

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 блоку живлення з мікропроцесорним
керуванням

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

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»

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

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Нищота В С

(прізвище та ініціали)

Керівник

Савчук М П

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

_____ Нищота Володимир Степанович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції блоку живлення з мікро-процесорним керуванням

керівник кваліфікаційної роботи _____ Савчук Михайло Петрович _____,
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

2.1.1. Опис 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 виробу.
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2. Технологічна частина
 - 2.2.1. Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.
 - 2.2.2. Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.
 - 2.2.3. Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів.
 - 2.2.4. Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
 - 3.2 Розрахунок собівартості продукції.
 - 3.3. Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1. Укладання колективного договору. Його зміст.
 - 4.2. Чинники електричного характеру, що впливають на ураження людини.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

Студент _____
(підпис)

_____ Нищота В С _____
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис)

_____ Савчук М П _____
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Нищота			Розробка конструкції блока живлення з мікропроцесорним керуванням Пояснювальна записка	Лім.	Арк.	Аркуші	
Перевір.		Савчук							
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-403 м. Тернопіль			
Н. Контр.		Задорожний							
Затверд.									

2.2.3	Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
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	Укладання колективного договору. Його зміст.....
4.2	Чинники електричного характеру, що впливають на ураження людини.....
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	
ДОДАТКИ.....	

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Нищота В.С. Розробка конструкції блока живлення з мікропроцесорним керуванням: 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 90*130 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні світлодіод енкодер В1 та рідкокристалічний індикатор НG1. У приладі присутні елементи VT1-VT5, котрі виділяють велику кількість тепла, тому вони кріпляться до радіатора.

Корпус виготовлений з чорної пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 148×158×81 мм. Верхня та нижні кришки мають форму типу «корито». Корпус виробу виготовлено з пластмаси, що забезпечує хороші діелектричні властивості, достатню механічну міцність та технологічність у виготовленні.

На верхній кришці розміщено органи керування, змінний резистор та гніздо навантаження, що забезпечують регулювання режимів роботи пристрою. Також до верхньої частини корпусу закріплено друковану плату з використанням гвинтових з'єднань і шайб. У зоні з'єднання двох кришок встановлено мережевий шнур. До нижньої кришки змонтовано трансформатор за допомогою гвинтів та шайб, що гарантує його надійне кріплення та стійкість до механічних впливів.

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Nyshchota V.S. Development of a microprocessor-controlled power supply design: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 90*130 mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side the LED encoder B1 and the liquid crystal indicator HG1. The device contains elements VT1-VT5, which emit a large amount of heat, so they are attached to the radiator.

The case is made of black plastic, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 148×158×81 mm. The upper and lower covers have a "trough" shape. The product body is made of plastic, which provides good dielectric properties, sufficient mechanical strength and manufacturability in manufacturing.

The upper cover contains controls, a variable resistor and a load socket, which provide adjustment of the device's operating modes. Also, a printed circuit board is attached to the upper part of the case using screw connections and washers. A power cord is installed in the connection area of the two covers. A transformer is mounted to the lower cover using screws and washers, which guarantees its reliable fastening and resistance to mechanical influences.

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований блок живлення з мікропроцесорним керуванням призначений для перетворення електричної енергії мережі змінного струму у стабілізовану регульовану напругу постійного струму з можливістю точного налаштування параметрів. Пристрій забезпечує підтримання заданого рівня напруги незалежно від змін навантаження та коливань вхідної напруги, а також контроль і обмеження струму споживання.

Завдяки використанню мікропроцесорного керування, блок живлення має підвищену точність регулювання, можливість цифрової індикації параметрів, збереження налаштувань та реалізацію додаткових функцій, таких як захист від короткого замикання і перевантаження.

Область застосування пристрою охоплює:
радіоелектронні лабораторії та майстерні;
налагодження, тестування і ремонт електронних пристроїв;
використання у навчальному процесі для проведення лабораторних робіт;

живлення різноманітних електронних схем і модулів, що потребують стабілізованої напруги;

застосування в побутових і напівпрофесійних умовах.

Блок живлення може використовуватися як універсальне джерело енергії для низьковольтних пристроїв, де необхідна висока точність, надійність та зручність керування [1]

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проектуваного пристрою:

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення.....~220В;
2. Струм навантаження.....2А;
3. Діапазон робочих температур.....-15...+40°C;
4. Габаритні розміри.....148*158*81мм;
5. Маса.....0,3кг;
6. Відносна вологість повітря.....85%;
7. Межі регулювання вихідної напруги+3..20В;
8. Плавне регулювання.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

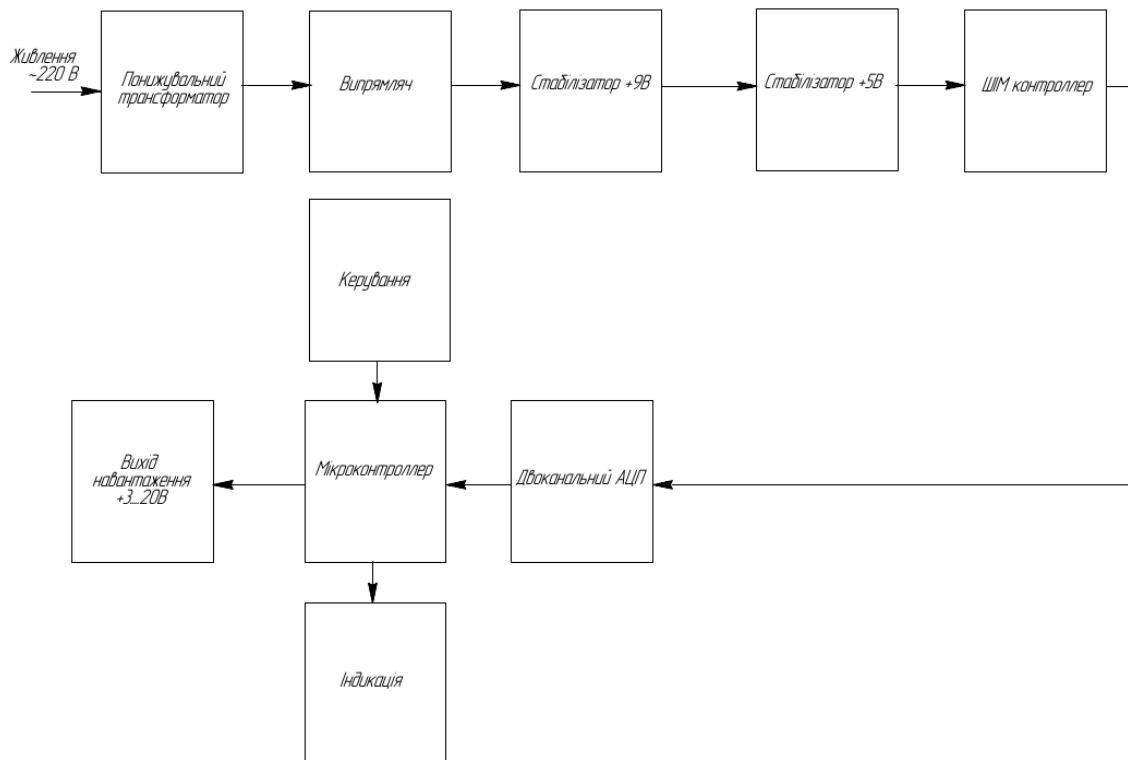


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

1. Вхідна мережа ~ 220 В - джерело живлення пристрою — побутова електромережа змінного струму 220 В.

2. Понижуючий трансформатор - призначений для: зниження напруги мережі; гальванічної розв'язки схеми від мережі. На виході формується нижча змінна напруга.

3. Випрямляч-перетворює змінну напругу у пульсуючу постійну. Зазвичай виконується на: діодному мосту; або збірці діодів.

4. Стабілізатор +9 В - формує стабільну напругу +9 В для проміжного живлення окремих вузлів.

5. Стабілізатор +5 В - створює стабільну напругу +5 В для: мікроконтролера; цифрових схем; логічних елементів.

6. ШІМ-контролер - широтно-імпульсний контролер: формує керуючі імпульси; регулює вихідну напругу; змінює коефіцієнт заповнення імпульсів. Використовується для: стабілізації; підвищення ККД; захисту блока живлення.

7. Виконавчий елемент / силовий каскад - керується ШІМ-контролером. Може містити: MOSFET транзистори; силові ключі; драйвери. Забезпечує передачу енергії до навантаження.

8. Датчик АЦП - вимірює параметри: вихідної напруги; струму; температури. Аналоговий сигнал передається до мікроконтролера через АЦП.

9. Мікроконтролер - основний керуючий вузол системи. Виконує: аналіз параметрів; керування ШІМ; контроль режимів роботи; захист від перевантаження; індикацію та обробку кнопок.

10. Керування - кнопки або енкодер для: встановлення напруги; налаштування струму; зміни режимів роботи. Сигнали надходять до мікроконтролера.

11. Індикація - відображає: напругу; струм; стан роботи; аварії та помилки.

12. Вихід постійної напруги +12 В - стабілізований вихід для живлення навантаження.

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

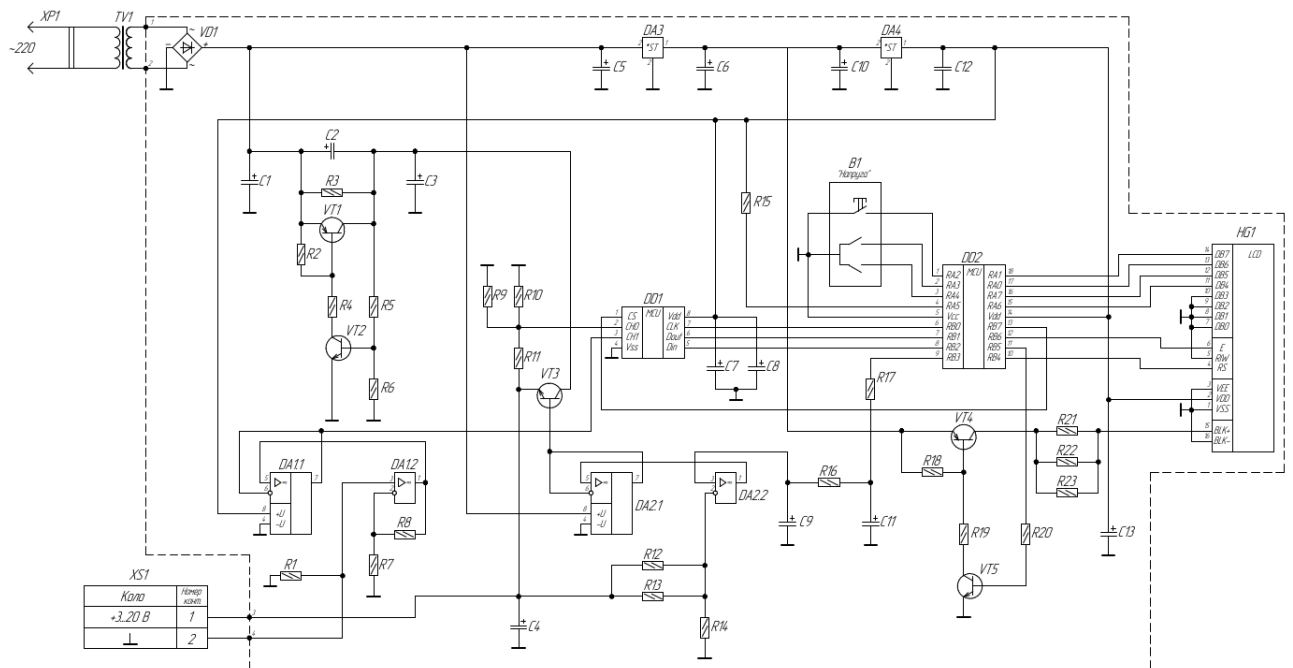


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Пристрій складається з блоку індикації та керування, вимірювального модуля і вузла захисту від короткого замикання.

Блок індикації та керування.

Для відображення інформації використовується РК-дисплей на базі контролера TOD-5263AMR-N "OASISTEK" із двома рядками по 16 символів. Регулювання напруги здійснюється за допомогою вбудованого в контролер ШІМ. Його скважність змінюється енкодером: кожен крок змінює вихідну напругу на 0,1 В, а повний оберт відповідає зміні на 2 В. Оскільки ШІМ працює в межах 0–5 В, застосовано операційний підсилювач із коефіцієнтом підсилення 5, що дозволяє отримати діапазон регулювання вихідної напруги 0–25 В.

Як регулюючий елемент використовується потужний складений транзистор TIP142 "ST Microelectronics". Зворотний зв'язок організовано з емітера цього транзистора через верхнє плече дільника ($2 \times 8,2 \text{ кОм}$), що

забезпечує стабільність напруги навіть при значних струмах навантаження з точністю до сотих часток вольт.

Вимірювальна частина.

Використовується двоканальний АЦП (Microchip), який вимірює фактичну вихідну напругу блоку живлення, а також падіння напруги на шунтуючому резисторі (після підсилення операційним підсилювачем), що прямо пропорційне струму навантаження. Центральним елементом системи є мікроконтролер.

Блок захисту від короткого замикання.

Реалізований як окремий вузол, встановлений між випрямлячем і регулюючим елементом. Поріг спрацювання становить 3 А та задається резистором 47 кОм у базовому колі транзистора, який керує ключем TIP142 "ST Microelectronics".

Енкодер дозволяє встановлювати напругу в межах 0–25 В із кроком 0,1 В. Коротке натискання (менше 0,5 с) вмикає або вимикає підсвічування дисплея, а тривале натискання (понад 0,5 с) зберігає встановлене значення напруги в енергонезалежній пам'яті мікроконтролера [1].

					26 КР 172.403.019.000.000 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 покрить.

Компонування виробу є ключовою стадією проектування радіоелектронної апаратури, під час якої формуються основні конструктивні рішення: визначаються габарити пристрою, його форма, а також взаємне розташування всіх функціональних вузлів і елементів. Саме від рівня опрацювання компонування значною мірою залежать експлуатаційні властивості виробу, його надійність, стабільність роботи, зручність обслуговування, технологічність виготовлення та загальний зовнішній вигляд конструкції. Головним завданням цього етапу є раціональне й максимально ущільнене розміщення радіоелектронних компонентів на друкованій платі з урахуванням електричних, теплових і механічних вимог.

Під час компонування друкованого вузла особливу увагу приділяють досягненню оптимальної щільності монтажу. Компактне розташування елементів дає змогу зменшити розміри пристрою, скоротити довжину провідників на платі та підвищити загальну ефективність роботи схеми. Зменшення довжини доріжок позитивно впливає на електричні характеристики, оскільки знижуються паразитні індуктивності й ємності, втрати сигналів та рівень електромагнітних завад. Водночас важливо не допустити появи небажаних паразитних зв'язків між окремими частинами схеми, адже вони можуть призводити до збоїв, нестабільності або зниження точності роботи пристрою.

У конструкції застосовуються електрорадіоелементи зі штирьовими виводами, які монтуються в отвори друкованої плати. Після встановлення їхні виводи підгинаються під кутом приблизно $30^\circ \pm 2^\circ$, обрізаються до меж контактних площадок і фіксуються паянням методом хвильової пайки. Така

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологія забезпечує високу механічну міцність кріплення, надійність електричних з'єднань і стабільну роботу виробу в процесі експлуатації. Інтегральні мікросхеми розміщуються з одного боку плати, що спрощує складання та монтаж. Їхні виводи проходять крізь отвори та закріплюються припоєм із протилежного боку, що забезпечує достатню стійкість до вібрацій і механічних впливів.

Під час проектування компонування обов'язково враховуються теплові режими роботи елементів. Компоненти, які виділяють значну кількість тепла, слід розташовувати на відстані від чутливих напівпровідникових приладів та інтегральних схем, оскільки перегрів може погіршувати їхні параметри та зменшувати термін служби. Джерела електромагнітних завад доцільно відокремлювати від високочутливих ділянок схеми для зменшення впливу перешкод. Для покращення тепловідведення використовується природна конвекція повітря, особливо в зонах потужних елементів. Мікросхеми рекомендується орієнтувати довшою стороною вздовж напрямку повітряного потоку, що підвищує ефективність охолодження.

Окрему увагу приділяють технологічності конструкції. Розміщення компонентів має забезпечувати зручність автоматизованого або напівавтоматизованого монтажу, а також доступність елементів для контролю, налаштування, ремонту й обслуговування. Регульовані компоненти встановлюють так, щоб після складання залишався вільний доступ до них. Великогабаритні елементи не рекомендується розміщувати в центрі плати, щоб уникнути механічних напружень і деформацій. Для важких компонентів передбачають додаткове механічне кріплення — гвинтами, скобами, клеєм або додатковими точками пайки.

Для виготовлення друкованого вузла використовується склотекстоліт FR-4, який відзначається високою міцністю, добрими діелектричними властивостями та стійкістю до вологи й підвищених температур. Провідний шар виконується мідною фольгою товщиною 35 мкм, що забезпечує достатню

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

провідність і механічну надійність доріжок. Для захисту від окиснення та покращення паяльних властивостей застосовують лудіння або спеціальні захисні покриття. Контактні площадки додатково можуть покриватися припоєм або антикорозійними шарами, що підвищує довговічність плати та надійність з'єднань.

Оскільки під час компонування неможливо одночасно врахувати всі вимоги на максимальному рівні, пріоритет надається найважливішим із них: надійності роботи пристрою, технологічності виготовлення, зменшенню габаритів, ефективному тепловідведенню та зручності експлуатації й технічного обслуговування виробу.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

У проектованому виробі «Блок живлення з мікропроцесорним керуванням» застосовано пластмасовий корпус, який забезпечує надійний захист внутрішніх електронних компонентів від потрапляння пилу, вологи, прямого сонячного проміння, а також підвищує електробезпеку користувача під час експлуатації пристрою. Корпус є важливою конструктивною частиною виробу, оскільки в його межах розміщені та закріплені всі основні вузли, елементи схеми та монтажні компоненти.

Конструктивно корпус має розміри 158мм*148мм*81мм, складається з верхньої та нижньої пластмасових кришок коритоподібної форми. До верхньої кришки встановлено вихідний роз'єм, який закріплено за допомогою гвинтів, гайок і шайб. Також на ній змонтовано змінний резистор, призначений для регулювання вихідної напруги, який фіксується гайкою та шайбою. На спеціальних монтажних стійках до верхньої частини корпусу закріплено друковану плату з основними електронними компонентами. Кріплення плати виконано за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що забезпечує її надійну фіксацію та механічну стійкість.

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До нижньої кришки корпусу встановлено трансформатор, який закріплений двома гвинтами із шайбами. Крім цього, у конструкції передбачено монтаж мережевого шнура живлення, а також встановлення захисного скла для індикатора, що покращує зручність контролю параметрів роботи пристрою [22].

Під час проектування друкованого вузла у виробі реалізовано вимоги щодо оптимального компонування електрорадіоелементів. Забезпечено раціональну щільність розташування компонентів, що дозволило досягти компактності конструкції без погіршення електричних характеристик. Водночас мінімізовано паразитні електричні взаємозв'язки між провідниками та компонентами, які могли б негативно впливати на стабільність роботи блоку живлення. Таке взаємне розміщення елементів значно підвищує технологічність складання, регулювання та технічного обслуговування пристрою.

Габаритні параметри друкованої плати 130мм*100мм, обрано відповідно до технології її виготовлення та вимог економічної доцільності. Плата має просту прямокутну форму, що забезпечує ефективне використання матеріалу, зменшує виробничі витрати та спрощує процес виготовлення. Її товщина та співвідношення сторін відповідають нормативним вимогам, що забезпечує механічну міцність і зручність монтажу.

У виробі використано електрорадіоелементи зі штировими виводами. Монтаж таких компонентів виконано шляхом встановлення в наскрізні отвори друкованої плати, після чого виводи загинаються під необхідним кутом, обрізаються в межах контактних площадок і запаюються методом «хвилі припою». Така технологія забезпечує високу щільність монтажу, надійність електричних з'єднань та стійкість до механічних впливів.

При розміщенні електронних компонентів на друкованій платі у проектуваному блоці живлення враховано теплові та електромагнітні фактори. Для елементів, що виділяють значну кількість тепла, забезпечено можливість

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

природної конвекції повітря. Напівпровідникові прилади та інтегральні мікросхеми розташовано на безпечній відстані від джерел нагрівання та сильних магнітних полів, зокрема трансформатора. Також передбачено зручний доступ до елементів, які потребують регулювання під час налагодження схеми.

Крок встановлення інтегральних мікросхем у виробі вибрано з урахуванням щільності монтажу, температурних режимів роботи та складності електричної схеми. Відстані між корпусами компонентів забезпечують належне охолодження, електричну ізоляцію та механічну надійність. Таким чином, у проектуваному виробі «Блок живлення з мікропроцесорним керуванням» реалізовано технологічно обґрунтовану конструкцію корпусу та друкованого вузла, що забезпечує надійність роботи, зручність експлуатації, ремонтпридатність, компактність, безпечність і сучасний зовнішній вигляд пристрою [33].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

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

Позиційне позначення	C1-C13
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Номинальна напруга	25В
Номинальна ємність	4,7...2200 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат,%	0,14

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

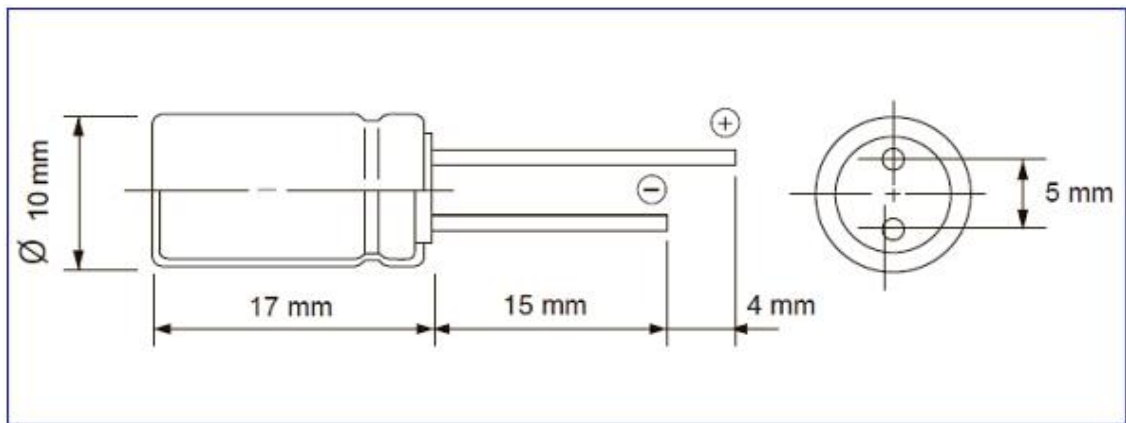


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу b41828"Еrcos"

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R23
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

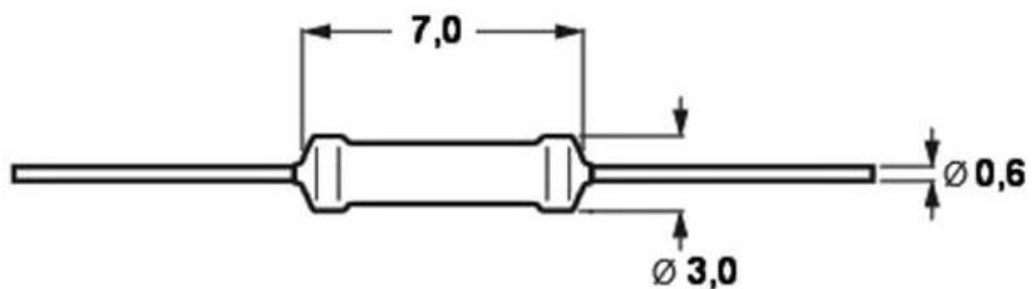


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3 - Трансформатор В78386-Р1116-А [4]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор В78386-Р1116-А
Виробник	Ерcos
Критерії вибору	Вихідна напруга, вихідний струм, габаритні розміри
Параметри конструкції	див. рисунок 2.3
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	40В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	$\pm 5\%$

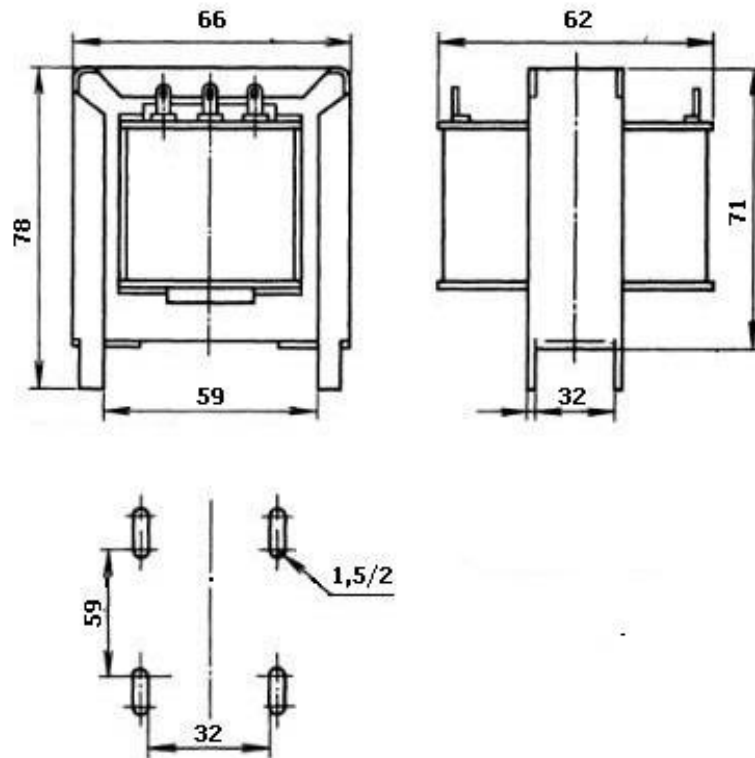


Рисунок 2.3 – Габаритні розміри трансформатора В78386-Р1116-А

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 - Діодний міст KBL06 "DC Components" [5]

Позиційне позначення	VD1
Назва компонента	Діодний міст KBL06
Виробник	"DC Components"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри конструкції	Див.рис.2.4
Параметри та характеристики	
Максимальна зворотна напруга	600 В
Максимальний прямий струм	1.5 А
Максимальний імпульсний струм	до 50 А
Пряме падіння напруги	макс. 1.0 В
Максимальний зворотний струм	5 мкА
Робоча температура	від -55°C до +150°C
Корпус:	КВР

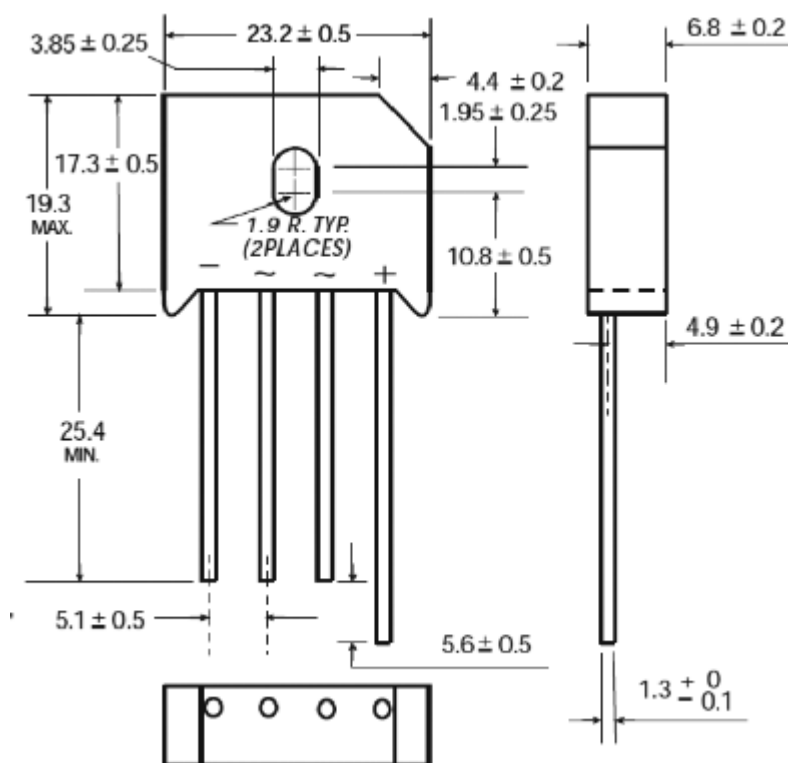


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діодний міст KBL06

Таблиця 2.5 - Енкодер PEC12R-4220F-S0024 "Bourns" [6]

Позиційне позначення	B1
Назва компонента	Енкодер PEC12R-4220F-S0024
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Вхідна напруга, струм, вихідна напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
Роздільна здатність	24 імпульси
Вбудована кнопка	Так
Живлення/Комутація	до 5 В постійного струму, макс. 10 мА
Зносостійкість	30 000 циклів обертання
Матеріал валу	Метал
Корпус	12 мм
Тип	Інкрементальний (механічний)

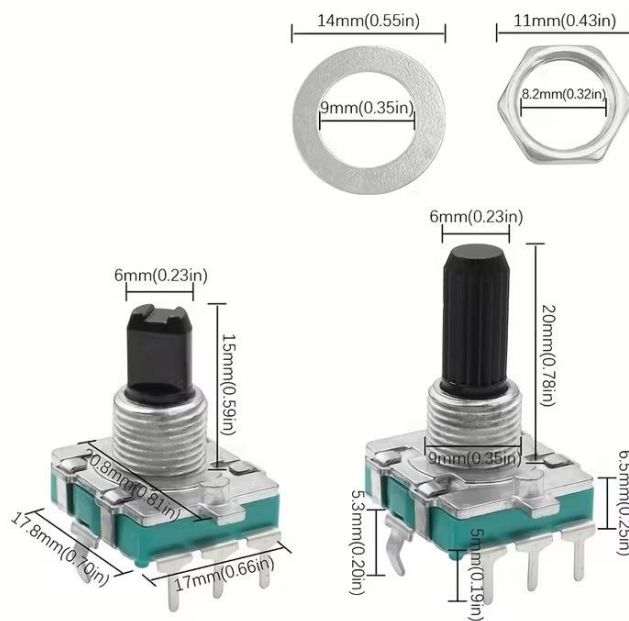


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри енкодера PEC12R-4220F-S0024

Таблиця 2.6 - Цифровий індикатор TOD-5263AMR-N [7]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Енкодер PEC12R-4220F-S0024
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Вхідна напруга, струм, вихідна напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.6
Параметри та характеристики	
Тип	Семисегментний індикатор, 2 розряди
Колір світіння	червоний
Довжина хвилі	~630–640 нм
Висота символу	0.56 дюйма
Пряма напруга	типово 1.8 В – 2.0 В
Прямий струм	номінальний 20 мА
Світлова інтенсивність	~15–20 мккд
Робоча температура	від -35°C до +85°C



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд цифрового індикатора TOD-5263AMR-N

Таблиця 2.7 – Транзистор TIP147 "ST Microelectronics" [8]

Позиційне позначення	VT1, VT3
Назва компонента	Транзистор TIP147
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність, напруга, струм
Параметри та характеристики	
Тип провідності	PNP
Максимальна напруга колектор-емітер	100 В
Максимальний струм колектора	10 А
Струм бази	до 0.5 А
Коефіцієнт підсилення	мінімум 1000
Розсіювана потужність	до 125 Вт
Напруга насичення колектор-емітер	макс. 2.0 В
Робоча температура	до +150°C
Корпус:	ТО-218 або ТО-247

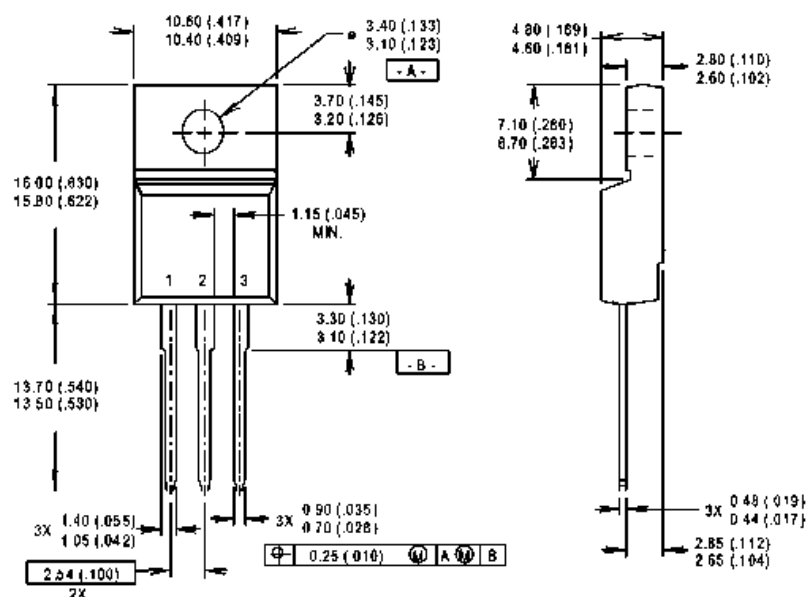


Рисунок 2.7 - Габаритні розміри транзистора TIP147 "ST Microelectronics"

Таблиця 2.8 – Транзистор TIP142 "ST Microelectronics" [9]

Позиційне позначення	VT2, VT3, VT5
Назва компонента	Транзистор TIP142
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність, напруга, струм
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер	100 В
Максимальний струм колектора	10 А
Коефіцієнт підсилення	мінімум 1000
Розсіювана потужність	до 125 Вт
Напруга насичення колектор-емітер	макс. 2.0 В
Робоча температура	до +150°C
Корпус:	ТО-218 або ТО-247
Вбудовані резистори:	у базі та емітері для стабілізації роботи
Захисний діод	вбудований між колектором та емітером.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ

Арк.

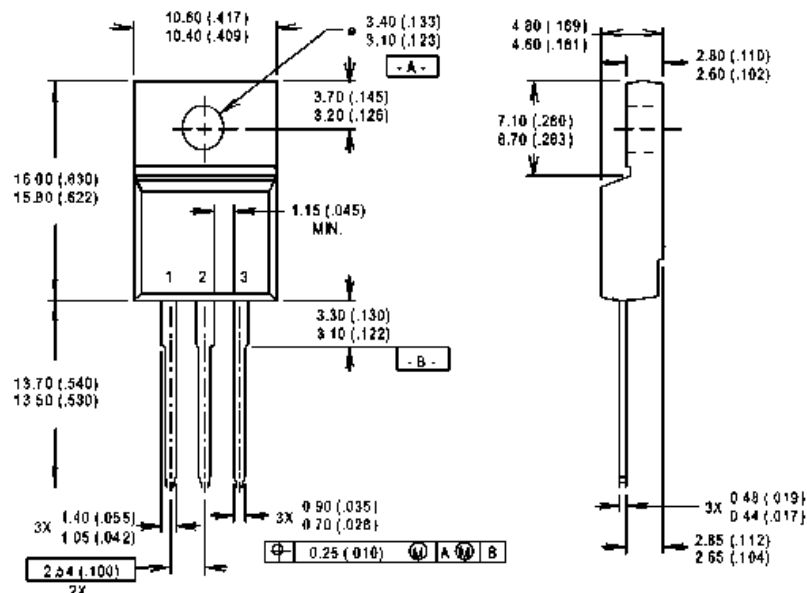


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри транзистора TIP142

Таблиця 2.9 – Мікросхема LM358 "JSMSEMI" [10]

Позиційне позначення	DA1, DA2
Назва компонента	Мікросхема LM358
Виробник	"JSMSEMI"
Критерії вибору	Вхідна напруга та струм, вихідна напруга, структура
Параметри та характеристики	
Живлення	від 3 В до 32 В (однополярне) або від ± 1.5 В до ± 16 В (двополярне).
Струм споживання	дуже низький (~ 0.7 мА)
Вхідна напруга зміщення	типово 2 мВ
Посилення	до 100 дБ
Смуга пропускання	0.7–1.1 МГц
Вихідний струм	до 40 мА
Output 1 — Вихід А Inverting Input 1 — Інвертуючий вхід А Non-inverting Input 1 — Неінвертуючий вхід А V- / GND — Мінус живлення (земля) Non-inverting Input 2 — Неінвертуючий вхід В Inverting Input 2 — Інвертуючий вхід В Output 2 — Вихід В V+ — Плюс живлення	
Розпиновка	(DIP-8 / SOIC-8):

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

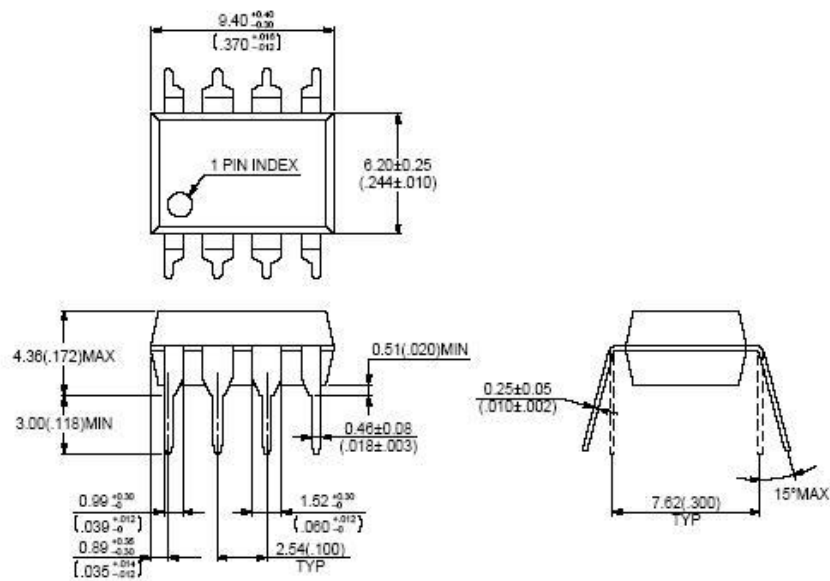
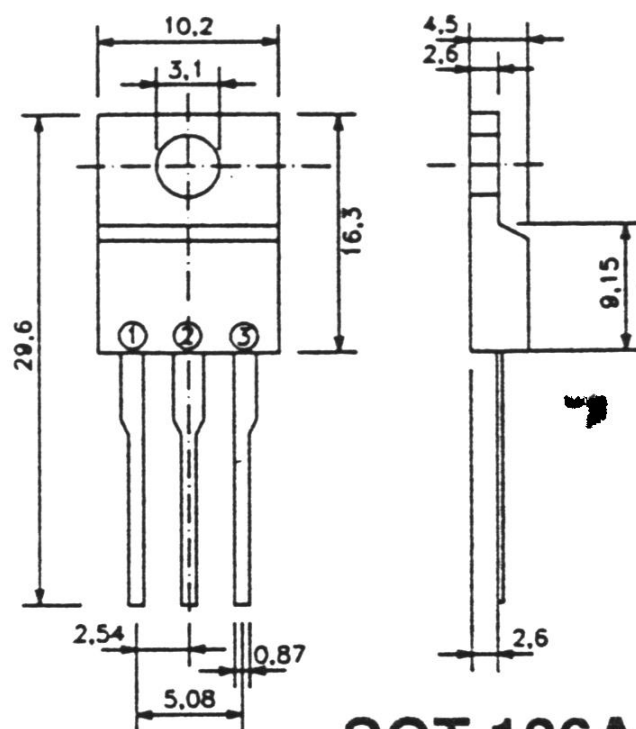


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри мікросхеми LM358 "JSMSEMI"

Таблиця 2.10 – Мікросхема L7809CV "Hottech" [11]

Позиційне позначення	DA3
Назва компонента	Мікросхема L7809CV
Виробник	"Hottech"
Критерії вибору	Вхідна напруга та струм, вихідна напруга, структура
Параметри та характеристики	
Вихідна напруга:	фіксована, +9 В
Максимальний вихідний струм:	до 1.5 А
Діапазон вхідної напруги:	від 11 В до 35 В
Мінімальне падіння напруги (Dropout):	близько 2 В
Точність вихідної напруги:	$\pm 4\%$
Корпус:	ТО-220
Захист:	вбудований тепловий захист

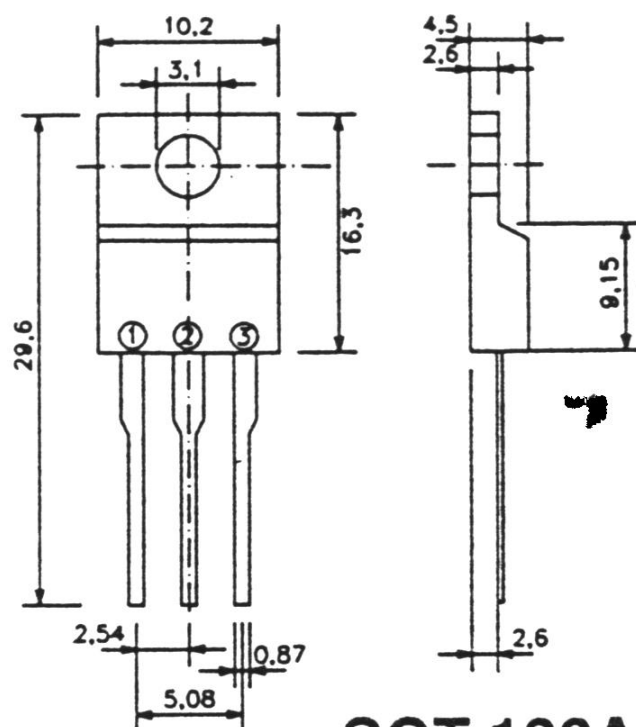


SOT-186A TO-220-ISO

Рисунок 2.10 – Габаритні розміри мікросхеми L7809CV "Hottech"

Таблиця 2.11 – Мікросхема L7805CV "Hottech" [12]

Позиційне позначення	DA4		
Назва компонента	Мікросхема L7805CV		
Виробник	"Hottech"		
Критерії вибору	Вхідна напруга та струм, вихідна напруга, структура		
Параметри та характеристики			
Вихідна напруга:		фіксована, +5 В	
Максимальний вихідний струм:		до 1.5 А	
Діапазон вхідної напруги:		від 7 В до 35 В	
Мінімальне падіння напруги (Dropout):		близько 2 В	
Точність вихідної напруги:		±4%	
Корпус:		ТО-220	
Захист:		вбудований тепловий захист	
Робоча температура:		від 0°C до +125°C	



SOT-186A TO-220-ISO

Рисунок 2.11 – Габаритні розміри мікросхеми L7805CV "Hottech"

Таблиця 2.12 – Мікросхема MCP3202-BI/P "Microchip" [13]

Позиційне позначення	DD1	
Назва компонента	Мікросхема MCP3202-BI/P	
Виробник	"Microchip"	
Критерії вибору	Вхідна напруга та струм, вихідна напруга, структура	
Параметри та характеристики		
Роздільна здатність:	12 біт	
Кількість каналів:	2	
Швидкість вибірки:	до 100 ksps	
Напруга живлення:	від 2.7 В до 5.5 В	
Інтерфейс:	SPI	
Енергоспоживання:	дуже низьке — до 550 мкА	
Робоча температура:	від -40°C до +85°C	
Корпус:	DIP-8	

Figure 1: Dimensions of the connector. The figure consists of three views: a top view, a side view, and a perspective view. The top view shows a rectangular connector with four pins on each side. Dimensions include a total width of 9.40 (+0.40/-0.30) mm, a pin pitch of 2.54 (100) mm, and a pin diameter of 0.89 (+0.35/-0.30) mm. The side view shows a height of 6.20 ± 0.25 (244 ± 0.10) mm and a pin height of 4.36 (172) MAX mm. The perspective view shows a 15° MAX angle for the pins and a width of 7.62 (300) mm TYP.

Таблиця 2.13 – Мікросхема PIC16F628A-I/P "Microchip" [14]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема PIC16F628A-I/P "Microchip"
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна напруга та струм, вихідна напруга, структура
Параметри та характеристики	
Ядро	8-бітне RISC
Пам'ять:	Flash (програма): 3.5 КБ (2048 слів). SRAM (оперативна): 224 Байти. EEPROM (дані): 128 Байтів.
Тактова частота:	до 20 МГц (зовнішній кварц) або 4 МГц
Напруга живлення	від 2.0 В до 5.5 В
Корпус	DIP-18
Периферія: 16 ліній вводу-виводу (I/O). 2 аналогові компаратори (АЦП у цій моделі відсутній, лише компаратори). 3 таймери (два 8-бітних, один 16-бітний). Модуль ССР (ШІМ / Захоплення / Порівняння). Інтерфейс USART (Hardware Serial)	

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18-pin plastic DIP
(DIP-18P-M02)

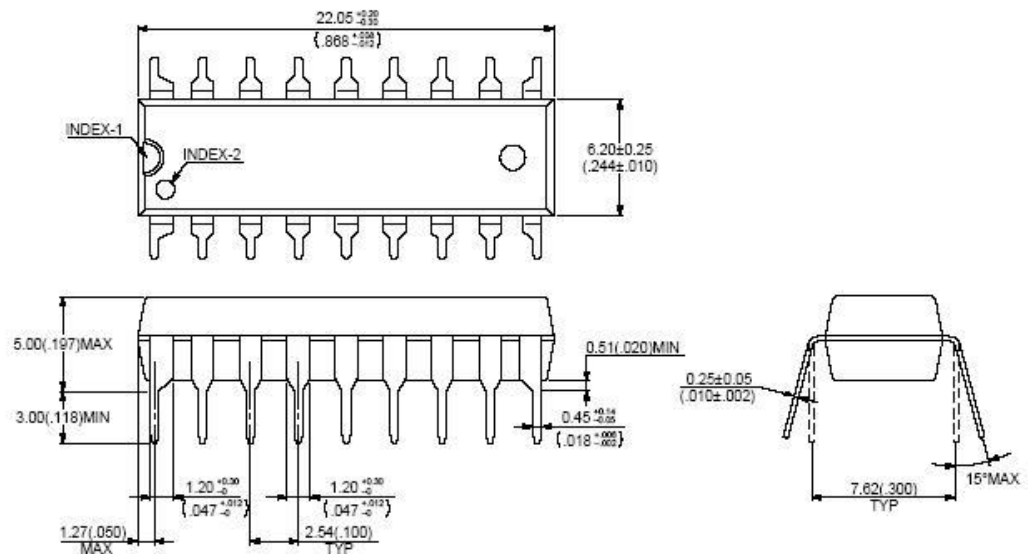


Рисунок 2.13– Габаритні розміри мікросхеми PIC16F628A-I/P "Microchip"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{\text{СТ ВИХ НОМ}}$; граничні значення вихідної напруги $U_{\text{СТ ВИХ min}}$, $U_{\text{СТ ВИХ max}}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{\text{Н min}}$, $I_{\text{Н max}}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U ; нестабільність вихідної напруги $K_{\text{НСТУ}}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{\text{П}}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{\text{СТУ}}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{\text{СТ ВИХ}}$; температурний коефіцієнт γ .

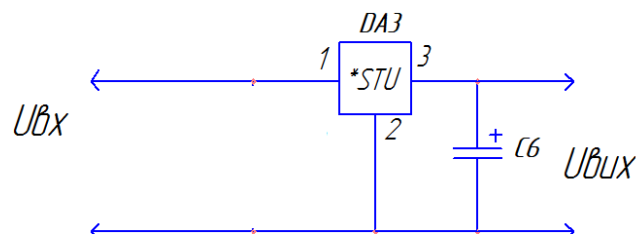


Рисунок 2.14 – Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

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

$$U_{IMC\ BIX} \geq U_{CT\ BIX}$$

$$I_{IMC\ BIX\ max} \geq I_{H\ max}$$

$$K_{IMC\ CTU} \geq K_{CTU}$$

Тип ІМС	$U_{CT\ BIX}$, В (min... max)	$U_{CT\ BIX}$, В (min... max)	K_{CTU} , % не більше за	K_{CTU} , % не більше за	$K_{CT\ CT}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % не більше за	$I_{CT\ BIX}$, А (max)	$P_{CT\ P03}$, Вт без радіатора/з радіатором	I_{CTCB} , мА	$U_{CT\ P03}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH1A	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2A	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Б	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6A	~...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6Б	~...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6B	~...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	~...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
I42EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	~9	10	2,5
I42EH8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 2.15 - Параметри стабілізаторів

Було обрано стабілізатор L7812ABV "ST Microelectronics", який має параметри такі як в KP142EH5A.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД

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

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT BIX} \equiv I_{CT BX}$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I0}}$$

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03$ %;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{0,3}{1 \cdot 0,03} = 470(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

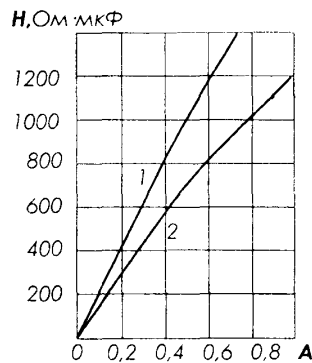


Рисунок 2.16 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 17 = 23,8(B)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0\text{ ном}}$ і $U_{роб}$.
Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР 25 V номінальною ємністю 470мкФ та на робочу напругу 25 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 2 \text{А} * 0,5 \text{м}}{0,9 \text{В} * 0,035 \text{м}} = 0,6 \text{мм} \quad (2.9)$$

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

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

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

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів d :

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

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

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

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

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

$d_{E2} = 1,0$ – для індикатора НГ1, енкодера В1, діодного моста VD1, мікросхеми DA3, DA4, конденсатора С1, транзисторів VT1-VT5.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

$$D_{1min1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{1min2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

$$D_{max1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{max2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

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

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

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

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

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

					26 КР 172.403.019.000.000 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_o – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_o - (D_{\max} + 2\delta_p) \quad (2.17)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_o - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.18)$$

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

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

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

Під час проєктування даного виробу значну увагу приділено аналізу та забезпеченню нормальних теплових режимів роботи його елементів. Це пов'язано з тим, що стабільність параметрів електронних компонентів безпосередньо залежить від температурних умов їх експлуатації.

Розміщення елементів на друкованій платі виконано максимально компактно, що дозволило зменшити загальні габарити плати до розмірів 90×130 мм. Водночас така щільна компоновка вимагає ретельного врахування тепловиділення окремих вузлів, щоб уникнути локальних перегрівів і теплового впливу на сусідні компоненти.

Усі основні елементи розташовані з одного боку друкованої плати, тоді як на зворотному боці встановлено світлодіод, енкодер В1 та рідкокристалічний індикатор НG1. Таке розділення сприяє більш рівномірному розподілу тепла та полегшує його відведення від поверхні плати.

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливу увагу приділено транзисторам VT1–VT5, які під час роботи виділяють значну кількість теплової енергії. Для забезпечення їх нормального температурного режиму передбачено встановлення на радіатори, що дозволяє ефективно відводити тепло та запобігати перегріву елементів. Це, у свою чергу, підвищує надійність роботи пристрою та подовжує термін служби напівпровідникових компонентів.

Конструкція корпусу також враховує теплові умови експлуатації. Корпус виготовлено з чорної пластмаси з добрими діелектричними властивостями та достатньою механічною міцністю. Його габарити становлять 148×158×81 мм, що забезпечує достатній внутрішній об'єм для циркуляції повітря. Верхня та нижня кришки виконані у формі типу «корито», що сприяє зручному розміщенню елементів і певному покращенню теплового розподілу всередині корпусу.

Верхня частина корпусу містить органи керування, змінний резистор та гніздо навантаження. Їх розташування враховує необхідність зменшення теплового впливу від силових елементів та забезпечення зручності експлуатації. Друкована плата закріплена у верхній кришці за допомогою гвинтів і шайб, що забезпечує надійний механічний контакт і стабільність конструкції при нагріванні.

У зоні з'єднання кришок корпусу розміщено мережевий шнур, при цьому його розташування не створює додаткового теплового навантаження на чутливі елементи. Трансформатор закріплений у нижній частині корпусу за допомогою гвинтів і шайб. Оскільки він також є джерелом тепла, його розміщення в нижній зоні сприяє природній конвекції повітря та покращує загальний тепловий баланс пристрою.

Загалом теплова організація конструкції забезпечує ефективне відведення тепла від найбільш навантажених елементів, запобігає перегріву чутливих компонентів і сприяє стабільній та надійній роботі виробу в допустимих температурних режимах.

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

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

Таблиця 2.14 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{нопр}$	$I_{відм} * 1e-06$	$K-сть * K_{нав} від * 1e-06$
1	Мікросхеми	6	1	0,03	0,18
2	Діоди	1	0,35	0,7	0,245
3	Конденсатори електrolітичні	13	0,4	2,4	12,48
4	Транзистор	5	0,35	4	7
5	Резистори постійні	23	0,42	0,8	7,728
6	Енкодер	1	0,42	5	2,1
7	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	166	1	0,02	3,32
10	Гніздо	2	1	0,02	0,04
11	Індикатора	1	1	20	20

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 5.3403e-005 1/год

Середня наробка до відмови: 18725.5 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999466$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.994674$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.947998$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.586238$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.004794$

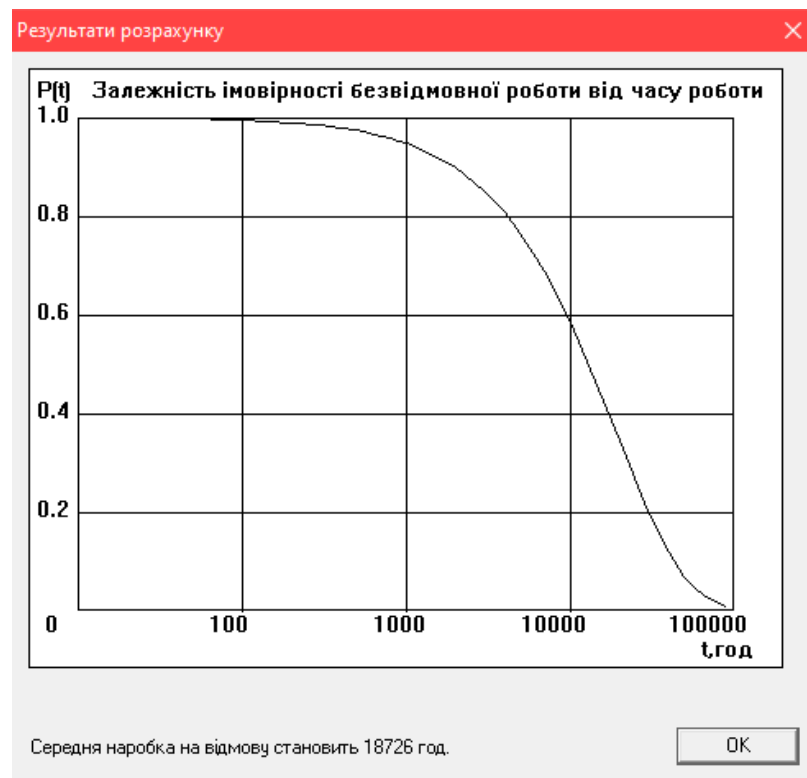


Рисунок 2.17 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 18726 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

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

Розроблена конструкція виробу характеризується раціональним поєднанням технічних та економічних показників, що забезпечує її ефективність у процесі виготовлення та експлуатації. Основною метою техніко-економічного аналізу є оцінка доцільності обраних конструктивних рішень з точки зору вартості виробництва, технологічності, надійності та експлуатаційних витрат.

Конструкція пристрою виконана на основі друкованої плати компактних розмірів 90×130 мм, що дозволило зменшити витрати матеріалів на виготовлення плати та корпусних елементів. Застосування щільного компоновання забезпечує зменшення довжини друкованих провідників, що, у свою чергу, підвищує надійність роботи виробу та зменшує ймовірність відмов, знижуючи витрати на ремонт і обслуговування.

У виробі використовується одностороннє розміщення основних елементів, що спрощує технологію монтажу та зменшує собівартість виготовлення друкованої плати. Монтаж елементів здійснюється за стандартною технологією пайки, що дозволяє використовувати серійні методи виробництва без необхідності застосування складного спеціалізованого обладнання.

Застосування інтегральних мікросхем і уніфікованих радіоелементів також позитивно впливає на економічну ефективність конструкції, оскільки зменшує кількість дискретних компонентів, скорочує трудомісткість складання та підвищує повторюваність параметрів виробу.

Корпус пристрою виготовлено з чорної пластмаси, що є недорогим і технологічним матеріалом. Його стандартні габарити $148 \times 158 \times 81$ мм забезпечують зручність серійного виготовлення та зменшують витрати на індивідуальне проектування корпусних деталей. Використання типових форм

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(«корито») додатково спрощує процес лиття та знижує собівартість виробництва.

Трансформатор та інші масивні елементи закріплені за допомогою гвинтових з'єднань і шайб, що є простим і надійним технологічним рішенням, яке не потребує складних операцій або дорогих матеріалів. Радіатори для транзисторів VT1–VT5 є стандартними серійними виробами, що також позитивно впливає на економічну складову проекту.

Загалом запропонована конструкція є економічно доцільною, оскільки поєднує низьку собівартість виготовлення, використання доступних матеріалів і компонентів, простоту технології складання та високу надійність. Це забезпечує конкурентоспроможність виробу та його ефективність як у серійному, так і в дрібносерійному виробництві.

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

$$P=I*U=2*220=440 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Складання та монтаж проектного виробу виконуються з урахуванням конструктивних особливостей друкованої плати, елементної бази та корпусного виконання. Основою пристрою є друкована плата розмірами 90×130 мм, на якій розміщені всі функціональні елементи схеми. Завдяки компактному компонованню забезпечується зменшення габаритів виробу та спрощення процесу монтажу.

Основні електронні компоненти встановлюються з одного боку друкованої плати, що дозволяє уніфікувати технологію складання та

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечити зручність пайки. На зворотному боці плати розміщено допоміжні елементи, такі як світлодіод, енкодер В1 та рідкокристалічний індикатор НG1. Такий підхід полегшує доступ до монтажних вузлів та підвищує технологічність складання.

Електрорадіоеlementи зі штирьовими виводами монтуються в наскрізні отвори плати. Після встановлення їхні виводи підгинаються та обрізаються до необхідної довжини, після чого виконуються операції паяння. Для з'єднання використовується хвильова пайка або ручний метод, що забезпечує надійний електричний контакт і механічну міцність з'єднань.

Особливу увагу під час монтажу приділено силовим елементам VT1–VT5, які під час роботи виділяють значну кількість тепла. Вони додатково встановлюються на радіатори, що забезпечує ефективне тепловідведення та стабільну роботу пристрою. Монтаж таких елементів виконується з урахуванням забезпечення теплового контакту між корпусом елемента та радіатором.

Зібрана друкована плата закріплюється у верхній частині корпусу за допомогою гвинтових з'єднань і шайб, що забезпечує надійну фіксацію та стійкість конструкції до механічних навантажень. Корпус пристрою виготовлений із пластмаси розмірами 148×158×81 мм і складається з верхньої та нижньої кришок типу «корито», що спрощує процес складання та подальшого обслуговування.

У верхній частині корпусу розміщуються органи керування, змінний резистор та гніздо навантаження, що забезпечує зручний доступ користувача до основних функцій пристрою. У нижній частині корпусу встановлюється трансформатор, який фіксується гвинтами та шайбами для забезпечення механічної стійкості. [24].

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Основною конструктивно-функціональною складовою розроблюваного виробу є друкований вузол, на якому зосереджені всі електрорадіоелементи пристрою. Саме друкована плата виконує роль базового носія електронної схеми та забезпечує реалізацію всіх основних функцій виробу. Корпусні елементи — верхня та нижня кришки — не містять електронних компонентів, органів керування чи індикаторів, оскільки пристрій функціонує в повністю автоматизованому режимі. Управління роботою здійснюється заздалегідь заданими алгоритмами, реалізованими на основі логічних вузлів, побудованих на інтегральних мікросхемах.

З метою забезпечення компактності конструкції та розміщення значної кількості електричних з'єднань використано двосторонню друковану плату. Таке рішення дозволило більш раціонально організувати монтаж елементів, зменшити загальні габарити виробу та оптимізувати трасування провідників. З'єднання між шарами плати реалізовано за допомогою металізованих монтажних отворів, що спростило конструкцію, підвищило надійність електричних контактів і дало змогу досягти більш високої щільності компонування [34].

У якості матеріалу для виготовлення друкованої плати використовується фольгований склотекстоліт марки СФ2–35–1,5ІКП згідно з ГОСТ 10316-78. Даний матеріал має високу механічну міцність, стабільні діелектричні властивості, стійкість до температурних коливань і впливу вологи, що робить його придатним для застосування в радіoeлектронній апаратурі.

Виробництво друкованої плати здійснюється комбінованим позитивним методом, який особливо ефективний при виготовленні двосторонніх плат складної топології. Незважаючи на відносну складність технологічного процесу та необхідність операції металізації отворів, цей метод забезпечує високу

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

точність виконання провідного рисунка, компактність конструкції та надійність електричних з'єднань.

Технологічність конструкції виробу визначається здатністю забезпечити виготовлення пристрою з мінімальними витратами ресурсів — часу, праці та матеріалів — при збереженні необхідного рівня якості, надійності та функціональних характеристик. Її оцінювання проводиться з метою аналізу зменшення витрат на проєктування, підготовку виробництва, складання, експлуатацію та ремонт.

Якісний аналіз технологічності включає розгляд обраних матеріалів, способів виготовлення друкованої плати і корпусу, рівня застосованого обладнання, інструментів, а також складності складально-монтажних операцій.

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

Технологічний процес виготовлення двосторонньої друкованої плати комбінованим способом являє собою послідовність взаємопов'язаних операцій механічної, хімічної та електрохімічної обробки заготовки. Метою даного процесу є формування точного провідного рисунка, а також забезпечення надійних електричних і механічних міжшарових з'єднань.

Початковим етапом є підготовка матеріалу основи. Як базовий діелектрик використовується склотекстоліт типу FR-4, який відзначається високою електроізоляційною здатністю, достатньою механічною міцністю, стійкістю до вологи та підвищених температур. На обидві сторони плити нанесено тонкий шар міді товщиною приблизно 35 мкм, який слугує заготовкою для формування друкованих провідників. Така структура дозволяє реалізувати двостороннє трасування та значно підвищити щільність розміщення елементів.

Перед формуванням провідного рисунка поверхня міді проходить ретельну підготовку, що включає очищення, знежирення та легку механічну

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обробку. Це необхідно для забезпечення доброї адгезії фоточутливого матеріалу до основи. Після підготовки на поверхню наноситься шар фоторезисту, який виконує роль світлочутливого захисного покриття.

Наступним етапом є фотолітографічне формування рисунка. На поверхню плати накладається фотошаблон із зображенням майбутніх провідників, після чого виконується експонування ультрафіолетовим випромінюванням. Під дією світла відбувається зміна властивостей фоторезисту, що дозволяє надалі сформувати захисний малюнок.

Після експонування виконується процес проявлення, у результаті якого видаляються незасвічені або засвічені (залежно від типу резисту) ділянки фоторезисту. Утворений захисний шар чітко повторює конфігурацію майбутніх провідників. Далі плата піддається хімічному травленню в спеціальних розчинах, таких як хлорне залізо або персульфат амонію. У процесі травлення незахищені ділянки міді видаляються, а під фоторезистом залишається сформований провідний рисунок.

Особливістю двосторонніх друкованих плат є необхідність забезпечення електричного зв'язку між верхнім і нижнім шарами провідників. Для цього застосовується технологія металізації отворів. Спочатку виконуються свердління монтажних та перехідних отворів відповідно до креслення, після чого їх внутрішні стінки піддаються хімічному осадженню міді. Надалі шар міді підсилюється гальванічним нарощуванням, що забезпечує високу провідність і механічну міцність міжшарових з'єднань.

Після завершення формування провідного рисунка і металізації отворів виконується видалення залишків фоторезисту, ретельне промивання та сушіння плати. На цьому етапі також може проводитися додаткове покриття контактних майданчиків, наприклад лудіння або нанесення паяльної маски, що захищає мідь від окиснення та покращує подальші паяльні властивості.

Завершальною стадією є контроль якості виготовленої друкованої плати. Проводиться перевірка цілісності провідних доріжок, відсутності коротких

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

замикань, відповідності геометричних параметрів технічній документації, а також якості металізації перехідних отворів.

У процесі виготовлення застосовуються основні матеріали, такі як склотекстоліт FR-4, мідна фольга, фоточутливий фоторезист, травильні та проявні розчини, а також матеріали для захисного покриття (припої, паяльні маски, лаки). До допоміжних речовин належать знежирювальні склади (спирти, ацетон), промивні розчини та матеріали для очищення і сушіння поверхні.

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{6}{6 + 52} = 0,1 \quad (2.20)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{143}{166} = 0,86 \quad (2.21)$$

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

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{M.П.ЕРЕ} = \frac{H_{M.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{50}{52} = 0,96 \quad (2.22)$$

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

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

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{38}{52} = 0,27 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{52}{52} = 0 \quad (2.24)$$

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

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{7}{52} = 0,87 \quad (2.25)$$

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

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

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

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,86*1 + 0,96*0,75 + 0,27*0,5 + 0*0,310 + 0,87*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,54 \quad (2.27)$$

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

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

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

Перевіряємо умову: $\frac{0,54}{0,5} = 1,1 \geq 1.$

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- установка трансформатора за допомогою двох гвинтів та двох шайб до нижньої кришки;
- кріплення гнізда за допомогою гвинта та гайки, кріплення резистора за допомогою гайки та шайби;
- кріплення шнура живлення між двох кришок, скла під індикатор на верхню кришку;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів.

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1200 \times 100 = 120000 \text{ (грн.)}$$

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 :

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 120000 + 60000 = 180000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 120000 \cdot 0,5 = 60000 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.403.019.000.000 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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 60000 \times 0,02 \times 1,1 = 1320 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 60000 \times 0,03 \times 1,1 = 1980 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 180000 + 1320 + 1980 = 183300 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{3300 \times 25}{100} = 825 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 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	1320	330,00
	Виробничий та господарський інвентар	1980	495
	Всього:	3300	825

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 786 \times 1,04 = 817,44 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	50	50
2	Кришка нижня	1	55	55
3	Кришка верхня	1	55	55
4	Мікросхема	6	50	300
5	Конденсатори електролітичні	13	5	65
6	Енкодер	1	25	25
7	Резистори постійні	22	0,5	11
8	Індикатор	1	50	50
9	Діоди	1	5	5
10	Роз'єм	2	10	20
11	Транзистори	5	10	50
12	Трансформатор	1	100	100
				786

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

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($B_{0.3.пл.}$):

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}},$ хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}})$, 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 ($B_{\text{дод.з.пл.}}$):

приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

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

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

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 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 відррахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{75}{100} \times (121 + 13,31) = 100,73 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 75%);

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

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{120}{100} \times (121 + 13,31) = 161,17 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 120%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 817,44 + (121 + 13,31 + 25,55) + 100,73 + 161,17 = 1239,2 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.403.019.000.000 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	817,44
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	100,73
6	Загальновиробничі витрати	161,17
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1239,2
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	977,3
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	261,9

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

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

$$Ц_{одпр} = 1239,2 \times \frac{100 + 23}{100} = 1524,22 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 23%);

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:

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

$$\Pi_p = (1524,22 - 1239,2) \times 1150 = 327773 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 327773 - 327773 \times \frac{18}{100} = 268773,86 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$S_{повq} = 1295,45 \times 1150 = 1425080 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{268773,86}{1425080} \times 100\% = 18,86 \%$$

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:

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

$$\Gamma\Pi = 268773,86 + 825 = 269598,86 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\text{ЧТВ} = 245089,87 - 183300 = 61789,87 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{269598,86}{(1 + 0,1)^1} = 245089,87 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{245089,87}{183300} = 1,34$$

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{II}{GP_{диск}} \quad (3.24)$$
$$T_{ок_{диск}} = \frac{183300}{245089,87} = 0,75р$$

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

$$GP_{диск} = \frac{TB}{t}, \quad (3.25)$$
$$GP_{диск} = \frac{245089,87}{1} = 245089,87 \text{ (грн.)}$$

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.	1150
2	Собівартість виробу	грн./од.	1239,2
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1524,22
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	183300
5	Чистий прибуток	грн.	268773,86
6	Рентабельність виробу	%	18,86
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	61789,87
9	Індекс прибутковості	-	1,4
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,75

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Укладання колективного договору. Його зміст.

Трудові відносини між працівником і підприємством регулюються не тільки законодавством, трудовим договором, контрактом, а й колективним договором. Усі підприємства, які використовують найману працю і мають права юридичної особи, незалежно від форм власності й господарювання повинні укласти колективний договір. На жаль, багато з них, особливо підприємства малого бізнесу, недооцінюють його значення, а деякі зовсім не укладають колективного договору, що є грубим порушенням законодавства.

Таке становище може тривати роками, поки не настане час комплексної перевірки або не виникне трудовий конфлікт, наслідки якого можуть бути катастрофічними. Необхідно обов'язково оформити колективний договір, тоді можна уникнути ще однієї прикрості — адміністративного штрафу. Згідно з Кодексом України про адміністративні правопорушення ухиляння від участі в переговорах щодо укладення, зміни або доповнення колективного договору, угоди, умисне порушення встановленого законодавством строку початку переговорів або незабезпечення роботи комісій з представників сторін чи примирних комісій у визначений сторонами переговорів строк тягнуть за собою накладення штрафу на посадових осіб підприємства від трьох до десяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Ненадання особами, які представляють власників або уповноважені ними органи, інформації, необхідної для ведення колектив-

них переговорів і здійснення контролю за виконанням колективних договорів, угод, тягне за собою накладення штрафу від одного до п'яти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян. Порушення чи невиконання зобов'язань щодо колективного договору, угоди особами, які представляють власників або уповноважені ними органи, тягне за собою накладення штрафу від 50 до 100 неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Колективний договір — це угода між власником або уповноваженим ним органом (особою), з одного боку, та одним чи кількома профспілковими або іншими уповноваженими на представництво трудовим колективом органами, а в разі відсутності таких органів — представниками трудящих, обраними й уповноваженими трудовим колективом — з іншого. Він укладається з метою регулювання виробничих, трудових, соціально-економічних відносин і узгодження інтересів трудящих, власників та уповноважених ними органів.

Укладенню колективного договору передують колективні переговори. Право на ведення переговорів і укладення колективних договорів, угод від імені найманих працівників надається професійним спілкам, об'єднанням профспілок в особі їх виборних органів або іншим представницьким організаціям трудящих, наділеним трудовими колективами відповідними повноваженнями.

Будь-яка зі сторін не раніше ніж за три місяці до закінчення строку дії колективного договору, угоди письмово повідомляє інші сторони про початок переговорів. На новоствореному підприємстві колективний договір укладається за ініціативою однієї зі сторін у тримісячний строк після реєстрації підприємства. Друга сторона протягом семи днів повинна розпочати переговори.

Порядок ведення переговорів та склад робочої комісії з підготовки проектів колективного договору, угоди визначаються сторонами та оформляються відповідним протоколом. Робоча комісія готує проект колективного договору, угоди і приймає рішення, яке оформляється відповідним протоколом.

Якщо під час переговорів сторони не дійшли згоди з незалежних від них причин, то складається протокол розбіжностей, до якого вносяться остаточно сформульовані пропозиції сторін про заходи, необхідні для усунення цих причин, а також про строки відновлення переговорів. Протягом трьох днів

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складання протоколу розбіжностей сторони проводять консультації, формують зі свого складу примирну комісію, у разі ж недосягнення згоди звертаються до посередника, обраного сторонами.

Примирна комісія або посередник у термін до семи днів розглядає протокол розбіжностей і ухвалює рекомендації по суті спору. Після схвалення проекту колективного договору загальними зборами (конференцією) трудового колективу його підписують уповноважені представники сторін не пізніше ніж через п'ять днів з моменту схвалення, якщо інше не встановлено зборами (конференцією) трудового колективу.

Колективний договір набирає чинності з дня його підписання представниками сторін або з терміну, зазначеного в ньому. Особи, які беруть участь у переговорах як представники сторін, а також спеціалісти, запрошені для участі в роботі комісій, на період переговорів і підготовки проекту звільняються від основної роботи зі збереженням їхнього середнього заробітку та віднесенням цього часу до трудового стажу. Всі витрати, пов'язані з участю у переговорах і підготовці проекту, компенсуються в порядку, передбаченому законодавством про працю, колективним договором, угодою.

Зміст колективного договору визначається сторонами в межах їх компетенції. Колективний договір містить такі положення:

- зміни в організації виробництва та праці;
- забезпечення продуктивної зайнятості;
- нормування й оплата праці: встановлення форм, системи, розмірів заробітної плати та інших видів трудових виплат (доплат, надбавок, премій тощо);
- встановлення гарантій компенсацій, пільг;
- участь трудового колективу у формуванні, розподілі й використанні прибутку підприємства, установи (якщо це передбачено статутом);
- режим роботи, тривалості робочого часу і відпочинку;
- умови та охорона праці;

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- гарантія діяльності профспілкових чи інших представницьких організацій трудящих;
- забезпечення житлово-побутового, культурного, медичного обслуговування, організації оздоровлення і відпочинку працівників;
- можливі додаткові гарантії та пільги працівникам, не передбачені законодавством.

Важливим інструментом менеджменту трудових ресурсів є штатний розпис. Затверджується він, як правило, керівником або власником підприємства і визначає кількість штатних одиниць, а також розмір оплати праці. На практиці досить часто підприємство приймає працівників на ту чи іншу посаду, а бухгалтер здійснює нарахування заробітної плати на підставі наказу або договору без штатного розпису, в якому такий перелік посад визначається. Або, наприклад, приймається працівник на посаду, якої немає в штатному розпису. Бухгалтер не має права брати до виконання документи про прийняття працівника на ту чи іншу посаду, якщо перелік посад не затверджений (варіант, коли штатний розпис відсутній) або коли в штатному розписі такої посади не передбачено.

Штатний розпис повинен бути затверджений, у ньому має зазначатися посада, на яку приймається працівник, і вона повинна бути вакантною. Лише в цьому разі бухгалтер має право брати до виконання документи про зарахування працівника на ту чи іншу посаду і здійснювати нарахування заробітної плати такому працівникові.

4.2 Чинники електричного характеру, що впливають на ураження людини.

Під час користування електроенергією є небезпека ураження людей електричним струмом. Найчастіша причина ураження людини електричним струмом – торкання до неізольованих струмопровідних провідників; до провідників з пошкодженою ізоляцією, а також до металевих елементів

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкції машин, механізмів і апаратів, які випадково виявилися під напругою.

Людина може потрапити під дію електромагнітних полів і електричної дуги, які виникають у разі торкання або зближення провідників електричного струму.

Небезпечна і шкідлива дія на людей електричного струму, електричної дуги і електромагнітних полів проявляються у вигляді електротравм і професійних захворювань.

Електротравма – це травма, викликана дією електричного струму або електричної дуги. Вся різноманітність дії на людину електричного струму чи електричної дуги призводить до двох видів ураження: місцевих електротравм і електричних ударів.

Місцеві електротравми – це чітко виражені місцеві порушення цілісності тканин організму, які викликані дією електричного струму чи електричної дуги. Розрізняють такі електротравми:

- електричні опіки;
- електричні знаки;
- металізація шкіри;
- механічні пошкодження;
- електроофтальмія.

Електричний удар – це збудження живих тканин організму електричним струмом, що проходить через нього, яке супроводжується судомним скороченням м'язів, у тому числі м'язів серця і легенів.

У всіх випадках ураження електричним струмом, незалежно від стану потерпілого, виклик лікаря обов'язковий!

Наслідок дії на людину електричного струму залежить від багатьох чинників. Величина струму, який протікає через тіло людини, є головним чинником, що визначає наслідок ураження: чим більший за величиною струм,

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тим небезпечніша його дія. Прийнято вважати смертельно небезпечним для людини струм промислової частоти 50 Гц і величиною 0,05 А (50 мА).

Рід і частота струму переважно визначають наслідок ураження живого організму. Найнебезпечніший – змінний струм частотою від 20 до 1000 Гц. За інших частот небезпека ураження струмом значно знижується. Постійний струм відносно безпечніший за змінний. Але дія постійного струму величиною 0,09...0,1 А викликає параліч дихання.

Індивідуальні особливості людей великою мірою впливають на наслідки ураження струмом. У випадках захворювання шкіри, серця, легенів, нервової системи небезпека ураження струмом збільшується. З усіх розрахунків пристроїв для захисту людини від ураження електричним струмом промислової частоти опір тіла людини умовно приймають рівним 1000 Ом.

Небезпека електричного струму для людини зростає зі збільшенням тривалості його дії на організм.

Характер електротравм також залежить великою мірою від шляхів проходження електричного струму через тіло людини. Чим більший цей шлях і чим ближче коло, яке утворилося, до життєво важливих органів, тим важчий наслідок ураження людини електричним струмом. Найбільш небезпечне для людини

- поздовжнє (від руки до руки);
- поперечне (від руки до ноги) проходження струму через її тіло.

Схема ввімкнення людини в електричне коло визначає важкість ураження її струмом.

Двофазний дотик найнебезпечніший, оскільки до тіла людини прикладається найбільша можлива в даній мережі напруга – лінійна (звичайно 380 В). У цьому випадку наявність надійної ізоляції від землі не зменшує небезпеку ураження людини електричним струмом.

Однофазний дотик менш небезпечний, ніж двофазний, оскільки напруга, під яку потрапляє людина, не перевищує фазної, тобто менша за лінійну в 1,73

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рази (зазвичай 220 В). Відповідно меншим виявляється струм, що проходить через людину. На величину цього струму впливає режим нейтралі джерела живлення, опір підлоги, на якій стоїть людина, опір її взуття та деякі інші фактори.

Однофазне ввімкнення людини в електричну мережу з глухозаземленою нейтраллю може бути для неї смертельно небезпечним, якщо опір підлоги і взуття близькі до нуля (підлога волога, земляна; взуття вологе). У цьому випадку в разі фазної напруги 220 В через тіло людини проходить струм 220 мА, що перевищує граничне значення 50 мА.

Найменшу небезпеку являє однофазне ввімкнення людини в електричну мережу з ізолюваною нейтраллю. При цьому чим краща ізоляція провідників в мережі (чим більше R_{i3}), тим менша величина струму, що проходить через тіло людини, яка доторкнулася до неізолюваного провідника.

Незалежно від режиму нейтралі, однофазне ввімкнення людини в електричну мережу виявляється для неї безпечним, якщо вона стоїть на ізолюючій основі (наприклад, на сухій дерев'яній підлозі, на гумовому килимку) і (чи) має на ногах струмонепровідне взуття (наприклад, гумове).

У мережі напругою понад 1000 В небезпека однофазного і двофазного ввімкнення практично однакова і не залежить від режиму нейтралі. Будь-яке з цих включень небезпечне, оскільки величина струму, що протікає через тіло людини, завжди перевищує смертельно небезпечне значення.

Величина струму, який може пройти через тіло людини, залежить від сукупності багатьох чинників. Тому для встановлення межі безпечних умов орієнтуються не на величину струму, а на допустимо безпечну напругу. Залежно від навколишніх умов за безпечну напругу приймається 12...42 В.

Навколишнє середовище в багатьох випадках визначає результат дії електричного струму на людину. В разі перегрівання організму знижується його опір, тому зі збільшенням температури навколишнього середовища важкість ураження електричним струмом зростає. Небезпека ураження

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричним струмом зростає зі збільшенням вологості і заповишеності атмосферного повітря.

Вологість, струмопровідний пил, їдкі пари і гази руйнівно діють на ізоляцію електроустаткування, знижуючи його опір. При цьому виникає потенційна небезпека переходу напруги на елементи конструкції електроустаткування (корпуси, станини, кожухи), яких торкаються люди.

Згідно ДСТУ Б А.3.2-13:2011, умови робіт за ступенем електробезпеки поділяються на три класи. Відповідно всі приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом поділяються на три класи:

- 1 – особливо небезпечні,
- 2 – підвищеної небезпеки,
- 3 – без підвищеної небезпеки.

Приміщення без підвищеної небезпеки – це адміністративні приміщення, торгові зали.

Прикладом приміщень підвищеної небезпеки можуть бути машинні відділи хладоногового холодильного устаткування, холодильні камери, складські неопалювані приміщення (навіть, якщо вони розміщені в будівлях з ізолюваними підлогами і дерев'яними стелажми), машинні (апаратні) та конденсаторні відділення аміачного холодильного устаткування, душові. До цього класу належать ділянки робіт під відкритим небом чи під навісом.

Для особливо небезпечних приміщень передбачається роздільна прокладка проводів з якісною ізоляцією, спеціальної конструкції вимикачі, електродвигуни, пускова і освітлювальна арматура.

Правильний підбір електроустаткування, монтаж і експлуатація його з урахуванням умов навколишнього середовища підвищує електробезпеку

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Блок живлення з мікропроцесорним керуванням». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 130×100мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить складна, конструкція корпусу виробу є також складною. Корпус має такі розміри 158x148x81, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

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

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Блок живлення з мікропроцесорним керуванням [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).
2. Конденсатор ЕСАР -"Jamicon" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html>(дата звернення 1.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod.ru. (дата звернення 3.02.2026).
4. Трансформатор B78386-P1116-A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.www.vprl. (дата звернення 1.02.2026).
5. Діодний міст KBL06 "DC Components" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
6. Енкодер PEC12R-4220F-S0024 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
7. Цифровий індикатор TOD-5263AMR-N [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. Транзистор TIP147 "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).
9. Транзистор TIP142 "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Мікросхема LM358 "JSMSEMI" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).
11. Мікросхема L7809CV "Hottech" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).
12. Мікросхема L7805CV "Hottech" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
13. Мікросхема MCP3202-BI/P "Microchip" [[електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
14. Мікросхема PIC16F628A-I/P "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. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
16. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>(дата звернення 4.02.2026).
17. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
18. Програма для розробки схем “Altium Designer” [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>
19. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

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

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

29. Ємельянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Системи мобільного зв’язку”, частина 2 – “Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої” для студентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.

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

31. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ4OS4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRlb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpnZCUyQkNiN29jaJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

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

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

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

					26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

26 КР 172.403.020.001.000 Е1

Живлення
~220 В

Понижувальний
трансформатор

Випрямляч

Стабілізатор +9В

Стабілізатор +5В

ШИМ контроллер

Керування

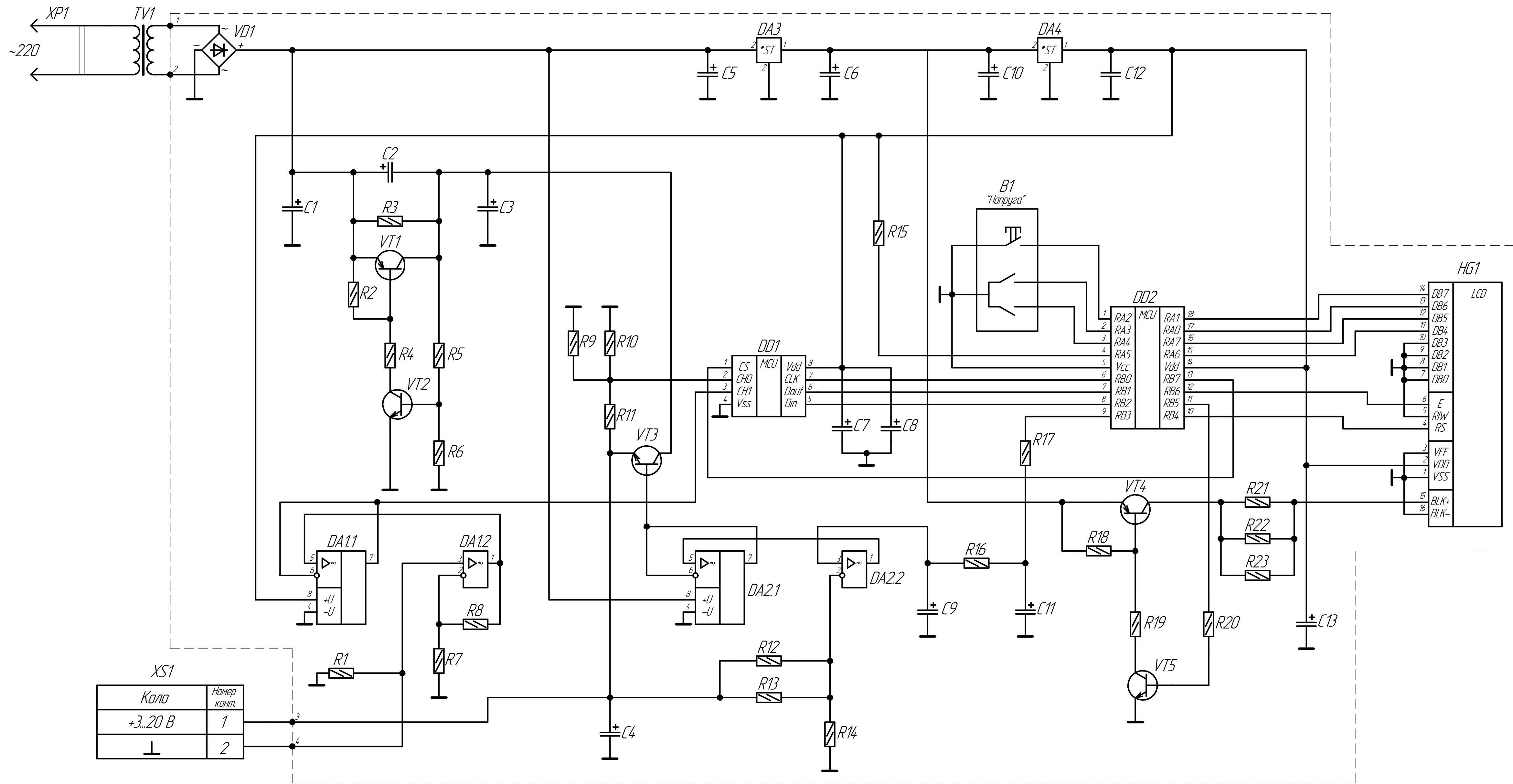
Вихід
навантаження
+3...20В

Мікроконтроллер

Двухканальный АЦП

Індикація

						26 КР 172.403.020.001.000 Е1				
						Блок живлення з мікропроцесорним керуванням		Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		-		Н	-	-
Розроб.		Нишчота								
Перевір.		Савчук								
Т.контр.										
Рецензент										
Інконтр.		Задорожний								
Затверд.										
						Аркши		Аркши 1		
						ВСП ТФК ТНТУ		ТР-403		
								м. Тернопіль		

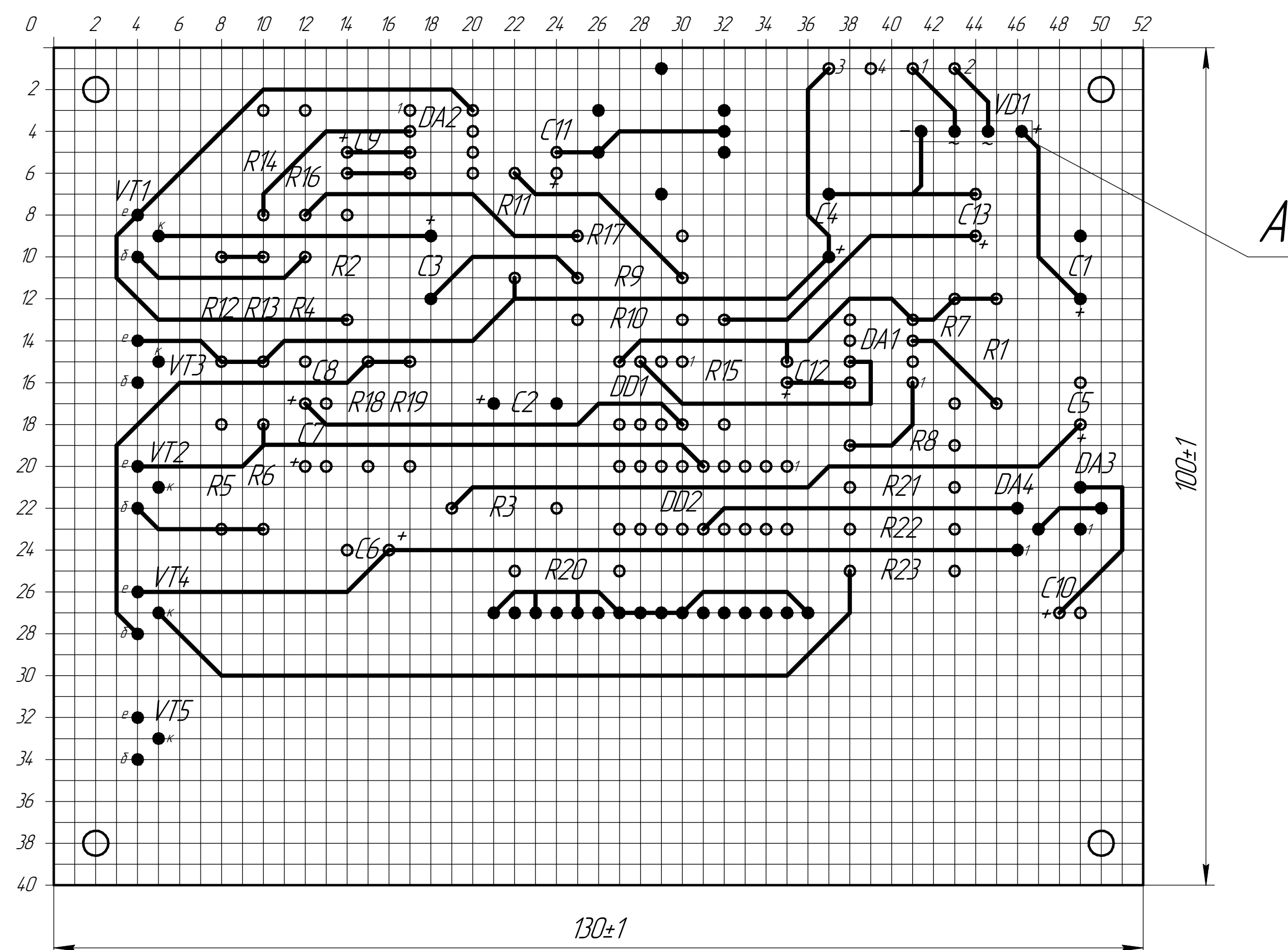
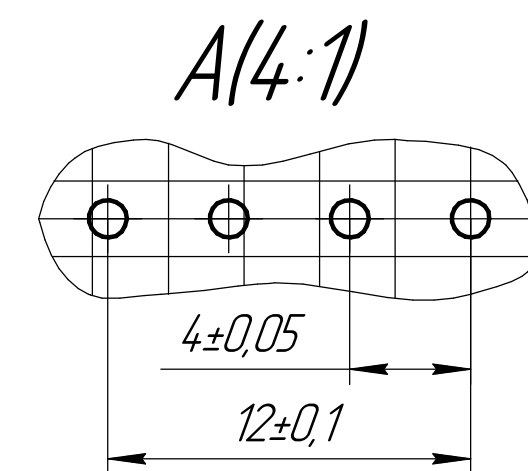


XS1	
Коло	Номер контакт.
+3.20 В	1
⏏	2

26 КР 172.403.020.001.000 Е3					Лит			Маса	Масштаб
Блок живлення з мікропроцесорним керуванням					н			-	-
Схема електрична принципова					Архив		Архив		
					ВСП ТФК ТР-403		1		
					м. Тернопіль		Формат А1		
					Копія				

Перш. викорис.	Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка			
		B1 Енкодер PEC12R-4220F-S0024 "Bourns"							
Додат. №		Конденсатори							
	C1	ECAP-35 B-4 700 мкФ ±20% "Jamicon"			1				
	C2...C4	ECAP-35 B-2200 мкФ ±20% "Jamicon"			3				
	C5	ECAP-35 B-10 мкФ ±20% "Jamicon"			2				
	C6	ECAP-25 B-4 70 мкФ ±20% "Jamicon"			1				
	C7, C8	ECAP-25 B-4, 7 мкФ ±20% "Jamicon"			1				
	C9	ECAP-25 B-10 мкФ ±20% "Jamicon"			1				
	C10, C11	ECAP-25 B-4, 7 мкФ ±20% "Jamicon"			2				
	C12	ECAP-25 B-10 мкФ ±20% "Jamicon"			1				
	C13	ECAP-25 B-4 70 мкФ ±20% "Jamicon"			1				
	Підпис і дата		Мікросхеми						
DA1, DA2		LM358 "JSMSEMI"			2				
DA3		L 7809CV "Hottech"			1				
DA4		L 7805CV "Hottech"			1				
DD1		MCP3202-BI/P "Microchip"			1				
DD2		PIC16F628A-I/P "Microchip"			1				
HG1		Цифровий індикатор TOD-5263AMR-N "OASISTEK"			1				
		Резистори							
Зам. інв. №									
	R1	MFP-0,125-0,01 Ом ±10% "Yageo"			1				
	R2	MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"			1				
					26 КР 172.403.020.001.000 ПЕЗ				
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
	Розроб.	Нищота				Блок живлення з мікропроцесорним керуванням Перелік елементів			
	Перевір.	Савчук							
	Н.контр.	Задорожний							
	Затверд.								
	Інв. № ориг.						Літ.	Аркцш	Аркцшів
							н	1	2
							ВСП ТФК ТР-403		
					м. Тернопіль				

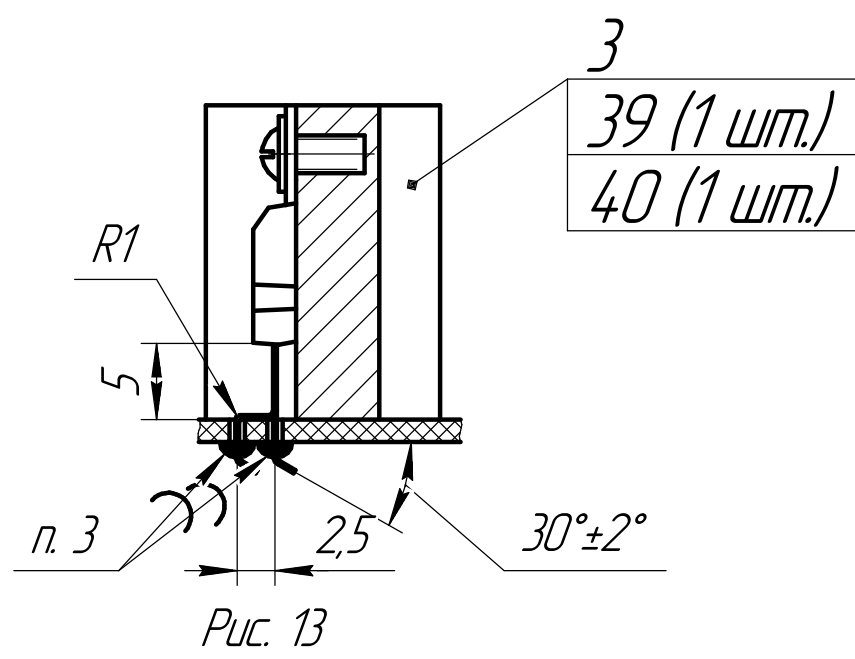
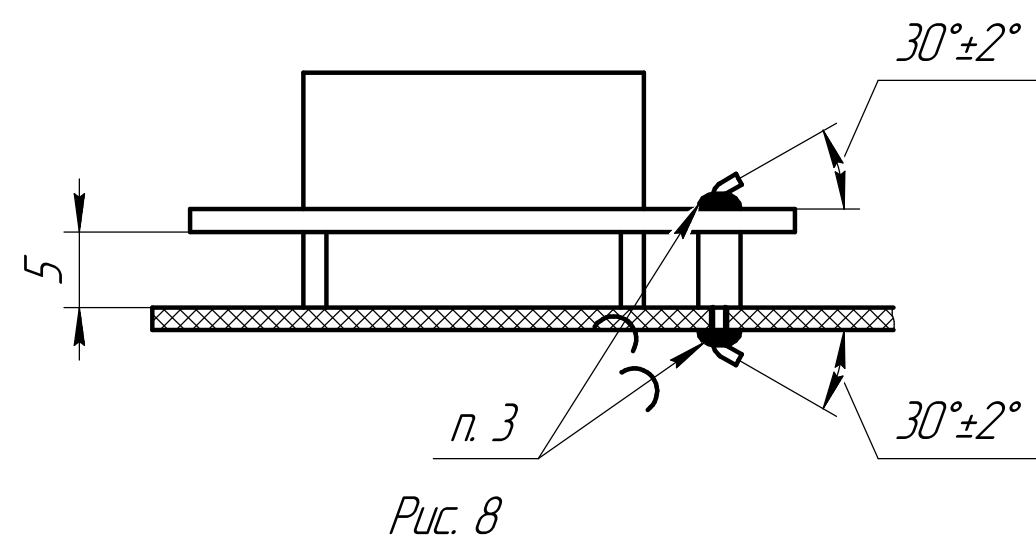
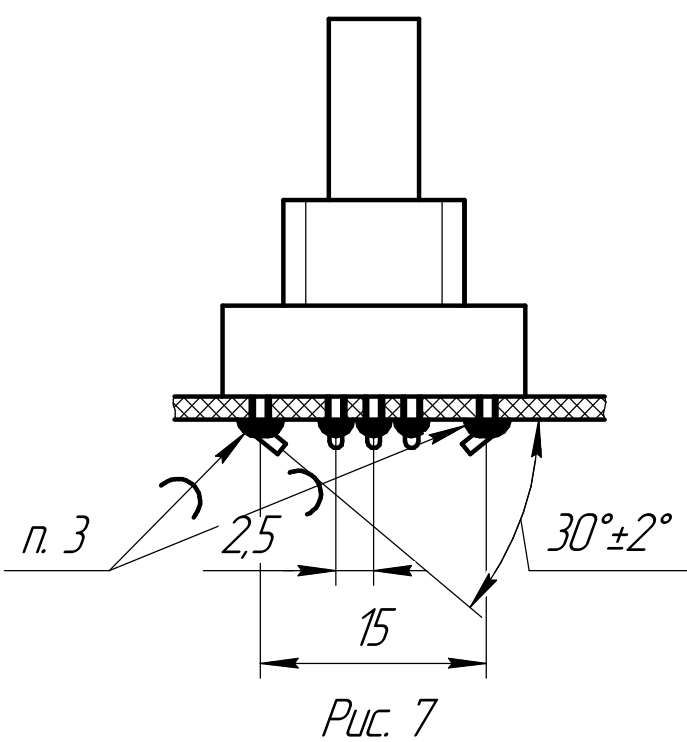
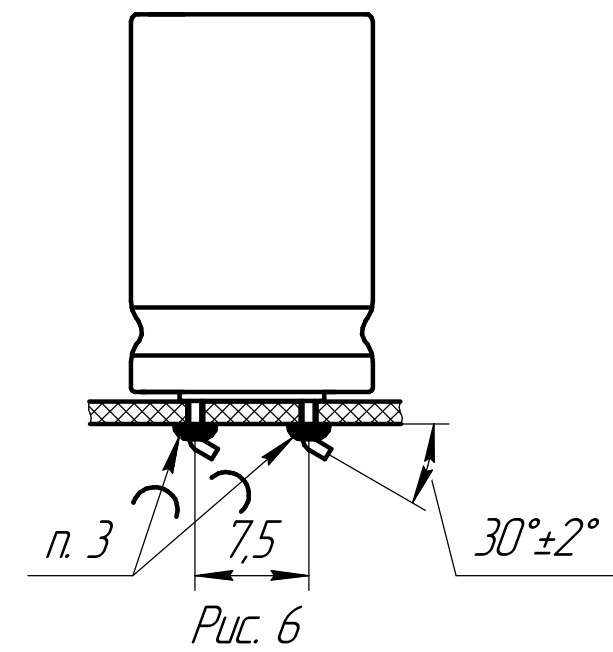
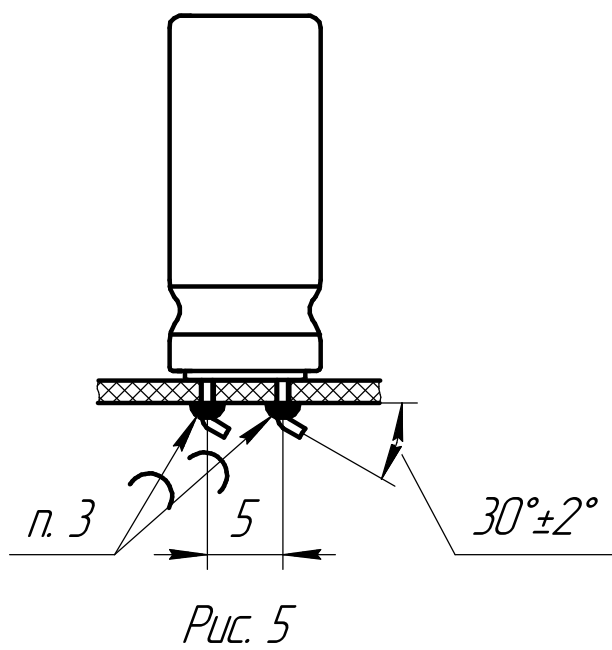
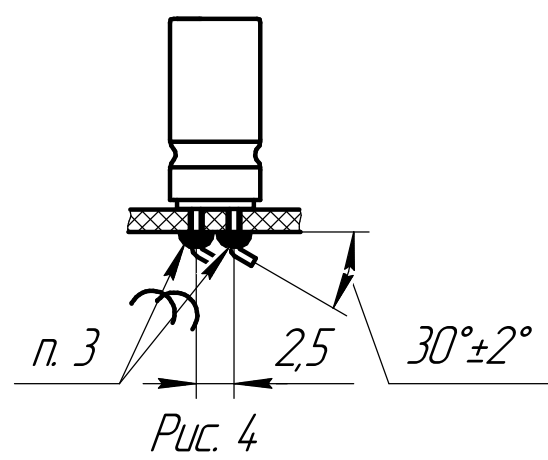
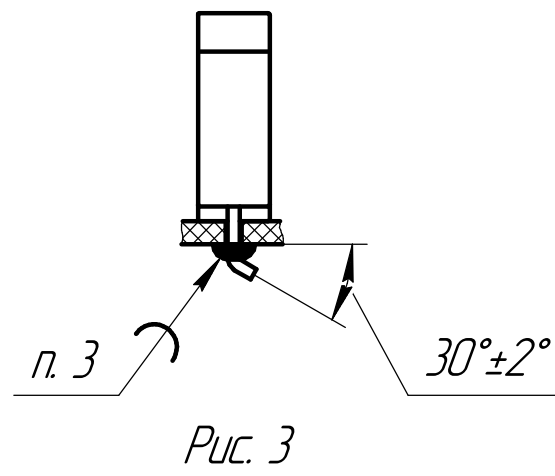
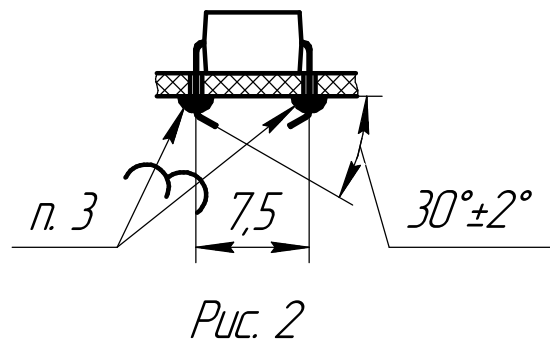
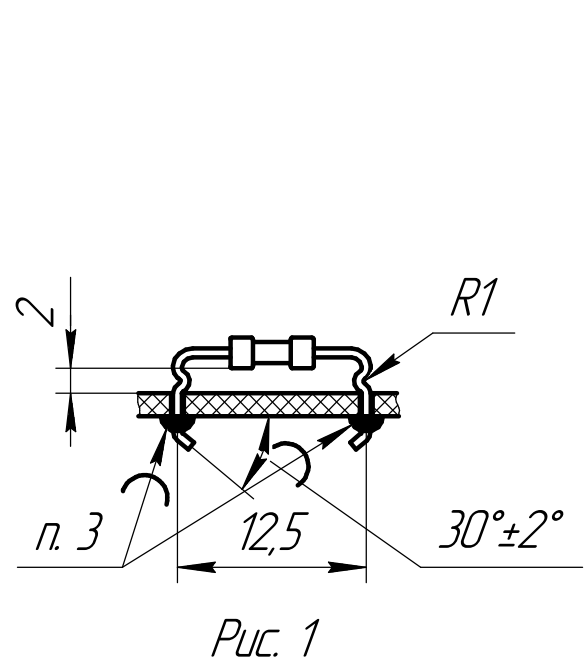
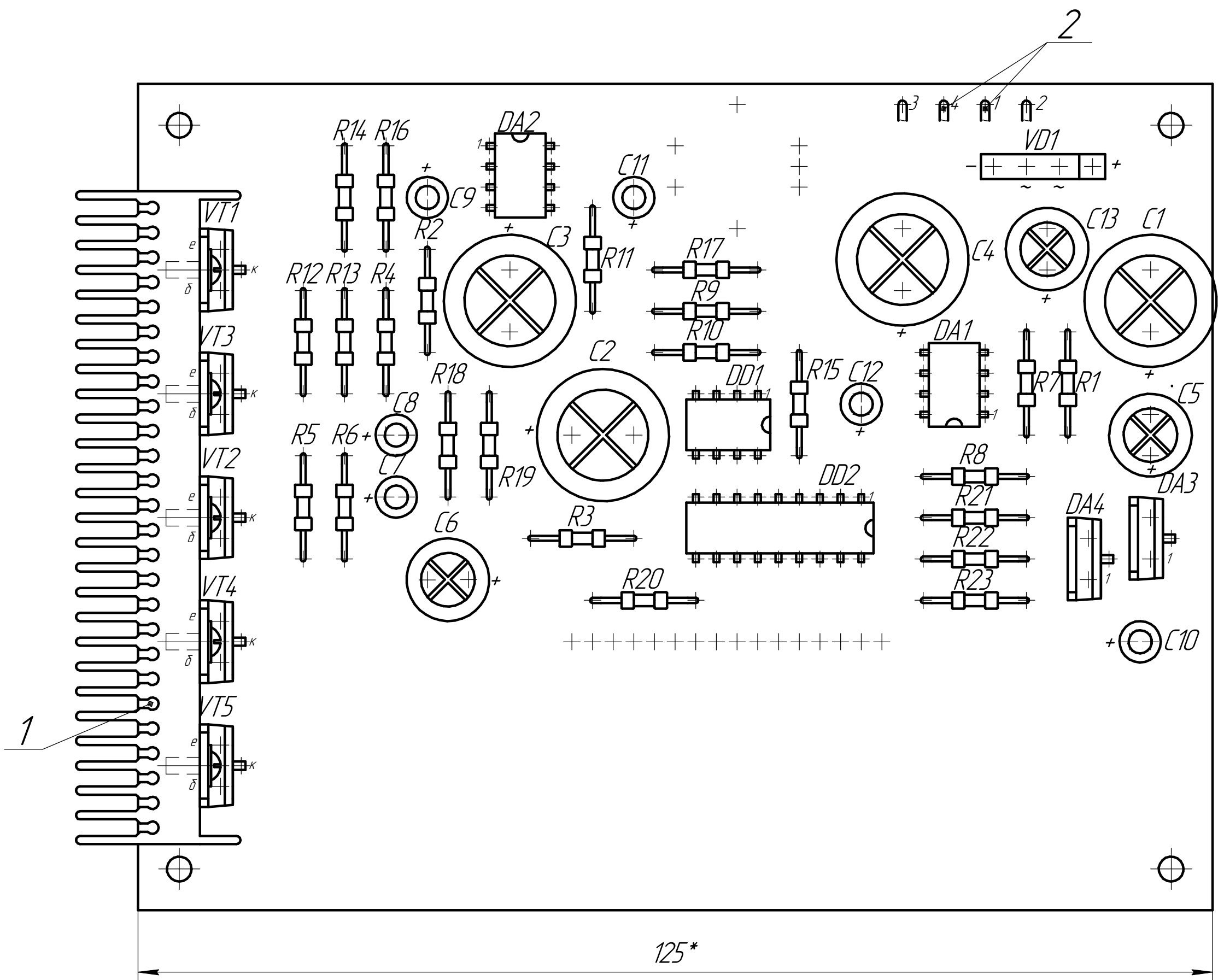
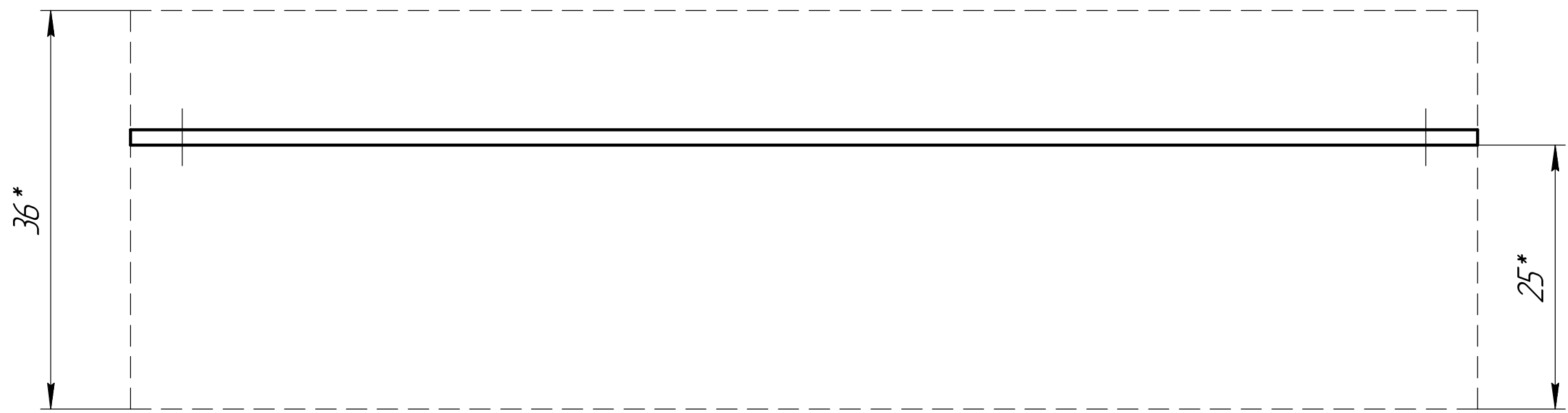
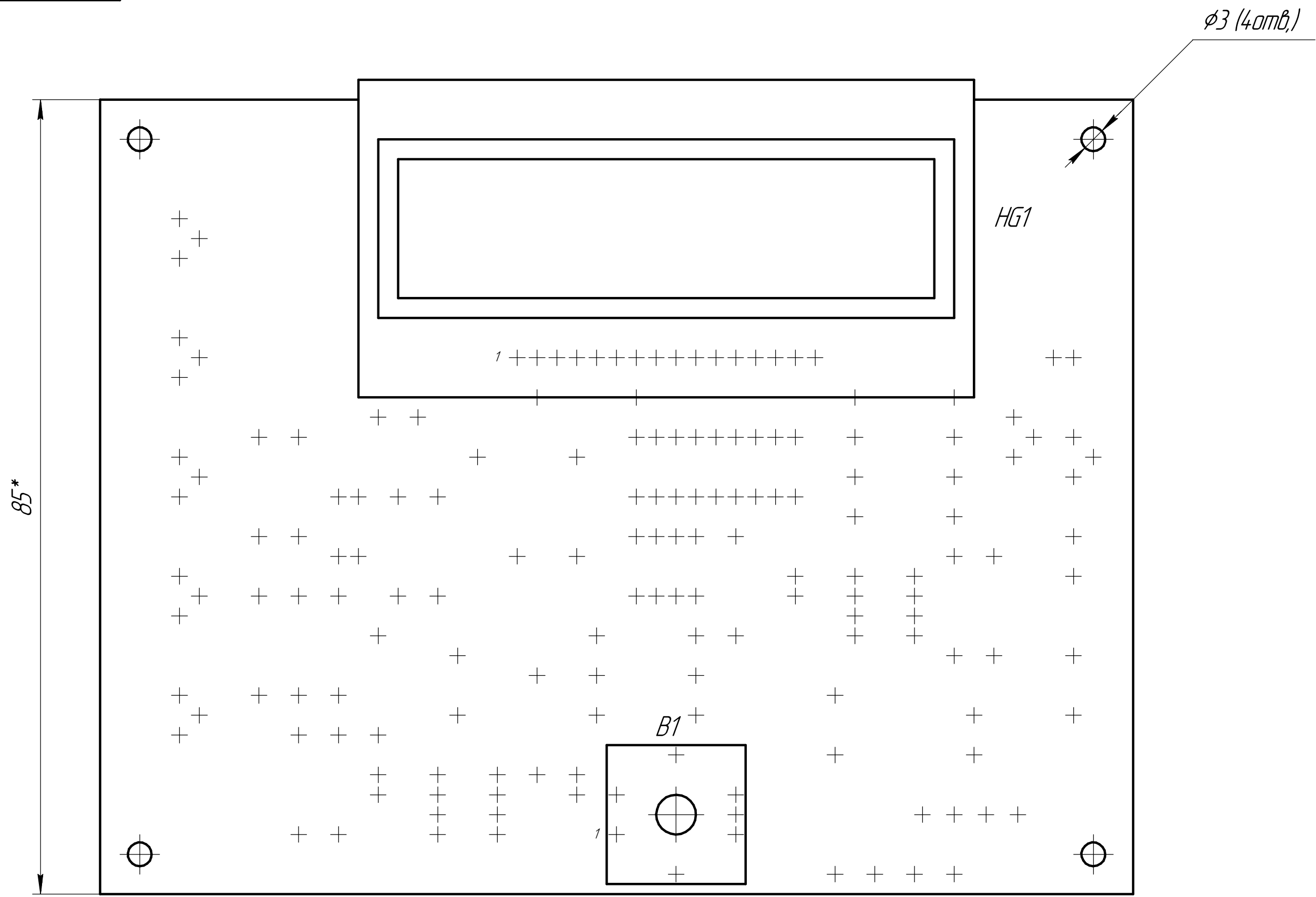
Поз. познач.		Найменування	Кіл.	Примітка
R3		MFP-0,125-2,2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R4		MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
R5		MFP-0,125-47 кОм ±10% "Yageo"	1	
R6		MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"	1	
R7		MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"	1	
R8		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R9		MFP-0,125-470 Ом ±10% "Yageo"	1	
R10		MFP-0,125-15 кОм ±10% "Yageo"	1	
R11		MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"	1	
R12, R13		MFP-0,125-8,2 кОм ±10% "Yageo"	2	
R14		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R15		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R16, R17		MFP-0,125-22 кОм ±10% "Yageo"	2	
R18		MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"	1	
R19		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R20		MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
R21..R23		MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	3	
TV1		Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"	1	
VD1		Діодний міст KBLO6 "DC Components"	1	
		Транзистори		
VT1		TIP147 "ST Microelectronics"	1	
VT2, VT3		TIP142 "ST Microelectronics"	2	
VT4		TIP147 "ST Microelectronics"	1	
VT5		TIP142 "ST Microelectronics"	1	
XP1		Шнур мережевий LT-322 H05VV-F 3*0.75 "Lian Dung"	1	
XS1		Роз'єм KLS1-BIP-014-N-R "KLS"	1	



Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,8	Є	2,0	110	
	1,0	Є	2,2	56	

1. Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
2. *Розмір для довідок.
3. Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
4. Крок координатної сітки 2,5 мм.
5. Плату виготовити комбінованим методом.
6. Параметри отворів дивись в таблиці.
7. Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
8. Мінімальна відстань між провідниками не менше 1 мм.
9. Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
10. Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Рп 41 ГОСТ 26.020-80.
11. Інші вимоги по ОСТ 4.0.005.051.

						26 КР 172.403.020.001.001					
						Плата друкована	Лист		Маса	Масштаб	
Зм	Арк	№ док-м	Підпис	Дата	н			0,03	2:1		
Розроб		Анотація									
Перевір		Свідчук									
Т.контр.											
						ЄФД-35-15КП		ВСП ТФК ТР-403		м. Тернопіль	
						ГОСТ 10316-78				А1	
						Копіядаб					
	</										



- *Размеры для довідок.
- Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R5, R1..R23-на рис. 1; DA1, DA2, DD1, DD2-на рис. 2; VD1-на рис.3; C7..C11-на рис. 4; C5, C6, C13-на рис. 5; C2..C4-на рис. 6; B1-на рис. 7; HG1-на рис. 8; DA3, DA4, VT1..VT5-на рис. 9.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна БМ, біла, ТУ029-02-859-78.
- Щорфт 2,5 по НД 010.007.
- Місця розміщення маркування показані умовно.
- Маркувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друківні провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

26 КР 172.403.020.001.000 СК					Лист		
Вузол друкований					Н	0,06	21
Складальне креслення					Архив	Архив	1
м. Тернопіль					ВСП ТФК ТР-403		
Формат А1					Копія		

[illegible]

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
															Аркуш 3				
												26 КР 172.403.019.03.000			26 КР 172.403.019.03.118				
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документау										
Б					Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м					Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
А	01	403		019	035	403019035 Залудження												0,21	
Б	02			Тігель РТ	424231														
О	03			Лудити виводи ЕРЕ згідно ТТП532685 (14 9шт)															
Т	04			Пінцет	РТ 235641														
М	05			Припой ПОС-61					ГОСТ 21931-76							180	100	0,45	
	06			Флюс АТІ-120					ГОСТ 32142-86							120	100	0,75	
	07			Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76								120	100	0,75	
	08																		
А	09	403		019	040	403019040 Установка ЕРЕ													0,02
О	10			Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком координатної сітки 2,5мм															
	11			1.Установити конденсатори поз.6(С7,С8,С10,С11) згідно рис.4 поз.7(С9,С12) поз. 8(С5), поз.9(С6,С13) згідно рис.5 поз.10(С2,С4) поз.11(С1)згідно рис.6															
	12			2. Установити мікросхеми поз. 13(DA1,DA2),поз.16(DD1)поз.17(DD2) згідно рис.2 поз.14(DA4) поз.15(DA3) згідно рис.13.згідно карти ескізів по															
	13			3. Установити резистори поз.21(R1) поз.22(R21..R23) поз.23(R9) поз.24(R8,R14,R19) поз.25(R3) поз.26(R2,R6,R11) поз.27(R4,R20) поз.28(R12,R13)															
	14			поз.29(R15) поз.30(R10) поз.31(R16,R17) поз.32(R5) поз.33(R7,R8) згідно рис.1 згідно карти ескізів по ТТП237658															
	15			4. Установити діодний міст поз. 35(VD1) згідно рис..3 транзистори поз.37(VT1,VT4) поз.38(VT2,VT3,VT5) згідно рис.13 згідно карти ескізів по															
Т	16			Кусачки РТ 145532															
	17			Пінцет РТ 265641															
К	18	1		Плата друкована				26 КР 172.403.019.001.001							796	100	100		

Дубл															
Замість															
Підпис															
													Аркуш 4		
											26 КР 172.403.019.03.000		26 КР 172.403.019.03.118		
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	6	Конденсатори			ЕСАР-25 В-4,7 мкФ ±20%				"Jamicon"				796	100	400
02	7	Конденсатори			ЕСАР-25 В-10 мкФ ±20%				"Jamicon"				796	100	200
03	8	Конденсатори			ЕСАР-35 В-10 мкФ ±20%				"Jamicon"				796	100	100
04	9	Конденсатори			ЕСАР-25 В-470 мкФ ±20%				"Jamicon"				796	100	200
05	10	Конденсатори			ЕСАР-35 В-2200 мкФ ±20%				"Jamicon"				796	100	300
06	11	Конденсатори			ЕСАР-35 В-4700 мкФ ±20%				"Jamicon"				796	100	100
07	13	Мікросхема			LM358				"JSMSEMI"				796	100	200
08	14	Мікросхема			L7805CV				"Hottech"				796	100	100
09	15	Мікросхема			L7809CV				"Hottech"				796	100	100
10	16	Мікросхема			MCP3202-CI/P				"Hottech"				796	100	100
11	17	Мікросхема			PIC16F628A-I/P				"Microchip"				796	100	100
12	21	Резистори			MFP-0,125-0,010м ± 10%				"Yageo"				796	100	100
13	22	Резистори			MFP-0,125-1000м ± 10%				"Yageo"				796	100	300
14	23	Резистори			MFP-0,125-4700м ± 10%				"Yageo"				796	100	100
15	23	Резистори			MFP-0,125-4700м ± 10%				"Yageo"				796	100	100
16	24	Резистори			MFP-0,125-1к0м ± 10%				"Yageo"				796	100	300
17	25	Резистори			MFP-0,125-2,2к0м ± 10%				"Yageo"				796	100	100
18	26	Резистори			MFP-0,125-3,3к0м ± 10%				"Yageo"				796	100	300

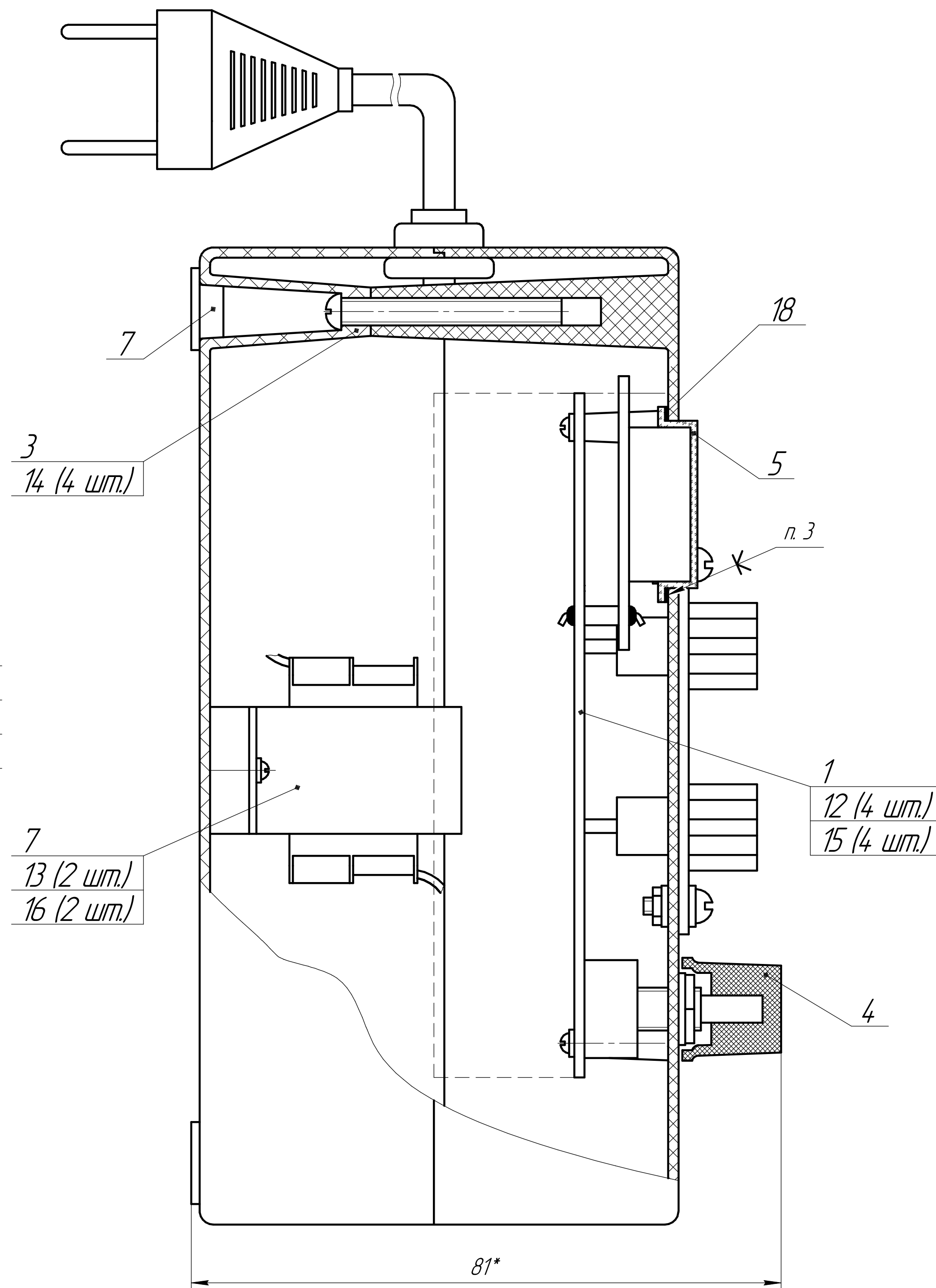
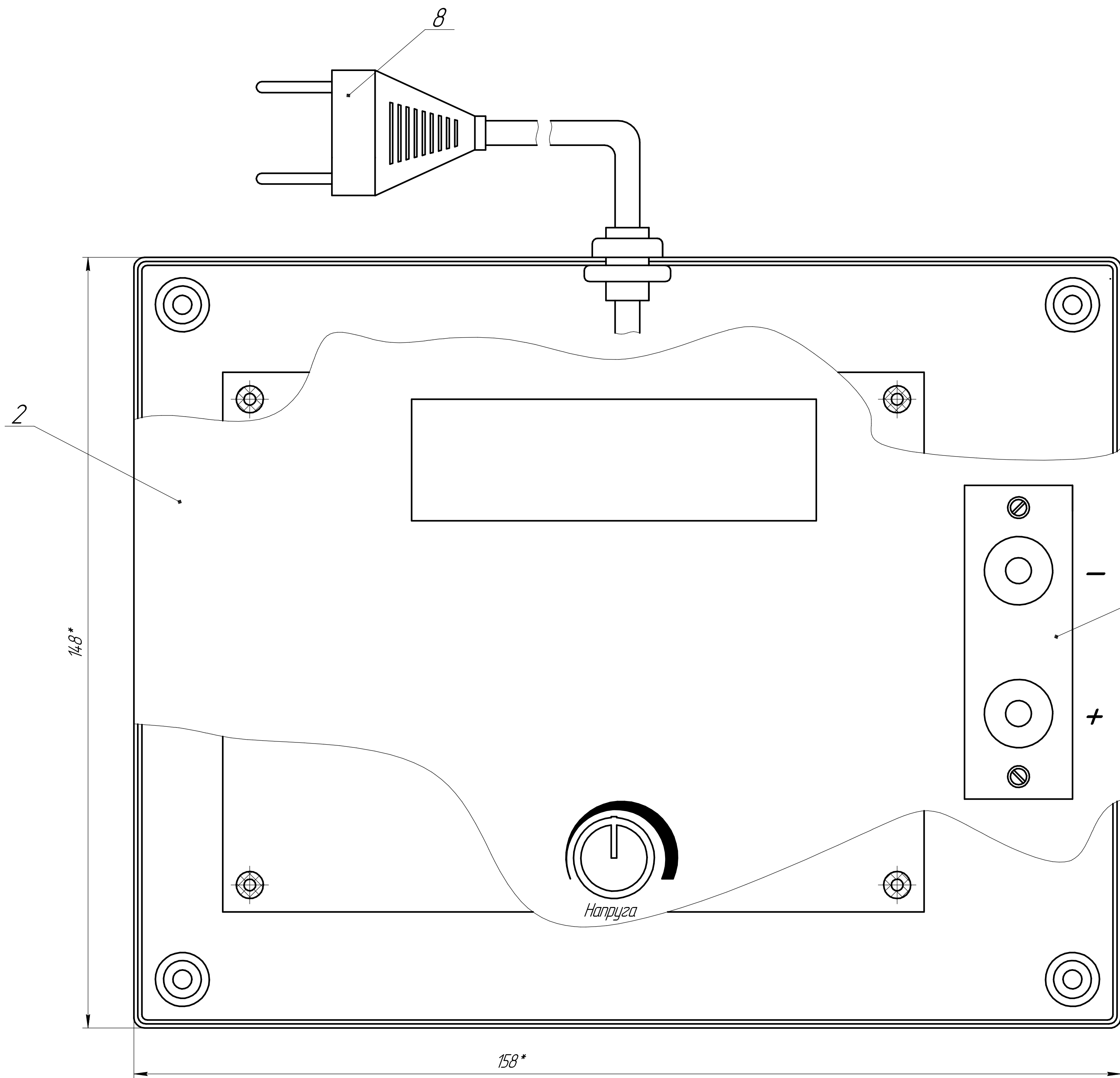
Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
														Аркуш 5					
											26 КР 172.403.019.03.000			26 КР 172.403.019.03.118					
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу										
Б					Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м					Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01	27	Резистори			MFP-0,125-4,7кОм ± 10%				"Yageo"							796	100	200	
02	28	Резистори			MFP-0,125-8,2кОм ± 10%				"Yageo"							796	100	200	
03	29	Резистори			MFP-0,125-10кОм ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
04	30	Резистори			MFP-0,125-15кОм ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
05	31	Резистори			MFP-0,125-22кОм ± 10%				"Yageo"							796	100	200	
06	32	Резистори			MFP-0,125-47кОм ± 10%				"Yageo"							796	100	100	
07	33	Резистори			MFP-0,125-100кОм ± 10%				"Yageo"							796	100	200	
08	35	Діодний міст			KBL06				"DC Components"							796	100	100	
09	37	Транзистори			TIP147				"ST Microelectronics"							796	100	200	
10	38	Транзистори			TIP142				"ST Microelectronics"							796	100	300	
11																			
12																			
A 13	403		019	045	403019045 Автоматизована пайка														0,005
Б 14		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001																	
О 15		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (149шт)																	
М16		Припой ПОС-61								ГОСТ 21931-76						180	100	0,45	
17		Флюс АТІ-120								ГОСТ 32142-82						120	100	0,75	
18		Спиртобензинова суміш								ГОСТ 443-76						120	100	0,75	

Дубл																	
Замість																	
Підпис																	
														Аркуш 6			
											26 КР 172.403.019.03.000			26 КР 172.403.019.03.118			
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			
A01	403		019	050	4030190050 Електромонтаж										0,004		
002		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (27шт)															
03		2. Установити перемички поз.3(4шт) енкодер поз.4(В1) згідно рис.7 згідно карти ескізів по ТТП254681															
04		3. Установити індикатор поз.19(НГ1) згідно рис.8 гідно карти ескізів по ТТП254681															
K05		Паїку проводити згідно ТТП 316530															
06	2	Перемичка			26 КР 172.403.019.001002							796	100	400			
07	4	Енкодер			PEC12R-4220F-S0024				"Bourns"				796	100	100		
08	19	Цифровий індикатор			TOD-5263AMR-N				"OASISTEK"				796	100	100		
09		Електропаяльник			PT 105278												
10		Пінцет			PT 235641												
M11		Припой ПОС-61			ГОСТ 2131-76							180	100	0,081			
12		Флюс АТИ-120			ГОСТ 32142-82							120	100	0,14			
13		Спиртобензинова суміш			ГОСТ 443-76							120	100	0,14			
14																	
A15	403		19	055	403019055 Слюсарно-складальна												
16		1. Кріпити радіатор поз.2(1шт) згідно рис.13, гвинтами поз.39(5шт) через шайбу поз. 40 (5шт) до транзисторів VT1-VT5 згідно карти ескізів															
17	2	Радіатор			26 КР 172.403.019.001003							796	100	100			
18	39	Гвинт			Г2,5-6gx5				ГОСТ 17473-80				796	100	500		

[illegible]

[illegible]

26 КР 172.403.020.004.000 СК



1. * Размеры для довода.
2. Электромагнитная совместимость согласно 26 КР 172.403.020.001.000 ЕЗ
прием прием ГОСТ 21931-76.
3. Клей клеим MAPEI ADESILEX G19.
4. Иные технические требования по ГОСТ 4.ГО.070.015.

					26 КР 172.403.020.004.000 СК						
Эм. Разр. Перед. Т.контр.	Арх. Ниж. Собч. Н.контр.	№ док. Ниж. Собч. Задорожний	Подпис. Задорожний	Дата	Блок живлення з мікропроцесорним керуванням Складальне креслення			Лит	Маса	Масштаб	
					н		0,3	2:1	Арх. Задорожний	Арх. Задорожний	1
					ВСТ ТФК ТР-403						
					м. Тернопіль						

Дубл.																					
Замість																					
Підпис																					
												Аркушів 4			Аркуш 1						
Розробив		Нищота				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.403.019.001 СК							26 КР 172.403.019.001						
Перевірів		Савчук				Блок живлення з мікропроцесорним керуванням												Н			
Нормував																					
Затвердив																					
Н. контр.		Задорожний																			
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції				Позначення документу												
Б	Код, назва обладнання				СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ						
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР						
01					Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																
02	403		019	005	403.019.01 Комплектування										0,005						
03					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (40шт)																
04																					
05	403		019	010	403.019.02 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. 2 гвинтами поз.12 (4шт) через шайбу поз.15(4шт)згідно карти ескізів по ТТП																
09					2. Кріпити скло під індикатор поз.5(1шт) ручку енкодера поз.4(1шт) гайка. Поз.11(1шт) через шайбу поз.17(1шт) на верхню кришку поз. 2 згідно карти																
10					3. Кріпити шнур мережевий поз.8(XP1) між кришкою верхньою поз.2 та кришкою нижньою поз.3 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																
11					4. Кріпити трансформатор поз.7 до нижньої кришки поз. 3 гвинтом поз.13 (2шт) через шайбу поз.16(2шт)згідно карти ескізів по ТТП 12838374																
12					5. Кріпити роз'єм поз.9(XS1) до верхньої кришки поз. 2 гайкою поз.10(2шт) гвинтом поз.13 (2шт) через шайбу поз.16(2шт)згідно карти ескізів по																
К 13	1	Вузол друкований				26 КР 172.403.019.001.000 СК						796	100	100							
14	2	Кришка верхня				26 КР 172.403.019.004.001						796	100	100							

[illegible]

Дубл																	
Замість																	
Підпис																	
															Аркуш 3		
												26 КР 172.403.019.001 СК			26 КР 172.403.019.001		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції					Позначення документу							
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01		Електропаяльник		РТ 105278													
М02		Припой ПОС-61				ДСТУ 1429.14-2005							180	100	0,0012		
03		Флюс ФКСп				ДСТУ 1913							120	100	0,003		
04																	
А05	403		019	020	402.019.04 Слюсарно-складальна											0,002	
Б06		Пневмоверт РТ 532964															
О07		Складання проводити по ТТП 231587															
08		1. Кріпити кришку верхню поз.2 та ніжки поз.6 (4шт) до кришки нижньої поз.3 гвинтами поз.14(4шт) згідно карти ескізів по ТТП 1912485															
К09	7	Ніжки				26 КР 172.403.019.004.00							796	100	400		
10	14	Гвинт		Г3,5-6gx35		ГОСТ 17475-80							796	100	400		
11																	
А12	403		019	025	403.019.05 Регулювання											0,005	
Б13		Установка для регулювання РД 628413															
О14		Регулювати згідно інструкції 26 КР 172.403.019.002.000 і1															
15																	
А16	403		019	030	402.019.06 Контроль якості											0,005	
Б17		Пульт РТ 445127															
О18		Провести візуальний контроль виробу, перевірку електричних параметрів згідно інструкції 26 КР 172.403.019.001 і2															

Техніко – економічні показники блоку живлення з мікропроцесорним керуванням

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	~220В...240В	1	Річний обсяг виробництва	1150шт.
2	Струм навантаження	2А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	183300 грн
3	Габаритні розміри	148*158 *81 мм	3	Чистий прибуток	268773,86 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1239,2 грн
5	Допустима вологість повітря	85%	5	Ціна одиниці виробу	1524,22 грн.
6	Вихідна напруга в межах	+3...20В	6	Рентабельність виробу	18,86%
7	Плавне регулювання		7	Термін окупності	0,75р
8			8	Індекс придатковості	1,4

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

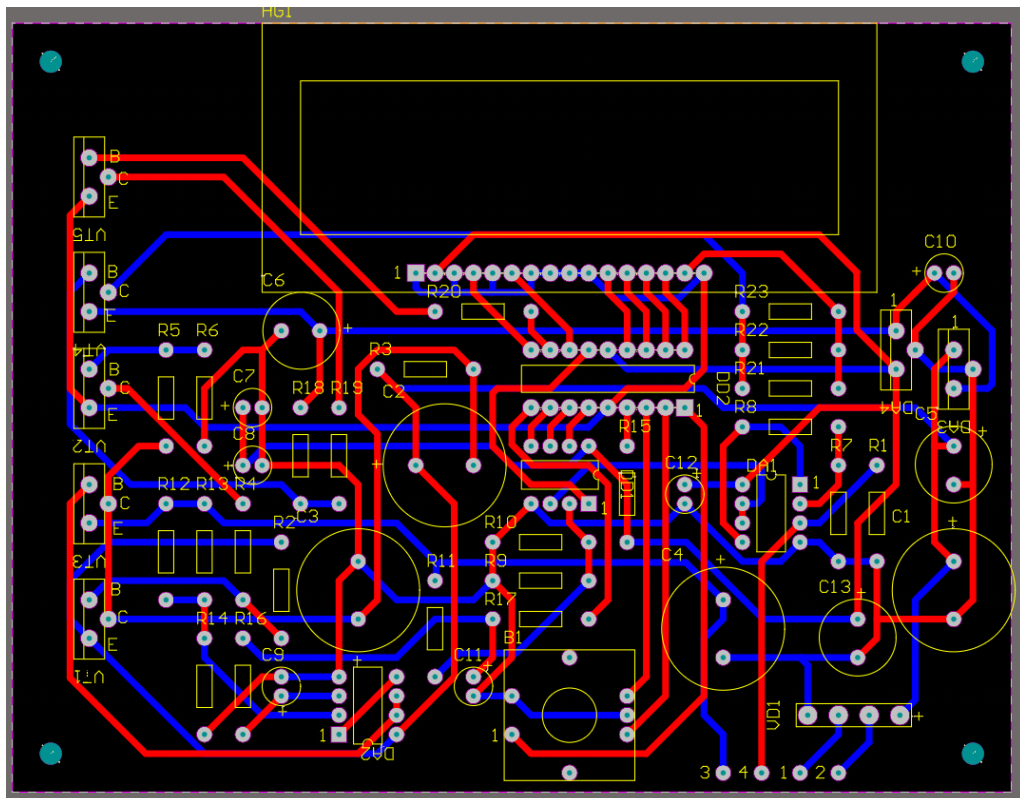


Рисунок А.1 – Друкована плата

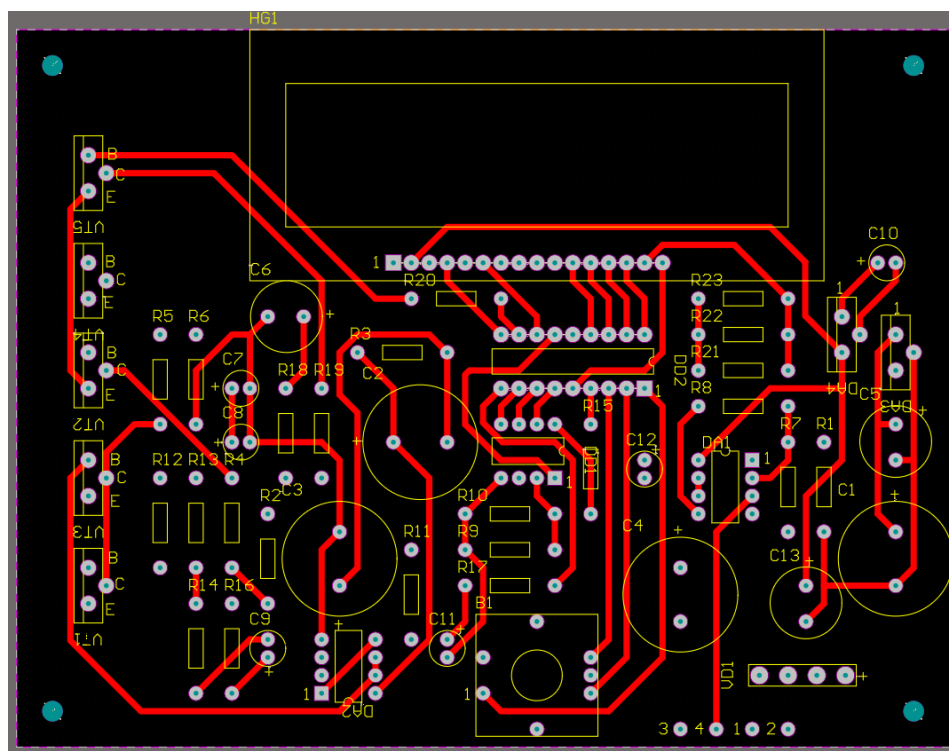


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ

Арк.

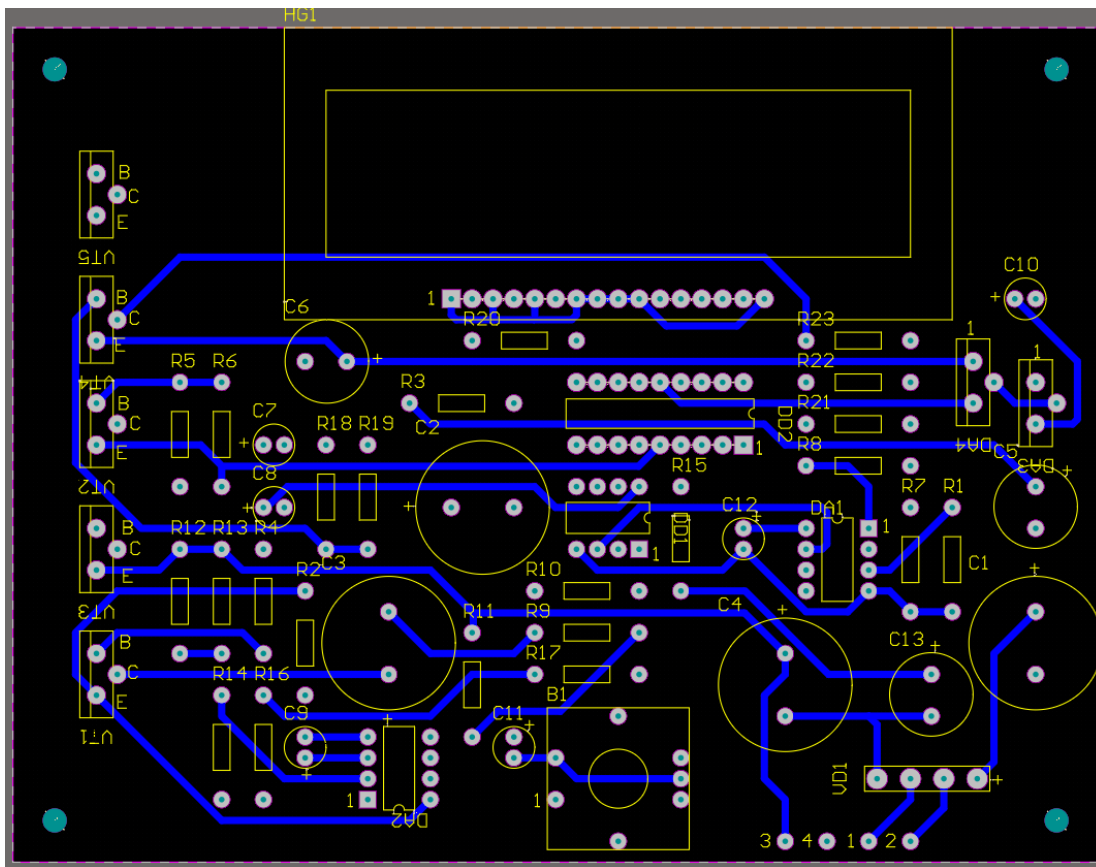


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

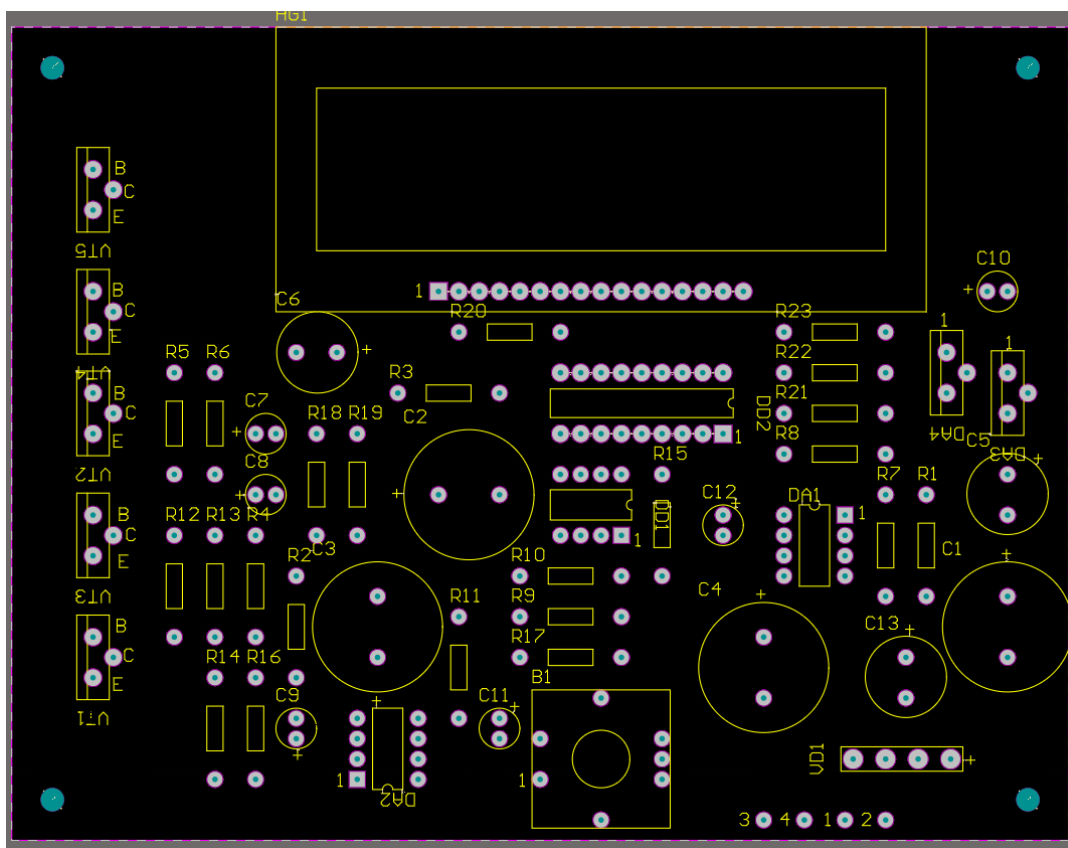


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.019.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

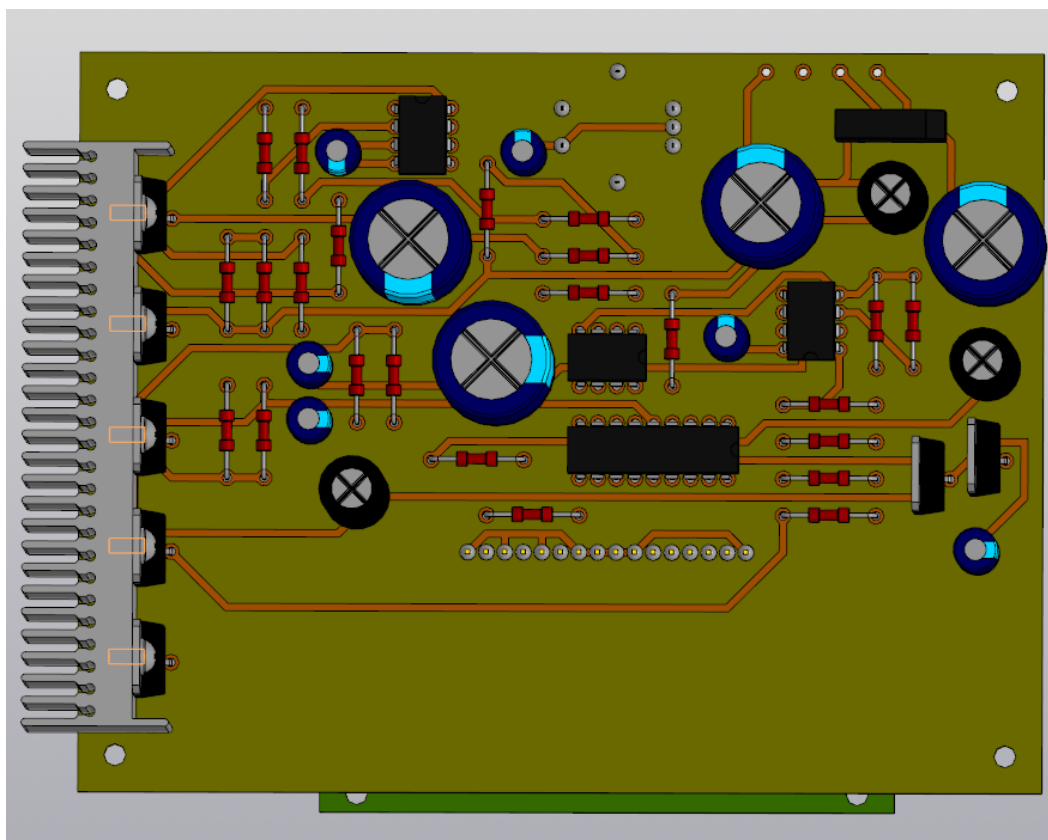


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

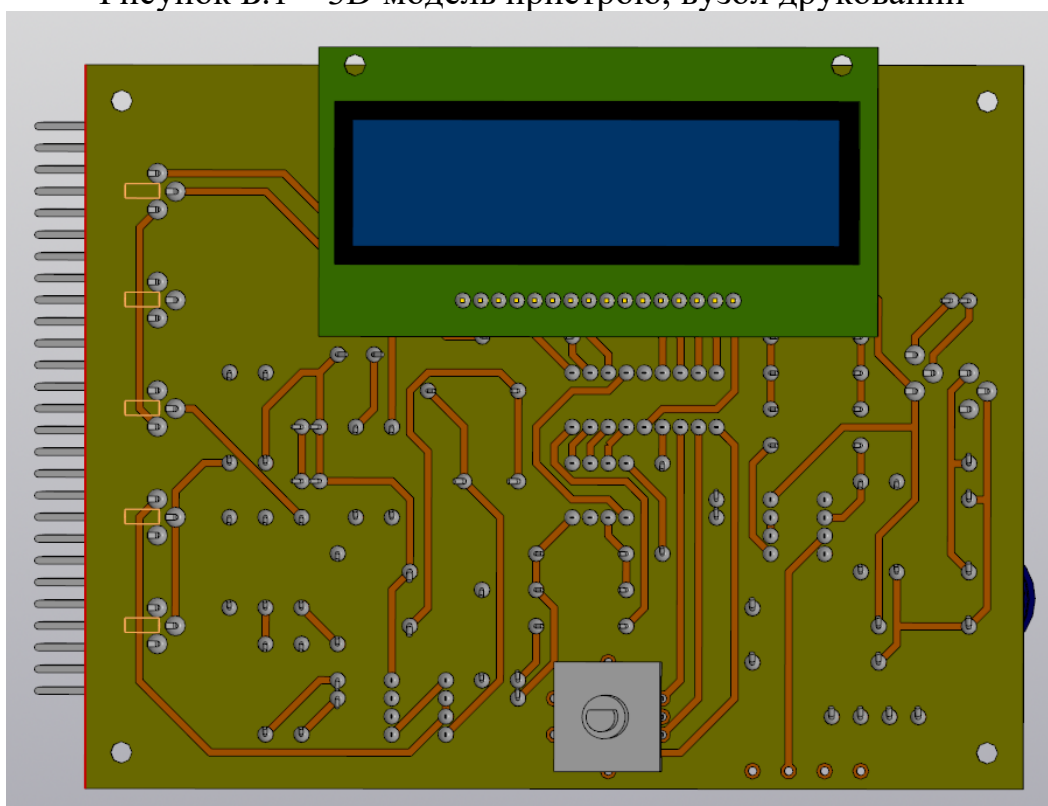


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

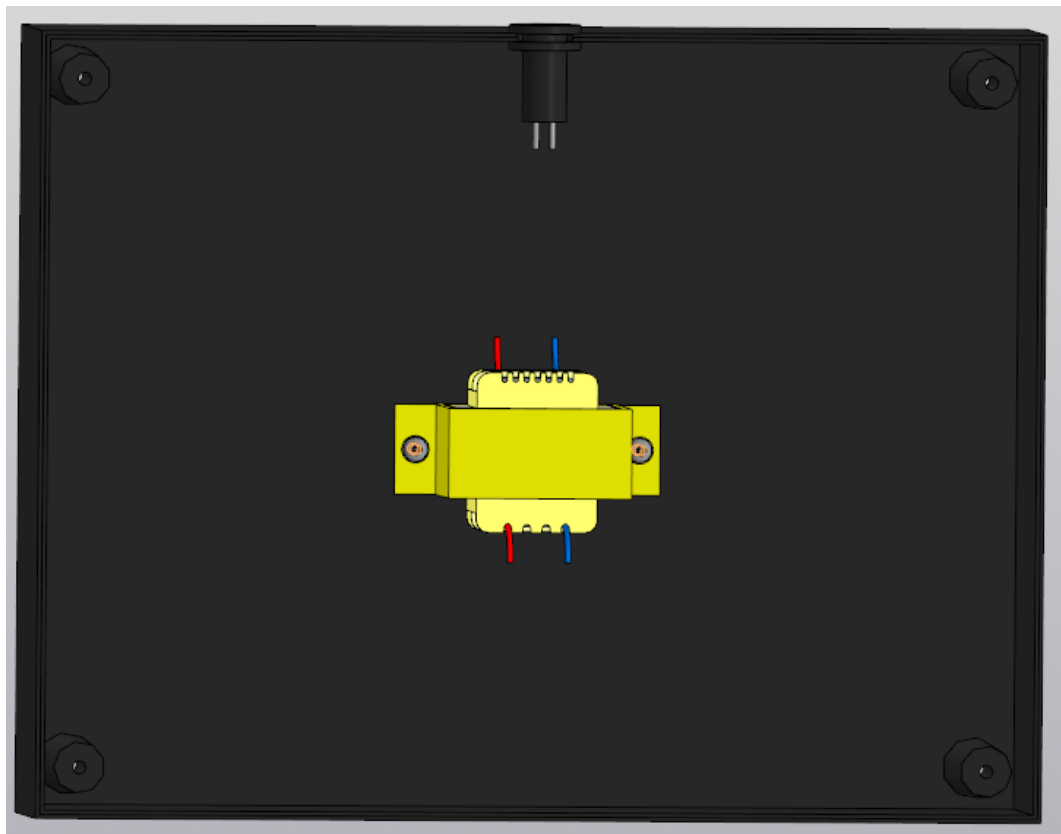


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка



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

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

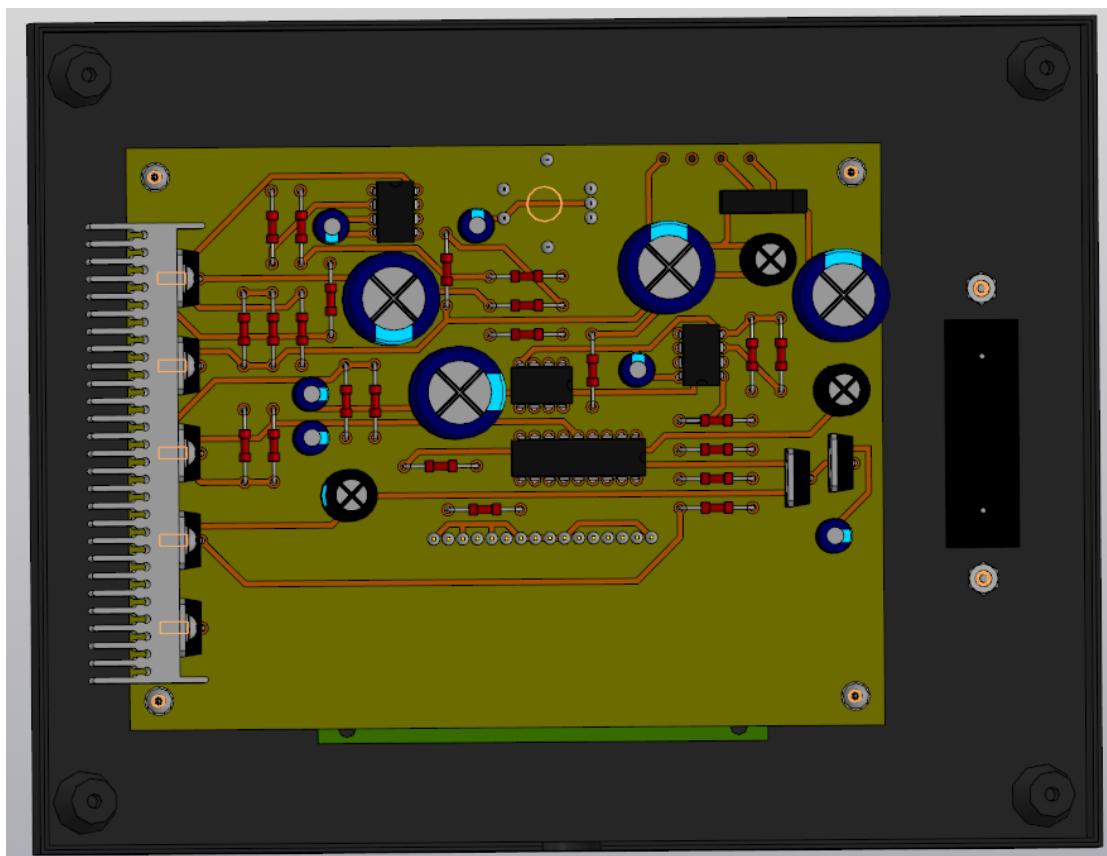


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

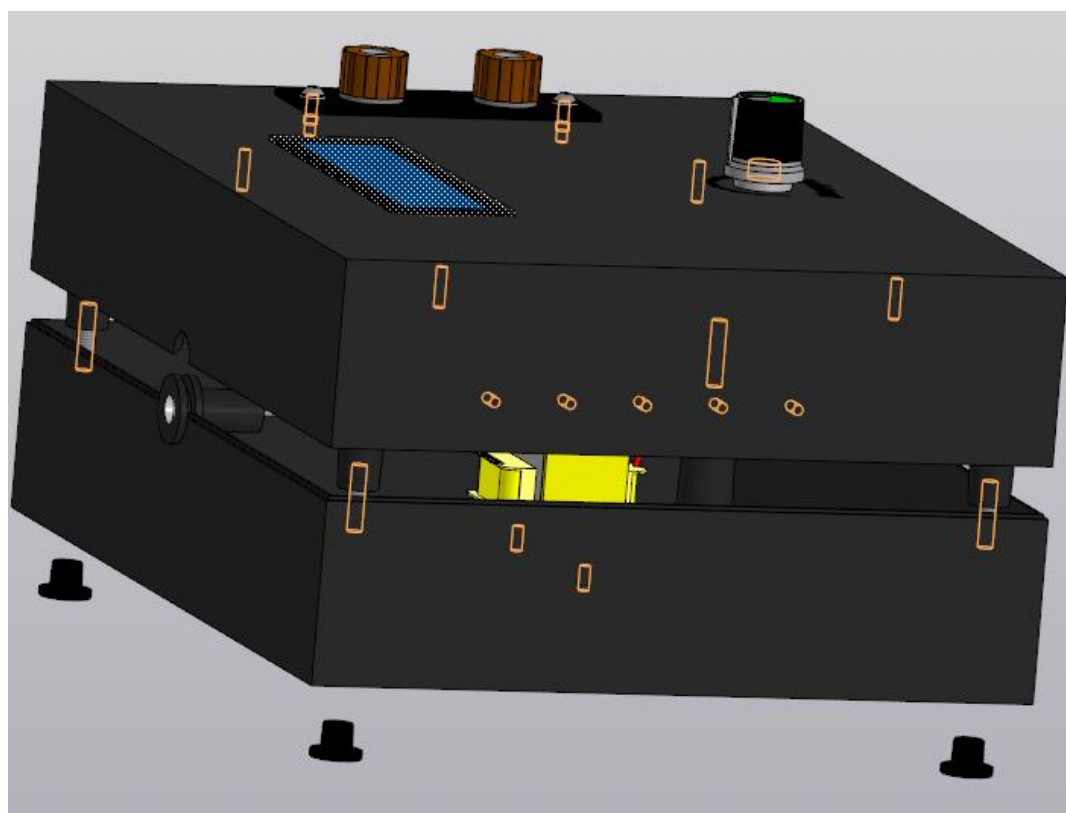


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

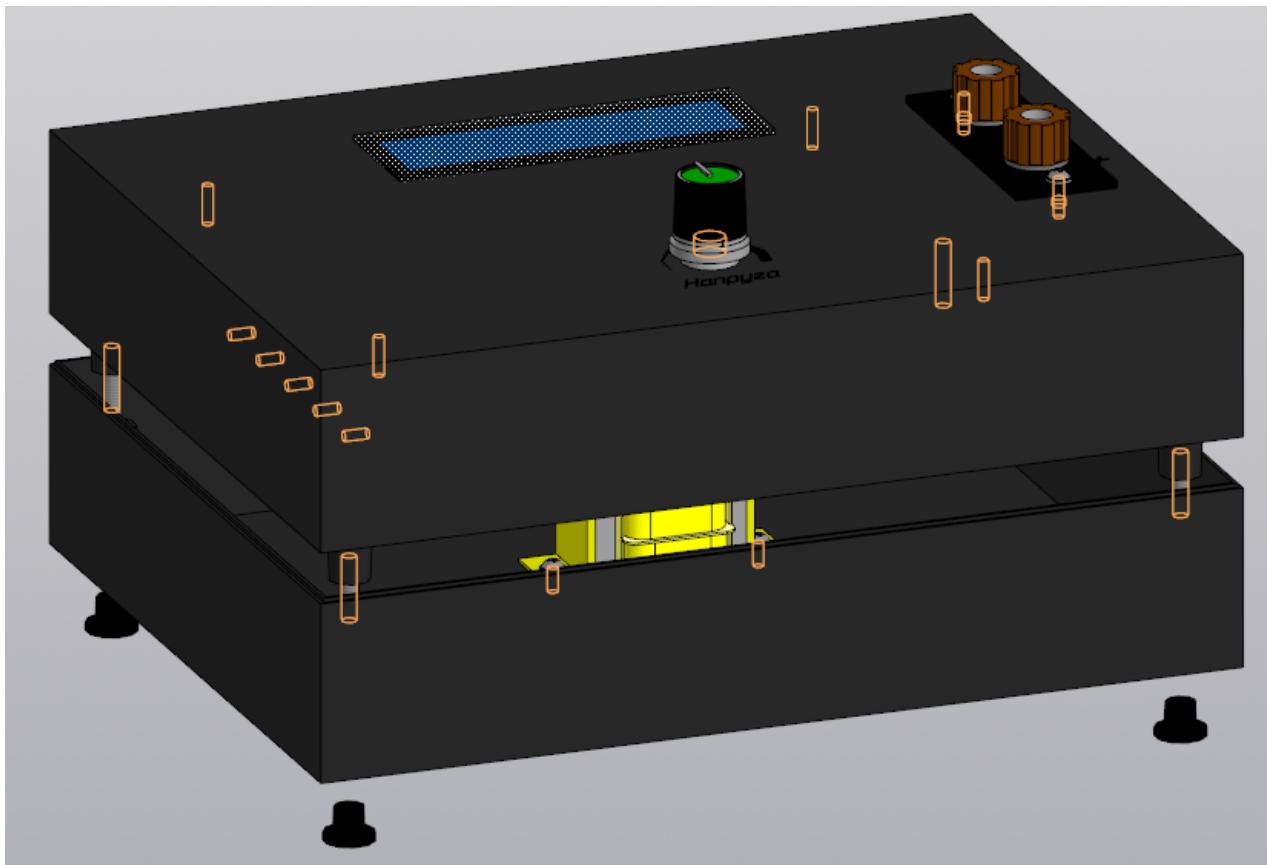


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		