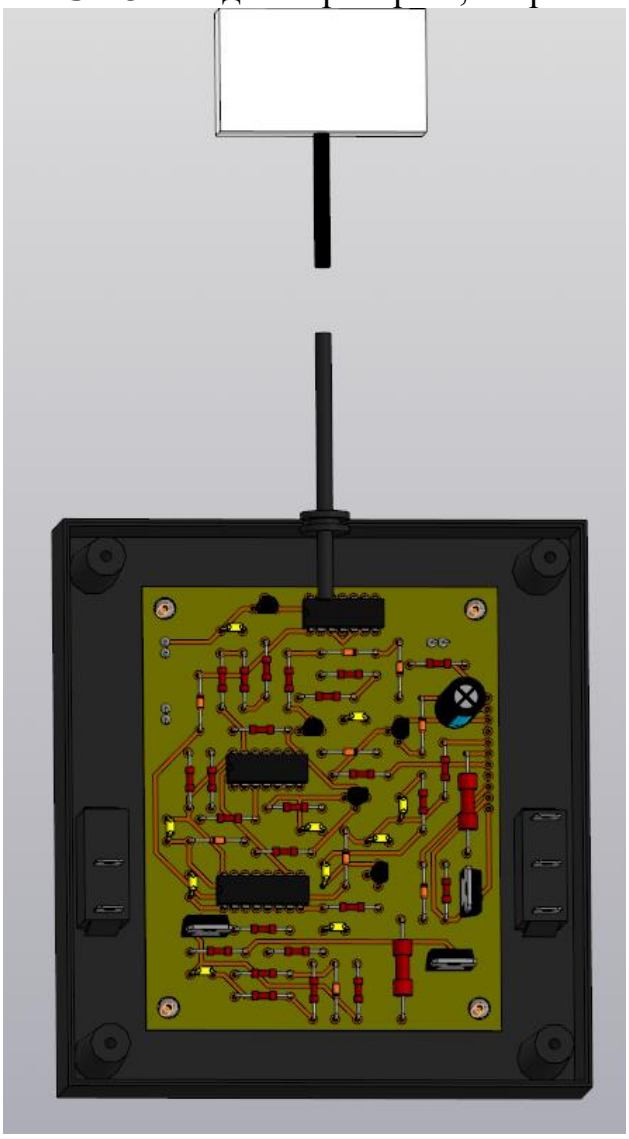


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

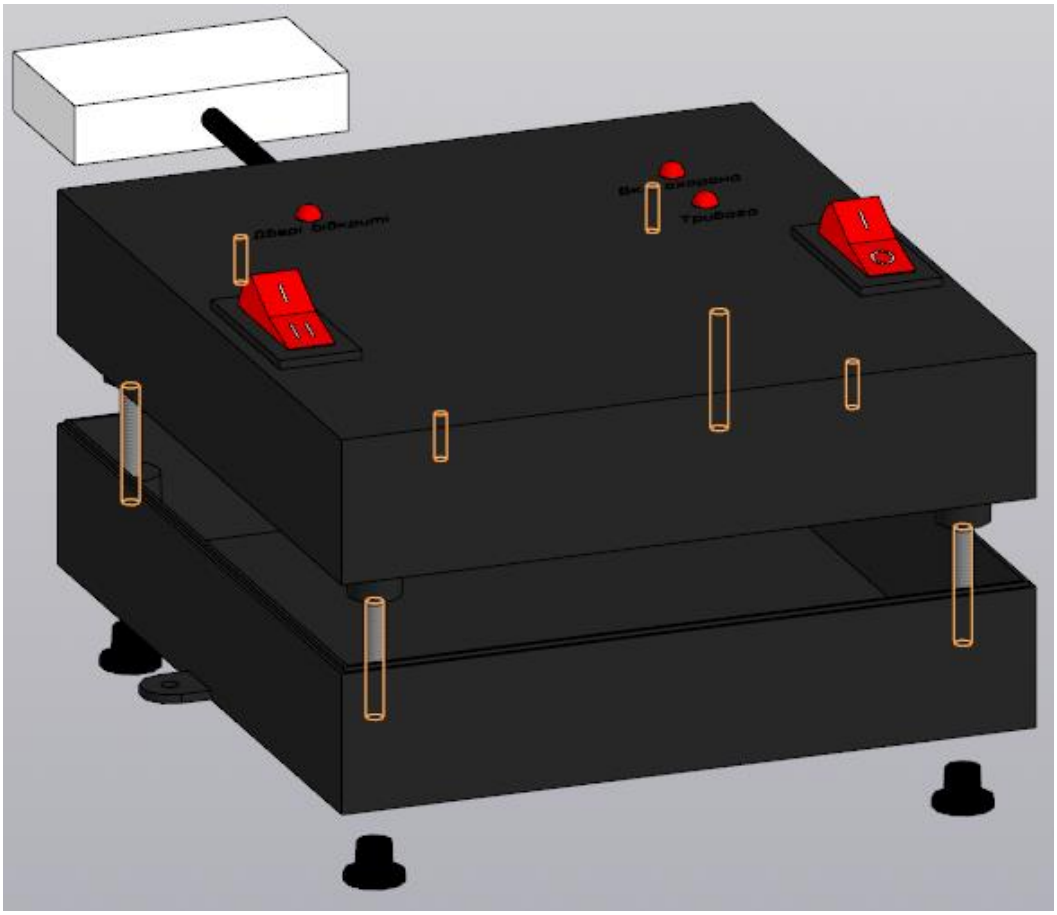


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

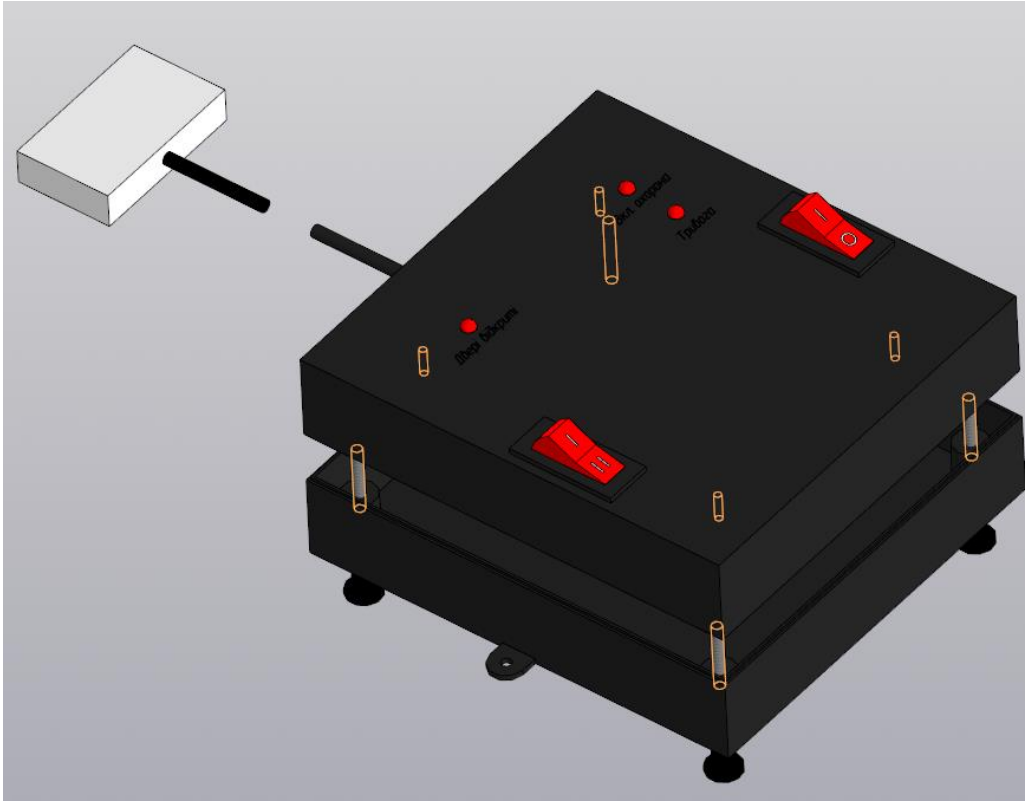
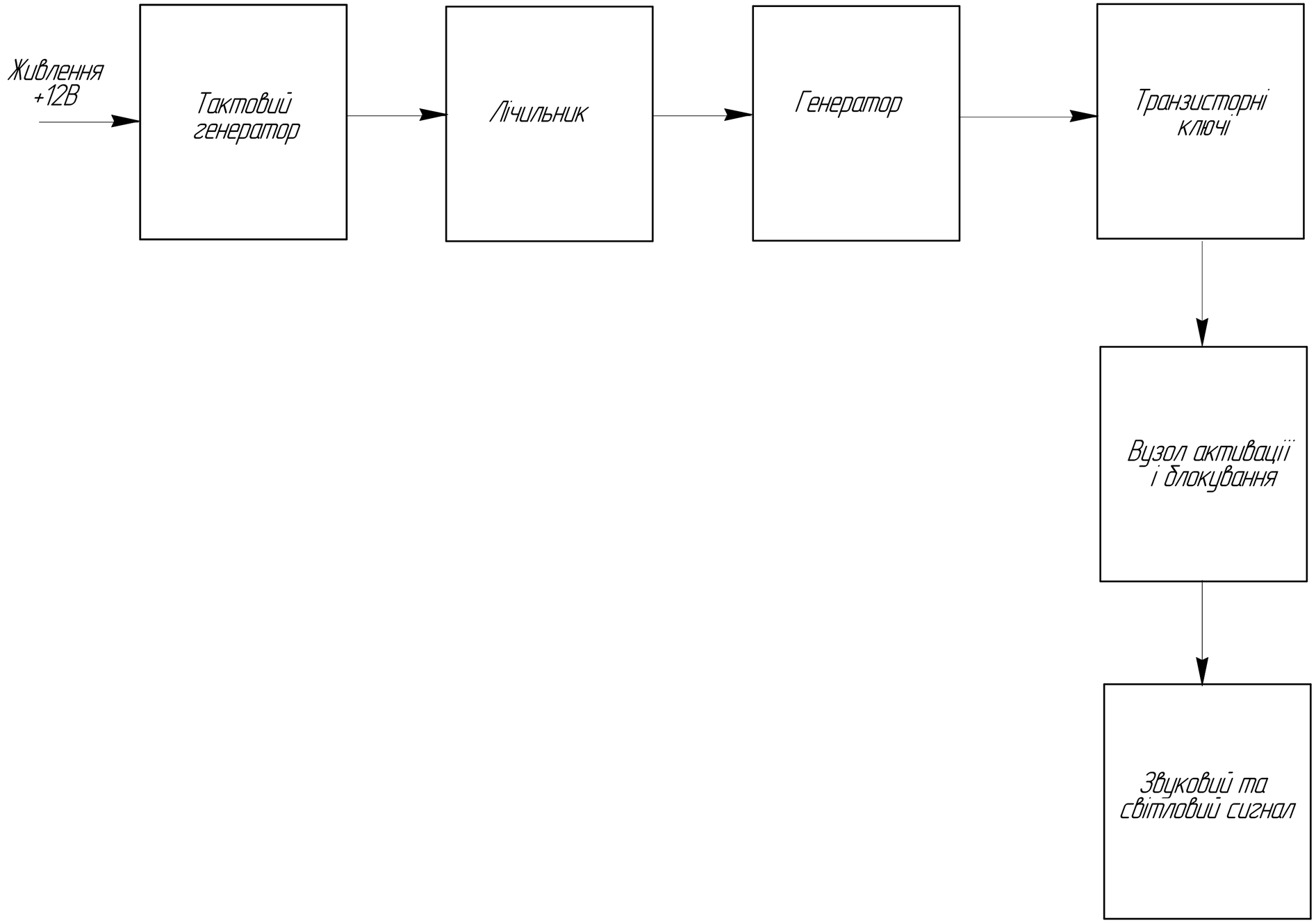


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.027.001.000 Е1
Розроб.		Якимів			Автомобільна охорона сигналізація. Схема електрична структурна
Перевір.		Березіцький			Літ. – Н – / Маса – / Масштаб –
Т.контр.					Аркуш / Аркушів 1
Рецензент					ВСП ТФК ТНТУ ТР-403
Н.контр.		Задорожний			м. Тернопіль
Затверд.					

Копіював Формат А2

Перш. викорис.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Конденсатори		
C1	NP0-0,5 мкФ ±5% "Murata"	1	
C2, C3	NP0-1 мкФ ±5% "Murata"	2	
C4	NP0-1000 пФ ±5% "Murata"	1	
C5	NP0-1 мкФ ±5% "Murata"	1	
C6	NP0-4,7 мкФ ±5% "Murata"	1	
C7, C8	NP0-0,022 мкФ ±5% "Murata"	2	
C9	NP0-1000 пФ ±5% "Murata"	1	
C10	NP0-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1	
C11	ECAP-25 В-1000 мкФ ±20% "Jamicon"	1	
	Мікросхеми		
DD1, DD2	CD4011 "Texas Instruments"	2	
DD3	MC14520A "Texas Instruments"	1	
HL1...HL3	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	3	
	Резистори		
R1...R3	MFP-0,125-30 кОм ±10% "Yageo"	3	
R4	MFP-0,125-510 кОм ±10% "Yageo"	1	
R5	MFP-0,125-820 Ом ±10% "Yageo"	1	
R6	MFP-0,125-15 кОм ±10% "Yageo"	1	
R7	MFP-0,125-910 кОм ±10% "Yageo"	1	
R8	MFP-0,125-200 кОм ±10% "Yageo"	1	
R9	MFP-0,125-360 кОм ±10% "Yageo"	1	

Перш. викорис.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.027.001.000ПЕЗ

Розроб.	Якимів	
Перевір.	Березіцький	
Н.контр.	Задорожний	
Затверд.		

Автомобільна охорона сигналізація

Перелік елементів

Літ.	Аркуш	Аркушів
Н	1	3

ВСП ТФК ТР-403

м. Тернопіль

Копіював

Формат А4

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R10	MFP-0,125-300 кОм ±10% "Yageo"	1	
R11	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R12	MFP-0,125-12 кОм ±10% "Yageo"	1	
R13	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R14	MFP-0,125-8,2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R15	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R16	MFP-0,125-12 кОм ±10% "Yageo"	1	
R17	MFP-0,125-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1	
R18	MFP-0,125-8,2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R19	MFP-0,125-16 кОм ±10% "Yageo"	1	
R20, R21	MFP-1-200 Ом ±10% "Yageo"	2	
R22	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R23	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R24	MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R25	MFP-0,125-1,5 кОм ±10% "Yageo"	1	
R26	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R27	MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
	Перемикачі		
SA1	A21B1K11 "EMAS"	1	
SA2	A21B1K12 "EMAS"	1	
	Діоди		
VD1...VD8	1N4148 "Diotec"	8	
VD9	1N5400 "Diotec"	1	
VS1	Тиристор КУ112А "RUF"	1	
	Транзистори		

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

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
VT1	BC547 "LGE"	1	
VT2	2N3906 "Diotec"	1	
VT3...VT5	BC547 "LGE"	3	
VT6	BD234 "LGE"	1	
VT7	BD242C "Inchange"	1	
XS1	Роз'єм 8012694329 "TE Connectivity"	1	

Підпис і дата

Інв. № дубл.

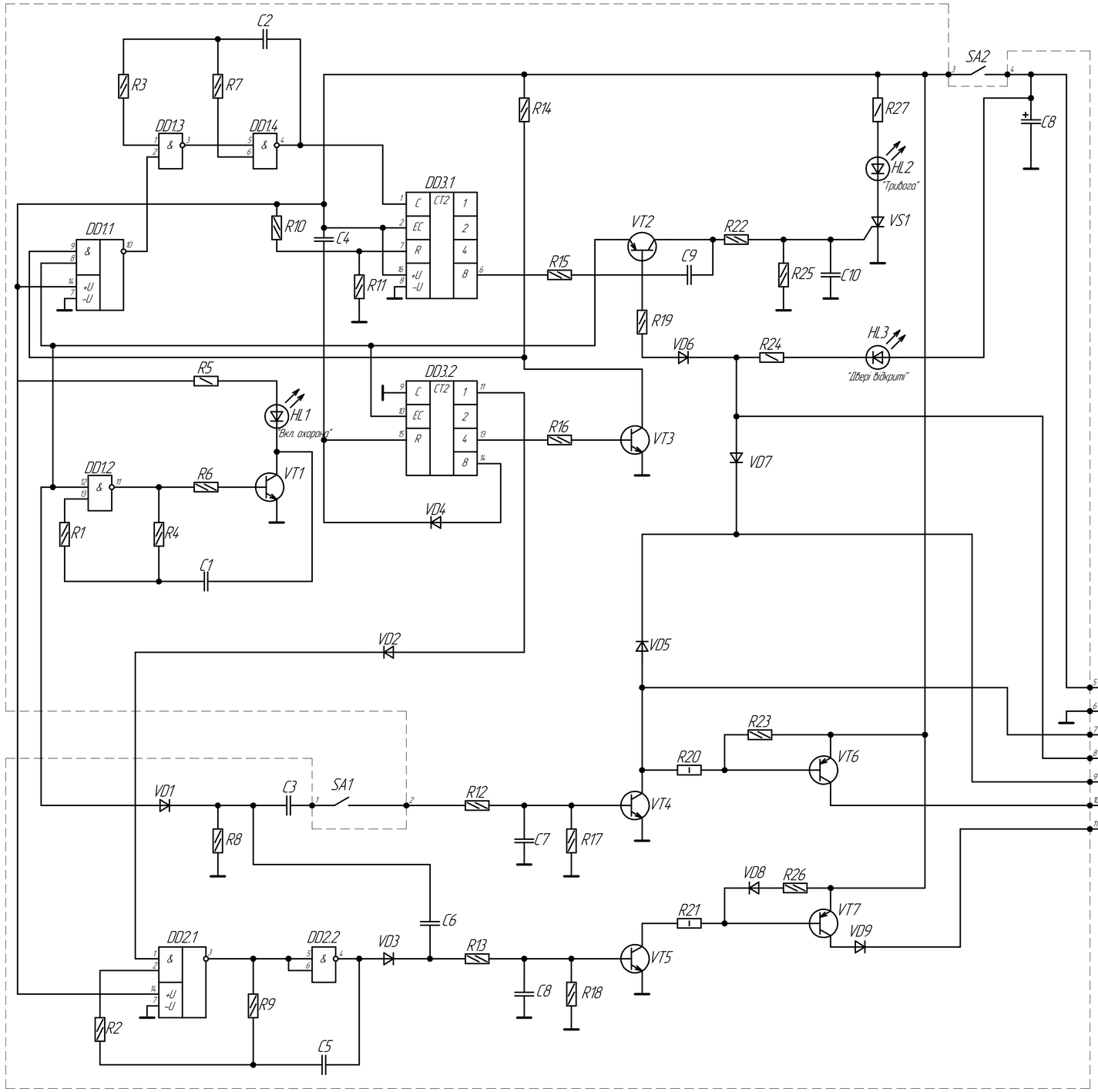
Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.027.001.000ПЕЗ	Арк. 3

Копіював Формат А4



XS1

Номер конт.	Коло
1	+12 В
2	⊥
3	Датчик коливань
4	Датчик коливань
5	До кінцевиків дверей, багажника, капота
7	До сирени
8	До габаритів

					26 КР 172.403.027.001.000 Е3			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Автомобільна охорона сигналізація Схема електрична принципова	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Якимів				Н	–	–
Перевір.		Березецький						
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	1
Н.контр.		Задорожний				ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль		
Затверд.								

Копіював

Формат А1

Перш. викорис.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Взам. інв. №

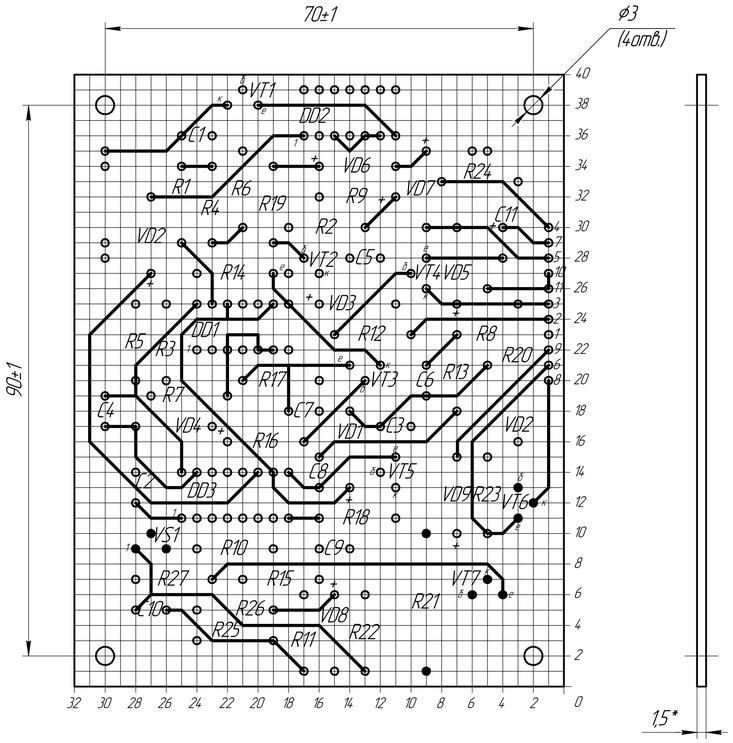
Підпис і дата

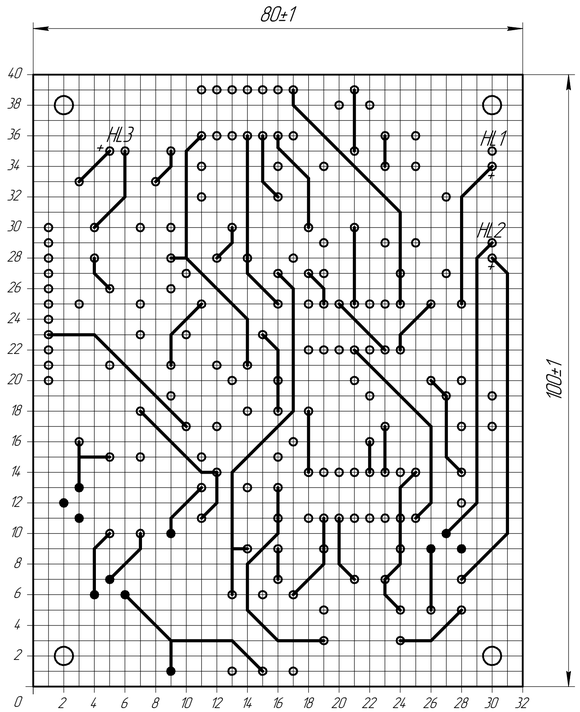
Інв. № ориг.

26 КР 172403.027.001.001

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⊕	0,8	є	2,0	169	
●	1,0	є	2,2	11	





1. Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
2. *Розмір для довідок.
3. Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
4. Крок координатної сітки 2,5 мм.
5. Плату виготовити комбінованим методом.
6. Параметри отворів дивись в таблиці.
7. Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
8. Мінімальна відстань між провідниками не менше 1 мм.
9. Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
10. Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 4.1 ГОСТ 26.020-80.
11. Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

					26 КР 172.403.027.001.001				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Плата друкована	Літ.	Маса	Масштаб	
Розроб.		Якимів				Н	0,03	2:1	
Перевір.		Березецький							
Т.контр.						Аркуш	Аркушів 1		
Н.контр.		Задорожний			СФ2-35-1,5ІКП ГОСТ 10316-78	ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль			
Затверд.									

Копіював Формат А1

Перш. використ. | Довід. № | Підпис і дата | Інв. № дубл. | Взам. інв. № | Підпис і дата | Інв. № подл.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документация		
A4			26 КР 172.403.027.000.000 ПЕ3	Перелік елементів		
A1			26 КР 172.403.027.000.000 Е3	Схема електрична принципова	1	
A1			26 КР 172.403.027.001.000 СК	Вузол друкований	1	
				Деталі		
A1		1	26 КР 172.403.027.001.001	Плата друкована	1	
БК		2	26 КР 172.403.027.001.002	Перемичка	11	
				Інші вироби		
				Конденсатори		
		3		NPO-1000 пФ ±5% "Murata"	2	C4, C9
		4		NPO-0,022 мкФ ±5% "Murata"	2	C7, C8
		5		NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1	C10
		6		NPO-0,5 мкФ ±5% "Murata"	1	C1
		7		NPO-1 мкФ ±5% "Murata"	3	C2,C3,C5
		8		NPO-4,7 мкФ ±5% "Murata"	1	C6
		9		ECAP-25 В-1000 мкФ ±20% "Jamicon"	1	C11
				Мікросхеми		
		11		CD4011 "Texas Instruments"	2	DD1, DD2
		12		MC14520A "Texas Instruments"	1	DD3
		14		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	3	HL1...HL3

Перш. використ.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Якимів		
Перевір.		Березіцький		
Н.контр.		Задорожний		
Затверд.				

26 КР 172.403.027.001.000

Вузол друкований

Літ.	Аркуш	Аркушів
Н	1	2

ВСП ТФК ТР-403

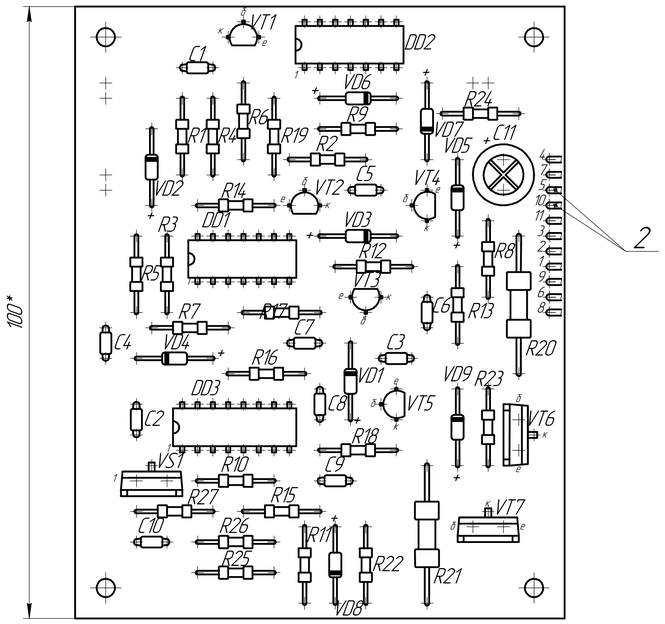
м. Тернопіль

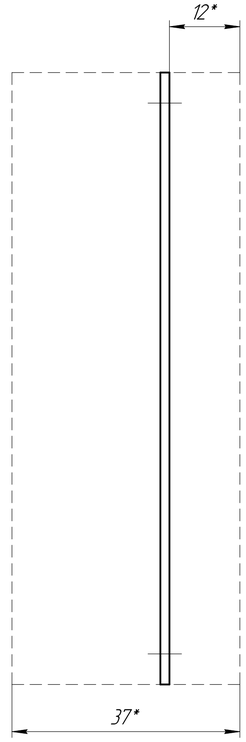
Копіював

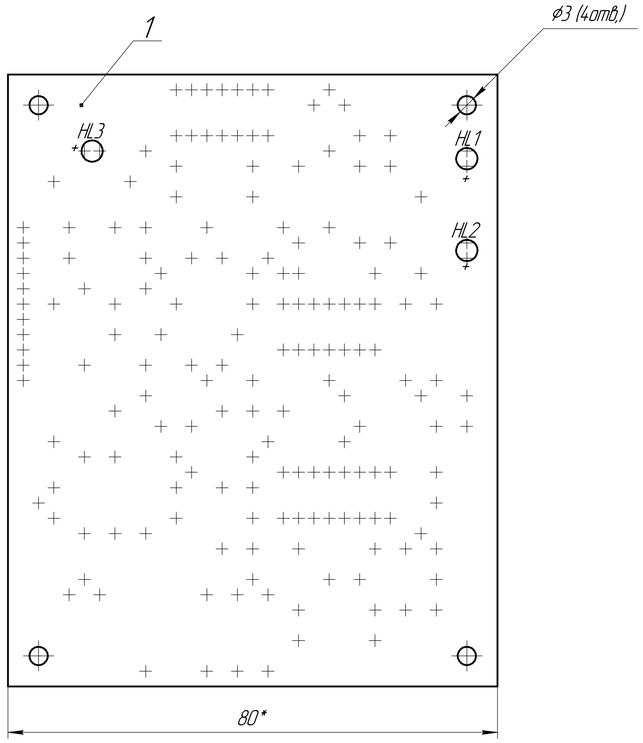
Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Резистори		
		16		MFP-1-200 Ом ±10% "Yageo"	2	R20, R21
		17		MFP-0,125-820 Ом ±10% "Yageo"	1	R5
		18		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	2	R24, R27
		19		MFP-0,125-1,5 кОм ±10% "Yageo"	1	R25
		20		MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	3	R15,R23,R26
		21		MFP-0,125-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1	R17
		22		MFP-0,125-8,2 кОм ±10% "Yageo"	2	R14, R18
		23		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	3	R11,R13,R22
		24		MFP-0,125-12 кОм ±10% "Yageo"	2	R12,R26
		25		MFP-0,125-15 кОм ±10% "Yageo"	1	R6
		26		MFP-0,125-16 кОм ±10% "Yageo"	1	R19
		27		MFP-0,125-30 кОм ±10% "Yageo"	1	R1...R3
		28		MFP-0,125-200 кОм ±10% "Yageo"	1	R8
		29		MFP-0,125-300 кОм ±10% "Yageo"	1	R10
		30		MFP-0,125-360 кОм ±10% "Yageo"	1	R9
		31		MFP-0,125-510 кОм ±10% "Yageo"	1	R4
		32		MFP-0,125-910 кОм ±10% "Yageo"	1	R7
				Діоди		
		34		1N4148 "Diotec"	8	VD1...VD8
		35		1N5400 "Diotec"	1	VD9
		37		Тиристор КУ112А "RUF"	1	VS1
				Транзистори		
		39		2N3906 "Diotec"	1	VT2
		40		BC547 "LGE"	4	VT1,VT3...VT5
		41		BD234 "LGE"	1	VT6
		42		BD242C "Inchange"	1	VT7

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







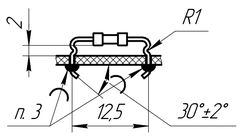


Рис. 1

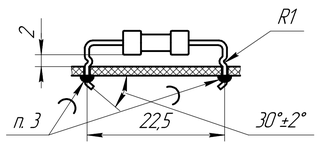


Рис. 2

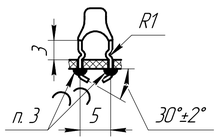


Рис. 3

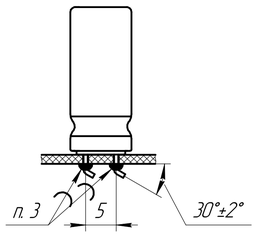


Рис. 4

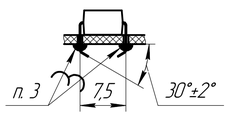


Рис. 5

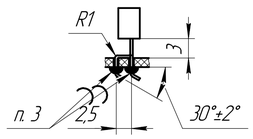


Рис. 6

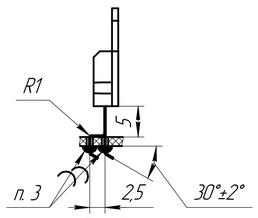


Рис. 7

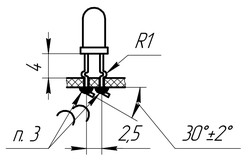


Рис. 8

1. *Розміри для довідок.
2. Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1..R19, R22..R26, VD1..VD9–на рис. 1; R20, R21–на рис. 2; C1..C10–на рис.3; C11–на рис. 4; DD1..DD3–на рис. 5; VT1..VT5–на рис. 6; VS1, VT1, VT2–на рис. 7; HL1..HL3–на рис. 8.
3. Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
4. Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна, БМ, біла, ТУ029-02-859-78.
Шрифт 2,5 по НО. 010. 007.
Місця розміщення маркування показані умовно.
5. Лакувати лаком АКА-113.
6. Позначення елементів показано умовно.
7. Друковані провідники умовно не показані.
8. Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

					26 КР 172.403.027.001.000 СК				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вузол друкований	Літ.	Маса	Масштаб	
Розроб.		Якимів			Складальне креслення	Н	0,06	2:1	
Перевір.		Березецький				Аркуш	Аркушів 1		
Т.контр.						ВСП ТФК ТР-403			
Н.контр.		Задорожний				м. Тернопіль			
Затверд.									

Копіював Формат А1

Перш. викорис. | Довід. № | Підпис і дата | Інв. № дубл. | Взам. інв. № | Підпис і дата | Інв. № дубл.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документация		
А4			26 КР 172.403.027.001.000 ПЕ3	Перелік елементів		
А1			26 КР 172.403.027.001.000 Е3	Схема електрична принципова	1	
А1			26 КР 172.432.027.004.000 СК	Складальне креслення	1	
				Складальні одиниці		
А1		1	26 КР 172.403.021.001.000 СК	Вузол друкований	1	
				Деталі		
БК		2	26 КР 172.403.027.004.001	Верхня кришка	1	
БК		3	26 КР 172.403.027.004.002	Нижня кришка	1	
БК		4	26 КР 172.403.027.004.003	Втулка	1	
БК		5	26 КР 172.403.027.004.004	Ніжка	4	
				Інші вироби		
				Перемикачі		
		6		A21B1K11 "EMAS"	1	SA1
		7		A21B1K12 "EMAS"	1	SA2
		9		Роз'єм 8012694329 "TE Connectivity"	1	XS1
				Стандартні вироби		
		10		Гвинт Г2,5-6gх5 ГОСТ 17473-80	4	

Перш. використ.

Довід. №

Підпис і дата

Інв. № дубл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Якимів		
Перевір.		Березіцький		
Н.контр.		Задорожний		
Затверд.				

26 КР 172.403.027.004.000

Автомобільна охорона сигналізація

Літ.	Аркуш	Аркушів
Н	1	2

ВСП ТФК ТР-403

м. Тернопіль

Копіював

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		11		Гвинт Г3,5-6дх35 ГОСТ 17475-80	4	
		12		Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	4	

Підпис і дата

Інв. № дубл.

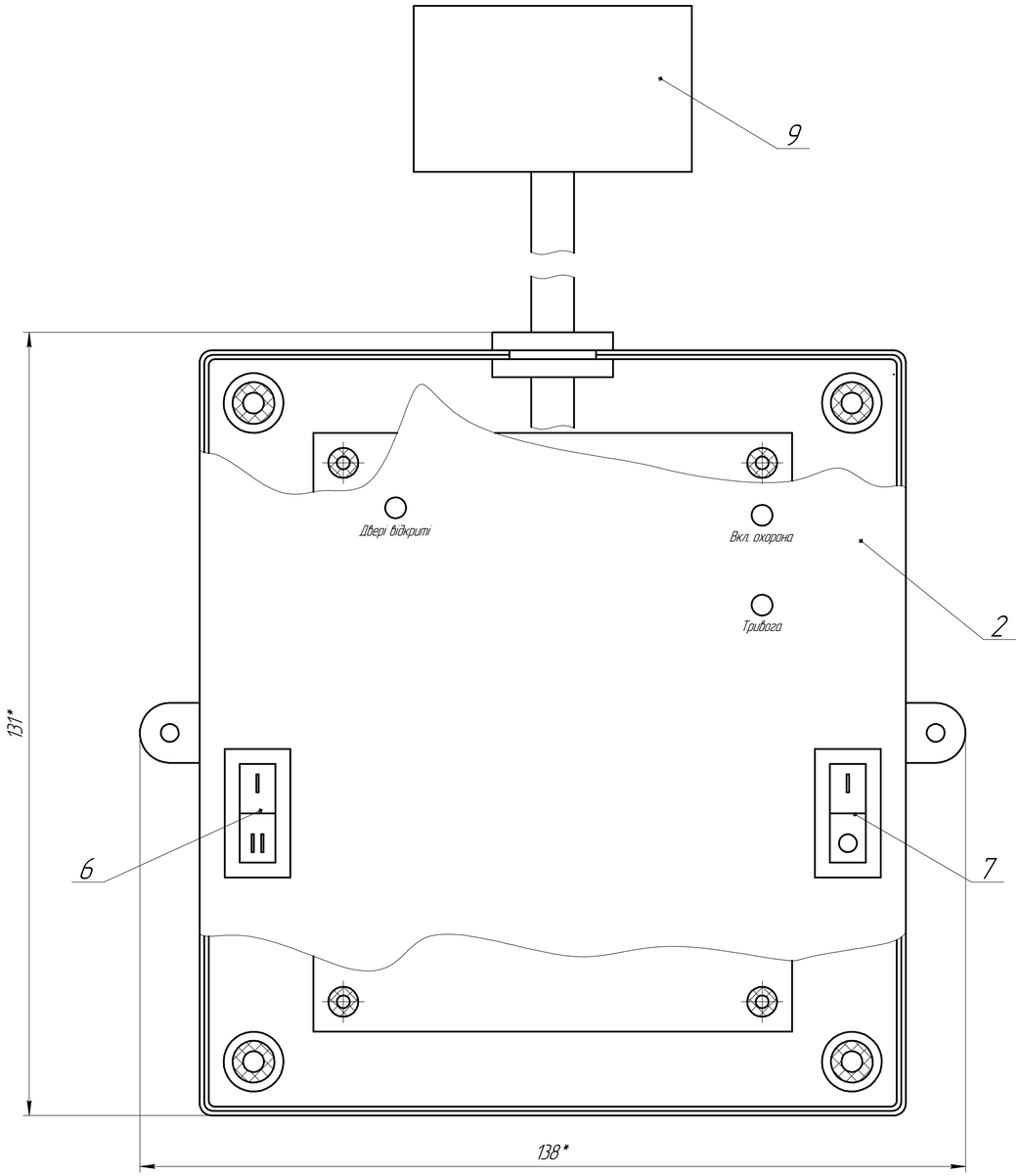
Зам. інв. №

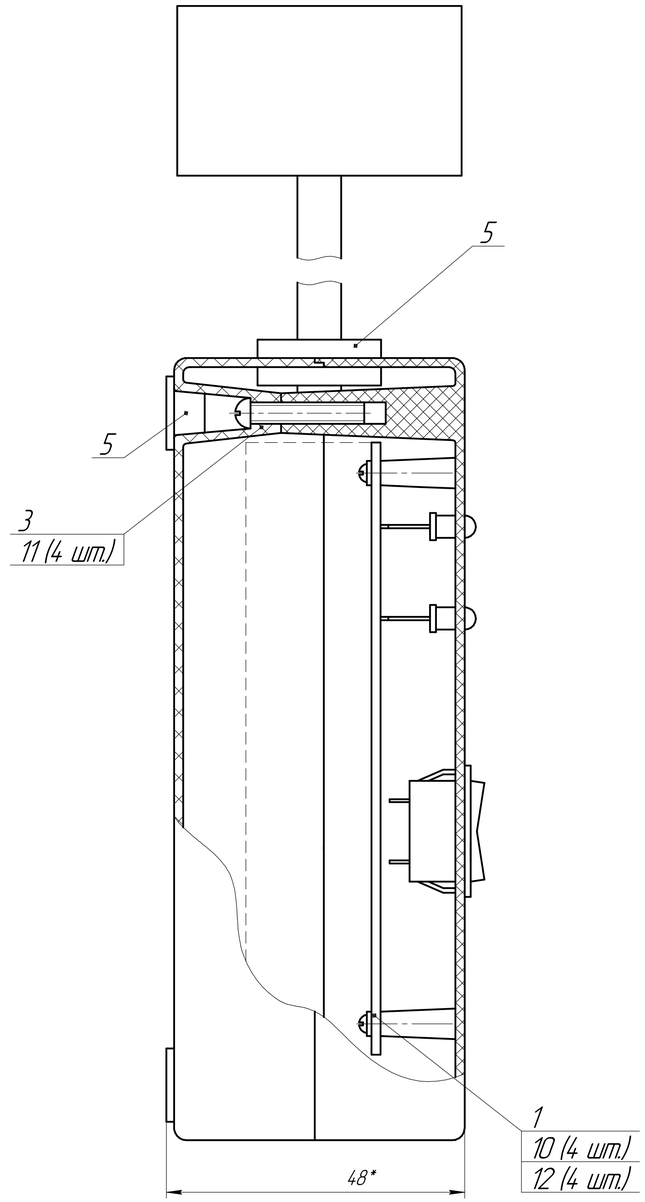
Підпис і дата

Інв. № ориг.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.027.004.000	Арк. 2

Копіював Формат А4





1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.403.027.001.000 ЕЗ
припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

					26 КР 172.403.027.004.000 СК				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Автомобільна охорона сигналізація Складальне креслення	Літ.	Маса	Масштаб	
Розроб.		Якимів				Н	0,3	2:1	
Перевір.		Березецький							
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	1	
Н.контр.		Задорожний				ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль			
Затверд.									

Копіював

Формат А1

Перш. викорис.

Підп. і дата

Інв. № дубл.

Взам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № подл.

Дубл.									
Замість									
Підпис									

						Аркушів 9	Аркуш 1
Розробив	Якимів			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.027.03.000		26 КР 172.403.027.03.118
Перевірив	Березіцький						
Нормував				Вузол друкований		н	
Затвердив							
Н. контр.	Задорожний						

А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР
01			Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831													
02																
А 03	403		027	005	403027005 Комплектування											0,005
О 04		Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (70шт)														
05																
А 06	403		027	010	40302710 Розконсервація ДП											0,005
О 07		Розконсервація плати по ТТО 124781														
08																
А 09	403		027	015	403027015 Маркування заводського номеру											0,005
О 10		Маркувати заводський номер по ТТО 664170 (6шт)														
Т 11		Штамп РТ 125878														
М 12		Фарба ТНТФ-01				ГОСТ 12574-45							120	100	0,018	
13																
14																

Дубл																
Замість																
Підпис																

Аркуш 2

26 КР 172.403.027.03.000 | 26 КР 172.403.027.03.118

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
А 01	403		027	020	403027020 Захист											0,003
О 02		Захист проводити згідно ТТП 245789 (17шт)														
Т 03		Дозатор латексу РТ 145792														
М 04		Латекс				ГОСТ 3242-83							180	100	0,12	
05																
А 06	403		027	025	403027025 Сушка											0,005
Б 07		Шафа сушильна РД 345218														
О 08		Сушку проводити згідно ТТ0654781														
09																
А 10	403		027	030	403027030 Формування виводів ЕРЕ											0,005
Б 11		Установка для формування виводів резисторів, конденсаторів РД012457														
12		Установка для формування виводів мікросхем РД010126														
О 13		Формування виводів ЕРЕ проводити згідно ТТП 124583 (149шт)														
14		1.Формувати конденсатори поз.3(С4,С9) поз.4(С7,С8)поз.5(С10) поз.6(С1) поз.7(С2,С3,С5) поз.8(С6)згідно рис.3 поз.9(С11) згідно рис.4														
15		2.Формувати мікросхему поз.11(DD1,DD2) поз.12(DD3) згідно рис.5 згідно карти ескізів по ТТП304325														
16		3. Формувати транзистори поз. 39(VT2) поз.40(VT1,VT3..VT5) згідно рис.6 поз.41(VT6) поз.42(VT7) тиристор поз.37(VS1) згідно рис.7 згідно карти														
17		4. Формувати резистори поз.16(R20,R21) згідно рис.1 поз.17(R5) поз.18(R24,R27) поз.19(R25) поз.20(R15,R23,R26) поз.21(R17) поз.22(R14,R18)														
18		поз.23(R11,R13,R22) поз.24(R12,R26)поз.25(R6)поз.26(R19)поз.27(R1..R3)поз.28(R8) поз.29(R10)поз.30(R9)поз.31(R4) поз.32(R7) згідно рис.1 згідно карти														

Дубл																
Замість																
Підпис																

Аркуш 3

26 КР 172.403.027.03.000 | 26 КР 172.403.027.03.118

	А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
	Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
	к-м	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
	01		5. Формувати діоди поз.34(VD1...VD8) поз.35(VD9) згідно рис..1 .згідно карти ескізів по ТТП237658														
	02																
А	03	403		027	035	403027035 Залудження											
Б	04		Тігель РТ 424231														
О	05		Лудити виводи ЕРЕ згідно ТТП532685 (163шт)														
Т	06		Пінцет РТ 235641														
М	07		Припой ПОС-61				ГОСТ 21931-76							180	100	0,5	
	08		Флюс АТІ-120				ГОСТ 32142-86							120	100	0,82	
	09		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76							120	100	0,82	
	10																
А	11	403		027	040	403027040 Установка ЕРЕ											0,02
О	12		Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком координатної сітки 2,5мм														
	13		1.Установити конденсатори поз.3(С4,С9) поз.4(С7,С8)поз.5(С10) поз.6(С1) поз.7(С2.С3,С5) поз.8(С6)згідно рис.3 поз.9(С11) згідно рис.4														
	14		2. Установити и мікросхему поз.11(DD1,DD2) поз.12(DD3) згідно рис.5 згідно карти ескізів по ТТП304325														
	15		3. Установити транзистори поз. 39(VT2) поз.40(VT1,VT3..VT5) згідно рис.6 поз.41(VT6) поз.42(VT7) тиристор поз.37(VS1) згідно рис.7 згідно														
	16		4. Установити резистори поз.16(R20,R21) згідно рис.1 поз.17(R5) поз.18(R24,R27) поз.19(R25) поз.20(R15,R23,R26) поз.21(R17) поз.22(R14,R18)														
	17		поз.23(R11,R13,R22) поз.24(R12,R26)поз.25(R6)поз.26(R19)поз.27(R1..R3)поз.28(R8) поз.29(R10)поз.30(R9)поз.31(R4) поз.32(R7) згідно рис.1 згідно карти														
	18		5. Установити діоди поз.34(VD1...VD8) поз.35(VD9) згідно рис..1 .згідно карти ескізів по ТТП237658														

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 4

26 КР 172.403.027.03.000

26 КР 172.403.027.03.118

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
701		Кусачки РТ 145532														
02		Пінцет РТ 265641														
К 03	1	Плата друкована				26 КР 172.403.027.001.001							796	100	100	
04	3	Конденсатори			NPO-100 пФ ±5%	"Murata"							796	100	200	
05	4	Конденсатори			NPO-0,022мкФ ±5%	"Murata"							796	100	200	
06	5	Конденсатори			NPO-0,1мкФ ±5%	"Murata"							796	100	100	
07	6	Конденсатори			NPO-0,5мкФ ±5%	"Murata"							796	100	100	
08	7	Конденсатори			NPO-1 мкФ ±5%	"Murata"							796	100	300	
09	8	Конденсатори			NPO-4,7 мкФ ±5%	"Murata"							796	100	100	
10	9	Конденсатори			ECAP-25 В-1000 мкФ ±20%	"Jamicon"							796	100	100	
11	11	Мікросхема			CD4011	"Texas Instruments"							796	100	100	
12	12	Мікросхема			MC14520A	"Texas Instruments"							796	100	100	
13	16	Резистори			MFP-1-2000м ± 10%	"Yageo"							796	100	200	
14	17	Резистори			MFP-0,125-8200м ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
15	18	Резистори			MFP-0,125-1кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	200	
16	19	Резистори			MFP-0,125-1,5кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
17	20	Резистори			MFP-0,125-2кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	300	
18	21	Резистори			MFP-0,125-6,8кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 5

26 КР 172.403.027.03.000

26 КР 172.403.027.03.118

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу									
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01	22	Резистори			MFP-0,125-8,2кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	200	
02	23	Резистори			MFP-0,125-10кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	300	
03	24	Резистори			MFP-0,125-12кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	200	
04	25	Резистори			MFP-0,125-15кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
05	26	Резистори			MFP-0,125-16кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
06	27	Резистори			MFP-0,125-30кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	300	
07	28	Резистори			MFP-0,125-200кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
08	29	Резистори			MFP-0,125-300кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
09	30	Резистори			MFP-0,125-360кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
10	31	Резистори			MFP-0,125-510кОм ± 10%	"Yageo"							796	100	100	
11	32	Резистори			MFP-0,125-910 кОм ±10	"Yageo"							796	100	100	
12	34	Діоди			1N4148	"Diotec"							796	100	800	
13	35	Діоди			1N5400	"Diotec"							796	100	100	
14	37	Тиристор			КУ112А	"RUF"							796	100	100	
15	39	Транзистори			2N3906	"Diotec"							796	100	100	
16	40	Транзистори			BC547	"LGE"							796	100	400	
17	41	Транзистори			BD234	"LGE"							796	100	100	
18	42	Транзистори			BD242C	"Inchange"							796	100	100	

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 6

26 КР 172.403.027.03.000

26 КР 172.403.027.03.118

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01																
02																
03																
04																
05																
А 06	403		027	045	403027045 Автоматизована пайка											0,005
Б 07		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001														
О 08		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (163шт)														
М09		Припой ПОС-61				ГОСТ 21931-76							180	100	0,5	
10		Флюс АТ-120				ГОСТ 32142-82							120	100	0,82	
11		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76							120	100	0,82	
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 7

26 КР 172.403.027.03.000 | 26 КР 172.403.027.03.118

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
А01	403		027	050	4030270050 Електромонтаж											0,004
О 02		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (17шт)														
03		2. Установити перемички поз.2(11шт) світлодіоди поз.14(HL1-HL3) згідно рис.8 згідно карти ескізів по ТТП254681														
К 04		Пайку проводити згідно ТТП 316530														
05	2	Перемичка				26 КР 172.403.027.001.002							796	100	1100	
06	14	Світлодіод			L-1503GT	"Kingbright"							796	100	300	
Т 07		Електропаяльник РТ 105278														
08		Пінцет РТ 235641														
М09		Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76							180	100	0,05	
10		Флюс АТ-120				ГОСТ 32142-82							120	100	0,09	
11		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76							120	100	0,09	
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																

Дубл															
Замість															
Підпис															

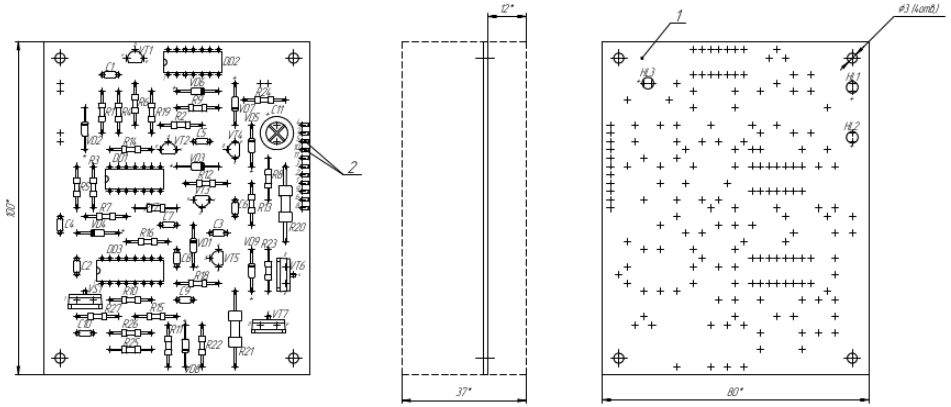
Аркуш 8

26 КР 172.403.027.03.000 | 26 КР 172.403.027.03.118

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01																
02																
А 03	403		027	055	403027055 Регулювання											0,005
Б 04		Установка для регулювання РТ 628413														
О 05		Регулювати згідно інструкції 26 КР 172.403.027.02 і1														
06																
А 07	403		027	060	403027060 Лакування											0,005
Б 08		Установка для лакування РТ 640138														
О 09		Лакувати плату по ТТП 156324														
М 10		Лак		АК-113		ГОСТ 23832-79							120	100	0,8	
11																
12																
А 13	403		027	065	403027065 Технічний контроль											0,005
Б 14		Установка для регулювання РТ 628413														
О 15		Перевірку провести по інструкції 26 КР 172.403.027.02 і2														
16																
17																
18																

Дубл.									
Замість									
Підпис									
							Аркушів 9	Аркуш 9	
Розробив	Якимів			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.027.03.000			26 КР 172.403.027.03.118	
Перевірив	Березіцький								
Нормував				Вузол друкований					
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

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



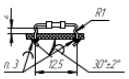


Рис. 1

Рис. 2

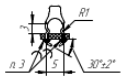


Рис. 3

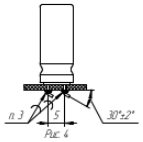


Рис. 4

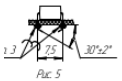


Рис. 5

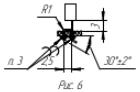


Рис. 6

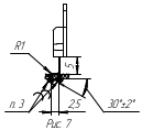


Рис. 7

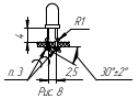


Рис. 8

1. *Розміри для довідок.
2. Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати. Установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1. R1,R19, R22,R26, VD1,VD9-на рис. 1, R20, R21-на рис. 2, C1,C10-на рис.3, C11-на рис. 4, DD1,DD3-на рис. 5, VT1,VT5-на рис. 6, VS1, VT1, VT2-на рис. 7, HL1,HL3-на рис. 8
3. Повні припуски ПО61 ГОСТ 21931-76.
4. Забовлюкові номер позначення елементів нарощувати фарбою ЧЧ чорна БМ, бліц ТЧ029-02-859-78
Шрифт 2,5 по НО 010 007.
Місця розміщення маркування показані умовно.
5. Покривати лаком АКА-113.
6. Позначення елементів показано умовно.
7. Друкобан проводимо умовно не показан.
8. Інші вимоги по ОСТ4 ДО770.015.

Дубл.									
Замість									
Підпис									
								Аркушів 4	Аркуш 1
Розробив	Якимів			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.027.001 СК				26 КР 172.403.027.001
Перевірив	Березіцький								
Нормував				Автомобільна охорона сигналізація				Н	
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР
01		Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831														
А 02	403		027	005	403.027.01 Комплектування											0,005
О 03		Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (69шт)														
04																
А 05	403		027	010	403.027.02 Слюсарно-складальна											0,005
Б 06		Пневмовеpт РТ 532964														
О 07		Складання проводити по ТТП 231587(14шт)														
08		1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз. 2 гвинтами поз.10 (4шт) через шайбу поз.12 (4шт)згідно карти ескізів по ТТП														
09		2. Кріпити перемикач поз.6(SA1) на верхню кришку поз. 2 згідно карти ескізів по ТТП 12838374														
10		3. Кріпити роз'єм поз.9(XS1) між кришкою верхнею поз.2 та кришкою нижньою поз.3 через втулку поз.4(1шт) згідно карти ескізів по ТТП														
11		4. Кріпити перемикач поз.7(SA2) на верхню кришку поз. 2 згідно карти ескізів по ТТП 12838374														
К 12	1	Вузол друкований				26 КР 172.403.027.001.000 СК							796	100	100	
13	2	Кришка верхня				26 КР 172.403.027.004.001							796	100	100	
14	3	Кришка нижня				26 КР 172.403.027.004.002							796	100	100	

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 2

26 КР 172.403.027.001 СК

26 КР 172.403.027.001

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01	4	Втулка				26 КР 172.403.027.004.003							796	100	100	
02	6	Перемикачі			A21B1K11	"EMAS"							796	100	400	
03	7	Перемикачі			A21B1K12	"EMAS"							796	100	400	
04	9	Роз'єм			8012694329	"TE Connectivity""							796	100	100	
05	10	Гвинт			Г2,5-6дх5	ГОСТ 17473-80							796	100	400	
06	12	Шайба			2,5	ГОСТ 10450-78							796	100	1600	
07																
08																
09																
А 10	403		027	015	403.027.03 Електромонтаж											
О 11		Електромонтаж здійснювати по ТТП 316530 (11шт)														
12		1. Паяти перемички до роз'єму поз.8(XS1) згідно карти ескізів.														
Т 13		Пінцет РТ 235641														
14		Електропаяльник РТ 105278														
М 15		Припой ПОС-61				ДСТУ 1429.14:2005							180	100	0,003	
16		Флюс ФКСп				ДСТУ 19113							120	100	0,006	
17																
18																

Дубл															
Замість															
Підпис															

Аркуш 3

26 КР 172.403.027.001 СК

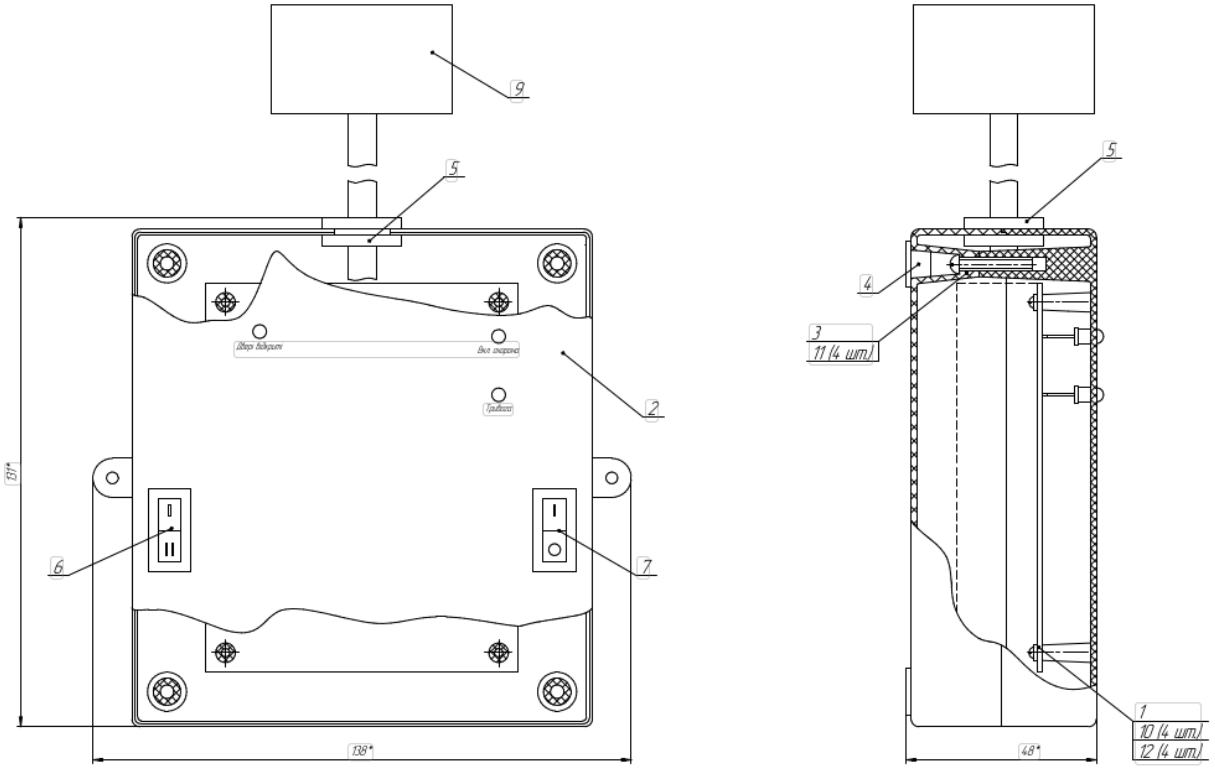
26 КР 172.403.027.001

А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01																
02																
03																
04																
А 05	403		025	020	403.025.04 Слюсарно-складальна											0,002
Б 06		Пневмоверт РТ 532964														
О 07		Складання проводити по ТТП 231587														
08		1. Кріпити кришку верхню поз.2 та ніжки поз.7 (4шт) до кришки нижньої поз.3 гвинтами поз.11(4шт) згідно карти ескізів по ТТП912485														
К 09	5	Ніжки				26 КР 172.403.027.004.00							796	100	400	
10	11	Гвинт			Г3,5-6дх35	ГОСТ 17475-80							796	100	400	
11																
А 12	403		025	025	403.025.05 Регулювання											0,005
Б 13		Установка для регулювання РД 628413														
О 14		Регулювати згідно інструкції 26 КР 172.403.027.001 І1														
15																
А 16	403		025	030	403.025.06 Контроль якості											0,005
Б 17		Пульт РД 445127														
О 18		Провести візуальний контроль виробу, перевірку електричних параметрів згідно інструкції 26 КР 172.403.027.001 І2														

Дубл.									
Замість									
Підпис									

						Аркушів 4	Аркуш 4
Розробив	Якимів			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.027.001 СК		26 КР 172.403.027.001
Перевірив	Березіцький						
Нормував				Автомобільна охорона сигналізація		Н	
Затвердив							
Н. контр.	Задорожний						

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



Техніко – економічні показники автомобільна охорона сигналізація

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+9....15В	1	Річний обсяг виробництва	2100шт.
2	Струм споживання	6мА	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125 грн
3	Габаритні розміри	131*138 *48 мм	3	Чистий прибуток	815005,38 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на вирід	1241,88 грн
5	Допустима вологість повітря	85%	5	Ціна одиниці виробу	1715,17 грн.
6	Тривалість подачі тривоги	168с	6	Рентабельність виробу	31,25%
7	Затримка при активації режиму охорони	12с	7	Термін окупності	0,31р
8			8	Індекс прибудковості	3,24