

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 пристрою керування паяльним феном 852D, на МК ATmega8

Виконав: студент (ка) IV курсу, групи ТР-402

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма: «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Бойчук В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник Василишин О.З.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

**Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
Освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Спеціалізація «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

_____ Бойчук Віталій Олександрович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ Розробка конструкції пристрою керування
паяльним феном 852D, на МК ATmega8 _____

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

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування радіопристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і 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 проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
 - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
 - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
 - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
 - 2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла
 - 2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.
 - 3.2 Визначення собівартості спроектованого виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Кваліфікація виробничих травм.
 - 4.2 Дії при виявленні пожежі.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

Виконання проекту (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	05.05	
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	
3	Написання першого розділу	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	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	19.05	
9	Оформлення проекту	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист проекту	16.06	
12	Захист проекту		

7. Дата видачі завдання 05 травня 2026р.

Студент

(підпис)

Бойчук В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Василишин О.З.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Байчук			Розробка конструкції пристрій керування паяльним феном 852D, на МК АТмега Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Василишин								
Рецензент								ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Задорожний								
Затверд.										

2.2.3	Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
2.2.4	Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....
2.2.5	Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	
3.1	Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
3.2	Розрахунок собівартості продукції.....
3.3	Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
4.1	Кваліфікація виробничих травм.....
4.2	Дії при виявленні пожежі.....
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	
ДОДАТКИ.....	

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Бойчук В.О. Розробка конструкції пристрою керування паяльним феном 852D, на МК ATmega8: 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 115*105 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати індикатор HG1 та кнопки SB1-SB3.

Корпус виготовлений з пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 118×115×79мм. Конструктивно корпус складається з корито-подібних кришок, з верхньої та нижньої частин, які з'єднуються між собою за допомогою гвинтових з'єднань, розташованих по кутах. На верхню кришку кріпиться друкована плата з основними елементами. Також передбачені отвори для кнопок керування, які дозволяють змінювати режими роботи або налаштування приладу, також на верхній кришці є місце під індикатор та скла під індикатор.

У місці з'єднання двох кришок кріпляться шнур живлення, роз'єм та запобіжник за допомогою гайки та шайби. Перемикач кріпиться збоку на нижній кришці. На нижню кришку кріпиться модуль AC-DC-DC за допомогою чотирьох гвинтів та чотирьох шайб.

Ключові слова: мікроконтроллер, керування, фен, паяння, температура .

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Boychuk V.O. Development of the design of the control device for the soldering iron 852D, on the ATmega8 microcontroller: 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 dimensions of the board are minimal 115*105 mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side of the board the HG1 indicator and SB1-SB3 buttons.

The case is made of plastic, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 118×115×79 mm. Structurally, the case consists of trough-shaped covers, upper and lower parts, which are interconnected by means of screw connections located at the corners. A printed circuit board with upgrade elements is attached to the top cover. There are also holes for control buttons that allow you to change operating modes or device settings, and there is also a place for an indicator and glass for an indicator on the top cover.

At the junction of the two covers, the power cord, connector and fuse are attached using a nut and washer. The switch is attached to the side of the bottom cover. The AC-DC-DC module is attached to the bottom cover using four screws and four washers.

Keywords: microcontroller, control, hair dryer, soldering, temperature.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований пристрій призначений для керування роботою паяльного фена типу 852D, забезпечуючи точне регулювання температури повітряного потоку та швидкості обертання вентилятора. Основою системи є мікроконтролер ATmega8, який виконує обробку сигналів від датчиків, реалізує алгоритм підтримання температури (ПД-регулювання) та керує силовими елементами нагрівача і вентилятора.

Пристрій забезпечує стабільне підтримання заданої температури, контроль робочих параметрів у реальному часі, а також підвищує безпеку експлуатації за рахунок реалізації захисних функцій (обмеження максимальної температури, контроль справності термопари тощо). Крім того, система дозволяє користувачу зручно змінювати налаштування за допомогою кнопок керування та отримувати інформацію про поточний режим роботи через індикатор.

Область застосування пристрою охоплює радіоаматорську практику, сервісні центри з ремонту електронної техніки, навчальні лабораторії, а також невеликі виробничі дільниці, де виконуються роботи з монтажу та демонтажу електронних компонентів, зокрема SMD-елементів. Використання такого пристрою дозволяє підвищити якість паяльних робіт, зменшити ризик пошкодження компонентів та забезпечити ефективність технологічного процесу [1].

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Живлення нагрівача термофена — змінний струм 220 В, 50 Гц;
2. Максимальна потужність нагрівача — до 700 Вт;
3. Максимальна температура повітряного потоку — до 500 °С;
4. Крок відображення температури — 1 °С;
5. Метод стабілізації температури — ПД-регулювання;
6. Точність підтримання температури — приблизно ± 1 °С;
7. Тип вентилятора — відцентровий;
8. Живлення вентилятора — постійна напруга 24 В, струм 220 мА;
9. Регулювання швидкості вентилятора — PWM (широтно-імпульсна модуляція).

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

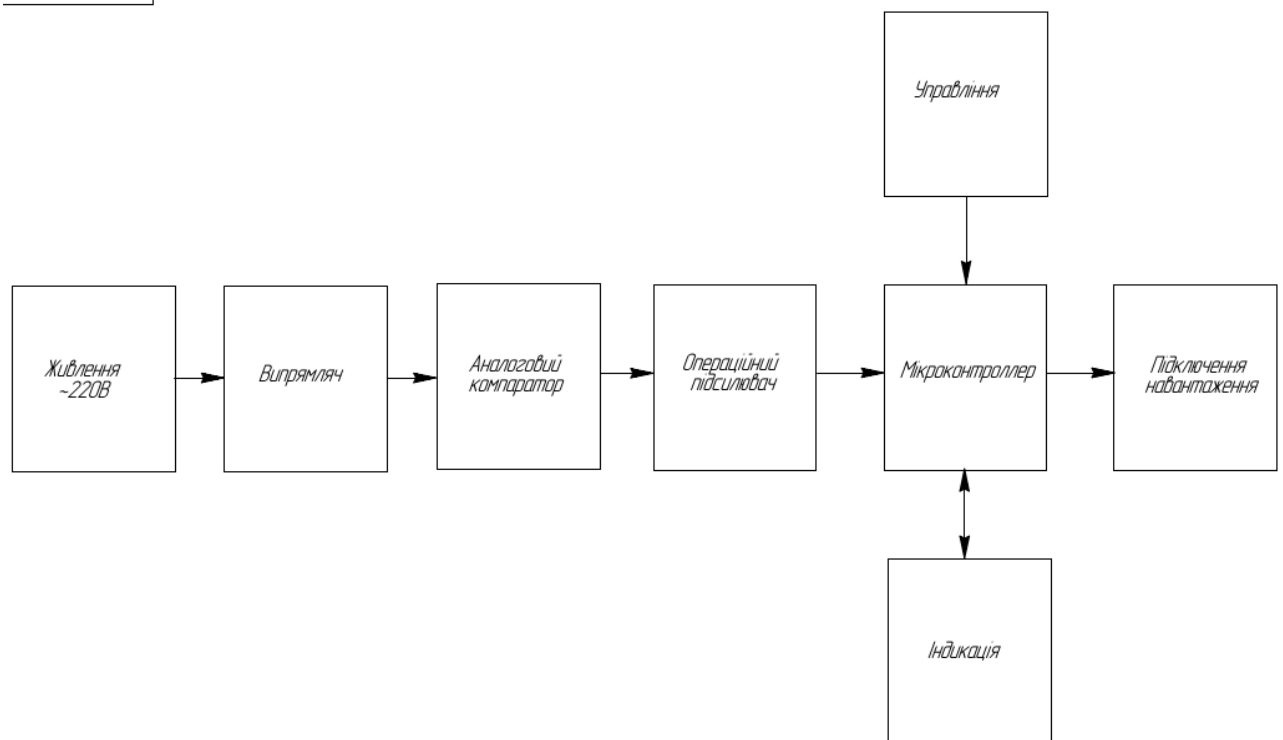


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій керування феном типу 852D побудований на мікроконтролері АТmega8, який виконує функції аналізу, регулювання та індикації. Структурна схема складається з таких основних блоків:

- Живлення $\sim 220V$ - вхідна мережа змінного струму, яка через випрямляч та стабілізатор забезпечує постійне живлення для електронних вузлів.

- Випрямляч - перетворює змінну напругу у постійну, формує живлення для мікроконтролера та силових елементів.

- Аналоговий компаратор - використовується для контролю температури та сигналів від датчиків (термопари у нагрівальному елементі).

- Операційний підсилювач - підсилює слабкі сигнали термодатчика, щоб їх можна було коректно обробити мікроконтролером.

- Мікроконтролер АТmega8 - центральний блок керування. Виконує: обробку сигналів від датчиків температури та потоку повітря; реалізацію алгоритму PID-регулювання; керування силовими ключами (тріак/транзистор) для нагрівального елемента; формування сигналів для індикації та кнопочового управління.

- Управління - панель користувача: кнопки для встановлення температури та швидкості потоку.

- Підключення навантаження - силовий вихід, що керує нагрівальним елементом та вентилятором.

- Індикація - дисплей або світлодіоди, що показують поточну температуру, режим роботи та стан пристрою.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Максимальна продуктивність вентилятора — до 120 л/хв. Термофен є важливим робочим елементом сучасної паяльної станції. Він дозволяє безконтактно нагрівати окремі ділянки друкованої плати до температури

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

плавлення припою за допомогою повітряного потоку з регульованими параметрами температури та сили. Такий інструмент особливо зручний для групової пайки пасивних електронних компонентів: їх попередньо розміщують на платі, покривши контактні площадки паяльною пастою. Під час нагрівання компоненти автоматично вирівнюються на своїх місцях завдяки силам поверхневого натягу розплавленого припою.

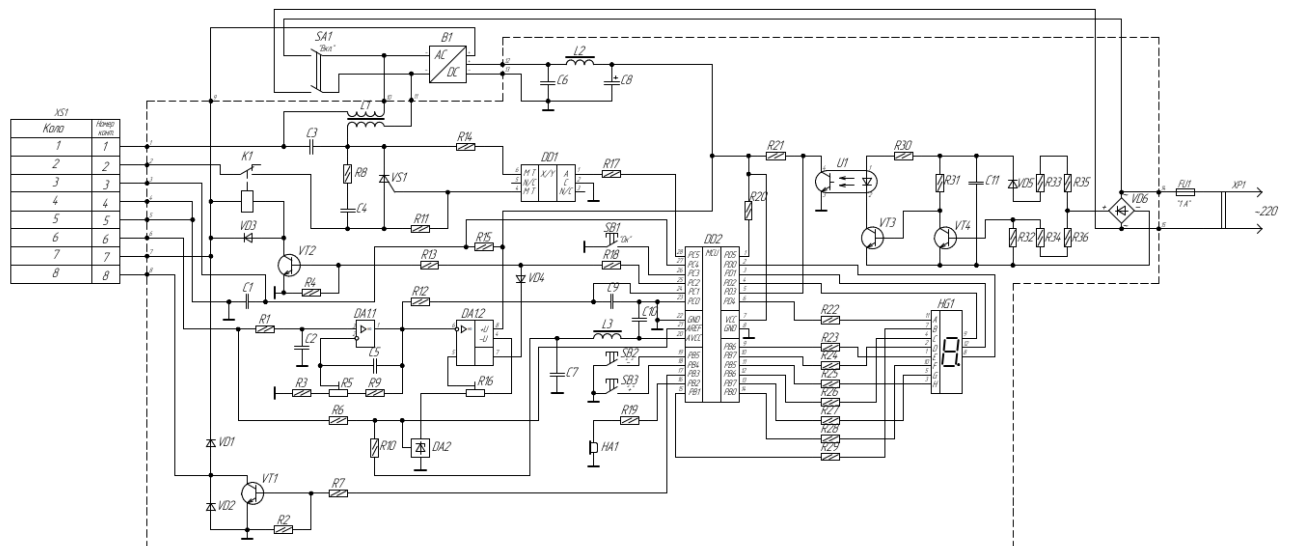


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Термофен широко використовується серед радіоаматорів і спеціалістів з ремонту, оскільки дає змогу швидко демонтувати та монтувати багатовивідні мікросхеми з малим кроком виводів. Блок керування побудований на мікроконтролері ATmega8 (DD2, з будь-яким літерним індексом), який працює від внутрішнього тактового генератора з частотою 8 МГц. Як опорну напругу для АЦП використано зовнішнє джерело на базі TL431 (2,5 В). Для звукової індикації застосовано випромінювач із вбудованим генератором, підключений до виводу 16 (PB2) мікроконтролера.

Керування пристроєм здійснюється трьома кнопками (SB1-Sb3), а також додатковим датчиком Кп-d, розміщеним у ручці фена.

Вимірювання температури виконується термопарою типу К, встановленою всередині термофена. Її термо-ЕРС підсилюється операційним

підсилювачем DA1.1, а необхідний коефіцієнт підсилення задається резистором R5. У схемі використано ОП МСР602, але його можна замінити аналогами, наприклад LM358 або LM2904.

Мікросхема DA2.2 працює як аналоговий компаратор і забезпечує захист системи: у разі обриву термопари або неконтрольованого нагрівання через збій мікроконтролера вона обмежує температуру термофена на рівні приблизно 500 °С. Поріг спрацювання задається резистором R6.

Необхідна потужність нагрівача підтримується за допомогою ПД-регулятора температури, який працює із зворотним зв'язком від термопари, забезпечуючи стабільність і точність нагрівання [1].

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування проектного виробу виконано з урахуванням вимог компактності, технологічності складання, зручності експлуатації та обслуговування. Основним конструктивним елементом є друкована плата, на якій розміщено всі електронні компоненти пристрою. Її розміри становлять 115×105 мм, що забезпечує мінімальні габарити виробу при збереженні необхідної функціональності.

Елементи на друкованій платі розміщені з урахуванням електричних зв'язків, теплових режимів та зручності монтажу. Основні радіоелементи розташовані на одній стороні плати, що спрощує процес складання та контролю якості монтажу. На зворотній стороні встановлено індикатор HG1 та кнопки керування SB1–SB3, що забезпечує зручний доступ користувача до органів індикації та керування.

Виріб виконано у пластиковому корпусі розмірами $118 \times 115 \times 79$ мм, який складається з верхньої та нижньої корито-подібних кришок. Таке компонування дозволяє раціонально розмістити внутрішні вузли та забезпечити їх захист від механічних пошкоджень, пилу та випадкових дотиків. Усередині корпусу передбачено окремі зони для друкованої плати, модуля живлення та елементів підключення зовнішніх ланцюгів.

Органи керування (кнопки) та індикації розміщені на верхній панелі корпусу, що забезпечує ергономічність використання виробу. Елементи підключення (шнур живлення, роз'єм та запобіжник) розташовані в зоні стику кришок корпусу, що дозволяє компактно організувати зовнішні з'єднання та підвищує безпеку експлуатації. Перемикач встановлено на бічній поверхні корпусу для зручності доступу.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модуль AC-DC-DC розміщується на нижній кришці корпусу, що сприяє рівномірному розподілу маси та покращує тепловідведення. Загальне компонування забезпечує мінімізацію довжини з'єднувальних провідників, зниження електромагнітних завад та підвищення надійності роботи пристрою.

Для виготовлення корпусу виробу обрано пластмасу, яка є оптимальним матеріалом для електронних пристроїв даного типу. Основними перевагами пластмаси є мала маса, достатня механічна міцність, висока електроізоляційна здатність, стійкість до корозії та впливу вологи, а також простота технологічної обробки (лиття під тиском). Використання пластикового корпусу дозволяє зменшити собівартість виробу та забезпечити його естетичний зовнішній вигляд.

Для друкованої плати застосовується стандартний склотекстоліт (FR-4), який характеризується високою механічною міцністю, термостійкістю та хорошими діелектричними властивостями. Провідні доріжки виконані з міді з захисним покриттям, що забезпечує високу електропровідність та корозійну стійкість.

Захисні покриття металевих елементів (контактів, кріплень, роз'ємів) виконані у вигляді лудіння або нікелювання, що запобігає окисненню та підвищує довговічність електричних з'єднань. Кріпильні елементи (гвинти, шайби, гайки) виготовляються зі сталі з антикорозійним покриттям, що забезпечує їх надійну роботу в умовах експлуатації.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Друкована плата являється двосторонньою, але при цьому має досить велику кількість електричних з'єднань і при цьому потрібно забезпечити компактність пристрою, тому було використано металізацію отворів та більш компактне встановлення ЕРЕ, за допомогою таких методів було спрощено розробку конструктиву плати друкованої.

Виготовлятися плата буде з фольгованого склотекстоліту СФ2–35–1,5ІКП ГОСТ 10316-78. Плата виготовляється комбінованим позитивним

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

методом, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат, також даний метод вимагає значно дорожчого технологічного процесу виготовлення друкованої, оскільки потрібно проводити металізацію отворів, що підвищує вартість розробки, та ускладнює сам технологічний процес, але при цьому можна виготовити складні друковані плати і зробити їх більш компактними [37].

Основні елементи схеми розміщені на одній стороні, на іншій стороні розташовані цифровий індикатор, кнопки управління виробом SB1-SB3. Габаритні розміри плати друкованої 105мм*95мм.

Корпус приладу виконаний у вигляді компактної прямокутної конструкції з роз'ємною будовою та призначений для розміщення і захисту електронних компонентів пристрою.

Конструктивно корпус складається з корито-подібних кришок, з верхньої та нижньої частин, які з'єднуються між собою за допомогою гвинтових з'єднань, розташованих по кутах. Такий спосіб кріплення забезпечує достатню механічну міцність, герметичність і зручність розбирання при обслуговуванні або ремонті. Матеріалом корпусу є пластмаса, що забезпечує малу масу виробу, електроізоляційні властивості та стійкість до зовнішніх впливів.

На верхню кришку кріпиться друкована плата з основними елементами. Також передбачені отвори для кнопок керування, які дозволяють змінювати режими роботи або налаштування приладу, також на верхній кришці є місце під індикатор та скла під індикатор. Форма верхньої панелі має ергономічний вигин, що покращує зручність користування та надає виробу сучасного вигляду.

У місці з'єднання двох кришок кріпляться шнур живлення, роз'єм та запобіжник за допомогою гайки та шайби. Перемикач кріпиться збоку на нижній кришці. На нижню кришку кріпиться модуль AC-DC-DC за допомогою чотирьох гвинтів та чотирьох шайб.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бокові та нижні частини корпусу мають технологічні виступи, ребра жорсткості та посадочні місця для елементів кріплення, що підвищує міцність конструкції та спрощує складання.

Загалом корпус характеризується раціональним компонованням, компактними габаритами, зручністю монтажу та обслуговування, а також забезпечує належний рівень захисту внутрішніх елементів від пилу, вологи та механічних впливів [25].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР [2]

Позиційне позначення	С8
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Номінальна напруга	16В
Номінальна ємність	100 мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Термін служби	2000 г
Робоча температура	$-55 \dots 105^{\circ} \text{C}$
Тангенс кута втрат, %	0,14

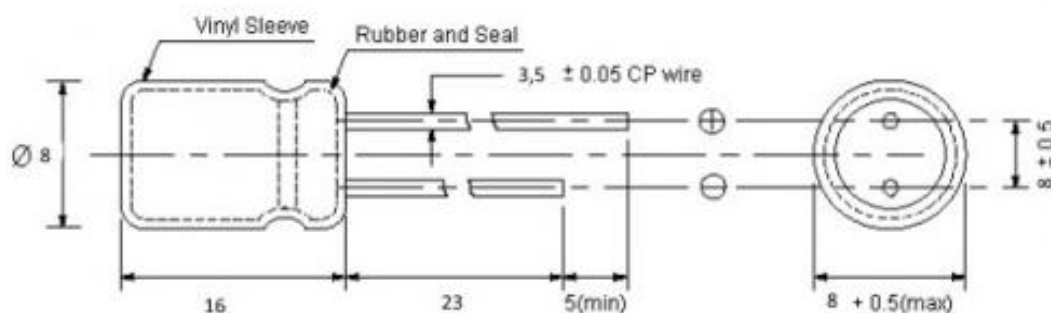


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1...R4, R6....R15, R17....R36
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, габаритні розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.2
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

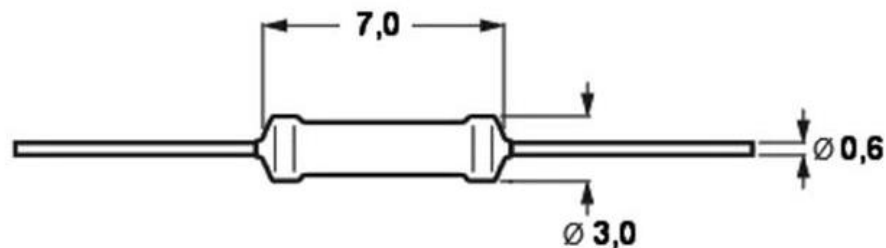


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3- Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1-C2, C4-C7, C9-C11
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.3
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%;
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
група ТКЄ	H20

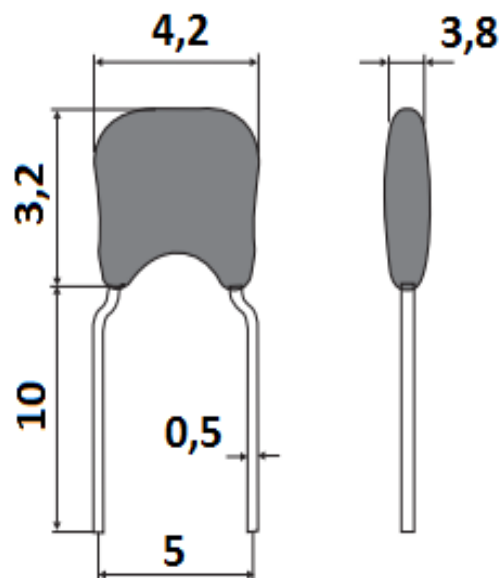


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

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

Позиційне позначення	VD1-VD5
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diodec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотний струм	5 мкА

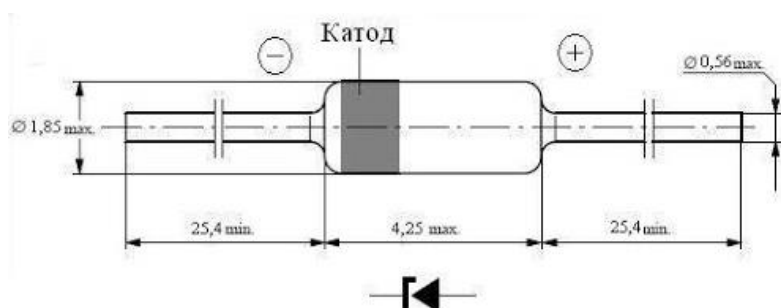


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.5 - Конденсатор В32529С1102J000 [6]

Позиційне позначення	СЗ
Назва компонента	Конденсатор В32529С1102J000
Виробник	"Ерcos"
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
Робоча напруга змінна, В	63
Робоча напруга постійна, В	100
Номінальна ємність пФ	0,5мкФ
Допуск номінальної ємності, %	5
Робоча температура, С	-55 ... 100
Відстань між висновками F, мм	5
Висота корпусу Н, мм	6.5
Товщина корпусу Т, мм	2.5
Довжина корпусу L, мм	7.2

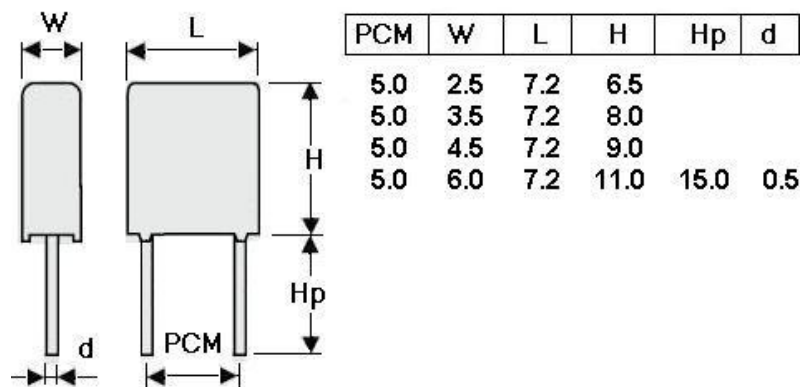


Рисунок 2.5- Габаритні розміри конденсатора В32529С1102J000

Таблиця 2.6 - Транзистор ВС547А "LGE" [7]

Позиційне позначення	VT1, VT2
Назва компонента	Транзистор ВС547А
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер	80 В
Максимальна напруга колектор-база	100 В
Розсіювана потужність	0.8 Вт
Коефіцієнт підсилення	від 40 до 160
Гранична частота	від 100 до 200 МГц.
Корпус	ТО-92

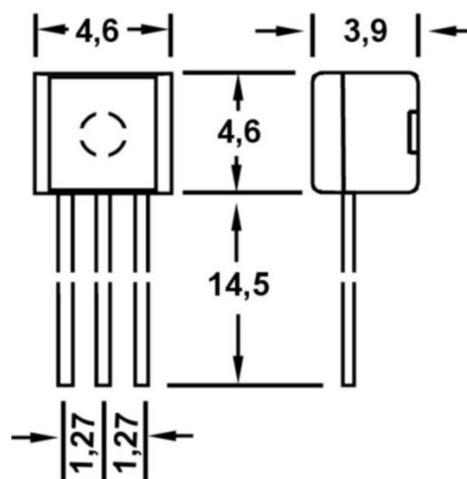


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри транзистора BC547A

Таблиця 2.7 - Запобіжник RB300-30-3A-250В "ECE" [8]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник RB300-30-3A-250В
Виробник	"ECE"
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання
Параметри конструкції	див.рис.2.7
Параметри та характеристики	
Матеріал	кераміка
Номінальна напруга, В	240
Номінальний робочий струм, А	5А
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, С	-60 ... 100

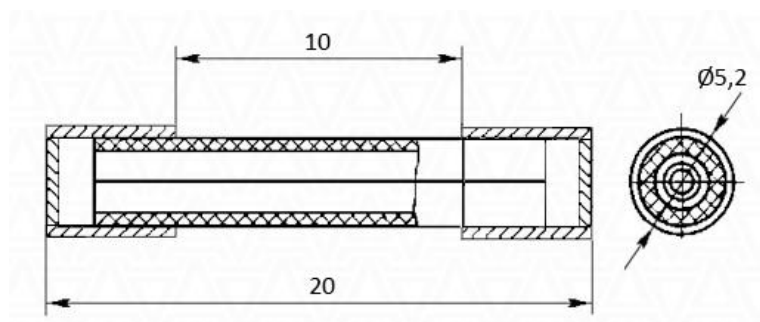


Рисунок 2.7 - Габаритні розміри запобіжника RB300-30-5A-250В

Таблиця 2.8 – Перемикач A14B1K11 "EMAS" [9]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач A14B1K11
Виробник	"EMAS"
Критерії вибору	Напруга вхідна, струм, розмір
Параметри та характеристики	
Номінальність	6A, 250B/10A, 125B
Контактний опір	$\leq 50 \text{ мОм}$
Опір ізоляції	$\geq 100 \text{ мОм}$
Діелектрична інтенсивність	$\geq 1500 \text{ В/1 мін}$
Діелектрична міцність	1500 В АС
температура роботи	від -25°C до $+85^\circ\text{C}$

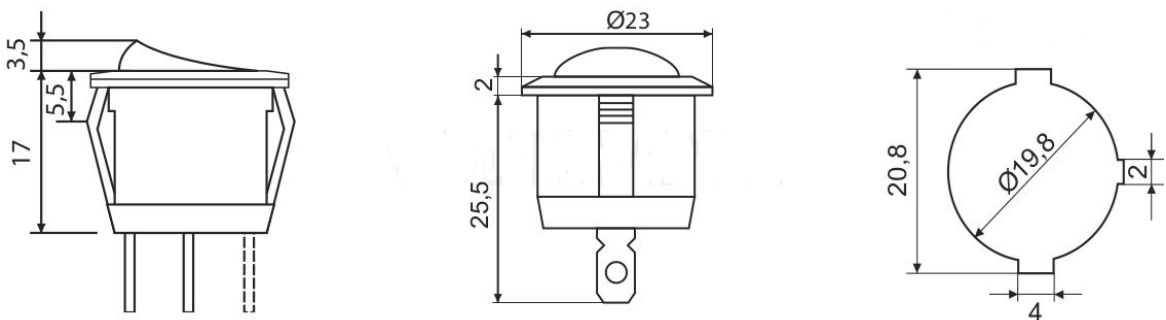


Рисунок 2.8 - Габаритні розміри перемикача A14B1K11 "EMAS"

Таблиця 2.9 - Мікросхема MCP602-I/P "Microchip" [10]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема MCP602-I/P
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	2,5–5,5 В
Корпус	DIP-8
Вхідний струм (I_b)	$\sim 1 \text{ мА}$
Вхідна напруга зміщення (V_{io})	макс. 3 мВ
Коефіцієнт підсилення (A_{ol})	$\sim 100 \text{ дБ}$
Температурний діапазон	$-40 \dots +125^\circ\text{C}$
Споживання струму	$\sim 1,1 \text{ мА}$ на канал
Вихідний струм	до $\pm 23 \text{ мА}$

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

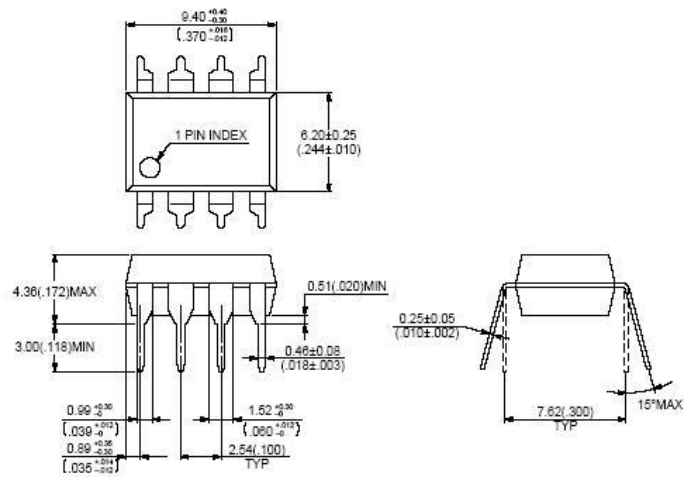


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри мікросхема MСР602-І/Р

Таблиця 2.10 - Транзистор BC557A "LGE" [11]

Позиційне позначення	VT3-VT4		
Назва компонента	Транзистор BC557A		
Виробник	"LGE"		
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність		
Параметри та характеристики			
Напруга колектор-емітер (V _{ceo})	100 В		
Струм колектора (I _c)	10 А		
Потужність розсіювання (P _d)	≈75–100 Вт		
Температура переходу	до 150°C		
Коефіцієнт підсилення	~20 – 100		
Гранична частота (f _T)	~4–8 МГц		
Тип	PNP		

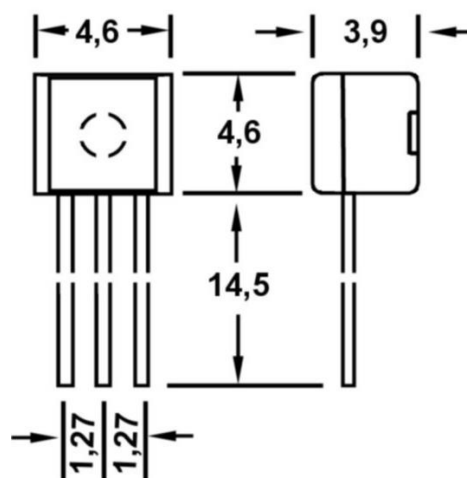


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри транзистора BC557A "LGE" 2N5638

Таблиця 2.11 - Резистор 3329Н-1 "Bourns" [12]

Позиційне позначення	R5, R16
Назва компонента	Резистор 3329Н-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.11
Параметри та характеристики	
номінальний опір	5 кОм, 2кОм
номінальне відхилення, %	10
максимальне постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
інтервал робочих температур	-55 ... + 125
ударостійкість	390m / s2, 4000 циклів

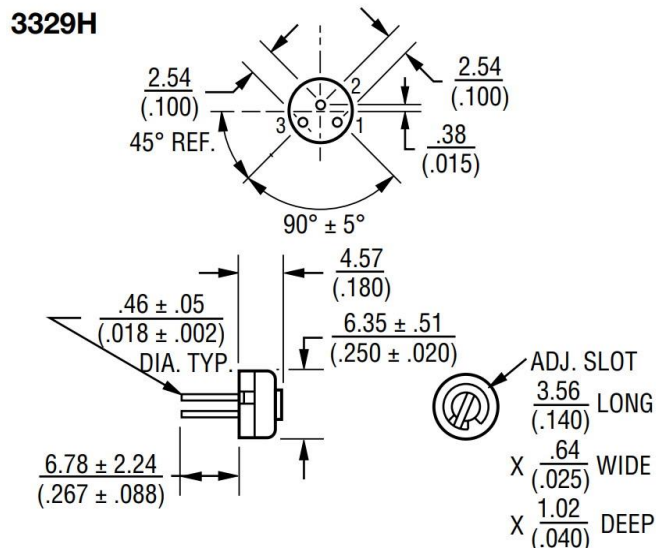


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри резистора підстроювального 3329Н-1

Таблиця 2.12 - Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [13]

Позиційне позначення	SB1-SB3
Назва компонента	Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180
Виробник	"KLS"
Критерії вибору	Розмір, принцип роботи, струм, напруга
Параметри та характеристики	
Робоча напруга, В	12
Робочий струм, А	0.05
Розмір, мм	6x6
Висота / довжина кнопки з штовхачем (до контактів), мм	9.5
Висота / довжина штовхальника, мм	6

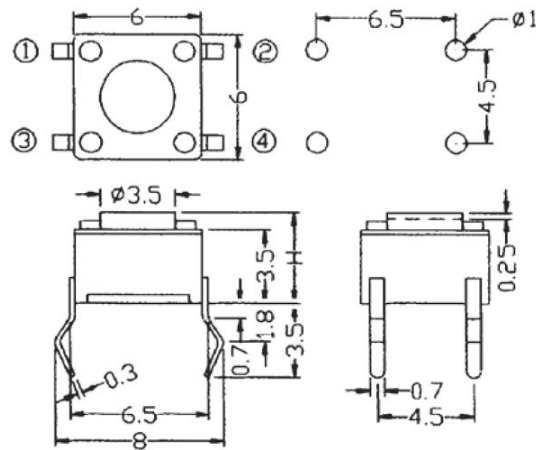


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри кнопки KLS7-TS6601-13.0-180

Таблиця 2.13 - Мікросхема АТmega8-16PU "Microchip" [14]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема АТmega8-16PU
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-28
Ядро	8-бітне AVR RISC.
Flash (прошивка)	8 КБ
SRAM	1 КБ
Тактова частота	від 0 до 16 МГц
Робоча напруга	від 4.5 В до 5.5 В

28-pin plastic DIP
(DIP-28P-M05)

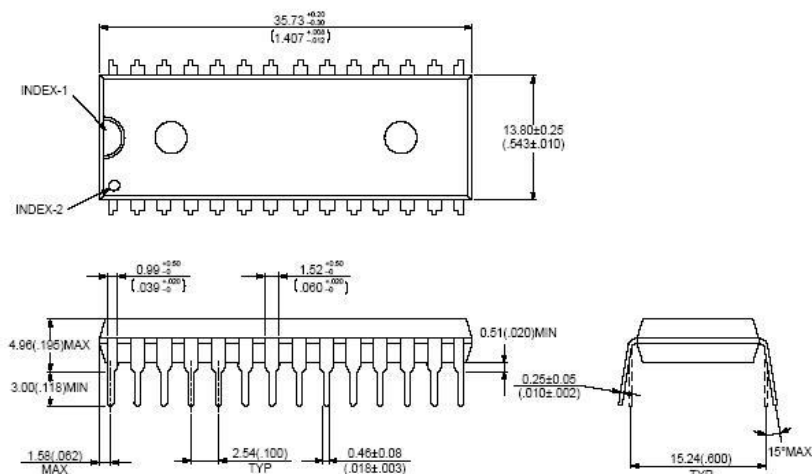


Рисунок 2.13- Зовнішній вигляд мікросхеми АТmega8-16PU

Таблиця 2.14 - Діод D2SBA60-7000 "Shindengen Electric" [15]

Позиційне позначення	VD1
Назва компонента	Діод D2SBA60-7000
Виробник	"Shindengen Electric"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Максимальна зворотна напруга	600 В
Ударний прямий струм	до 60 А
Пряме падіння напруги	макс. 1.05 В
Струм витоку	макс. 10 мкА
Робоча температура	від -40°C до +150°C.
Корпус	3S
Максимальний середній випрямлений струм	2.0 А

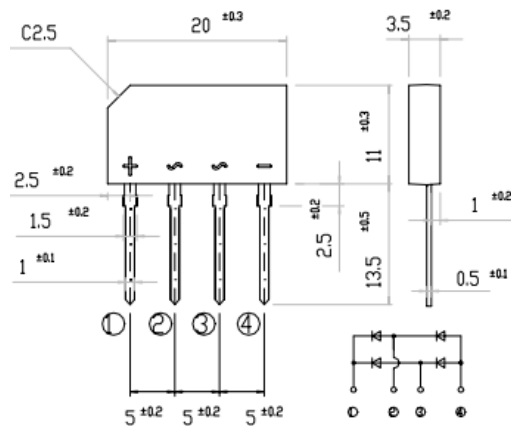


Рисунок 2.14– Габаритні розміри діода D2SBA60-7000

Таблиця 2.15 - Реле NRP-07-C-12D "NCR" [16]

Позиційне позначення	K1
Назва компонента	Реле NRP-07-C-12D
Виробник	"NCR"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга котушки	12 В
Опір котушки	близько 400 Ом
Потужність котушки	~360 мВт
Механічний ресурс	10 000 000 циклів.
Розміри	19.0 × 15.5 × 15.8 мм.
Максимальний струм комутації	12 А при 125 В змінного струму (AC). 10 А при 250 В змінного струму (AC) або 28 В постійного струму (DC).).

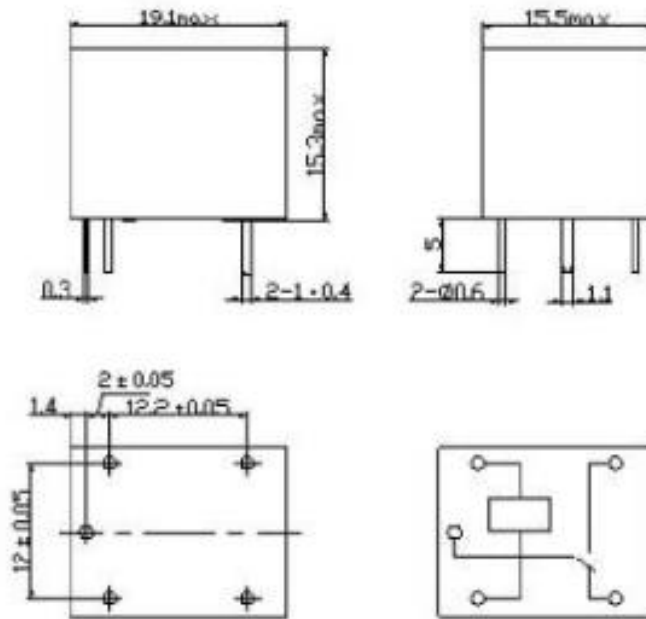


Рисунок 2.15 – Габаритні розміри реле NRP-07-C-12D "NCR"

Таблиця 2.16 – Цифровий індикатор BC56-12EWA "Kingbright" [17]

Позиційне позначення	HG1	
Назва компонента	Індикатор BC56-12EWA "Kingbright"	
Виробник	Kingbright	
Критерії вибору	Розмір, функції, параметри	
Параметри конструкції	Див.рис.1.16	
Параметри та характеристики		
Додатковий символ	точка	
Колір світіння	червоний	
Довжина хвилі, нм	640	
Мінімальна сила світла Іv хв., Мкд	8	
Максимальна сила світла Іv макс., Мкд	24	
Кількість сегментів	7	
Кількість розрядів	3	
Робоча температура, С	-40 ... 85	
Вага, г	6.19.	
Висота знака, мм	14.22	

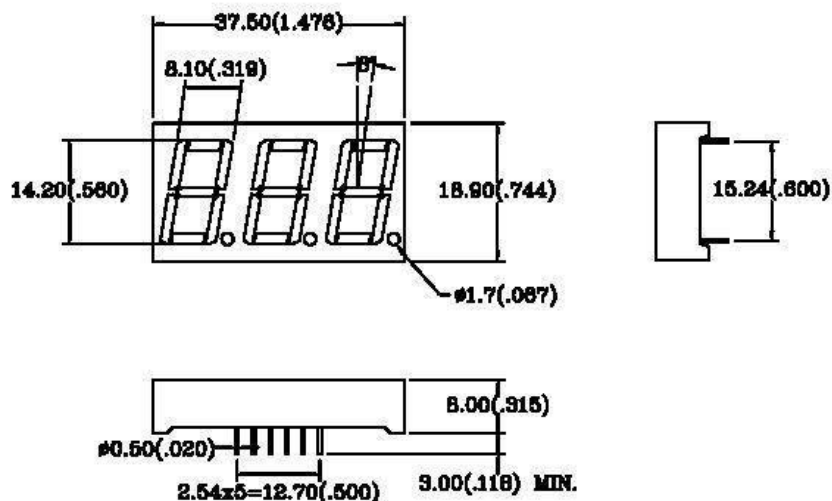


Рисунок 2.16 - Габаритні розміри індикатора BC56-12EWA "Kingbright"

Таблиця 2.17 – Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [18]

Позиційне позначення	HA1
Назва компонента	Зумер SMA-13LC-P10
Виробник	"Sonitron"
Критерії вибору	Номінальна напруга, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.2.17
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	VDC 12
Робоча напруга, VDC	1.5-16
Максимальний струм, мА	8
Мінімальний рівень звукового тиску	85дБ/10см
Резонансна частота, кГц	4.0 ± 0.5
Тип сигналу	безперервний
Робоча температура, ° C	-20 ... +70
Вага, г	2

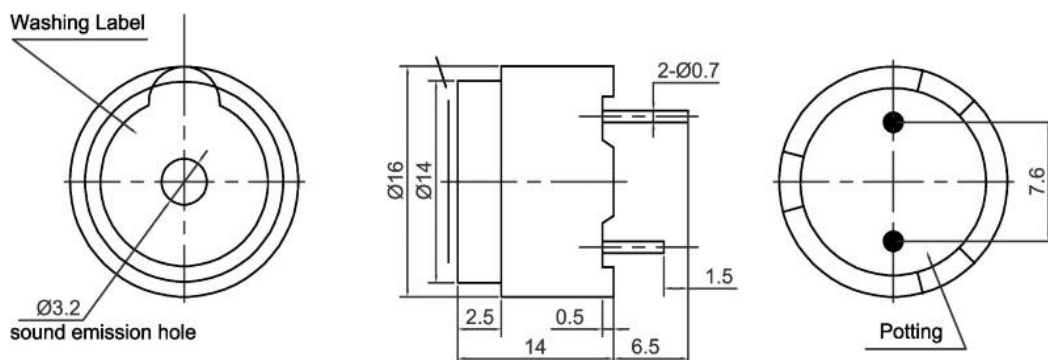


Рисунок 2.17 - Зовнішній вигляд зумера SMA-13LC-P10 "Sonitron"

Таблиця 2.18 - Дросель FWDRI1415B "Ferriwo" [19]

Позиційне позначення	L2-L3
Назва компонента	Дросель FWDRI1415B-100 мкГн $\pm 10\%$ "Ferriwo"
Виробник	"Ferriwo"
Критерії вибору	Струм, напруга, розміри, матеріал
Параметри та характеристики	
серія ес	24
Номінальна індуктивність, мкГн	100, 10
Допуск номінальної індуктивності, %	20
Максимальний постійний струм, мА	700
Активний опір, Ом	0.085
Добротність, Q	30
Робоча температура, С	-20 ... 100

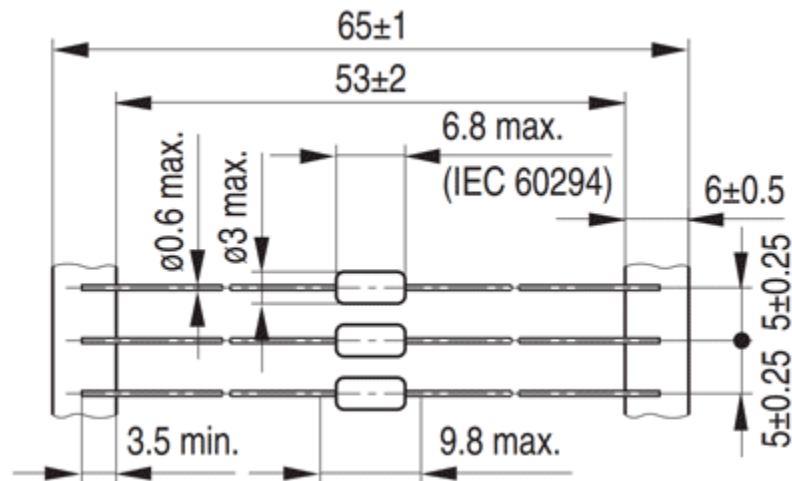
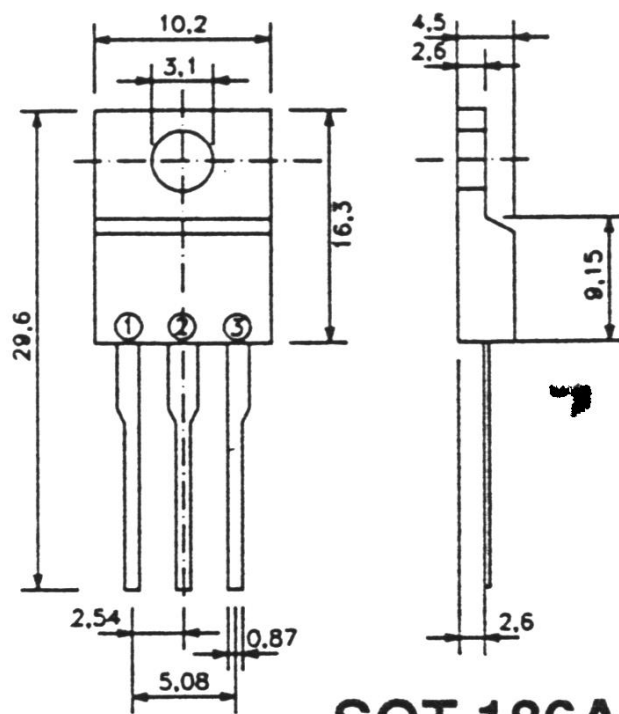


Рисунок 2.18 - Габаритні розміри індуктивності FWDRI1415B Ferriwo

Таблиця 2.19 – Симістор BT137-600D "WeEn" [20]

Позиційне позначення	VS1
Назва компонента	Симістор BT137-600D
Виробник	"WeEn"
Критерії вибору	Номінальна, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.2.19
Параметри та характеристики	
Корпус	TO-220AB
Температурний діапазон переходу (Tj)	-40...+125 °C
Падіння напруги у відкритому стані (VTM)	~1,7 В при IT = 11 А
Струм керування (IGT)	5-50 мА
Максимальна повторювана напруга (VDRM, VRRM)	600 В
Максимальний струм (IT(RMS))	8 А
Напруга керування (VGT)	~1,5 В



SOT-186A
TO-220-ISO

Рисунок 2.19 - Габаритні розміри симістора ВТ137-600D "WeEn"

Таблиця 2.20 - Оптопара PC817B "ON Semiconductor" [21]

Позиційне позначення	U1
Назва компонента	Оптопара PC817B
Виробник	"ON Semiconductor"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-4
Вхідний струм світлодіода (IF)	макс. 50 мА
Температурний діапазон	-30...+100 °C
Коефіцієнт передачі струму (CTR)	130-260 %
Вихідний струм колектора (Ic)	50 мА
Пряме падіння напруги на LED (VF)	1,2-1,4 В при IF = 20 мА
Час відгуку (tr/tf)	~4-18 мкс

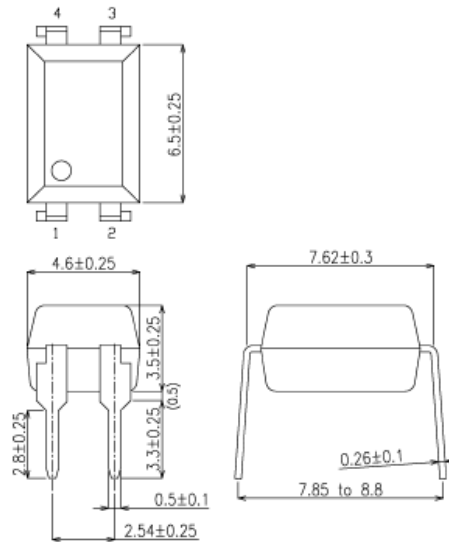


Рисунок 2.20 - Габаритні розміри оптопар PC817B "ON Semiconductor"

Таблиця 2.21 - Мікросхема МОС3052 "UMW" [22]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема МОС3052 "UMW"
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-6
Вхідний струм світлодіода (IF)	макс. 60 мА
Температурний діапазон	-40...+100 °C
Критична швидкість наростання напруги (dv/dt)	≥ 1000 В/мкс
Вихідний струм (IT(RMS))	до 100 мА (керуючий)
Пряме падіння напруги на LED (VF)	~1,2–1,4 В при IF = 20 мА
Вихідна напруга (VDRM, VRRM)	600 В

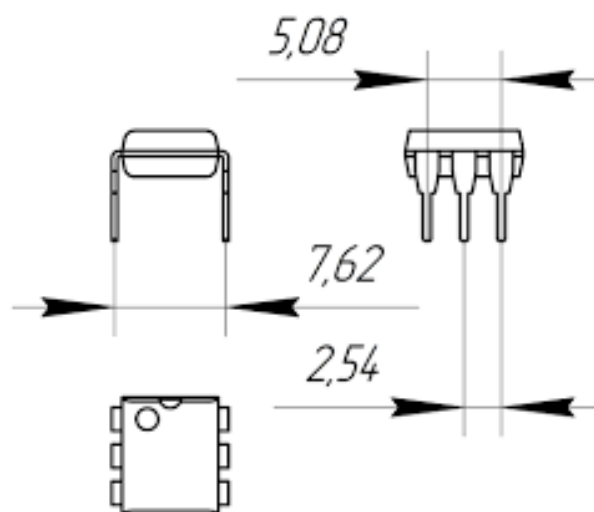


Рисунок 2.21 – Габаритні розміри мікросхема МОС3052 "UMW"

Таблиця 2.22 - Мікросхеми TL431 "Youtai Semiconducto" [23]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхеми TL431
Виробник	"Youtai Semiconducto"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Корпус	TO-92
Діапазон вихідної напруги (V_{ref})	2,5–36 В
Точність V_{ref}	$\pm 1\%$
Вхідний струм (I_{ref})	$\sim 2 \mu A$
Максимальний анодний струм (I_k)	до 100 мА
Температурний діапазон	$-40...+125\text{ }^{\circ}C$
Динамічний опір	$\sim 0,2 \Omega$

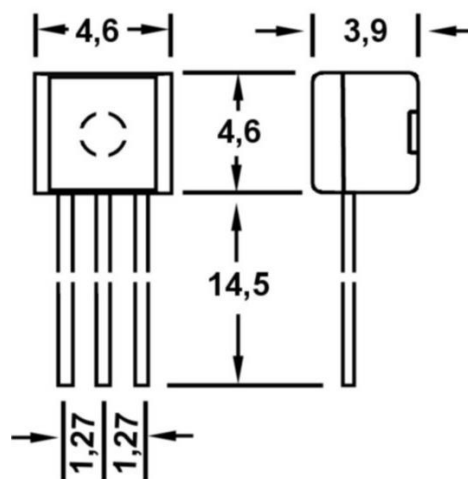


Рисунок 2.22– Габаритні розміри мікросхеми TL431 "Youtai Semiconducto"

Таблиця 2.23 - Роз'єм DS1110-01-5 "Connfly" [24]

Позиційне позначення	XS1
Назва компонента	Роз'єм DS1110-01-5
Виробник	"Connfly"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм
Параметри та характеристики	
Температурний діапазон	$-40...+85\text{ }^{\circ}C$
Стійкість до напруги пробую	$\geq 1500\text{ В AC}$
Опір ізоляції	$\geq 1000\text{ M}\Omega$
Номинальна напруга	до 250 В AC/DC

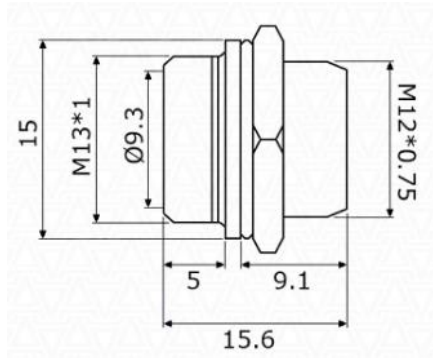


Рисунок 2.23 - Зовнішній вигляд роз'єму DS1110-01-5

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова транзисторного ключа зображена на рисунку 2.24 [34].

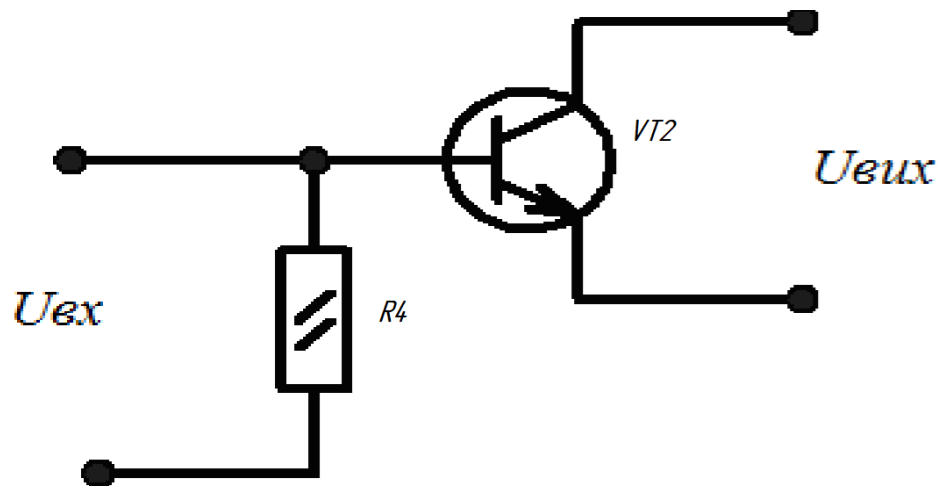


Рисунок 2.24- Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$$U_{ж}=25B;$$

$$R_{н}=1,5 \text{ кОм};$$

$$U_{у}=\pm 12B;$$

Транзистор BC547A виробник фірми "LGE".

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

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

$$R_{нас}=0,1 \text{ Ом};$$

$$r_6=1,5\text{кОм};$$

$$I_{\text{кo}}=0.1\text{А};$$

$$I_{\text{кoзв}}=25\text{мА};$$

$$R_{6\epsilon}=10\text{ Ом}.$$

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

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

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

$U_{\text{п}}$ – напруга живлення;

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

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

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

де: U_{y} – напруга управління транзистором;

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

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

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

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

$$R_{\text{y}} = \frac{80}{0,1 \cdot 10^{-4}} = 4,3\text{к(Ом)}$$

Вибираємо за стандартизованим рядом E24 резистор типу MFP-0,125-4,3 кОм виробник фірми «Yageo» – 0,125Вт з опором 4,3 кОм.

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 2.25.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

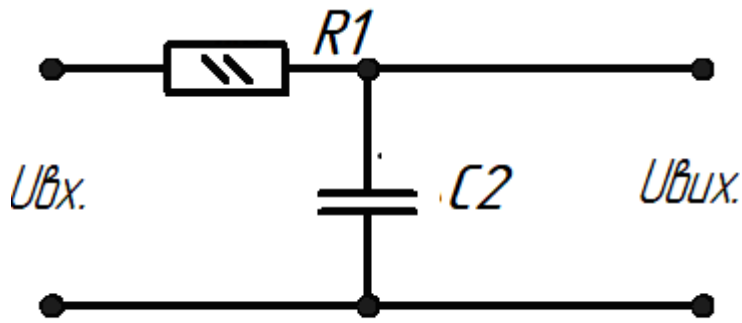


Рисунок 2.25- Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 100 \text{ нФ}$$

$$F_c = 10 \text{ кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

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

де C – ємність конденсатора;

R – опір резистора;

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

3. Розрахунок опору резистора:

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

де f_c – частота зрізу, становить 10 кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 10} = 4,3 \text{ Ом}$$

Вибираємо резистор з опором 10 кОм та потужністю розсіювання 0,125 Вт. MFP-0,125-4,3 кОм 10% "Yageo"

$$R1 = 4,3 \text{ Ом}$$

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виготовлятися плата буде з фольгованого склотекстоліту СФ2–35–1,5ІКП ГОСТ 10316-78. Плата виготовляється комбінованим позитивним методом, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат, також даний метод вимагає значно дорожчого технологічного процесу виготовлення друкованої, оскільки потрібно проводити металізацію отворів, що підвищує вартість розробки, та ускладнює сам технологічний процес, але при цьому можна виготовити складні друковані плати і зробити їх більш компактними [37].

Основні елементи схеми розміщені на одній стороні, на іншій стороні розташовані цифровий індикатор, кнопки управління виробом SB1-SB3. Габаритні розміри плати друкованої 105мм*95мм.

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [27].

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{0,5A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,4\text{мм} \quad (2.6)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max}=0,5A$;

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

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

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,5 \text{А} * 0,5 \text{м}}{0,9 \text{В} * 0,035 \text{с}} = 0,3 \text{мм} \quad (2.7)$$

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

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

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

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів d :

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

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

$\Delta d_{\text{н.в.}}$ – 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...0,4 мм. Розрахункові значення d зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,7$ -для конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів, дроселів та мікросхем;

$d_{E2} = 0,9$ - для індикатора НГ1, реле К1, симістора VS1, для кнопок SB1-SB3, резистора R5, дроселя L1.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.9)$$

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

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

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

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

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

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

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.14)$$

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Елементи на друкованій платі розташовані досить компактно, що дозволило зменшити її габарити до розмірів 115×105 мм. Усі основні електронні компоненти змонтовані на одній стороні плати, тоді як на зворотній стороні розміщені індикатор HG1 та кнопки керування SB1–SB3.

Конструкція виробу передбачає використання пластикового корпусу з габаритами 118×115×79 мм.

Матеріал корпусу забезпечує хороші електроізоляційні властивості, невелику масу виробу, достатню механічну міцність та стійкість до зовнішніх впливів.

Корпус виконаний у вигляді двох корито-подібних частин (верхньої та нижньої), які з'єднуються між собою гвинтовими з'єднаннями, розташованими по кутах.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Така конструкція забезпечує надійне з'єднання, достатню жорсткість, а також зручність обслуговування та ремонту виробу.

На верхній кришці закріплюється друкована плата з основними елементами схеми.

Також передбачені технологічні отвори для кнопок керування, які забезпечують можливість зміни режимів роботи або налаштувань пристрою. Окрім цього, у верхній частині корпусу передбачено місце для індикатора та захисного скла індикатора.

У зоні з'єднання двох половин корпусу розміщуються елементи підключення зовнішніх з'єднань: шнур живлення, роз'єм та запобіжник, які фіксуються за допомогою гайок і шайб. Перемикач живлення встановлюється на бічній стінці нижньої кришки корпусу. На нижній кришці також закріплюється модуль AC-DC-DC, який фіксується чотирма гвинтами та шайбами.

З точки зору теплового режиму, пластмасовий корпус має обмежену теплопровідність, тому відведення тепла від елементів відбувається переважно за рахунок природної конвекції через внутрішній об'єм корпусу та вентиляційні зазори.

Компактне розташування елементів вимагає врахування можливого локального нагріву, особливо для силових компонентів модуля живлення.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи.

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [26]:

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.24 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	5	1	0,03	0,15
2	Діоди	6	0,35	0,7	1,47
3	Конденсатори електролітичні	1	0,4	2,4	0,96
4	Конденсатори керамічні	10	0,1	1,4	1,4
5	Резистори постійні	34	0,42	0,8	11,424
6	Резистори підстроювальні	2	0,42	5	4,2
7	Дроселі	3	0,1	1	0,3
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	222	1	0,02	4,44
10	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
11	Перемикач	1	1	0,5	0,5
12	Гніздо	2	1	0,05	0,1
13	Транзистори	4	0,35	4	5,6
14	Індикатор	1	1	20	20
15	Зумер	1	1	0,79	0,79
16	Кнопки	3	1	2,2	6,6
17	Реле	1	1	2,2	2,2
18	Стабілітрон	1	0,81	6,2	5,02

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 6.7956e-005 1/год

Середня наробка до відмови: 14715.4 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999321$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.993227$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.934302$

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.506840$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.001119$

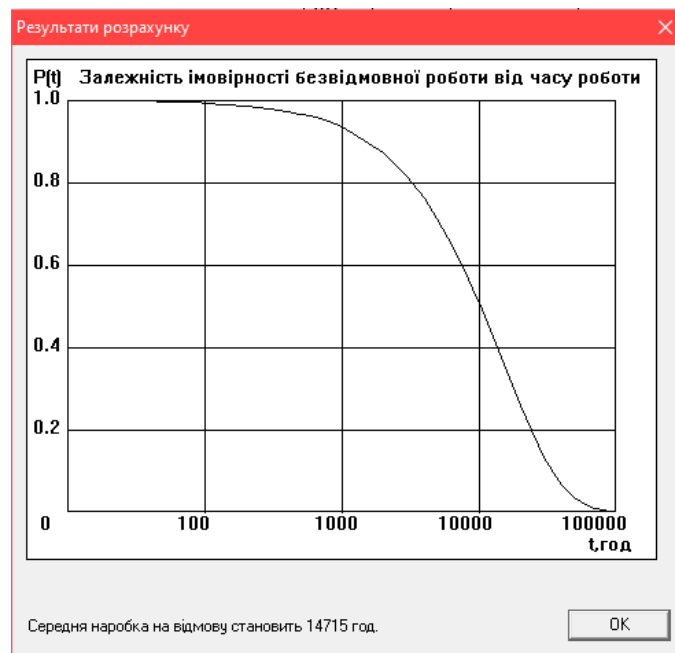


Рисунок 2.26 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 14715 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

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

Розроблена конструкція виробу характеризується раціональним поєднанням технічних та економічних рішень, що забезпечують її ефективність, простоту виготовлення та низьку собівартість.

Конструкція друкованої плати виконана з мінімальними габаритами 115×105 мм за рахунок компактного розміщення елементів. Це дозволило зменшити витрати матеріалів на виготовлення плати та корпусу, а також знизити загальну масу виробу. Розміщення основних компонентів на одній стороні плати спрощує процес автоматизованого монтажу та підвищує технологічність складання.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус виробу виготовлений із пластмаси, що є економічно доцільним матеріалом завдяки низькій вартості, легкості обробки та хорошим діелектричним властивостям. Використання стандартної конструкції корпусу з двох частин (верхньої та нижньої), які з'єднуються гвинтовими з'єднаннями, забезпечує простоту складання та розбирання без застосування спеціального обладнання.

Конструктивне виконання передбачає мінімальну кількість додаткових кріпильних елементів та уніфіковані способи монтажу компонентів (гвинти, шайби, гайки), що знижує номенклатуру деталей і, відповідно, витрати на виробництво та складання.

Застосування стандартних електронних модулів, зокрема AC-DC-DC перетворювача, дозволяє скоротити витрати на розробку окремих функціональних блоків і підвищує надійність виробу за рахунок використання перевірених рішень.

Загалом конструкція виробу є технологічною, економічно доцільною та придатною для серійного виготовлення в умовах дрібносерійного або середньосерійного виробництва.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 220В, а струм споживання 2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=2*220=440 \text{ (Вт)} \quad (2.17)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Проектований виріб являє собою компактний електронний пристрій, конструкція якого розроблена з урахуванням зручності складання, монтажу, обслуговування та експлуатації. Основою пристрою є друкована плата розмірами 115×105 мм, яка виконана з максимально щільним розміщенням

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

радіоелементів. Завдяки цьому вдалося зменшити габарити виробу без погіршення його функціональності та технологічності.

Усі основні електронні компоненти розміщені на одній стороні друкованої плати, що спрощує процес автоматизованого та ручного монтажу. На зворотній стороні плати встановлено індикатор HG1 та кнопки керування SB1–SB3. Таке конструктивне рішення забезпечує зручність доступу до елементів керування та індикації, а також підвищує ергономічність використання пристрою.

Корпус виробу виготовлений із пластмаси, яка має низку переваг: малу масу, високі електроізоляційні властивості, достатню механічну міцність та стійкість до впливу зовнішнього середовища. Габаритні розміри корпусу становлять 118×115×79 мм, що забезпечує компактність виробу при збереженні достатнього внутрішнього об'єму для розміщення всіх функціональних вузлів.

Конструктивно корпус складається з двох основних частин — верхньої та нижньої корито-подібних кришок. Їх з'єднання здійснюється за допомогою гвинтових кріплень, розташованих по кутах корпусу. Такий спосіб монтажу забезпечує надійну фіксацію, достатню жорсткість конструкції, а також можливість багаторазового розбирання без втрати експлуатаційних властивостей корпусу. Це особливо важливо для проведення ремонту, технічного обслуговування або модернізації виробу.

На верхній кришці корпусу здійснюється монтаж друкованої плати з основними електронними елементами. Для органів керування передбачені спеціальні отвори під кнопки, які забезпечують доступ до функцій налаштування та зміни режимів роботи пристрою. Окремо передбачено місце для встановлення індикатора та захисного скла, яке виконує функцію механічного захисту та покращує зовнішній вигляд виробу.

У зоні з'єднання верхньої та нижньої кришок корпусу розміщуються елементи підключення зовнішніх та силових ланцюгів, зокрема шнур живлення, роз'єм та запобіжник. Їх кріплення здійснюється за допомогою гайок

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і шайб, що забезпечує надійну фіксацію та запобігає їх самовільному від'єднанню під час експлуатації.

Перемикач режимів роботи встановлюється на бічній поверхні нижньої кришки корпусу, що забезпечує зручний доступ користувача до керування пристроєм. На нижній кришці також закріплюється модуль AC-DC-DC, який фіксується за допомогою чотирьох гвинтів і шайб. Таке кріплення гарантує стабільне положення модуля, зменшення вібрацій та підвищення надійності роботи пристрою в цілому.

Загалом конструкція виробу характеризується технологічністю складання, зручністю монтажу електронних компонентів, ремонтпридатністю та достатнім рівнем механічної міцності. Всі конструктивні рішення спрямовані на забезпечення надійної та довготривалої роботи пристрою в умовах експлуатації.

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

Конструкція виробу оцінюється як технологічна, оскільки забезпечує простоту виготовлення, складання та подальшого обслуговування при мінімальних витратах праці та матеріалів. Розташування елементів на друкованій платі є компактним і логічно структурованим, що спрощує процес монтажу та зменшує ймовірність помилок під час складання.

Використання стандартних електронних компонентів і готових функціональних модулів (зокрема AC-DC-DC перетворювача) підвищує технологічність конструкції та скорочує час виробництва виробу. Монтаж елементів виконується переважно за допомогою пайки, що є відпрацьованим і доступним технологічним процесом.

Корпус виробу має просту розбірну конструкцію, що складається з двох частин, які з'єднуються гвинтовими з'єднаннями. Така конструкція не потребує

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складного обладнання для складання та забезпечує зручний доступ до внутрішніх елементів при ремонті або обслуговуванні.

Для виготовлення та складання виробу використовуються стандартні інструменти та обладнання. При монтажі електронних компонентів застосовується паяльне обладнання (паяльник або паяльна станція), припій та флюс. Для механічного складання корпусу використовуються викрутки відповідного типу, гайкові ключі та пінцет для встановлення дрібних елементів.

В якості допоміжної оснастки використовуються монтажні пристосування для фіксації друкованої плати під час пайки, антистатичні засоби для захисту електронних компонентів, а також вимірювальні прилади (мультиметр) для контролю правильності складання та перевірки електричних параметрів.

Загалом конструкція виробу є технологічно доцільною, не потребує складної спеціальної оснастки та може бути виготовлена в умовах дрібносерійного виробництва із застосуванням стандартного інструменту.

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

Виготовлення друкованої плати для розроблюваного виробу виконується за двосторонньою комбінованою технологією, що включає як механічні, так і хімічні методи обробки мідного шару. Застосування такої технології дозволяє досягти високої точності формування провідників, забезпечити надійність електричних з'єднань і реалізувати щільне компонування елементів на платі.

Початковим етапом виробничого процесу є підготовка основи з фольгованого діелектричного матеріалу. Після цього проводиться очищення мідного покриття та нанесення захисного шару, що відповідає заданій топології схеми.

Формування провідного рисунка здійснюється шляхом фотолітографічного процесу або використання захисного трафарету з подальшим видаленням зайвої міді методом травлення.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після завершення операції травлення виконуються свердлильні роботи для створення монтажних і перехідних отворів.

Для забезпечення електричного зв'язку між шарами застосовується металізація отворів, що підвищує надійність конструкції та дає можливість реалізовувати складні схеми при обмежених габаритах друкованої плати.

Фінальною стадією є очищення плати від залишків технологічних матеріалів, зокрема флюсів і захисних покриттів, а також нанесення захисного шару на провідники. Це запобігає окисненню міді та збільшує термін служби виробу.

Як базовий матеріал використовується фольгований склотекстоліт типу FR-4, який відзначається високою механічною міцністю, стійкістю до температурних впливів та добрими діелектричними характеристиками. Мідна фольга, у свою чергу, забезпечує низький електричний опір і стабільність з'єднань.

У процесі виробництва застосовуються допоміжні матеріали, зокрема: фоточутливі матеріали (фоторезисти або плівки) для формування провідного малюнка;

- розчини для хімічного травлення міді, такі як хлорне залізо або персульфат натрію;
- флюси та припої для подальшого монтажу радіоелементів;
- спиртові або інші очищувальні засоби для видалення забруднень;
- захисні лаки або маски для запобігання корозії провідників.

Застосування двосторонньої комбінованої технології забезпечує отримання компактної друкованої плати з високою щільністю розміщення елементів і підвищеною надійністю електричних з'єднань, що відповідає вимогам до конструкції виробу.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

Коефіцієнт використання мікросхеми $K_{\text{вик.імс}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{5}{5 + 74} = 0,1 \quad (2.18)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{204}{222} = 0,92 \quad (2.19)$$

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

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

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

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{70}{74} = 0,96 \quad (2.20)$$

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

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{51}{74} = 0,31 \quad (2.21)$$

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

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

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{74}{74} = 0 \quad (2.22)$$

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

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

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

$$K_{\text{ВСТ.Р}} = 1 - \frac{H_{\text{ВСТ.Р}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{11}{74} = 0,85 \quad (2.23)$$

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

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення $K_{\text{Ф}}$ деталей визначається за формулою:

$$K_{\text{Ф}} = \frac{D_{\text{пр}}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.24)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,92*1 + 0,96*0,75 + 0,31*0,5 + 0*0,310 + 0,85*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,56$$

(2.25)

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.26)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,56}{0,5} = 1,12 \geq 1$.

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у нижню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення перемикача та гнізд, резисторів, амперметра на верхню кришку та вентилятора;
- кріплення шнура живлення та запобіжника;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів;

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

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 2000 \times 100 = 200000 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 200000 + 100000 = 300000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 200000 \cdot 0,5 = 100000 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$V_{\text{інстр}} = 100000 \times 0,02 \times 1,1 = 2200 \text{ (грн.)}$$

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

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

$$V_{\text{інв}} = 100000 \times 0,03 \times 1,1 = 3300 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\text{ПІ} = 3000000 + 2200 + 3300 = 305500 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{5500 \times 25}{100} = 1375 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	2200	550
	Виробничий та господарський інвентар	3300	825
	Всього:	5500	1375

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 814 \times 1,04 = 846,56 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	2	55	110
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	4	50	200
5	Конденсатори електролітичні	1	10	10
6	Конденсатори постійні	10	1	10
7	Резистори постійні	34	0,5	17
8	Індикатор	1	50	50
9	Зумер	1	10	10
10	Діоди	6	2	12
11	Роз'єм	1	30	30
12	Кнопка	3	20	60
13	Транзистори	4	20	80
14	Перемикач	1	25	25
15	Реле	1	50	50
				814

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($B_{o.z.pl.}$): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{від} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{шт.і}}{60} \times C_r, \quad (3.9)$$

$$P_{від} = \frac{33}{60} \times 220 = 121(грн)$$

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

C_r – 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, (С _г), грн/год
1	Пайка	15	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	33		

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

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

$$B_{дод.з.пл.} = 121 \times 0,11 = 13,31 (грн)$$

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

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (121 + 13,31) = 25,55 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{42}{100} \times (121 + 13,31) = 56,32 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 42%);

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{104}{100} \times (121 + 13,31) = 139,68 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 104%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 846,56 + (121 + 13,31 + 25,55) + 56,32 + 139,68 = 1202,42 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Таблиця 3.4- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	846,56
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	121,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	13,31
4	Відрахування на соціальні заходи	25,55
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	56,32
6	Загальновиробничі витрати	139,68
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1202,42
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	1006,42
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	196

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

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

$$Ц_{одпр} = 1202,42 \times \frac{100 + 34}{100} = 1611,24 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 34%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\Pi_p = (1611,24 - 1202,42) \times 1300 = 531466 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 531466 - 531466 \times \frac{18}{100} = 435802,12 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1202,42 \times 1300 = 1563146 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{435802,12}{1563146} \times 100\% = 27,88 \%$$

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

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

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 435802,12 + 1375 = 437177,12 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\text{ЧТВ} = 397433,76 - 305500 = 91933,76 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

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

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

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

$$\text{ТВ} = \frac{43177,12}{(1 + 0,1)^1} = 397433,76 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\text{ІП} = \frac{397433,76}{305500} = 1,3$$

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{PI}{GP_{диск}} \quad (3.24)$$
$$T_{ок_{диск}} = \frac{305500}{397433,76} = 0,77р$$

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

$$GP_{диск} = \frac{TV}{t}, \quad (3.25)$$
$$GP_{диск} = \frac{397433,76}{1} = 397433,76 \text{ (грн.)}$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1300
2	Собівартість виробу	грн./од.	1202,42
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1611,24
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	305500
5	Чистий прибуток	грн.	435802,12
6	Рентабельність виробу	%	27,88
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	91933,76
9	Індекс прибутковості	-	1,3
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,77

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Кваліфікація виробничих травм.

Виробничий травматизм - явище, що характеризується сукупністю виробничих травм.

Виробнича травма - травма, отримана працівником на виробництві й викликана недотриманням вимог безпеки праці. Подія яка викликала травму називають нещасливим випадком.

За видами:

- без втрати працездатності;
- з тимчасовою втратою працездатності;
- зі стійкою втратою проф. працездатності;
- групові- одночасно двоє і більше людей; нещасний випадок зі смертельним наслідком.

Залежно від характеру ушкоджень травми класифікуються на:

- механічні (забиття, переломи, порізи тощо);
- термічні (опіки, обмороження, сонячні удари);
- хімічні (гострі отруєння, опіки кислотами, лугами);
- електричні (електричні удари, електричні травми);
- променеві (опіки, ушкодження тканин, кровотворних органів);
- нервово-психічні (переляк, шок);
- комбіновані.

За важкістю наслідків нещасні випадки поділяються на такі групи:

- дрібний травматизм (без втрати працездатності, який становить 70-80% усіх нещасних випадків);
- легкі випадки (втрата працездатності до трьох днів, тобто з тимчасовою втратою працездатності);
- тривалі (втрата працездатності від 4 днів до 4 місяців);

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- нещасні випадки з важкими наслідками (повна чи часткова втрата працездатності, тобто повна чи часткова інвалідність). На один нещасний випадок із важкими наслідками припадають 17 легких і тривалих нещасних випадків і 120 випадків мікротравм.

- групові (що сталися одночасно з двома і більше працівниками незалежно від тяжкості тілесних ушкоджень);

- смертельні.

Склад і обов'язки комісії по розслідуванню нещасних випадків на виробництві. До складу комісії з розслідування включається: керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа, на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (голова цієї комісії); керівник структурного підрозділу чи головний спеціаліст; представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки; інші особи.

Комісія з розслідування нещасного випадку зобов'язана протягом трьох днів:

- обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків і осіб, причетних до нього, та одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо;

- визначити відповідність умов і безпеки праці вимогам нормативно-правових актів про охорону праці;

- з'ясувати обставини і причини, що призвели до нещасного випадку; визначити осіб, які допустили порушення нормативно-правових актів, а також розробити заходи щодо запобігання подібним нещасним випадкам; скласти акти розслідування нещасного випадку за формами Н-5 і Н-1 або акт за формою НТ про потерпілого; у разі виникнення гострих професійних захворювань (отруєнь), крім акта за формою Н-1 складається Карта обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Облікові форми нещасних випадків на виробництві. Нещасні випадки, кваліфіковані, як нещасні випадки на виробництві, підлягають оформлення актом про нещасний випадок на виробництві за формою Н-1 (нещасні випадки, що сталися з професійними спортсменами оформляються актом за формою Н-1ПС). Акт форми Н-1 складається комісією у п'яти примірниках. До акту за формою Н-1 додаються пояснення свідків події, медичний висновок щодо діагнозу. При нещасному випадку на виробництві із застрахованим працівником складається додатковий примірник акта форми Н-1.

При груповий нещасний випадок на виробництві акти форми Н-1 складаються на кожного потерпілого окремо. За результатами розслідування кожного групового нещасного випадку, важкого нещасного випадку або нещасного випадку зі смертельним результатом складається відповідний акт у двох примірниках.

Роботодавець у триденний термін після завершення розслідування нещасного випадку на виробництві зобов'язаний видати потерпілому один примірник затвердженого ним і завіреного печаткою акта форми Н-1. Другий примірник акта з копіями матеріалів розслідування зберігаються протягом 45 років роботодавцем.

При страхових випадках третій примірник затвердженого та завіреного печаткою акта форми Н-1 роботодавець направляє страхувальнику.

Кожен оформлений в установленому порядку нещасний випадок на виробництві реєструються роботодавцем у журналі реєстрації нещасних випадків на виробництві і включаються в річну форму федерального державного статистичного спостереження за травматизмом на виробництві.

Основні методи аналізу травматизму та їх особливості. Велику роль у запобіганні травматизму має аналіз і, головне, своєчасне доведення його результатів до всіх структурних підрозділів та всіх працівників. Мета аналізу травматизму — розробка заходів запобігання нещасним випадкам, у зв'язку з чим потрібно систематично аналізувати й узагальнювати причини

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

травматизму. Найпоширенішими методами аналізу травматизму, що взаємодоповнюють один одного, є статистичний і монографічний. Нині дедалі більшого значення набувають економічний та ергономічний методи.

Статистичний метод, що базується на аналізі статистичного матеріалу, нагромадженого за декілька років на підприємстві або у галузі, дає можливість кількісно оцінити рівень травматизму за допомогою показників. При монографічному методі дослідження виявляють вплив на безпеку праці багатьох елементів досліджуваного об'єкта, тобто проводять глибокий аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників, притаманних тій чи іншій виробничій ділянці, устаткуванню, технологічному процесу. Одночасно застосовуються санітарні й технічні методи дослідження. Це не тільки дозволяє виявити причини нещасних випадків, а й, що особливо важливо, сприяє визначенню потенційної небезпеки і шкідливості, які можуть впливати на людей. Даний метод можна застосовувати і для розробки заходів з охорони праці для виробництва, яке лише запроектовано. Економічний метод полягає у визначенні економічних наслідків травматизму і спрямований на з'ясування економічної ефективності витрат на розробку і впровадження заходів з охорони праці. Ергономічний метод ґрунтується на комплексному вивченні системи «людина — машина (техніка) — виробниче середовище». Відомо, що кожному виду трудової діяльності повинні відповідати певні фізіологічні, психофізіологічні і психологічні якості людини, а також її антропометричні дані.

Заходи попередження виробничого травматизму. Заходи щодо попередження травматизму та захворювання працівників на виробництві поділяються на:

- технічні;
- санітарно-виробничі;
- медико-профілактичні;
- організаційні.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До технічних заходів належать:

- модернізація технологічного, підйомно-транспортного обладнання;
- перепланування розміщення обладнання;
- впровадження автоматичного та дистанційного керування виробничим обладнанням.

Санітарно-виробничі заходи включають:

- придбання або виготовлення пристроїв, які захищають працівників від дії електромагнітних випромінювань, пилу, газів, шуму тощо;
- влаштування нових і реконструкцію діючих вентиляційних систем, систем опалення, кондиціонування;
- реконструкцію та переобладнання душових, гардеробних тощо.

До медико-профілактичних заходів відносяться:

- придбання молока, засобів миття та знешкодження шкідливих впливів; організація профілактичних медичних оглядів;
- організація лікувально-профілактичного харчування.

До організаційних заходів належать:

- проведення навчання та інструктаж з охорони праці, робота з професійного відбору;
- здійснення контролю за дотриманням працівниками вимог інструкцій з охорони праці.

4.2 Дії при виявленні пожежі.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожний громадянин зобов'язаний:

- негайно повідомити про це телефоном пожежну охорону. При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вжити (по можливості) заходів до евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;

- якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового по об'єкту;

- у разі необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Посадова особа об'єкта, що прибула на місце пожежі, зобов'язана:

- перевірити, чи викликана пожежна охорона (продублювати повідомлення), довести подію до відома власника підприємства;

- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;

- видалити за межі небезпечної зони всіх працюючих, не пов'язаних з ліквідацією пожежі;

- припинити роботи в будівлі (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами по ліквідації пожежі;

- здійснити в разі необхідності відключення електроенергії (за винятком систем протипожежного захисту), зупинення транспортуючих пристроїв, агрегатів, апаратів, перекриття сировинних, газових, парових та водяних комунікацій, зупинення систем вентиляції в аварійному та суміжних з ним приміщеннях (за винятком пристроїв протидимного захисту) та виконати інші заходи, що сприяють запобіганню розвитку пожежі та задимлення будівлі;

- перевірити включення оповіщення людей про пожежу, установок пожежогасіння, протидимного захисту;

- організувати зустріч підрозділів пожежної охорони, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху для під'їзду до осередку пожежі та в установці на водні джерела;

- одночасно з гасінням пожежі організувати евакуацію і захист матеріальних цінностей;

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі.

По прибутті на пожежу пожежних підрозділів повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх на територію об'єкта, за винятком випадків, коли відповідними державними нормативними актами встановлений особливий порядок допуску.

Після прибуття пожежного підрозділу адміністрація та технічний персонал підприємства, будівлі чи споруди зобов'язані брати участь у консультуванні керівника гасіння пожежі про конструктивні і технологічні особливості об'єкта, де виникла пожежа, прилеглих будівель та пристроїв, організувати залучення до вжиття необхідних заходів, пов'язаних із ліквідацією пожежі та попередженням її розвитку, сил та засобів об'єкта.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Пристрій керування паяльним феном 852D, на МК ATmega8». 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 115×105мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є проста, конструкція корпусу виробу також проста і не дуже складна. Корпус має такі розміри 115x118x79, 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: схема електрична структурна, електрична принципова схема, друкована плата, друкований вузол, складальне креслення виробу. Для оформлення креслень була використана програма графічного моделювання КОМПАС-3D.

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Пристрій керування паяльним феном 852D, на МК ATmega8 [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).
2. Конденсатор ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html>(дата звернення 1.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod.. (дата звернення 3.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.www.vprl. (дата звернення 1.02.2026).
5. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
6. Конденсатор B32529C1102J000 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
7. Транзистор BC547A "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).
8. Запобіжник RB300-30-3A-250B "ECE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).
9. Перемикач A14B1K11 "EMAS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Мікросхема MCP602-I/P "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).
11. Транзистор BC557A "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).
12. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
13. Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
14. Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).
15. Діод D2SBA60-7000 "Shindengen Electric" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).
16. Реле NRP-07-C-12D "NCR" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).
17. Цифровий індикатор BC56-12EWA "Kingbright" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).
18. Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
19. Дросель FWDRI1415B"Ferriwo [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Симістор BT137-600D "WeEn" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).

21. Оптопара PC817B "ON Semiconductor" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

22. Мікросхема МОС3052 "UMW"" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

23. Мікросхеми TL431 "Youtai Semiconducto"" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

24. Роз'єм DS1110-01-5 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

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

26. 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).

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

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

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

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

38. 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.

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

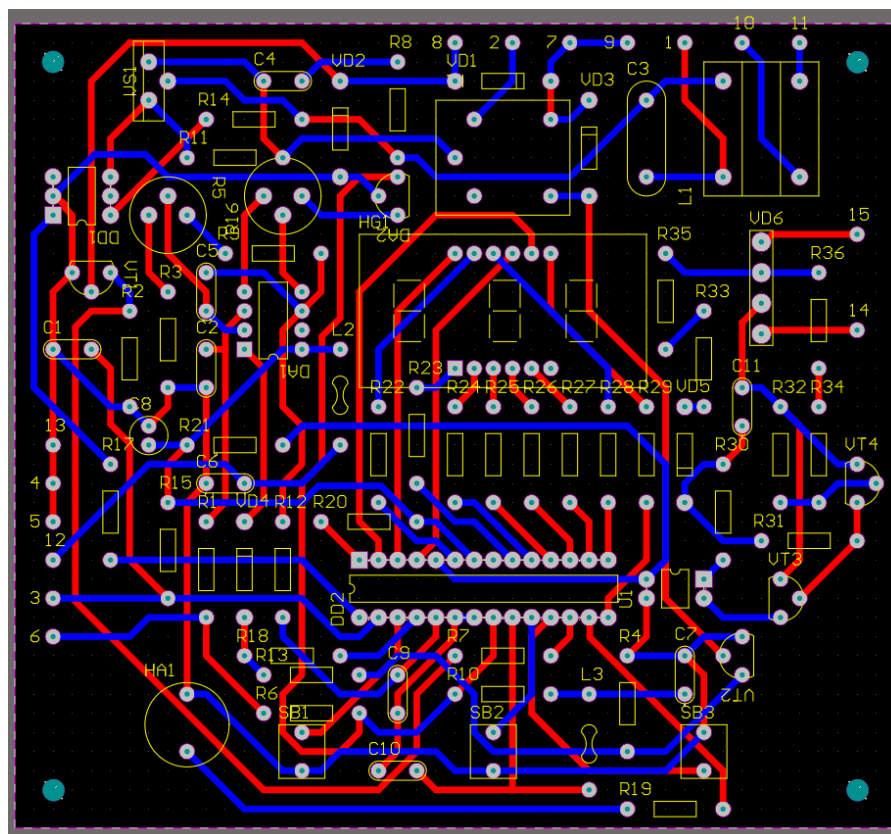


Рисунок А.1 – Друкована плата

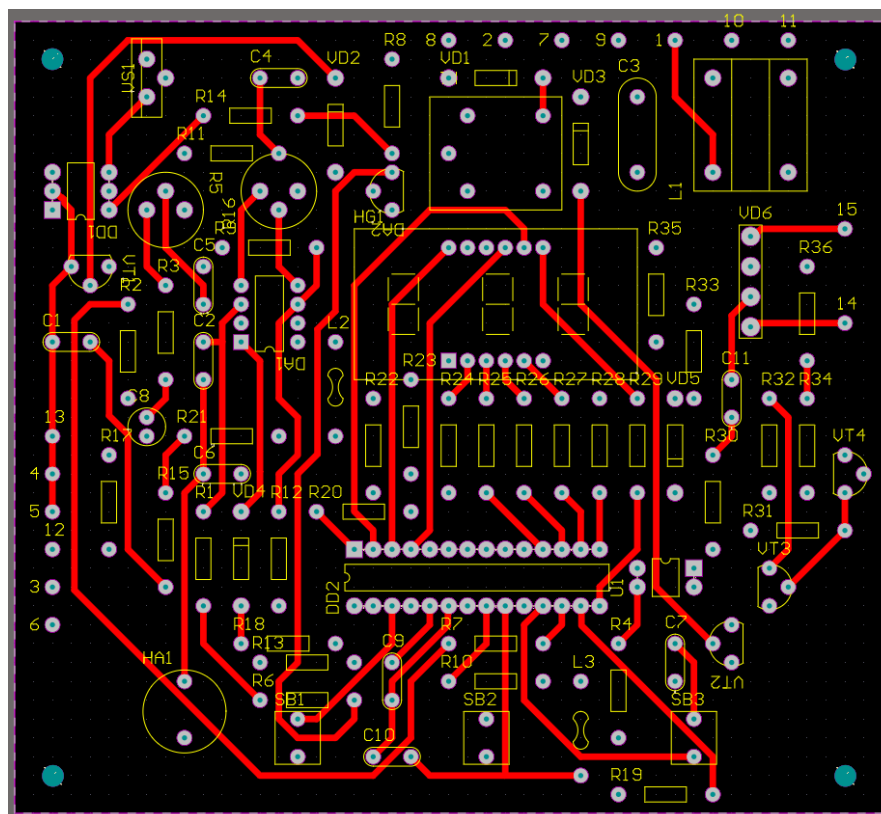


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ

Арк.

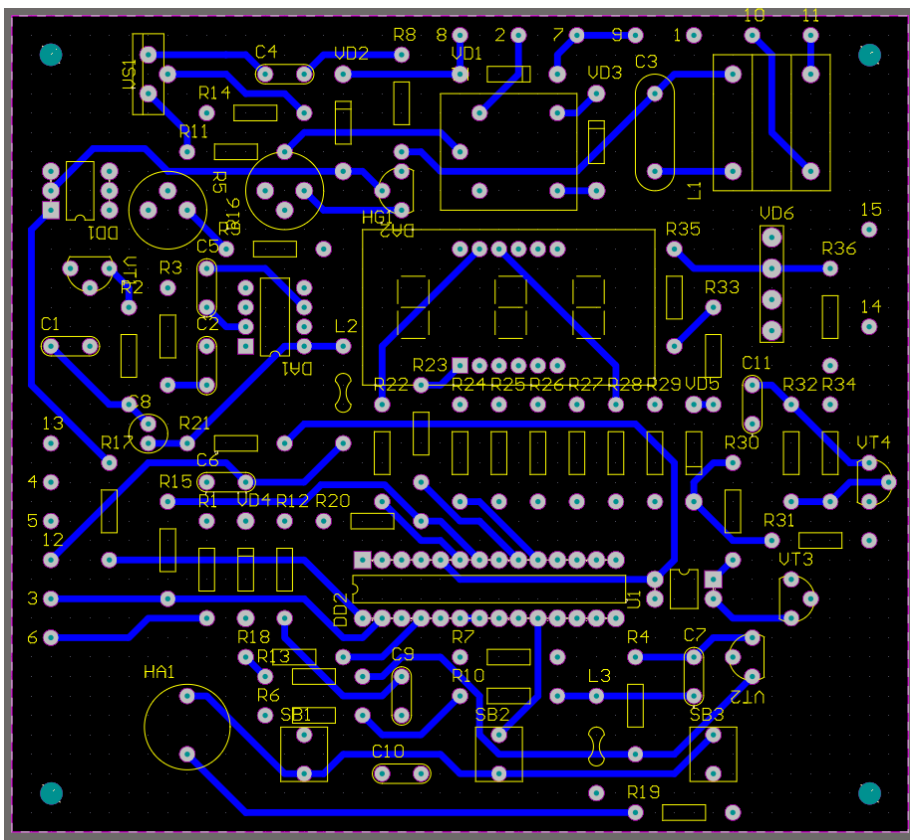


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

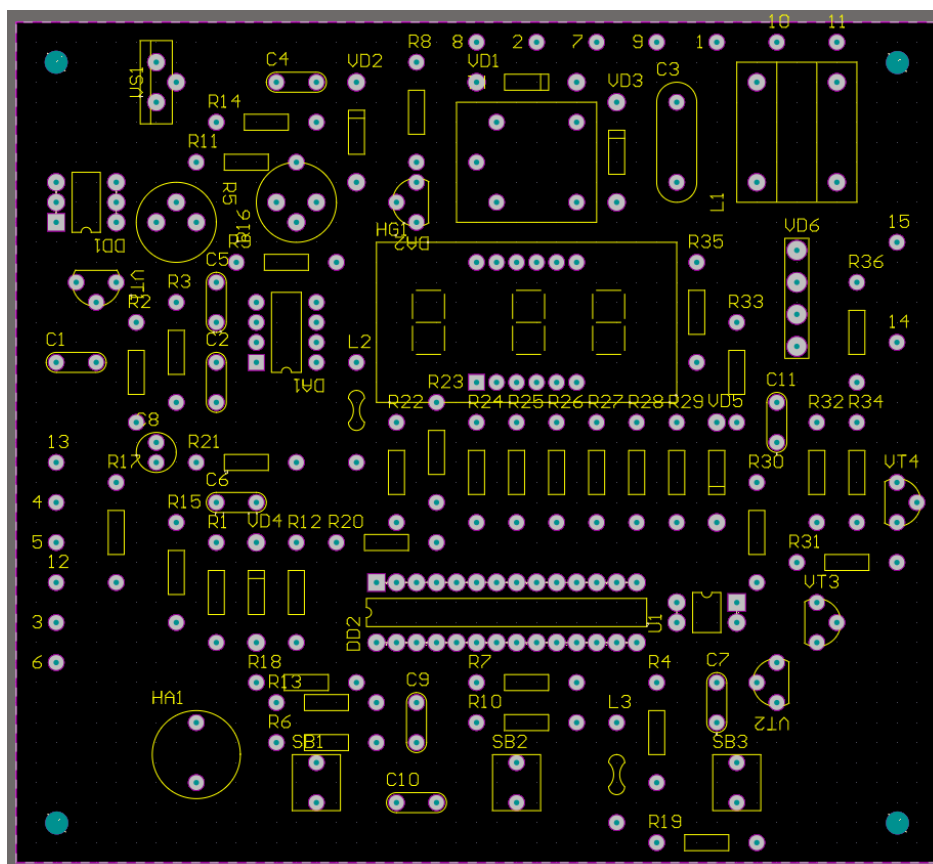


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

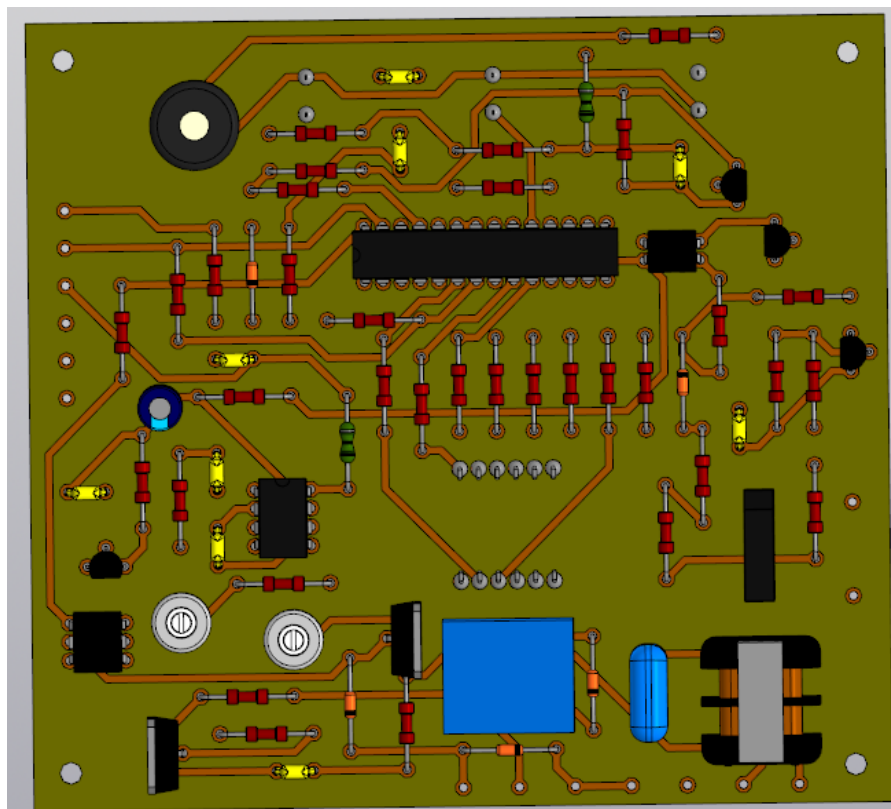


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

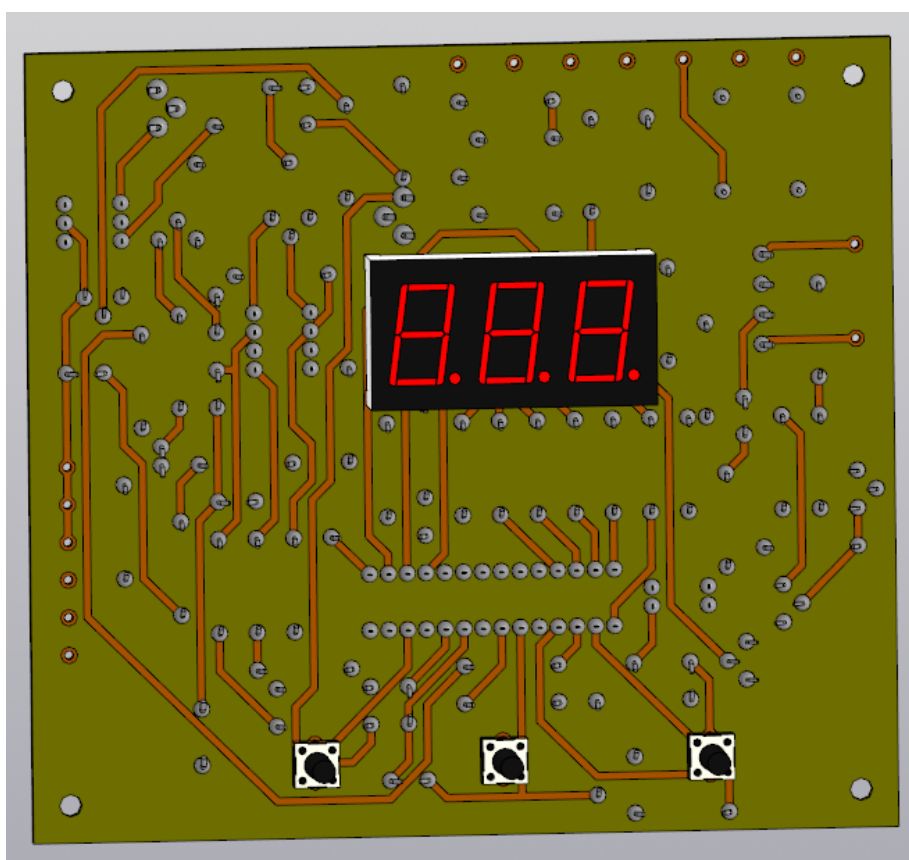


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ

Арк.

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

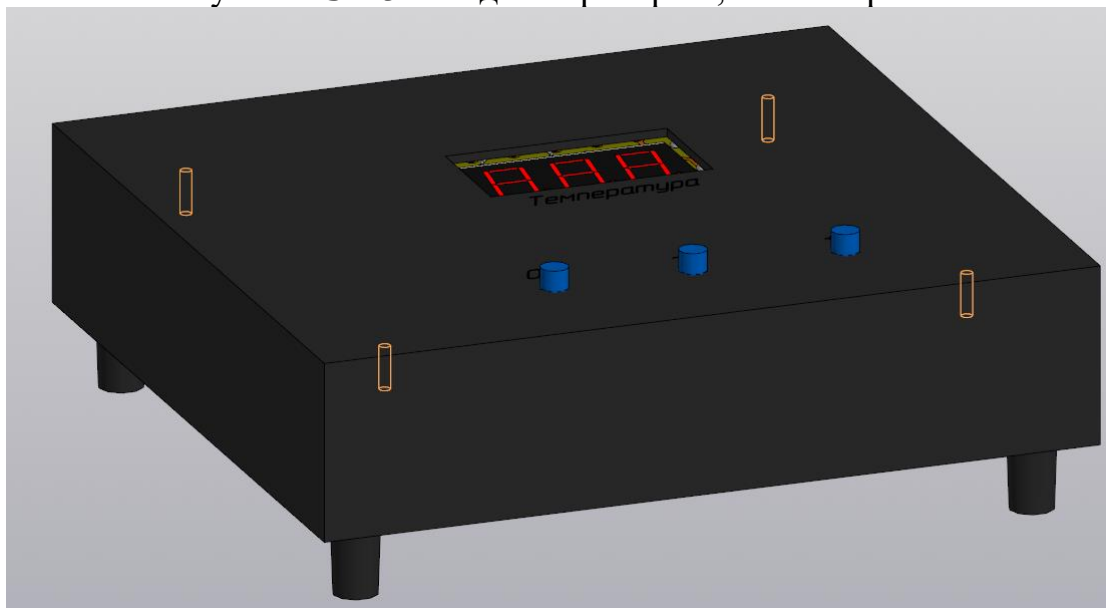


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

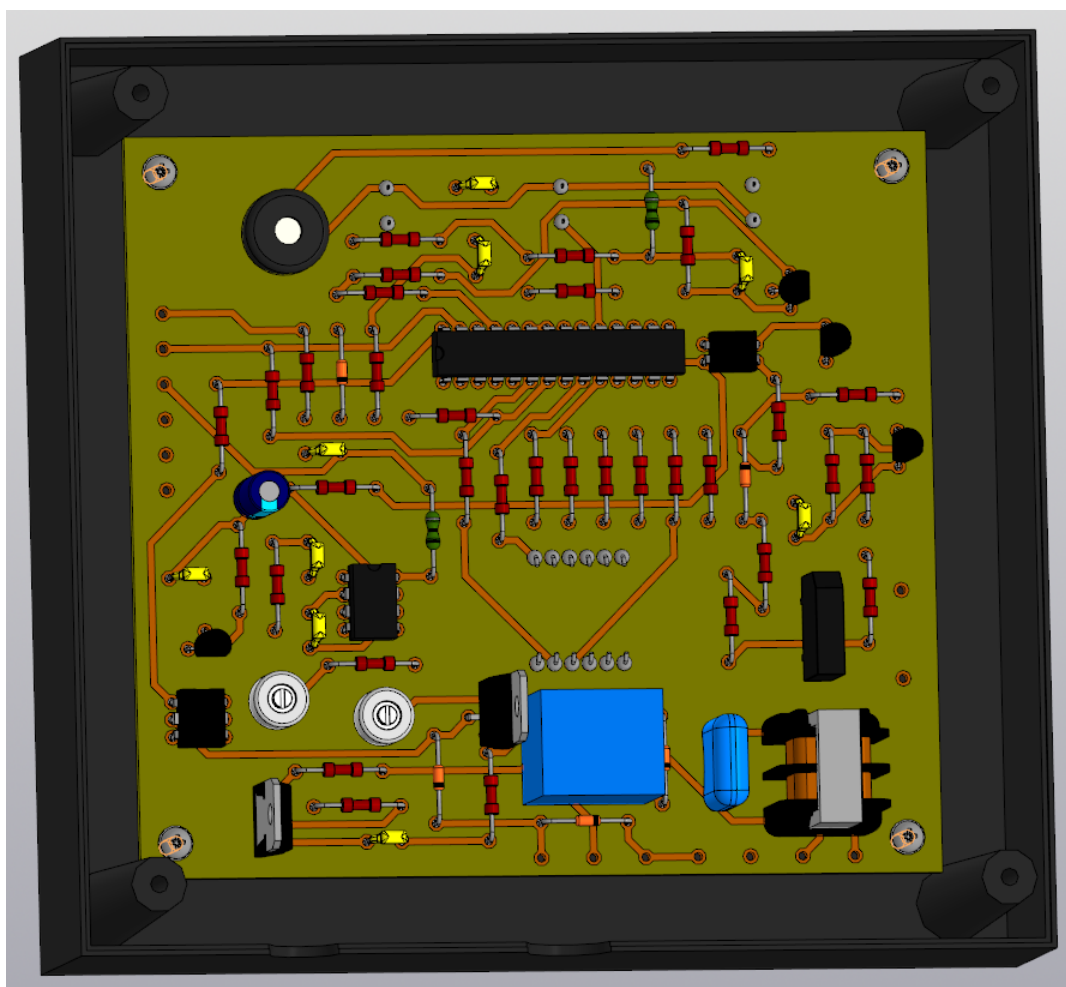


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

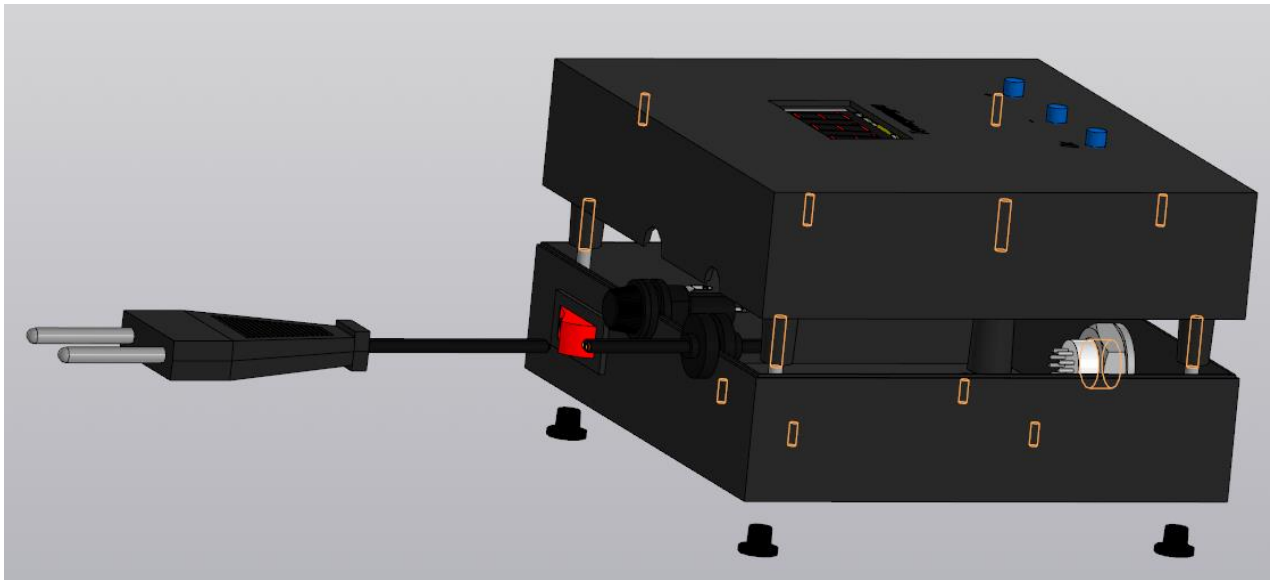


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

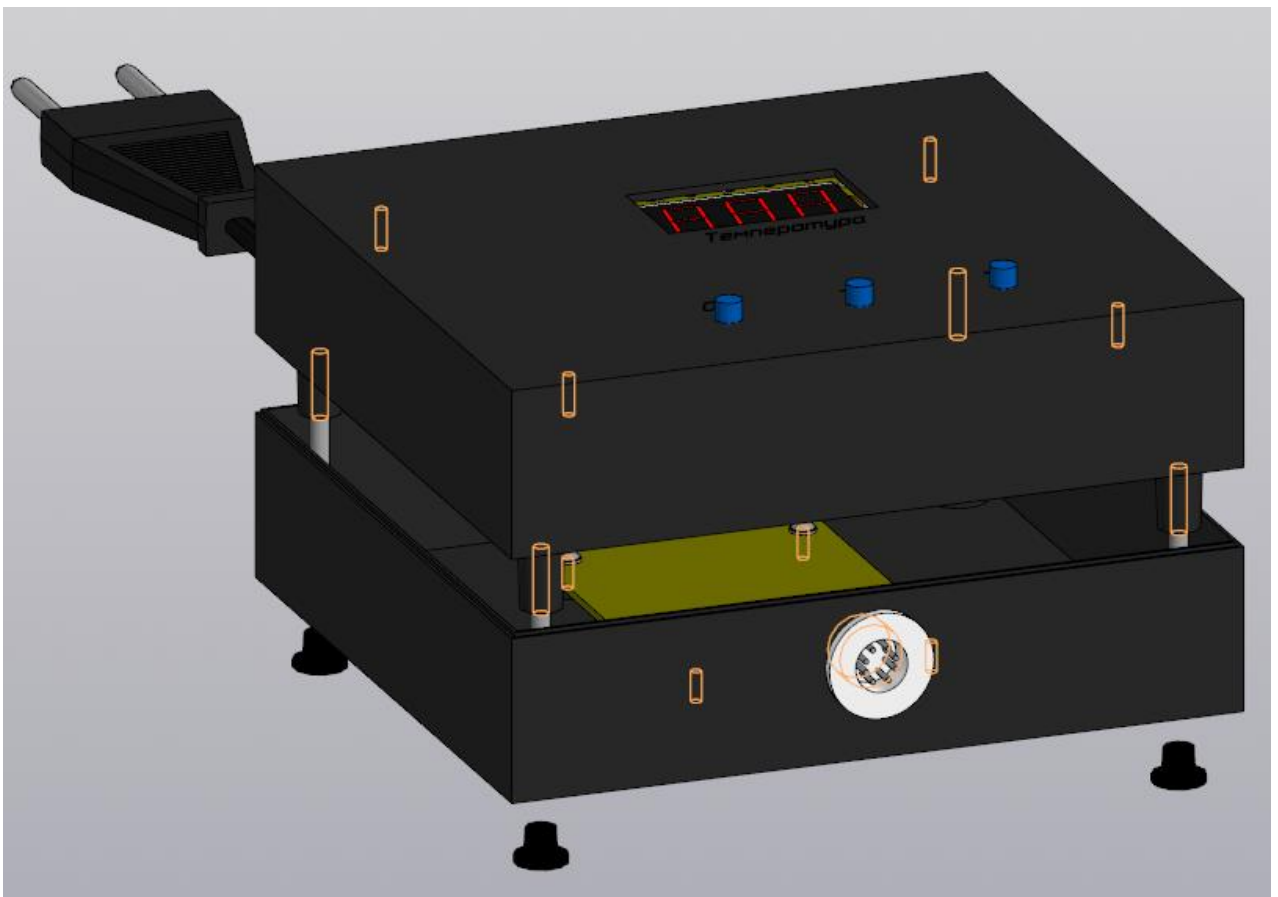


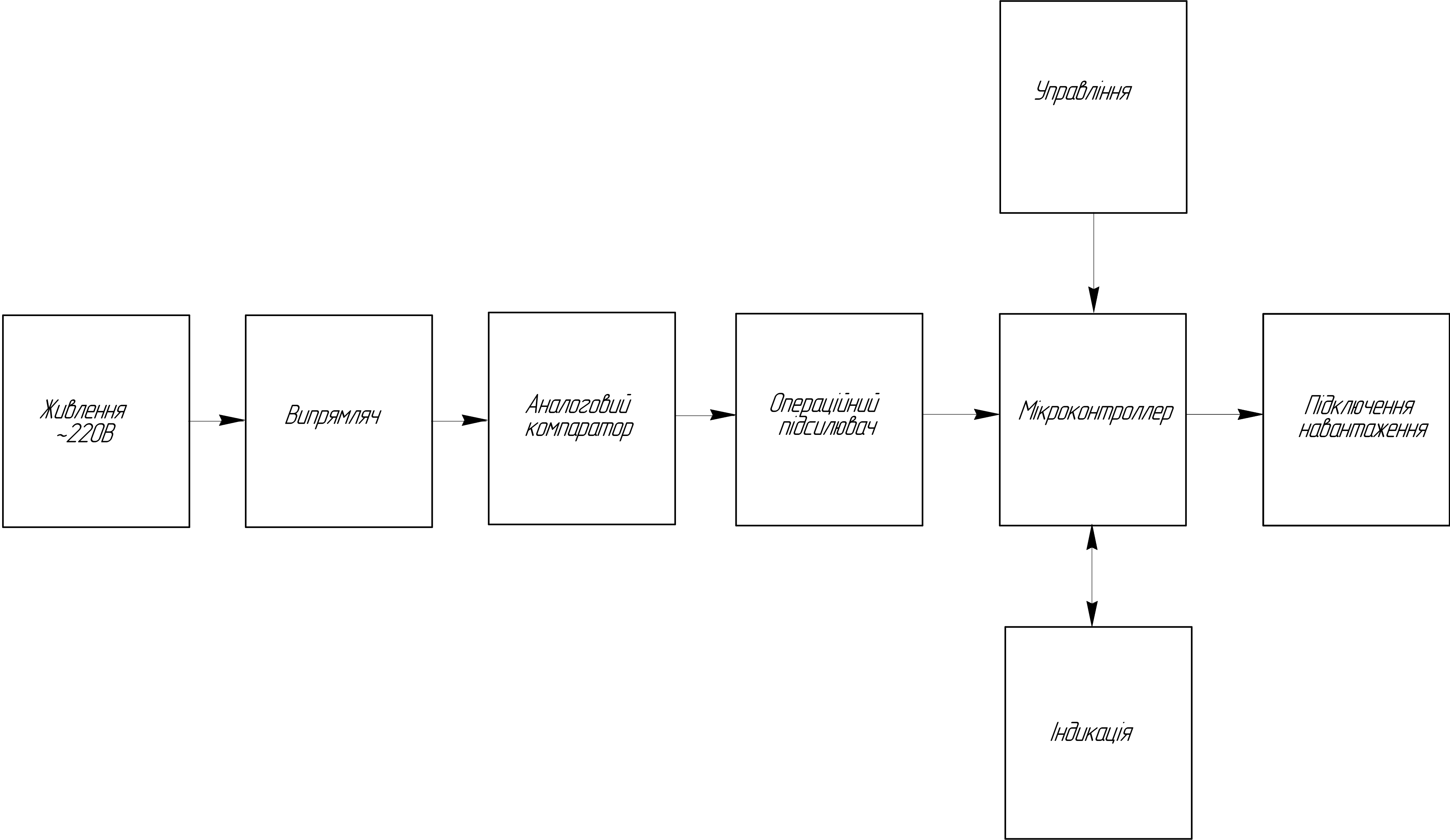
Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перш. викорис.	
Додат. №	

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

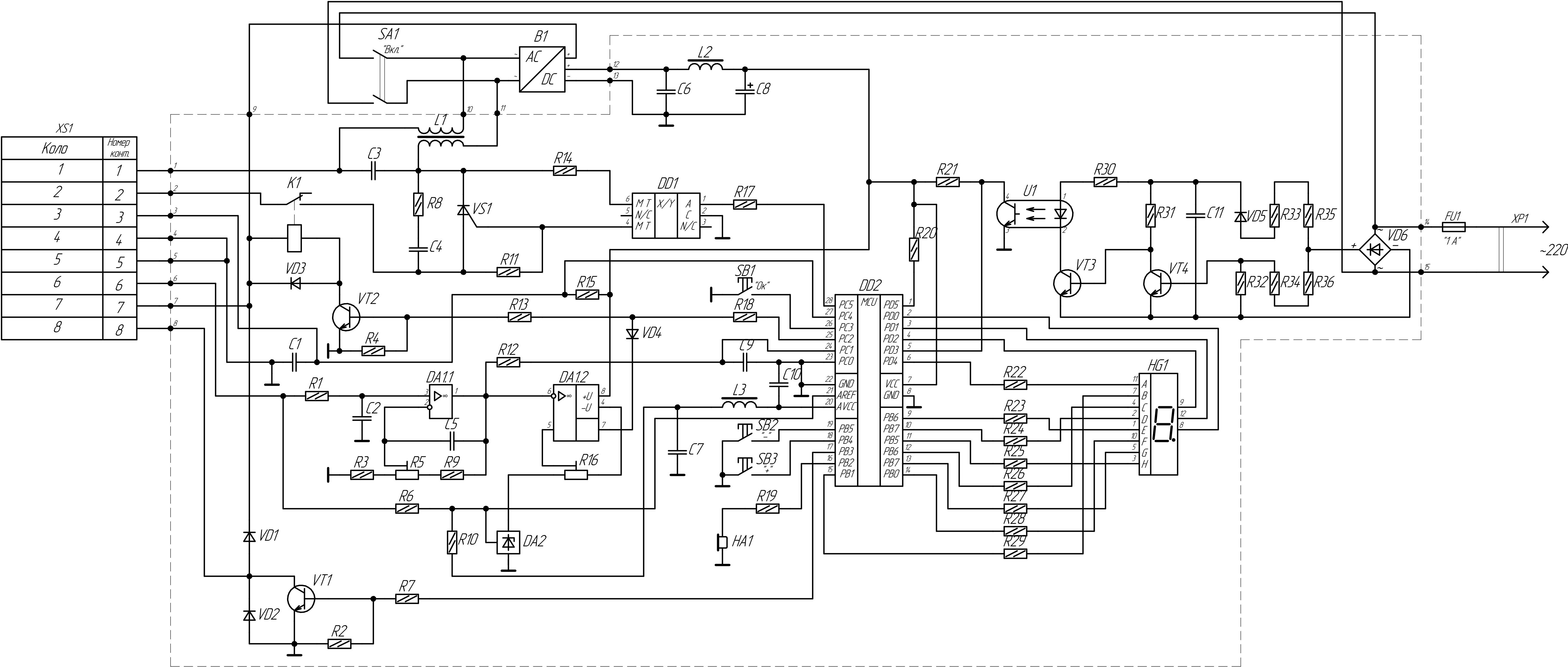
26 КР 172.402.003.001.000 Е1



					26 КР 172.402.003.001.000 Е1					
					Пристрій керування паяльним феном 8520, на МК АТmega8 Електрична структурна схема	Лист	Маса	Масштаб		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		-	Н	-	-	-
Розроб.	Бойчук									
Перевір.	Василишин									
Т.контр.										
Рецензент										
Н.контр.	Задорожний					Аркциш		Аркциш 1		
Затверд.						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль				

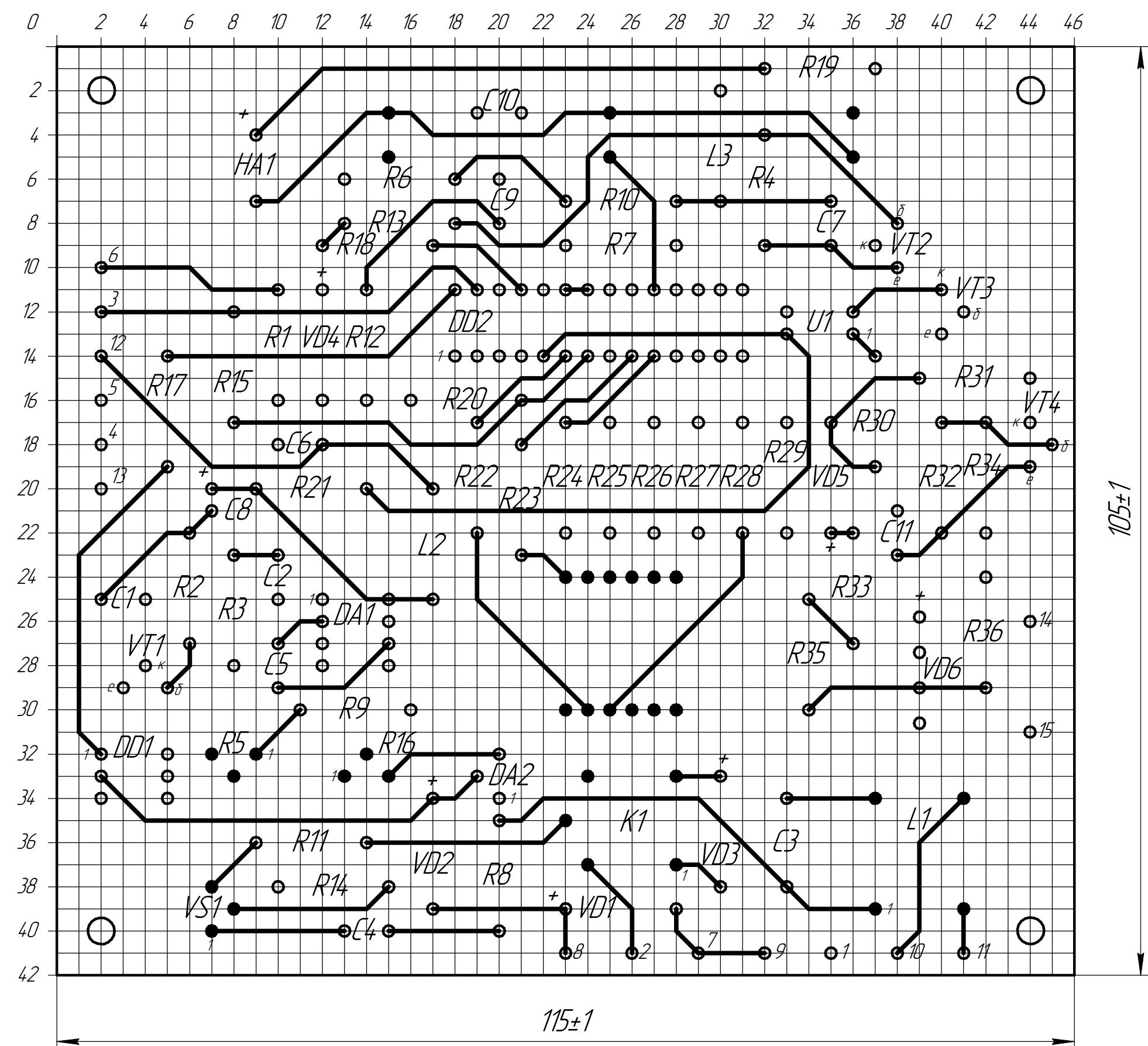
Перш. викорис.	Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка				
	B1	Модуль AC-DC-DC 220V-24V-5V "Bourns"	1					
		Конденсатори						
	C1, C2	NPO-100 нФ ±5% "Murata"	2					
	C3	B32529C1102J000-250 В-0,5 мкФ ±10% "Epcos"	1					
Додат. №	C4	NPO-0,01 нФ ±5% "Murata"	1					
	C5	NPO-10 нФ ±5% "Murata"	1					
	C6, C7	NPO-100 нФ ±5% "Murata"	2					
	C8	ECAP-16 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
	C9, C10	NPO-100 нФ ±5% "Murata"	1					
	C11	NPO-22 нФ ±5% "Murata"	1					
		Мікросхеми						
Підпис і дата	DA1	MCP602-I/P "Microchip"	1					
	DA2	TL431 "Youtai Semiconducto"	1					
	DD1	MOC3052 "UMW"	1					
	DD2	АТmega8-16PU "Microchip"	1					
		FU1	Запобіжник AFU-T-06-3A-250В "ECE"	1				
Інв. № докл.	HA1	Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"	1					
		HG1	Цифровий індикатор BC56-12EWA "Kingbright"	1				
		K1	Реле NRP-07-C-12D "NCR"	1				
Зам. інв. №								
Підпис і дата								
Інв. № орг.	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.402.402.003.001.000 ПЕЗ		
	Розроб.	Бойчук				Пристрій керування паяльним феном 852D, на МК АТmega8 Перелік елементів		
	Перевір.	Василишин						
	Н.контр.	Задорожний						
	Затверд.							
	Літ.	Аркцш	Аркцшів					
	Н	1	3	ВСП ТФК ТР-402 м. Тернопіль				

Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка
		Дроселі				
L1		PLA10AN3630R3D2-1000 мкГ ±10% "Murata"			1	
L2		FWDRI14 15B-100 мкГн ±10% "Ferriwo"			1	
L3		FWDRI14 15B-10 мкГн ±10% "Ferriwo"			1	
		Резистори				
R1		MFP-0,125-4,3 кОм ±10% "Yageo"			1	
R2		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"			1	
R3		MFP-0,125-680 Ом ±10% "Yageo"			1	
R4		MFP-0,125-4,3 кОм ±10% "Yageo"			1	
R5		3329H-1-2 кОм "Bourns"			1	
R6		MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"			1	
R7		MFP-0,125-4,3 кОм ±10% "Yageo"			1	
R8		MFP-0,125-51 Ом ±10% "Yageo"			1	
R9		MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"			1	
R10		MFP-0,125-200 Ом ±10% "Yageo"			1	
R11		MFP-0,125-330 Ом ±10% "Yageo"			1	
R12		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"			1	
R13		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"			1	
R14		MFP-0,125-330 Ом ±10% "Yageo"			1	
R15		MFP-0,125-4,3 кОм ±10% "Yageo"			1	
R16		3329H-1-5 кОм "Bourns"			1	
R17		MFP-0,125-470 Ом ±10% "Yageo"			1	
R18		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"			1	
R19		MFP-0,125-27 Ом ±10% "Yageo"			1	
R20		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"			1	
R21		MFP-0,125-4,3 кОм ±10% "Yageo"			1	
R22...R29		MFP-0,125-680 Ом ±10% "Yageo"			5	
R30		MFP-0,125-330 Ом ±10% "Yageo"			1	
R31		MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"			1	



XS1	Номер конт.
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8

26 КР 172.402.003.001.000 ЕЗ				Пристрій керування потужним феном 8520, на МК ATmega8				Лит	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Н		-	-		
Розроб.	Бачук	Василишин			Архив	Архив	1			
Перевір.	Т.контр.				ВСТ ТФК ТР-402					
Нконтр.	Задорожний				м. Тернопіль					
Затверд.					Формат А1					



Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,8	Є	2,0	186	
	1,0	Є	2,2	36	

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 лаком "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 ПУ 41 ГОСТ 26.020-80.
11. Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

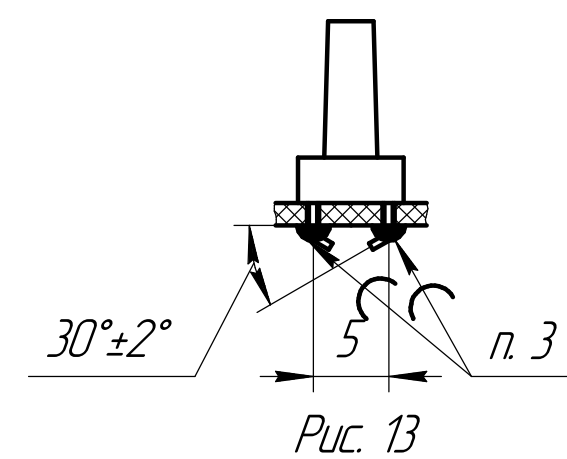
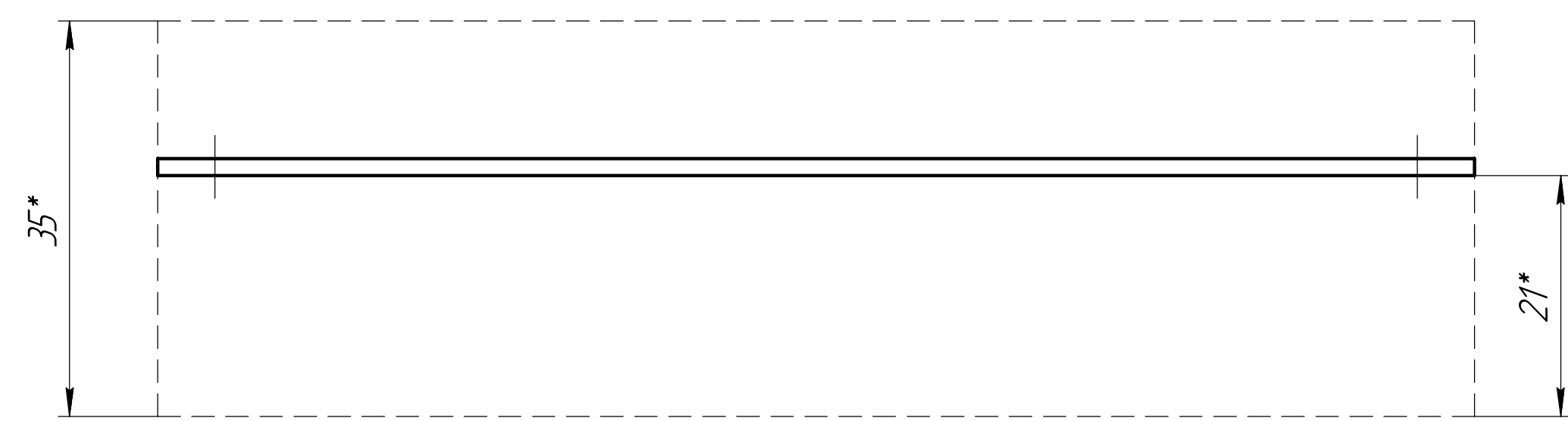
						26 КР 172.402.003.001.001				
Эк	Арк	№ док-м	Підпис	Дата	Плата друкована	Лист	Маса	Масштаб		
Розроб	Бачук					н		0,03	2:1	
Передір	Василишин					Аркш	Аркшів		1	
Т. контр.						ВСП ТФК ТР-402				
Н. контр.	Задорожний				СФ2-35-15КП	м. Тернопіль				
Затверд.					ГОСТ 10316-78	Формат А1				

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.003.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A1			26 КР 172.402.003.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.402.003.001.000 СК	Вузол друкований	1			
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № дод.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.003.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.402.003.001.002	Перемичка	15		
								Інші вироби		
								Конденсатори		
					3		NPO-0,01 нФ ±5% "Murata"	1	С4	
					4		NPO-10 нФ ±5% "Murata"	1	С5	
					5		NPO-22 нФ ±5% "Murata"	1	С11	
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний		6	NPO-100 нФ ±5% "Murata"	6	С1,С2,С6,С7,С9,С10		
					7	B32529C1102J000-250 В-0,5 мкФ ±10% "Epcos"	1	С3		
					8	ECAP-16 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С8		
								Мікросхеми		
					10	АТmega8-16PU "Microchip"	1	DD2		
					11	МСР602-І/Р "Microchip"	1	DA1		
					12	МОС3052 "UMW"	1	DD1		
					13	TL431 "Youtai Semiconducto"	1	DA2		
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний	26 КР 172.402.003.001.000				Літ.	Аркцш	Аркцшів
								Н	1	2
				Вузол друкований				ВСП ТФК ТР-402		
								м. Тернопіль		
								Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		15		Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"	1	HA1
		17		Цифровий індикатор BC56-12EWA "Kingbright"	1	HG1
		19		Реле NRP-07-C-12D "NCR"	1	K1
				Дроселі		
		21		FWDR14 15B-10 мкГн ±10% "Ferriwo"	1	L3
		22		FWDR14 15B-100 мкГн ±10% "Ferriwo"	1	L2
		23		PLA10AN3630R3D2-1000 мкГн ±10% "Murata"	1	L1
				Резистори		
		25		MFP-0,125-27 Ом ±10% "Yageo"	1	R19
		26		MFP-0,125-51 Ом ±10% "Yageo"	1	R8
		27		MFP-0,125-200 Ом ±10% "Yageo"	1	R10
		28		MFP-0,125-330 Ом ±10% "Yageo"	3	R11,R14,R30
		29		MFP-0,125-470 Ом ±10% "Yageo"	1	R17
		30		MFP-0,125-680 Ом ±10% "Yageo"	9	R3,R22...R29
		31		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	1	R18
		32		3329H-1-2 кОм "Bourns"	1	R5
		33		MFP-0,125-4,3 кОм ±10% "Yageo"	5	R1,R4,R7,R15,R21
		34		MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	R32
		35		3329H-1-5 кОм "Bourns"	1	R16
		36		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	4	R2,R12,R13,R20
		37		MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"	3	R6,R9,R31
		38		MFP-0,125-120 кОм ±10% "Yageo"	2	R34,R36
		39		MFP-0,125-330 кОм ±10% "Yageo"	2	R33,R35
		41		Кнопка KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS"	3	SB1...SB3
		43		Діоднара PC817B "ON Semiconductor"	1	U1
Інв. № ориг. Підпис і дата Зам. інв. № Інв. № дубл. Підпис і дата 26 КР 172.402.003.001.000 Арк. 2						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

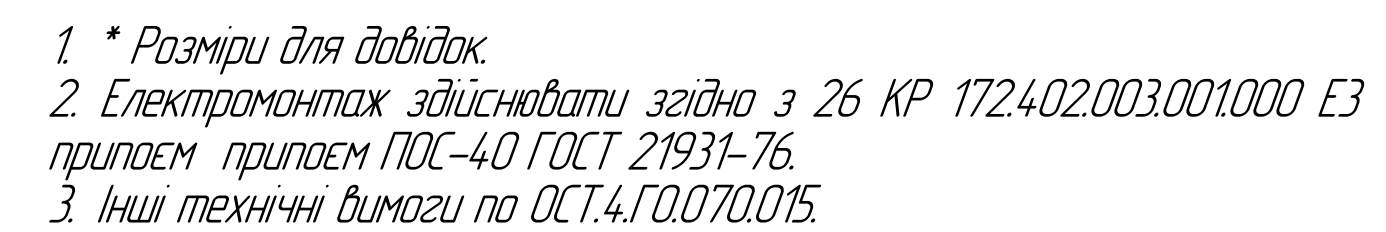
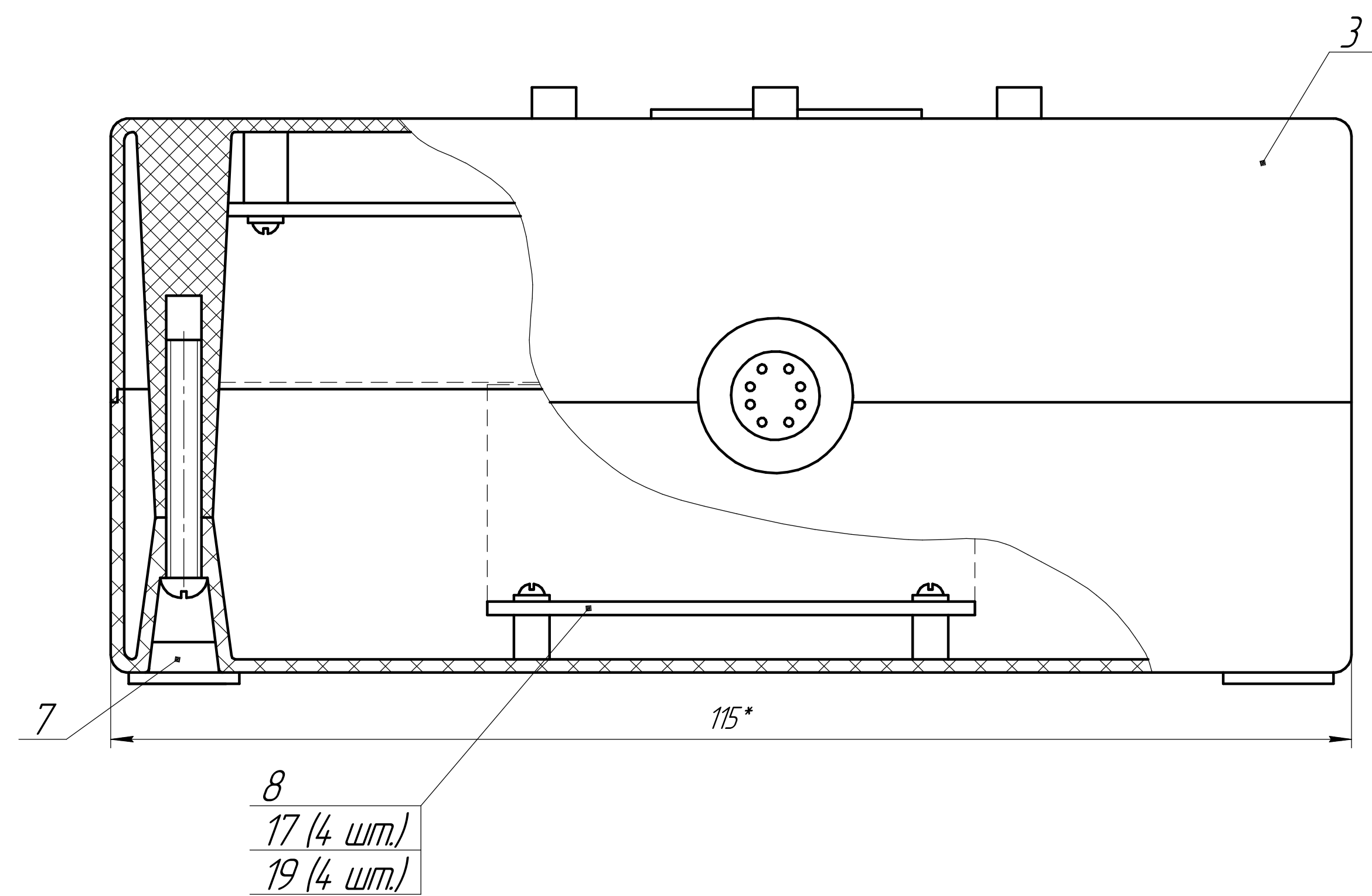
Інв. № орг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дідл.	Підпис і дата

[illegible]



- | | | | | | | | | | |
|----------|------------|----------|--------|------|------------------------------|--|----------------|------|---------|
| | | | | | 26 КР 172.402.003.001.000 СК | | | | |
| | | | | | Вузол друкований | | Лист | Маса | Масштаб |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | н | | 0,06 |
| | | | | | Складальне креслення | | Аркши | | 1 |
| | | | | | | | ВСП ТФК ТР-402 | | |
| | | | | | | | м. Тернопіль | | |
| Розроб. | Бачишук | | | | | | | | |
| Перевір. | Василишин | | | | | | | | |
| Г.контр. | | | | | | | | | |
| Н.контр. | Задожничий | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | | |

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.			
						Документація					
		A4			26 КР 172.402.003.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів					
		A1			26 КР 172.402.003.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1				
		A1			26 КР 172.402.003.004.000 СК	Складальне креслення	1				
						Складальні одиниці					
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.003.001.000 СК	Вузол друкований	1			
				БК	2	26 КР 172.402.003.001.001	Тримач для запобіжника	1			
								Деталі			
				БК	3	26 КР 172.402.003.004.001	Верхня кришка	1			
				БК	4	26 КР 172.402.003.004.002	Нижня кришка	1			
				БК	5	26 КР 172.402.003.004.003	Скло для індикатора	1			
				БК	6	26 КР 172.402.003.004.004	Накладка для кнопки	3			
				БК	7	26 КР 172.402.003.004.005	Ніжка	4			
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпис і дата							
									Інші вироби		
						8			Модуль AC-DC-DC 220V-24V-5V "Bourns"	1	B1
						9			Запобіжник AFU-T-06-3A-250B "ECE"	1	FU1
						11			Перемикач A14B1K11 "EMAS"	1	SA1
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпис і дата							
					26 КР 172.402.003.004.000						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розрод.	Бойчук				Пристрій керування паяльним феном 852D, на МК АТмега8						
Перевір.	Василишин										
Н.контр.	Задорожний										
Затверд.					Літ.			Аркцш	Аркцшів		
					Н			1	2		
					ВСП ТФК ТР-402						
					м. Тернопіль						



					26 КР 172.402.003.004.000 СК			
Зем.	Діляч.	№ ділячки	Площа	Дата	Гристірі жерування пов'язаним феном 8520, на МК АТтедав Складові креслення	Лит.	Маса	Мощість
Розпод.	Бочок					Н	0,3	21
Перевір.	Восилити					Архив	Архив	Т
Уконтр.						ВПТ ТФК ТР-402		
Нанотр.	Задорожжя					м. Тернопіль		
Заледн.								

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
															Аркуш 4				
												26 КР 172.402.003.03.000			26 КР 172.402.003.03.118				
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 172.403.005.001001							796	100	100				
04	3	Конденсатори		NPO-0,01 нФ ±5%		"Murata"								796	100	100			
05	4	Конденсатори		NPO-10нФ ±5%		"Murata"								796	100	100			
06	5	Конденсатори		NPO-22нФ ±5%		"Murata"								796	100	100			
07	6	Конденсатори		NPO-100нФ ±5%		"Murata"								796	100	600			
08	7	Конденсатори		B32529C1102J000-250 В-0,5 мкФ ±10%		"Epcos"								796	100	100			
09	8	Конденсатори		ECAP-16 В-100 мкФ ±20%		"Jamicon"								796	100	100			
10	10	Мікросхема		ATmega8-16PU		"Microchip"								796	100	100			
11	11	Мікросхема		MCP602-I/P		"Microchip"								796	100	100			
12	12	Мікросхема		MOC3052		"UMW"								796	100	100			
13	13	Мікросхема		TL431		"Youtai Semiconducto"								796	100	100			
14	15	Зумер		SMA-13LC-P10		"Sonitron"								796	100	100			
15	19	Реле		NRP-07-C-12D		"NCR"								796	100	100			
16	21	Дросель		FWDR14 15В-10 мкГн ±10%		"Ferriwo"								796	100	100			
17	22	Дросель		FWDR14 15В-100 мкГн ±10%		"Ferriwo"								796	100	100			
18	23	Дросель		PLA 10AN3630R3D2-1000 мкГ ±10%		"Murata"								796	100	100			

Дубл															
Замість															
Підпис															
													Аркуш 5		
											26 КР 172.402.003.03.000		26 КР 172.402.003.03.118		
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	25	Резистори			MFP-0,125-270м ± 10%				"Yageo"				796	100	100
02	26	Резистори			MFP-0,125-510м ± 10%				"Yageo"				796	100	100
03	27	Резистори			MFP-0,125-2000м ± 10%				"Yageo"				796	100	100
04	28	Резистори			MFP-0,125-3300м ± 10%				"Yageo"				796	100	300
05	29	Резистори			MFP-0,125-4700м ± 10%				"Yageo"				796	100	100
06	30	Резистори			MFP-0,125-6800м ± 10%				"Yageo"				796	100	900
07	31	Резистори			MFP-0,125-1к0м ± 10%				"Yageo"				796	100	100
08	32	Резистори			3329H-1-2 к0м				"Bourns"				796	100	100
09	33	Резистори			MFP-0,125-4,3к0м ± 10%				"Yageo"				796	100	500
10	34	Резистори			MFP-0,125-4,7к0м ± 10%				"Yageo"				796	100	100
11	35	Резистори			3329H-1-5 к0м				"Bourns"				796	100	100
12	36	Резистори			MFP-0,125-10к0м ± 10%				"Yageo"				796	100	400
13	37	Резистор			MFP-0,125-100к0м ± 10%				"Yageo"				796	100	300
14	38	Резистор			MFP-0,125-120к0м ± 10%				"Yageo"				796	100	200
15	39	Резистор			MFP-0,125-330к0м ± 10%				"Yageo"				796	100	200
16	43	Оптопара			PC817B				"ON Semiconductor"				796	100	100
17	45	Діоди			1N4148				"Diotec"				796	100	500
18	46	Діоди			D2SBA60-7000				"Shindengen Electric"				796	100	100

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
														Аркуш 6					
											26 КР 172.402.003.03.000			26 КР 172.402.003.03.118					
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	48	Симістар			BT137-600D				"WeEn"							796	100	100	
02	50	Транзистори			BC547A				"LGE"							796	100	200	
03	51	Транзистори			BC557A				"LGE"							796	100	200	
04																			
A 05	402		003	045	402003045 Автоматизована пайка														0,005
Б 06		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001																	
О 07		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (189шт)																	
М 08		Припой ПОС-61				ГОСТ 21931-76										180	100	0,57	
09		Флюс АТІ-120				ГОСТ 32142-82										120	100	0,95	
10		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76										120	100	0,95	
A11	402		003	050	4020030050 Електромонтаж														0,004
О 12		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (33шт)																	
13		2. Установити перемички поз.2(15шт) індикатор поз.17НС1) згідно рис.12 згідно карти ескізів по ТТП254681																	
14		3. Установити кнопки тактові поз.41(SB1-SB3) згідно рис.13 згідно карти ескізів по ТТП254681																	
15		Пайку проводити згідно ТТП 316530																	
К 16	2	Перемичка				26 КР 172.402.003.001002										796	100	800	
17	17	Цифровий індикатор BC56-12EWA				"Kingbright"										796	100	100	
18	41	Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180				"KLS"										796	100	300	

[illegible]

[illegible]

Дубл.																																			
Замість																																			
Підпис																																			
												Аркушів 4		Аркуш 1																					
Розробив		Бойчук						ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.003.001 СК						26 КР 172.402.003.001																			
Перевірів		Василишин																																	
Нормував																																			
Затвердив																																			
Н. контр.		Задорожний																																	
А		Цех		Діл		РМ		Опер		Код, назва операції				Позначення документу																					
Б										Код, назва обладнання				СМ.		Проф		Р		УТ		КР		КОВД		ОН		ОП		К ШТ		Т ПЗ		Т ШТ	
К-М										Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код				СПП		ОВ		ОН		КВ		ВНТР									
01										Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																									
02		402				003		005		402.003.01 Комплектування																						0,005			
03										Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (4 шт)																									
04																																			
05		402				005		010		402.005.02 Слюсарно-складальна																						0,005			
06										Пневмоверт РТ 532964																									
07										Складання проводити по ТТП 231587(14шт)																									
08										1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз. 3 гвинтами поз.17 (4шт) через шайбу поз.19(4шт) згідно карти ескізів по ТТП																									
09										2. Кріпити скло для індикатора поз.5(1шт) накладки під кнопки поз.6(3шт) на верхню кришку поз. 3 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																									
10										3. Кріпити роз'єм поз.15(XS1) запобіжник поз.9(FU1) в тримач запобіжника поз.2 гайкою поз.16(2шт)через шайбу поз.20(2шт) згідно карти																									
11										4. Кріпити шнур мережевий поз.13(XP1) між кришками та перемикач поз.11(XS1) на нижню кришку поз.4 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																									
12										5. Кріпити модуль поз.8(B1) до нижньої кришки поз. 3 гвинтами поз.17 (4шт) через шайбу поз.19(4шт) згідно карти ескізів по ТТП 12838374																									
К 13		1								Вузол друкований				26 КР 172.402.003.001.000 СК								796		100		100									
14		2								Тримач запобіжника				26 КР 172.402.003.004.001								796		100		100									

[illegible]

[illegible]

Техніко – економічні показники пристрою керування паяльним феном 852D, на МК АТmega8:

	<i>Технічні показники</i>			<i>Економічні показники</i>	
1	<i>Напруга живлення вхідна</i>	<i>~220В...240В</i>	1	<i>Річний обсяг виробництва</i>	<i>1300шт.</i>
2	<i>Максимальна потужність нагрівача</i>	<i>до 700Вт</i>	2	<i>Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту</i>	<i>305500 грн</i>
3	<i>Габаритні розміри</i>	<i>118*115*79 мм</i>	3	<i>Чистий прибуток</i>	<i>435802,12 грн</i>
4	<i>Маса</i>	<i>0,3кг</i>	4	<i>Повна собівартість на виріб</i>	<i>1202,42 грн</i>
5	<i>Точність підтримання температури</i>	<i>±1 °C</i>	5	<i>Ціна одиниці виробу</i>	<i>1611,24 грн.</i>
6	<i>Частота мережі</i>	<i>50Гц</i>	6	<i>Рентабельність виробу</i>	<i>27,88%</i>
7	<i>Максимальна температура повітряного потоку</i>	<i>до 500°C</i>	7	<i>Термін окупності</i>	<i>0,77р</i>
8			8	<i>Індекс продуктивності</i>	<i>1,3</i>