

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 дистанційного управління для Воріт

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

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

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

Мацьопа С.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник Федечко В.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Дедів Л.Є.
(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
Мацьопі Сергію Володимирович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Розробка конструкторської документації для воріт

керівник кваліфікаційної роботи Федечко Віталій Мар'янович,

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

Напруга живлення приладу ~220В Звукова індикація зумер SMA 13LC P10

Споживаний струм до 300...800 мА

Температура роботи 20...+35°C

Відносна вологість 85%

Відображення параметрів на LCD дисплеї

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

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

2.1.2. Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3. Опис і обґрунтування вибору елементної бази.

- 2.1.4. Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.
- 2.1.5. Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.
- 2.1.6. Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7. Розрахунок надійності проектного виробу.
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2. Технологічна частина
 - 2.2.1. Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.
 - 2.2.2. Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.
 - 2.2.3. Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів.
 - 2.2.4. Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
 - 3.2 Розрахунок собівартості продукції.
 - 3.3. Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1. Навчання з питань охорони праці
 - 4.2. Механічна дія струму
- 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	27.04
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	13.05	13.05
3	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи	25.05	25.05
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	29.05	29.05
5	Написання спеціального розділу	29.05	29.05
6	Розрахунок економічної частини	25.05	25.05
7	Написання розділу охорони праці	26.05	26.05
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	19.05
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	08.06	08.06
10	Погодження нормоконтролю	12.06	12.06
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.06	16.06
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	7
ВСТУП . Призначення і область застосування радіопристрою.....	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	10
1.1 Розробка технічного завдання	10
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу	11
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	12
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	15
2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....	15
2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів	15
2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.	16
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази	19
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів	32
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	35
2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....	38
2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	39
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	42
2.2 Технологічна частина.....	43
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	43
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.	45

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка конструкції дистанційного управління для ворт Поснювальна записка		
Розроб.		Мацьопа		10.06			
Перевір.		Федечко		12.06			
Рецензент		Дедів		19.06			
Н. Контр.		Задорожний		12.06			
Затверд.					Лім.		
						Арк.	Аркуші
						5	74
					ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
					м. Тернопіль		

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів	46
2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....	48
2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	50
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	52
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень	52
3.2 Розрахунок собівартості продукції.....	54
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	58
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	62
4.1 Навчання з питань охорони праці.....	62
4.2 Механічна дія струму.....	67
ВИСНОВКИ.....	69
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	70
ДОДАТКИ.....	

АНОТАЦІЯ

Мацьопа С.В. Розробка конструкції дистанційного управління для воріт: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Друкована плата виконана у двосторонньому варіанті із застосуванням комбінованої технології виготовлення. Її габаритні розміри становлять 150×100 мм, що забезпечує достатній простір для раціонального розміщення компонентів і прокладання провідників.

Корпус пристрою виготовлено з пластмаси. Верхня та нижня кришки мають коритоподібну форму. До верхньої кришки кріпляться перемикач, захисне скло для дисплея та накладки для кнопок. Також у ній передбачені посадкові місця для індикатора HG1, фоторезистора FR1 і зумера HA1.

У зоні з'єднання верхньої та нижньої кришок встановлюються шнур живлення XP1, запобіжники FU1 і FU2 (у тримачах), а також роз'єми для підключення навантаження через втулку. На нижній кришці за допомогою гвинтів і шайб закріплюється трансформатор TV1 (на дві ніжки). Основний друкований вузол встановлюється на стійках і фіксується гвинтами та шайбами. Габаритні розміри корпусу становлять 183×133×75 мм.

Ключові слова: напруга, потужність, мікроконтролер, мікросхема.

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ABSTRACT

Matsopa S.V. Development of a remote control design for gates: qualification work for obtaining the educational and qualification level of junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The printed circuit board is made in a double-sided version using combined manufacturing technology. Its overall dimensions are 150×100 mm, which provides sufficient space for rational placement of components and laying of conductors.

The device body is made of plastic. The upper and lower covers have a trough-shaped shape. A switch, protective glass for the display and button pads are attached to the upper cover. It also provides seats for the HG1 indicator, FR1 photoresistor and HA1 buzzer.

In the area of connection of the upper and lower covers, the XP1 power cord, FU1 and FU2 fuses (in holders), as well as connectors for connecting the load through the bushing are installed. The TV1 transformer (with two legs) is fixed on the lower cover using screws and washers. The main printed circuit board is installed on the racks and fixed with screws and washers. The overall dimensions of the case are 183×133×75 mm.

Keywords: voltage, power, microcontroller, microcircuit. Keywords: voltage, power, microcontroller, microcircuit.

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Призначення та сфера застосування проєктованого виробу — дистанційна система керування воротами, призначена для автоматизації процесу їх відкривання та закривання.

У конструкції використовується один датчик обертання валу, який підключається до роз'єму XS1 та який забезпечує безперервний контроль положення стулки воріт. Завдяки цьому програмне забезпечення постійно відстежує її переміщення та точно визначає поточне положення.

Початкове налаштування системи, визначення довжини ходу та калібрування виконуються користувачем через програмне меню. Також програмно задаються крайні положення — повністю відкриті та повністю закриті ворота.

У процесі роботи система автоматично регулює швидкість руху стулки: за допомогою керування потужністю димера відбувається плавне прискорення та уповільнення. Це забезпечує м'яке закривання воріт без різких ударів і шуму [1].

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Напруга живлення приладу.....~220В;
2. Споживаний струм до 300...800 мА;
3. Температура роботи.....-20.....+35°C;
4. Відносна вологість85%;
5. Відображення параметрівна LCD-дисплеї;
6. Звукова індикаціязумер SMA-13LC-P10.

Виведення числової інформації та графічних індикаторів на дисплей.

7. Зона індикації показує стан приймача дистанційного керування:

- «NS» — приймач не під'єднаний до входу PD4 мікроконтролера.
- «NO» — приймач підключений і перебуває в режимі очікування.
- «OK» — отримано сигнал від незареєстрованого пульта Д/У.
- «OK» (із підтвердженням) — прийнято сигнал від зареєстрованого

пульта (з урахуванням мікросхеми PT2262).

8. Додаткові елементи індикації:

9. Значок, що сигналізує про ввімкнення функції автоматичного закривання.

10. Таймер, який відраховує час до подачі команди автозакриття.

11. Іконка активації режиму «імітації присутності».

12. Символ, що вказує на відсутність мережевого синхроімпульсу.

13. Індикатор стану фотодатчика «день/ніч» (будь-якого типу).

14. Графічне позначення роботи сигнальної лампи.

15. Відображення рівня потужності, що подається на двигун через вбудований димер.

16. Індикатор роботи лампи освітлення.

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

17. Таймер відліку часу роботи лампи освітлення.
18. Показ частоти обертання двигуна (від 30 об/хв із кроком 15).
19. Повідомлення про несправність датчика Холла (якщо протягом 1,2 с після команди «Відкрити» або «Закрити» не надходять імпульси).
20. Лічильник обертів валу електроприводу під час руху стулки (до 32500).
21. Рядок стану для відображення поточних команд: «Відкриття», «Закриття», «СТОП», «Очікування», «Відкрито», «Закрито», «Ручне блокування».
22. Анімаційне зображення руху та положення стулки воріт.
23. Облік напруцювання електроприводу (мотогодини) .

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

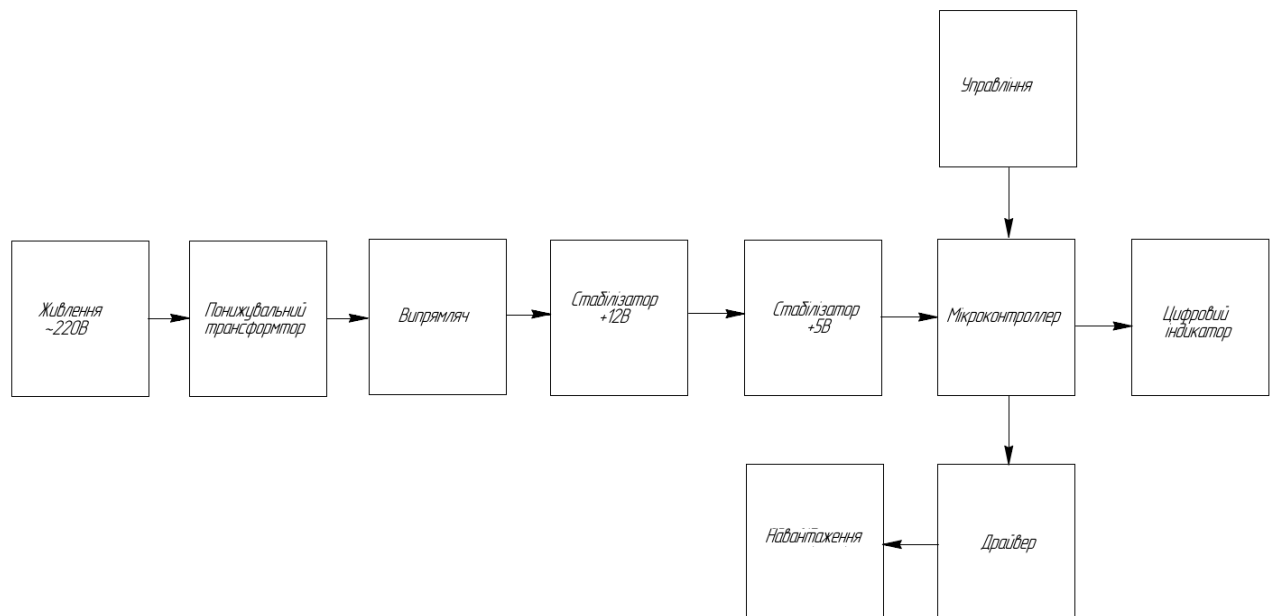


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

- Живлення ~220 В – мережеве джерело, що подається на понижувальний трансформатор.
- Понижувальний трансформатор – знижує напругу до безпечного рівня.

- Випрямляч – перетворює змінну напругу на постійну.
- Стабілізатори живлення (+12 В для силових вузлів та +5 В для логічних).
- Мікроконтролер – центральний блок, що приймає сигнали з приймача та формує керуючі команди.
- Радіоприймач – приймає команди від пульта дистанційного керування.
- Блок управління – кнопки та інтерфейс для локального керування.
- Драйвери – підсилюють сигнали мікроконтролера для керування електродвигуном.
- Електродвигун/навантаження – виконує механічний рух воріт.
- Цифровий індикатор – відображає стан системи (режим, помилки, положення воріт).
- Датчики положення – контролюють крайні положення воріт (відкрито/закрито).

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

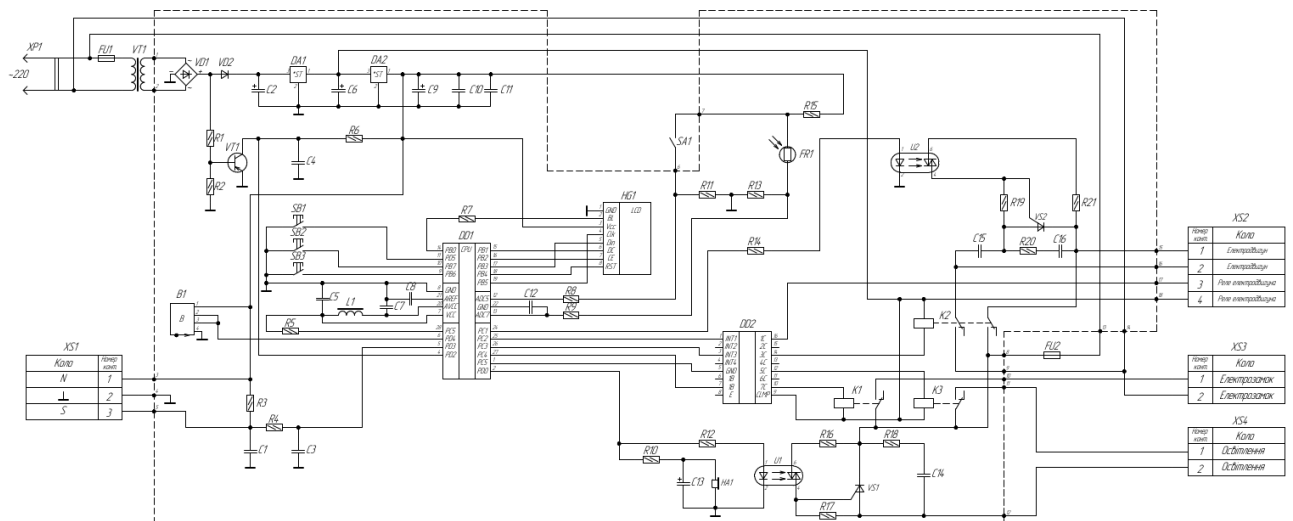


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Сигнали з пульта дистанційного керування приймаються радіомодулем, обробляються мікроконтролером і, залежно від команди, запускають

відкривання, закривання або зупинку воріт. Положення ступки визначається за імпульсами з датчика обертів, що дозволяє точно контролювати її рух.

Швидкість електроприводу регулюється програмно через димер, що забезпечує плавний пуск і зупинку, зменшуючи механічні навантаження. Уся інформація про стан системи відображається на дисплеї, а також дублюється звуковими та світловими сигналами.

Принцип роботи окремих вузлів та елементів. Модуль приймача ВК1 (ZH-9921 “Dallas”) приймає радіосигнали від пульта дистанційного керування та передає їх у цифровому вигляді на мікроконтролер для подальшої обробки.

Конденсатори (RDE5C1H, ECAP) використовуються для фільтрації пульсацій напруги, згладжування перешкод і стабілізації роботи джерела живлення та логічних схем.

Стабілізатори напруги DA1 (7812) і DA2 (7805) DA1 формує стабільну напругу 12 В для силових елементів (реле, частини керування), а DA2 — 5 В для живлення мікроконтролера та логічних компонентів.

Мікроконтролер DD1 (ATmega328-PU) є центральним керуючим елементом системи. Обробляє сигнали від приймача, датчиків і кнопок, формує керуючі сигнали для виконавчих пристроїв, виконує логіку роботи, таймінг і відображення інформації.

Драйвер DD2 (ULN2003A) підсилює керуючі сигнали мікроконтролера та забезпечує комутацію навантажень, таких як реле, індикатори або інші виконавчі елементи.

Фоторезистор FR1 (GL5528) визначає рівень освітленості (день/ніч) і передає сигнал мікроконтролеру для активації відповідних режимів (наприклад, освітлення або імітації присутності).

Запобіжник FU1 та FU2 захищають пристрій від перевантажень і коротких замикань, розриваючи коло живлення у разі аварійної ситуації.

Зумер HA1 (SMA-13LC-P10) формує звукові сигнали для індикації подій (отримання команди, помилки, завершення операції).

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дисплей HG1 (Nokia 5110) відображає параметри роботи системи: стан воріт, таймери, повідомлення, швидкість двигуна, режими роботи та помилки.

Реле (801H-1C-C) використовується для комутації силових ланцюгів або додаткових пристроїв, наприклад освітлення чи сигналізації.

Дросель зменшує електромагнітні перешкоди та згладжує струмові імпульси в колі живлення.

Резистори (MFP-0,125) забезпечують необхідні режими роботи електронних компонентів: обмеження струму, формування рівнів сигналів, поділ напруги.

Перемикач SA1 та кнопки SB1–SB3 служать для ручного керування та налаштування системи через меню.

Трансформатор TV1 знижує мережеву напругу до безпечного рівня для подальшого випрямлення та стабілізації.

Оптопари U1, U2 (MOC3052M) забезпечують гальванічну розв'язку між низьковольтною частиною керування та силовою частиною, керуючи симісторами.

Діоди D2SBA60-7000 та 1N4148 використовується для випрямлення змінної напруги, для захисту та формування сигналів у схемі.

Симістори VS1, VS2 (BT137-600D) керують потужністю, що подається на двигун і навантаження, реалізуючи функцію димера для плавного регулювання швидкості.

Транзистор VT1 (BC547A) використовується як підсилювач або ключ для керування допоміжними ланцюгами.

Роз'єми підключення забезпечують з'єднання з двигуном, датчиками, джерелом живлення та іншими виконавчими пристроями [1].

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування проектного виробу виконане з урахуванням вимог компактності, технологічності складання, надійності роботи та зручності експлуатації. Основні функціональні вузли розміщені всередині пластмасового корпусу габаритними розмірами 183×133×75 мм. Корпус складається з верхньої та нижньої кришок, що забезпечують захист електронних компонентів від механічних впливів і випадкового контакту користувача зі струмоведучими частинами.

На верхній кришці розташовані елементи інтерфейсу користувача: дисплей, кнопки керування, перемикач, фоторезистор та звуковий випромінювач. Таке розташування забезпечує зручність керування пристроєм та контролю його режимів роботи. У нижній частині корпусу встановлені друкована плата та трансформатор живлення, що сприяє рівномірному розподілу маси виробу та підвищує його механічну стійкість.

Під час компонування друкованої плати враховано електричні та конструктивні вимоги. Центральну частину плати займають мікросхеми керування, що дозволяє скоротити довжину сигнальних з'єднань та підвищити завадостійкість пристрою. Силові елементи (реле та симістор) розташовані поблизу країв плати для спрощення підключення зовнішніх кіл і зменшення довжини силових провідників. Доріжки силових кіл мають збільшену ширину для забезпечення необхідної струмової навантажувальної здатності та зменшення втрат потужності.

Для виготовлення корпусу обрано ударостійку пластмасу (ABS-пластик), яка характеризується достатньою механічною міцністю, малою масою, стійкістю до корозії та хорошими електроізоляційними властивостями.

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Використання пластмасового корпусу дозволяє знизити собівартість виробу та спростити процес його виготовлення.

Друкована плата виготовляється зі склотекстоліту марки FR-4. Даний матеріал має високу механічну міцність, добрі електроізоляційні характеристики, вологостійкість та забезпечує стабільність параметрів при тривалій експлуатації. Провідники плати виконані з мідної фольги, що має низький електричний опір та високу технологічність обробки.

Для захисту друкованої плати від впливу навколишнього середовища застосовується захисна паяльна маска, яка запобігає окисненню провідників, виникненню випадкових замикань та підвищує надійність монтажу. Контактні площадки покриваються шаром припою, що покращує їхню паяльність та захищає від корозії.

Кріпильні елементи (гвинти, шайби та стійки) виготовляються зі сталі із захисним цинковим покриттям. Таке покриття забезпечує захист від корозії та збільшує термін служби виробу. Вибрані конструкційні матеріали та покриття повністю відповідають умовам експлуатації пристрою, забезпечуючи його надійність, довговічність та технологічність виготовлення.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус пристрою виготовлено з пластмаси. Верхня та нижня кришки мають коритоподібну форму. До верхньої кришки кріпляться перемикач, захисне скло для дисплея та накладки для кнопок. Також у ній передбачені посадкові місця для індикатора HG1, фоторезистора FR1 і зумера HA1.

У зоні з'єднання верхньої та нижньої кришок встановлюються шнур живлення XP1, запобіжники FU1 і FU2 (у тримачах), а також роз'єми для підключення навантаження через втулку.

На нижній кришці за допомогою гвинтів і шайб закріплюється трансформатор TV1 (на дві ніжки). Основний друкований вузол встановлюється

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

на стійках і фіксується гвинтами та шайбами. Габаритні розміри корпусу становлять 183×133×75 мм.

Друкована плата виконана у двосторонньому варіанті із застосуванням комбінованої технології виготовлення. Її габаритні розміри становлять 150×100 мм, що забезпечує достатній простір для раціонального розміщення компонентів і прокладання провідників.

Більшість електронних елементів змонтовано з одного боку плати, що спрощує монтаж і обслуговування. На протилежному боці розташовані окремі компоненти, зокрема дисплей HG1, фоторезистор FR1, звуковий випромінювач HA1 (зумер), а також кнопки керування SB1–SB3. Такий підхід дозволяє оптимізувати компонування та підвищити зручність користування пристроєм.

У схемі відсутні елементи, що виділяють значну кількість тепла, тому потреба в спеціальних заходах тепловідведення відсутня. Водночас для забезпечення надійної роботи силових ділянок доріжки, що підводять струм до реле K1–K3, виконані з більшою шириною. Це обумовлено тим, що в цих ланцюгах протікають підвищені струми.

Реле K1–K3 розміщені по краях друкованої плати, що сприяє зручнішому трасуванню провідників і зменшенню їх перетинів. Центральну частину плати займають мікросхеми DD1 та DD2, що забезпечує логічну впорядкованість та мінімізацію довжин з'єднань між ключовими вузлами.

Симістор VS1, як силовий елемент, також винесений до краю плати. Провідники, що підключають його, мають збільшену ширину для надійного пропускання струму та зменшення втрат. У процесі проєктування особливу увагу приділено раціональній компоновці конструкції. Вона значною мірою визначає зовнішній вигляд виробу, його конструктивне виконання, зручність експлуатації, а також можливість технічного обслуговування і ремонту [22].

Конструкція корпусу є жорсткою та міцною, що забезпечує надійний захист внутрішніх компонентів від механічних впливів під час експлуатації та транспортування. Передбачено зручний доступ до внутрішніх вузлів для огляду, ремонту або заміни елементів. Крім того, корпус захищає електроніку від пилу та вологи і сприяє зменшенню габаритів і маси пристрою. Конструктивне виконання забезпечує можливість регулювання параметрів пристрою, проведення контрольно-вимірювальних операцій і загалом підвищує зручність його використання.

Під час розміщення електрорадіоелементів на друкованій платі дотримано таких принципів: мінімізовано довжину провідників; тепловідділяючі елементи розміщено на відстані від інтегральних мікросхем; важливі компоненти не розташовуються в центральній частині плати; забезпечено належне охолодження; передбачено вільний доступ до регульованих вузлів і точок кріплення. Інтегральні мікросхеми орієнтовано з урахуванням напрямку повітряних потоків для ефективнішого відведення тепла.

Компонування друкованого вузла виконано з урахуванням оптимальної щільності монтажу та мінімізації взаємного впливу елементів, що позитивно впливає на стабільність роботи пристрою. Взаємне розташування компонентів також забезпечує зручність складання та налагодження.

Монтаж електрорадіоелементів зі штировими виводами здійснюється шляхом встановлення їх у наскрізні отвори з подальшим загинанням, обрізанням у межах контактних площадок і паянням методом хвилі припою. Така технологія підвищує щільність монтажу, дозволяє розмістити більшу кількість компонентів на обмеженій площі та забезпечує надійність електричних з'єднань [23].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C2, C6, C9, C13
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	16 В, 25В
Номінальна ємність	0,1.....2000 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат	0,14%

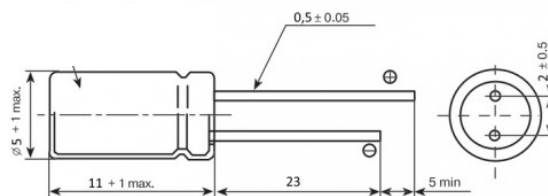


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

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

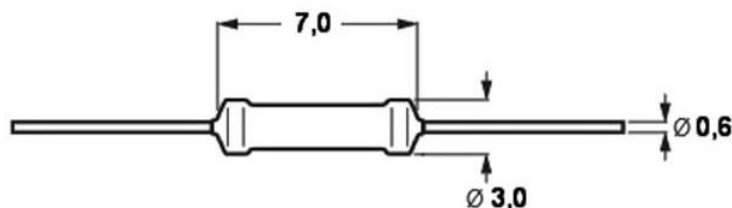


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор RDE5C1H- "Murata" [4]

Позиційне позначення	C3-C5, C7,C8, C10...C12
Назва компонента	Конденсатор RDE5C1H- "Murata"
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%;
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

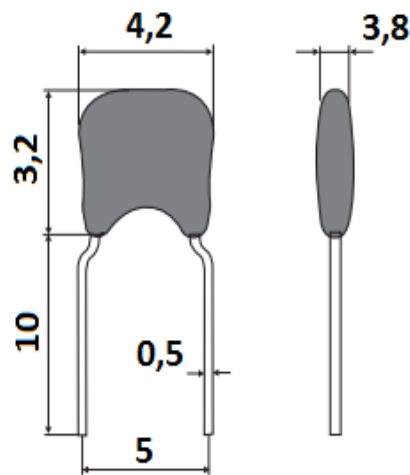


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора RDE5C1H- "Murata"

Таблиця 2.4 - Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [5]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхема L7805ABV
Виробник	"Hottech"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO220
Максимальний вихідний струм	до 1.5 А
Максимальна вхідна напруга, В	40
Діапазон вхідної напруги	від 7 В до 35 В.
Точність вихідної напруги	±2%
Робоча температура	від -40°C до +125°C
Струм власного споживання	близько 4.3 мА

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

20

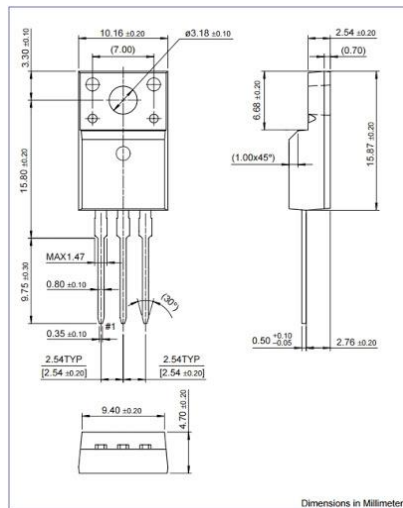


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри стабілізатора 78L05 ABV

Таблиця 2.5 - Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [6]

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

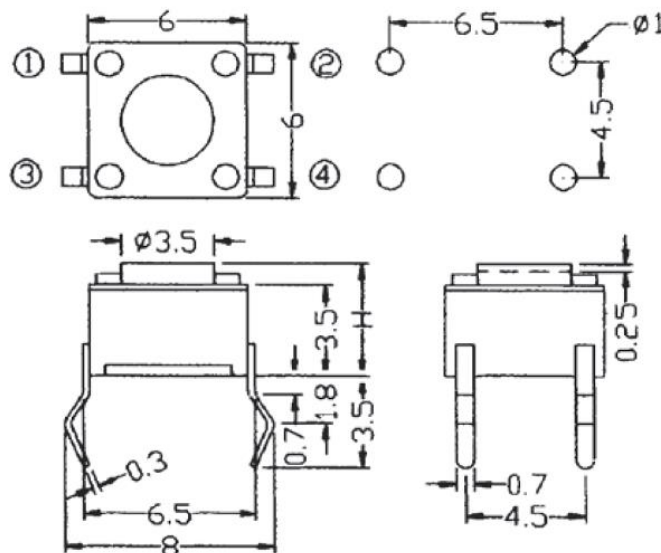


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180

Таблиця 2.6 - Мікросхема ATMEGA328-PU "Atmel" [7]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема ATMEGA328-PU
Виробник	"Atmel"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-28
Ядро	8-бітне AVR RISC.
Flash (прошивка)	8 КБ
SRAM	1 КБ
Тактова частота	від 0 до 16 МГц
Робоча напруга	від 4.5 В до 5.5 В

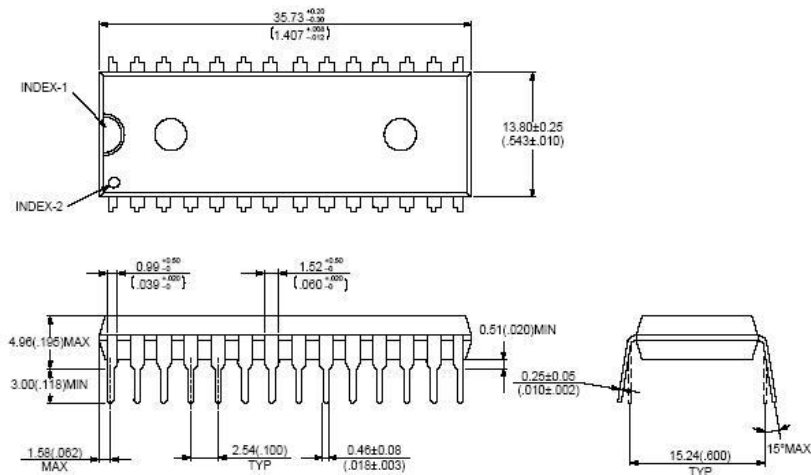
28-pin plastic DIP
(DIP-28P-M05)

Рисунок 2.6 - Габаритні розміри мікросхеми ATMEGA328-PU "Atmel"

Таблиця 2.7 - Дисплей Nokia 5110 "Nokia" [8]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Дисплей Nokia 5110
Виробник	"Nokia"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Роздільна здатність	84 × 48 пікселів
Напруга живлення (VDD)	2,7–3,3 В
Споживання струму	~200 μ A
Температурний діапазон	–25...+70 °C
Підсвітка	Світлодіодна
Інтерфейс	SPI (послідовний)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 KP 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

22

Pin Assignment:

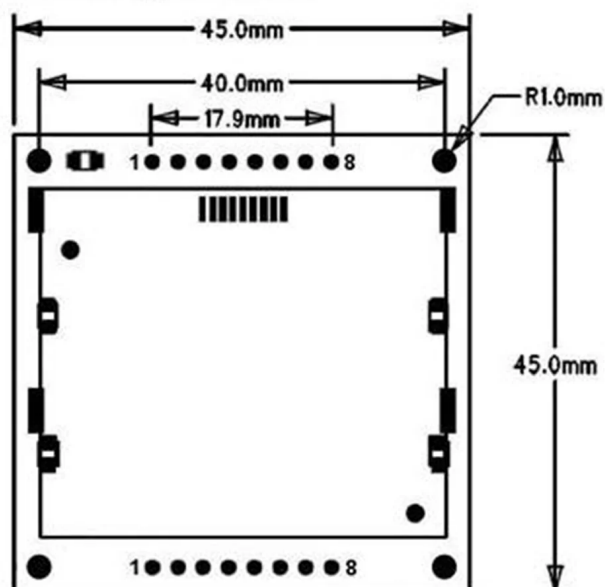


Рисунок 2.7- Габаритні розміри дисплея Nokia 5110 "Nokia"

Таблиця 2.8 - Діод 1N4148 "Diotec" [9]

Позиційне позначення	VD2
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

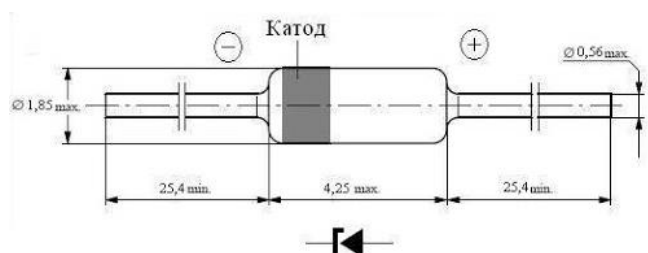


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри діода 1N4148 "Diotec"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

23

Таблиця 2.9- Транзистор BC547A [10]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор BC547A
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce0})	30 В
Розсіювана потужність (P_c)	500 мВт
Температурний діапазон переходу (T_j)	-55...+150 °C
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE})	110–220
Максимальний струм колектора (I_c)	100 мА
Корпус	TO-92
Гранична частота (f_t)	~150 МГц

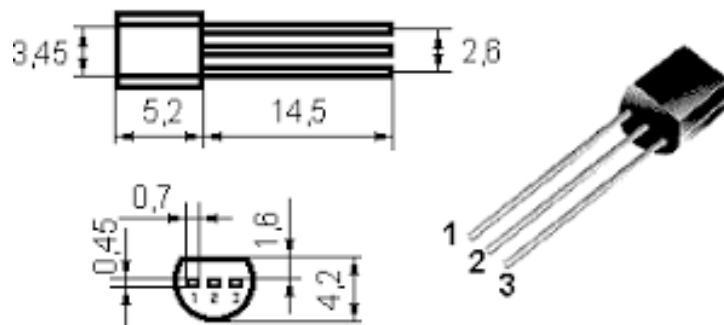


Рисунок 2.9– Габаритні розміри транзистора BC547A

Таблиця 2.10 – Дросель EC24-100K "Bourns" [11]

Позиційне позначення	L1
Назва компонента	Дросель EC24-100K
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Номинал індуктивності, робоча напруга, струм
Параметри та характеристики	
Індуктивність	10мГн
Допуск	±10 %
Максимальний струм	≈ 0.95 А
Опір обмотки (RDC)	до 1.2 Ω
Частота вимірювання	1 кГц
Тип сердечника	феритовий
Тип монтажу	ТНТ (вивідний, через отвори

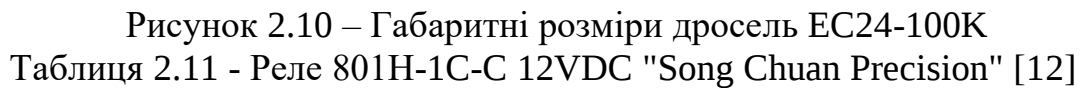


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри реле 801Н-1С-С 12VDC

Таблиця 2.12 – Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [13]

Позиційне позначення	HA1
Назва компонента	Зумер SMA-13LC-P10
Виробник	"Sonitron"
Критерії вибору	Номінальна напруга, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.1.12
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	VDC 12
Робоча напруга, VDC	1.5-16
Максимальний струм, мА	8
Мінімальний рівень звукового тиску	85дБ/10см
Резонансна частота, кГц	4.0 ± 0.5
Тип сигналу	безперервний
Робоча температура, °C	-20 ... +70
Вага, г	2

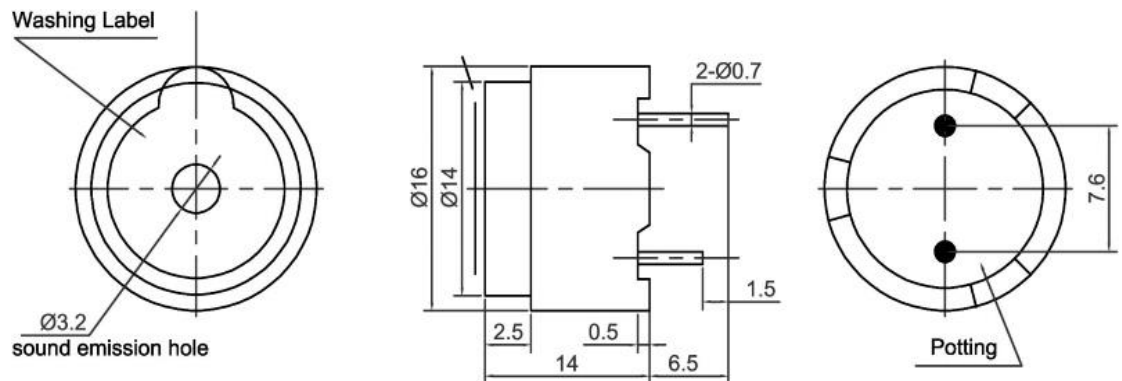


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри зумера SMA-13LC-P10 "Sonitron"

Таблиця 2.13 - Запобіжник AFU-T-06-0.16 A-250В "ECE" [14]

Позиційне позначення	FU1, FU2
Назва компонента	Запобіжник AFU-T-06-0.16 A-250В "ECE"
Виробник	"ECE"
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання
Параметри конструкції	див.рис.1.13
Параметри та характеристики	
Матеріал	кераміка
Номінальна напруга, В	240
Номінальний робочий струм, А	0,16А, 8А
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, С	-60 ... 100

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

26

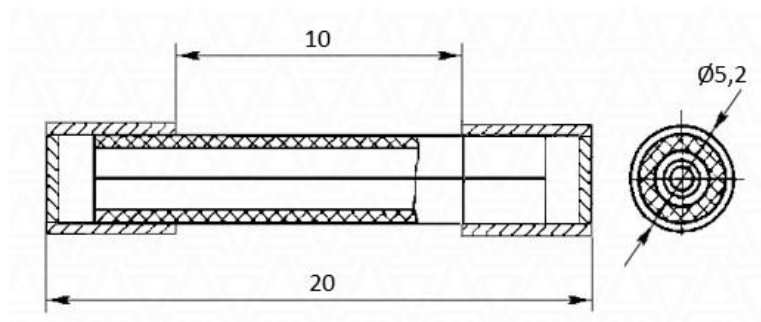


Рисунок 2.13 - Габаритні розміри запобіжника AFU-T-06-0.16 A-250B "

Таблиця 2.14 - Перемикач A14B1K11 [15]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач A14B1K11
Виробник	"EMAS"
Критерії вибору	Розміри, вхідна напруга, вихідна напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.14
Параметри та характеристики	
Номінальність	6A, 250B/10A, 125B
Контактний опір	$\leq 50 \text{ мОм}$
Опір ізоляції	$\geq 100 \text{ мОм}$
Діелектрична інтенсивність	$\geq 1500 \text{ В/1 мін}$

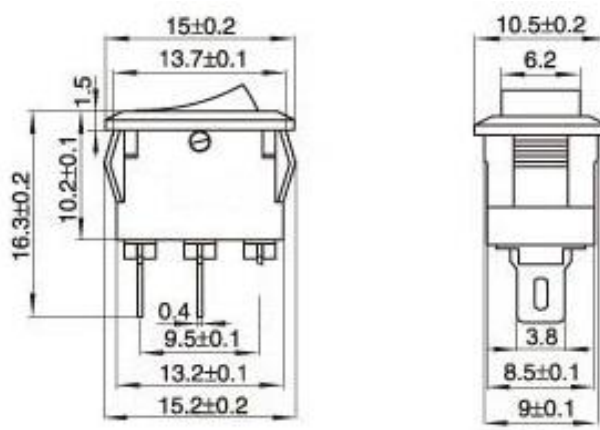


Рисунок 2.14- Габаритні розміри перемикача A14B1K11 "EMAS"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

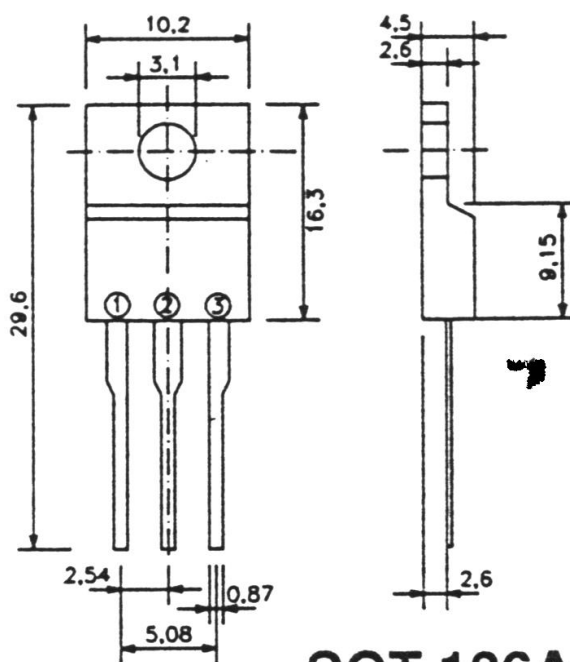
26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

27

Таблиця 2.15 – Симістор BT137-600D "WeEn" [16]

Позиційне позначення	VS1, VS2
Назва компонента	Симістор BT137-600D
Виробник	"WeEn"
Критерії вибору	Номінальна, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.2.15
Параметри та характеристики	
Корпус	TO-220AB
Температурний діапазон переходу (T_j)	$-40...+125\text{ }^{\circ}\text{C}$
Падіння напруги у відкритому стані (VTM)	$\sim 1,7\text{ В}$ при $I_T = 11\text{ А}$
Струм керування (IGT)	5–50 мА
Максимальна повторювана напруга (VDRM, VRRM)	600 В
Максимальний струм ($I_T(\text{RMS})$)	8 А
Напруга керування (VGT)	$\sim 1,5\text{ В}$



SOT-186A
TO-220-ISO

Рисунок 2.15 - Габаритні розміри симістора BT137-600D "WeEn"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

28

Таблиця 2.16 - Конденсатор B32529C1102J000 [17]

Позиційне позначення	C14-C16
Назва компонента	Конденсатор B32529C1102J000
Виробник	"Epcos"
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.16
Параметри та характеристики	
Робоча напруга змінна, В	63
Робоча напруга постійна, В	100
Номінальна ємність пФ	0,5мкФ
Допуск номінальної ємності, %	5
Робоча температура, С	-55 ... 100
Відстань між висновками F, мм	5
Висота корпусу H, мм	6.5
Товщина корпусу Т, мм	2.5
Довжина корпусу L, мм	7.2

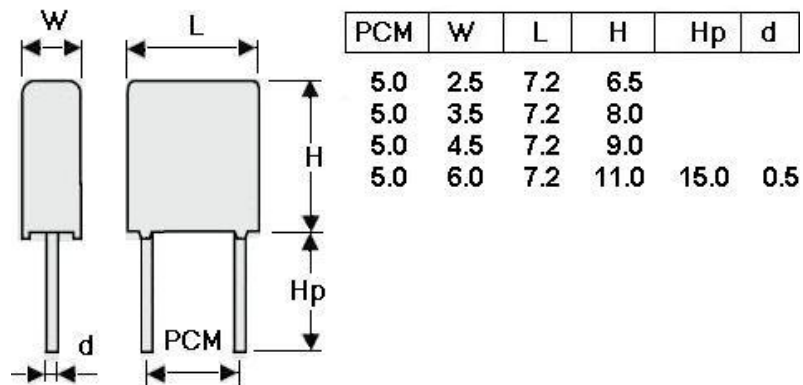


Рисунок 2.16 - Габаритні розміри конденсатора B32529C1102J000

Таблиця 2.17 - Діод D2SBA60-7000 "Shindengen Electric" [18]

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

29

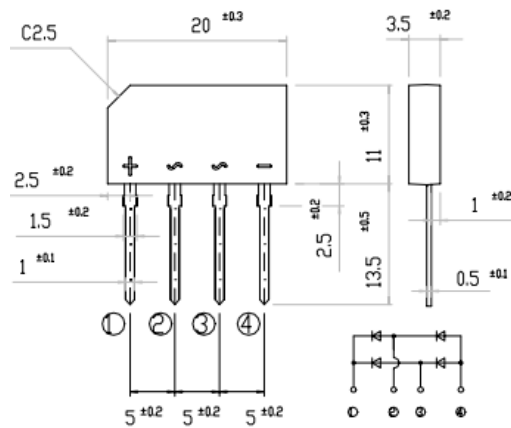


Рисунок 2.17– Габаритні розміри діода D2SBA60-7000

Таблиця 2.18 - Мікросхема МОС3052 "UMW" [19]

Позиційне позначення	U1, U2
Назва компонента	Мікросхема МОС3052 "UMW"
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-6
Вхідний струм світлодіода (IF)	макс. 60 мА
Температурний діапазон	-40...+100 °C
Критична швидкість наростання напруги (dv/dt)	≥1000 В/мкс
Вихідний струм (IT(RMS))	до 100 мА (керуючий)
Пряме падіння напруги на LED (VF)	~1,2–1,4 В при IF = 20 мА
Вихідна напруга (VDRM, VRRM)	600 В

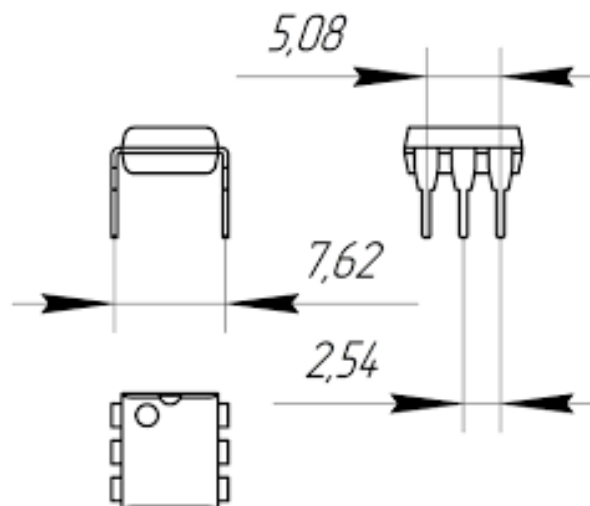


Рисунок 2.18 – Габаритні розміри мікросхема МОС3052 "UMW"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

30

Таблиця 2.19 - Трансформатор В78386-Р1116-А [20]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор В78386-Р1116-А
Виробник	Ерсоs
Критерії вибору	Вихідна напруга, вихідний струм, габаритні розміри
Параметри конструкції	див. рисунок 2.19
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	40В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В

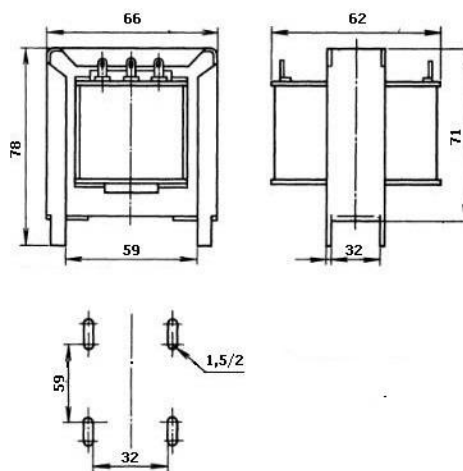


Рисунок 2.19 – Габаритні розміри трансформатора В78386-Р1116-А

Таблиця 2.20- Мікросхема 7812 "Hottech" [21]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема 7812 "Hottech"
Виробник	"КЕС"
Критерії вибору	Напруга стабілізації, максимальний струм
Параметри конструкції	Див.рис.2.20
Параметри та характеристики	
Кількість виходів	1
Вихідна напруга, В	12
Максимальний струм навантаження, А	1
Падіння напруги при Івих, В (А)	2 (1)
Максимальна вхідна напруга, В	14.5...27 В DC
Робоча температура, ° С	-40 ... + 150
Корпус	to-220fp
Вага, г	2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

31

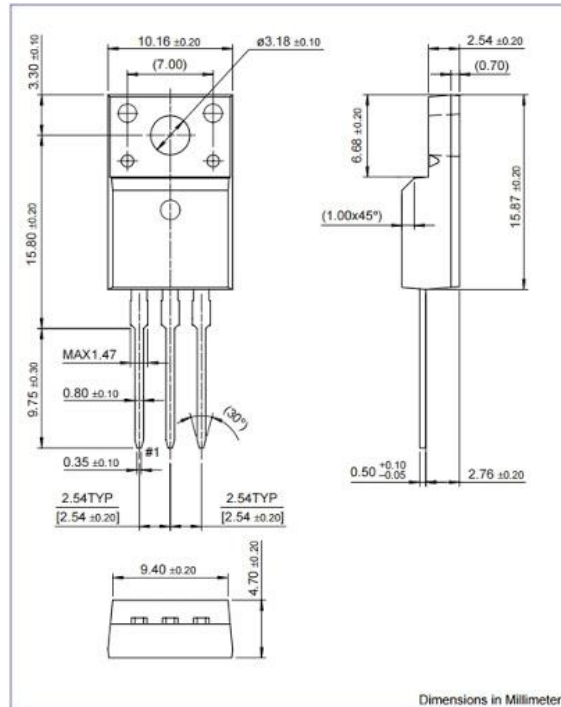


Рисунок 2.20- Габаритні розміри мікросхеми 7812 "Hottech"

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 .

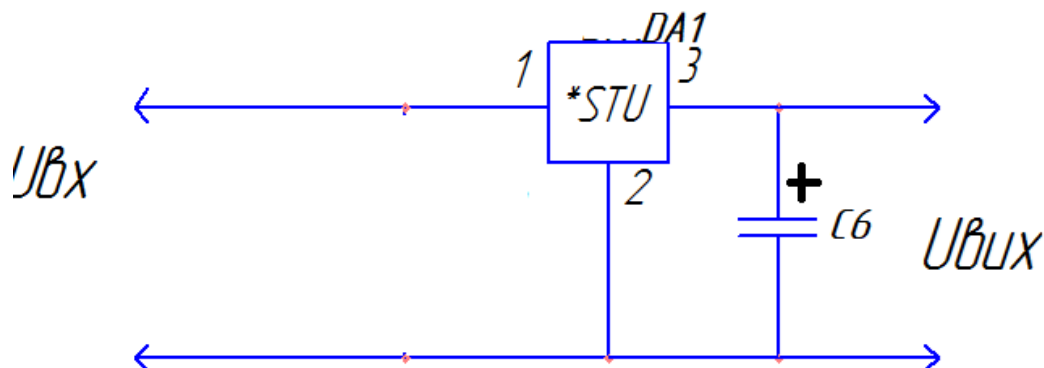


Рисунок 2.21– Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

32

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{\text{СТ ВИХ}}$, $I_{\text{СТ ВИХ max}}$, $K_{\text{СТУ}}$, γ , $R_{\text{СТ ВИХ}}$ із рисунка 2.22. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{\text{ІМС ВИХ}} \geq U_{\text{СТ ВИХ}}$$

$$I_{\text{ІМС ВИХ max}} \geq I_{\text{H max}}$$

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

Тип ІМС	$U_{\text{СТ ВХ}}$, В (min... max)	$U_{\text{СТ ВИХ}}$, В (min... max)	$K_{\text{ІСТУ}}$, % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{\text{ІСТУ}}$, % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{\text{СТ СТ}}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % °C не більше за	$I_{\text{СТ ВИХ}}$, А (max)	$P_{\text{СТ РОЗ}}$, Вт без радіатора/з радіатором	$I_{\text{СТ СП}}$, мА	$U_{\text{СТ ПД}}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH A	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
K142EH2B	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
K142EH5B	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
KP142EH5B	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
KP142EH6B	-...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
142EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142EH8B	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 2.22 – Параметри стабілізаторів

Було обрано стабілізатор 7812 "Hottech", який має параметри такі як в КР142ЕН1Г.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{CT\ ВИХ} \equiv I_{CT\ BX} \cdot$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I\ 0}} \quad (2.6)$$

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

де

C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03$ %;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{60}{10 \cdot 0,03} = 200(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

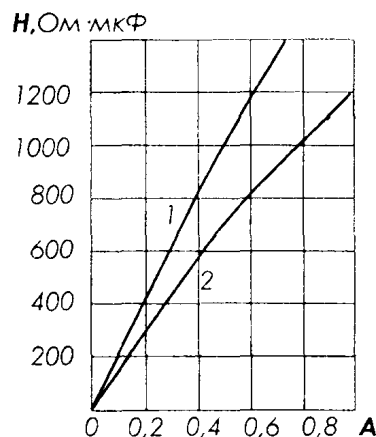


Рисунок 2.23 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 17 = 23,8(\text{В})$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0 \text{ ном}}$ і $U_{роб}$.

Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР-25 В-220 мкФ $\pm 20\%$ "Epcos" номінальною ємністю 220 мкФ та на робочу напругу 25 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [36].

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [13]:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{0,8 \text{ А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} * 0,035 \text{ м}} = 0,5 \text{ мм} \quad (2.8)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max}=0,8 \text{ А}$;

$I_{\text{доп}}$ – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.1, $j_{\text{доп}} = 48 \text{ А/мм}^2$, t – товщина провідника, $35 \text{ мкм}=0,035 \text{ м}$

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,8 \text{ А} * 0,4 \text{ м}}{0,5 \text{ В} * 0,035 \text{ м}} = 0,3 \text{ мм} \quad (2.9)$$

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

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

$U_{\text{доп}} = 0,9 \text{ В}$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів d :

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

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.) $\Delta d_{\text{н.в.}}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

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

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

$d_{E2} = 1,0$ – для реле К1-К3, мікросхеми DA2, симістора VS1-VS2, дисплея HG1, зумера HA1.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.16)$$

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.18)$$

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

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

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, дисплею, дроселів.

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи проектного виробу виконана з метою визначення можливості його нормального функціонування без застосування спеціальних засобів охолодження. Аналіз принципової схеми та конструкції пристрою показує, що більшість використаних електронних компонентів характеризуються низьким енергоспоживанням і не створюють значного тепловиділення під час роботи.

Основними джерелами тепла в пристрої є трансформатор TV1, симістор VS1, реле K1–K3 та стабілізуючі елементи джерела живлення. Однак їхня потужність розсіювання є незначною, а режим роботи не передбачає тривалих перевантажень. Тому температура елементів під час експлуатації не перевищує допустимих значень, установлених виробниками компонентів.

Корпус пристрою має достатній внутрішній об'єм для природного теплообміну між компонентами та навколишнім середовищем. Розташування силових елементів по краях друкованої плати сприяє ефективнішому відведенню тепла через монтажні виводи та струмопровідні доріжки. Додатково для силових кіл застосовано провідники збільшеної ширини, що зменшує їх електричний опір і, відповідно, теплові втрати.

Друкована плата виготовлена зі склотекстоліту FR-4, який має достатню теплопровідність для розподілу локальних теплових потоків. Значна площа мідних провідників також сприяє частковому відведенню тепла від силових елементів.

За результатами аналізу встановлено, що сумарна потужність, яка розсіюється всередині виробу, є невеликою, а температура внутрішнього середовища корпусу не досягає критичних значень. Тому використання радіаторів, вентиляторів або інших спеціальних засобів охолодження не потрібне.

Таким чином, тепловий режим проектного виробу можна вважати нормальним. Конструкція забезпечує надійну роботу всіх елементів у допустимому температурному діапазоні та не потребує додаткових заходів щодо тепловідведення.

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

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

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.

Імовірність безвідмовної роботи (ІБР) елементу $p(t)$ або системи $p_c(t)$ – це імовірність того, що в межах заданого напрацювання t при визначених умовах експлуатації не виникне жодної відмови. Інтенсивність відмов $\lambda(t)$ – умовна щільність імовірності виникнення відмов пристрою, що визначається для певного моменту часу при умові, що до цього моменту відмови не виникали. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [24]:

Таблиця 2.21 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-}стb * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	4	1	0,03	0,12
2	Діоди	2	0,35	0,7	0,49
3	Дисплей	1	1	20	20
4	Конденсатори електролітичні	4	0,4	2,4	3,84
5	Конденсатори керамічні	14	0,1	1,4	1,96
6	Резистори постійні	21	0,42	0,8	7,056
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	209	1	0,02	4,18
9	Кнопка	3	1	2,2	6,6
10	Зумер	1	1	0,79	0,79
11	Гнізда	5	1	0,05	0,25
12	Транзистори	1	0,35	4	1,4
13	Реле	3	1	2,2	6,6
14	Запобіжник	2	1	0,5	1
15	Дроселі	2	0,1	1	0,1
16	Резистор підстроювальний	1	0,42	5	2,1
17	Модуль приймача	1	1	7,3	7,3
18	Фоторезистор	1	1	7,3	7,3
19	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
20	Симістор	2	0,81	6,2	10,044
21	Оптопара	2	1	0,03	0,06

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 7.99×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 12515.6 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999201$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.992042$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.923209$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.449778$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000339$

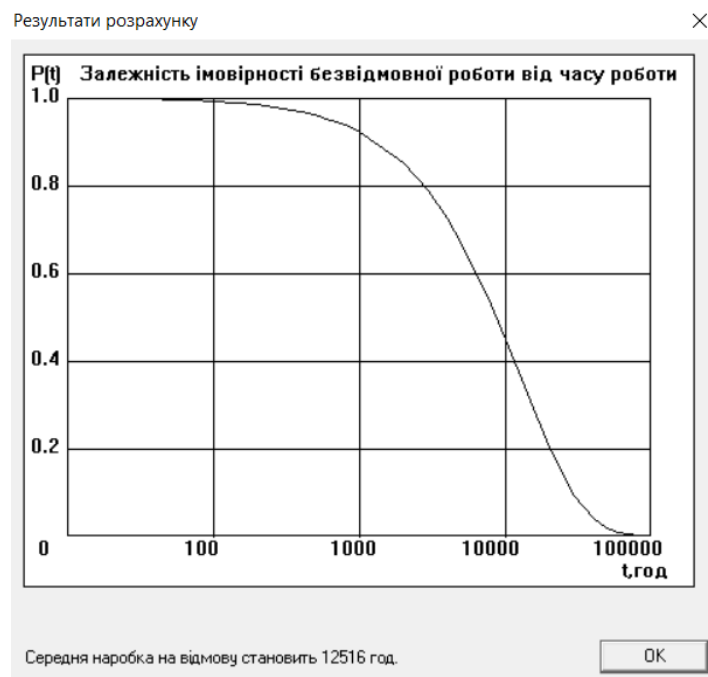


Рисунок 2.24 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 12516 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

41

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

Техніко-економічний аналіз конструкції проектного виробу виконано з метою оцінки доцільності прийнятих конструктивних рішень, рівня технологічності виготовлення та економічної ефективності виробу в цілому.

Конструкція пристрою характеризується високим ступенем уніфікації елементної бази та застосуванням стандартних радіоелементів, що позитивно впливає на зниження собівартості виробництва. Використання типових мікросхем, дискретних компонентів та стандартних електромеханічних виробів (реле, трансформатор, роз'єми) дозволяє уникнути необхідності виготовлення спеціалізованих або нестандартних деталей.

Корпус виробу виготовляється з пластмаси методом лиття, що є технологічно вигідним при серійному виробництві. Такий спосіб забезпечує низьку трудомісткість виготовлення, високу повторюваність геометричних параметрів та мінімальну кількість механічної обробки. Друкована плата виконується за комбінованою технологією, що є типовою для сучасного виробництва електронної апаратури та забезпечує оптимальне співвідношення між вартістю та функціональністю.

Компонування виробу є раціональним з точки зору монтажу та складання. Розміщення елементів на друкованій платі забезпечує доступність вузлів для пайки та контролю, а також зменшує трудомісткість складання. Використання двосторонньої друкованої плати дозволяє зменшити її габарити та кількість міжз'єднань, що позитивно впливає на надійність і зменшує витрати матеріалів.

Застосування стандартних кріпильних елементів (гвинтів, шайб, стійок) спрощує процес складання та обслуговування виробу, а також знижує витрати на виробництво. Відсутність складних механічних вузлів і дорогих матеріалів додатково підвищує економічну ефективність конструкції.

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Технологічність виробу оцінюється як висока, оскільки більшість операцій при складанні є типовими та можуть бути виконані на стандартному обладнанні без використання спеціального інструменту. Ремонтопридатність конструкції також є достатньою завдяки модульному принципу побудови та зручному доступу до основних функціональних вузлів.

Таким чином, проєктований виріб має низьку собівартість виготовлення, високу технологічність та ремонтпридатність, що свідчить про його економічну доцільність та ефективність у виробництві та експлуатації. Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 220В, а струм споживання 0,8А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,8*220=2,4 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проєктованого виробу

Проектований пристрій виконаний у пластмасовому корпусі, що складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. Верхня кришка призначена для встановлення органів керування та індикації. На ній розміщуються перемикач, захисне скло дисплея, накладки кнопок керування, а також передбачені посадкові місця для індикатора HG1, фоторезистора FR1 та звукового випромінювача HA1.

У місці з'єднання верхньої та нижньої кришок встановлюються шнур живлення XP1, запобіжники FU1 і FU2 у відповідних тримачах, а також роз'єми для підключення навантаження через ізоляційні втулки. Нижня кришка використовується для монтажу основних конструктивних елементів виробу. На ній за допомогою гвинтів і шайб закріплюється трансформатор TV1, а друкована плата встановлюється на монтажних стійках та фіксується

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

гвинтовими з'єднаннями. Габаритні розміри корпусу становлять 183×133×75 мм.

Основою електронного вузла є двостороння друкована плата розмірами 150×100 мм, виготовлена за комбінованою технологією. Розміри плати забезпечують достатню площу для раціонального розташування елементів та прокладання друкованих провідників.

Більшість електронних компонентів змонтовано на одному боці плати, що спрощує процес складання, контролю та технічного обслуговування виробу. На протилежному боці розміщені елементи, які взаємодіють із користувачем або повинні бути виведені на передню панель корпусу: дисплей HG1, фоторезистор FR1, звуковий випромінювач HA1 та кнопки керування SB1–SB3.

Оскільки в схемі відсутні елементи зі значним тепловиділенням, застосування спеціальних засобів охолодження не передбачено. Для забезпечення надійної роботи силових кіл ширина друкованих провідників, що підводять струм до реле K1–K3 та симістора VS1, збільшена відповідно до величини робочого струму.

Реле K1–K3 розташовані по краях друкованої плати, що дозволяє скоротити довжину силових з'єднань та спростити трасування провідників. Центральну частину плати займають мікросхеми DD1 та DD2, що забезпечує компактність монтажу та мінімальну довжину електричних з'єднань між основними функціональними вузлами. Симістор VS1 також розміщений біля краю плати для зручності підключення силових ланцюгів.

Під час проектування особлива увага приділялася раціональній компоновці елементів конструкції. Прийняті конструктивні рішення забезпечують компактність виробу, зручність експлуатації, високу технологічність складання, а також можливість проведення технічного обслуговування та ремонту в процесі експлуатації.

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

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

Якісна оцінка технологічності конструкції проектного виробу показує, що пристрій має високий рівень пристосованості до виготовлення, складання та технічного обслуговування в умовах серійного виробництва. Конструкція виробу базується на використанні стандартних електронних компонентів і типових конструктивних рішень, що позитивно впливає на технологічність.

Друкована плата виконана у двосторонньому варіанті з раціональним компонуванням елементів, що забезпечує зручність монтажу та мінімізацію кількості між'єднань. Розміщення компонентів враховує вимоги доступності для пайки, контролю та ремонту. Силові елементи винесені до країв плати, що спрощує трасування провідників і зменшує ризик помилок при складанні.

Корпус виробу має просту геометричну форму та складається з двох основних частин, що значно спрощує процес лиття, механічної обробки та складання. Кріплення внутрішніх вузлів здійснюється стандартними гвинтовими з'єднаннями, що забезпечує простоту монтажу та демонтажу виробу під час ремонту.

З точки зору технологічності конструкція є ремонтпридатною, оскільки забезпечує доступ до основних функціональних вузлів без необхідності повного розбирання виробу. Використання стандартної елементної бази також скорочує час діагностики та заміни несправних компонентів.

При складанні та монтажі виробу передбачається використання стандартного ручного та електромонтажного інструменту. Основними інструментами є: паяльна станція з регулюванням температури, припій та флюс для монтажу електронних компонентів, а також пінцети для встановлення дрібних елементів на друковану плату.

Для механічного складання корпусу застосовуються викрутки відповідних типорозмірів (хрестові та плоскі), набір ключів для затягування

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

гвинтових з'єднань, а також динамометричний інструмент за необхідності забезпечення контрольованого зусилля затягування.

У процесі монтажу друкованої плати використовуються монтажні стійки, шаблони для позиціювання компонентів та допоміжні фіксатори, що забезпечують точність встановлення елементів і запобігають їх зміщенню під час пайки. Для контролю якості паяних з'єднань застосовується візуальний контроль за допомогою збільшувальних приладів (лупа або мікроскоп).

Для електричного контролю готового виробу використовуються мультиметр, осцилограф (за необхідності перевірки сигналів) та тестові стенди для перевірки функціонування основних режимів роботи пристрою.

Таким чином, конструкція виробу є технологічною, не потребує спеціалізованої складної оснастки та може бути виготовлена із застосуванням стандартного інструментального забезпечення, що знижує собівартість виробництва та спрощує процес складання.

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

Друкована плата проектованого виробу виконана за двосторонньою схемою, що дає змогу суттєво підвищити щільність розміщення елементів і забезпечити більш раціональну трасу електричних з'єднань. Завдяки використанню двошарової структури зменшуються довжини провідників, що позитивно впливає на електричні параметри пристрою та знижує рівень паразитних ємностей і індуктивностей.

Виготовлення плати здійснюється комбінованим технологічним способом, який поєднує методи субтрактивного формування провідникового рисунка та операції металізації перехідних і монтажних отворів. Така технологія забезпечує високу точність виконання провідників і надійність електричного зв'язку між шарами плати.

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Вихідним матеріалом конструкції є склотекстоліт FR-4, який характеризується стабільними діелектричними властивостями, достатньою механічною міцністю та високою термостійкістю, що робить його придатним для використання в електронних пристроях різного призначення. З обох сторін основи нанесено мідне покриття товщиною 35 мкм, яке виконує функцію провідникового шару.

Формування друкованого рисунка виконується фотолітографічним методом. Спочатку поверхня покривається фоторезистивним шаром, після чого проводиться експонування через фотошаблон та подальше проявлення. Наступним етапом є хімічне травлення міді, в результаті якого видаляються зайві ділянки металу та формується задана конфігурація провідників. Для двосторонніх плат важливим є точне суміщення шарів, яке досягається за допомогою базових отворів і технологічних міток.

Далі виконується свердління монтажних і перехідних отворів. Перехідні отвори забезпечують електричне з'єднання між шарами плати. Після механічної обробки здійснюється металізація стінок отворів, що формує суцільний провідний шар і гарантує стабільний електричний та механічний контакт.

Завершальні етапи включають нанесення захисної паяльної маски, яка запобігає окисненню провідників і виключає ризик коротких замикань, а також маркування елементів схеми. Для покращення паяльних властивостей контактних майданчиків застосовується фінішне покриття типу лудіння або HASL.

Основним конструкційним матеріалом є склотекстоліт FR-4, а провідникові доріжки виконані з міді товщиною 35 мкм, що є стандартним рішенням і забезпечує необхідну електропровідність та технологічність виготовлення.

До допоміжних матеріалів належать фоторезисти для формування захисного рисунка, а також травильні розчини на основі хлориду заліза або

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

персульфату амонію. Під час монтажу компонентів застосовуються припої та флюси, які забезпечують якісне з'єднання та високу надійність пайки.

Додатково використовуються паяльні маски та захисні покриття лакового типу, що підвищують стійкість плати до впливу вологи, окиснення та механічних факторів. Комплекс вибраних матеріалів і технологічних рішень забезпечує високу надійність, стабільність параметрів і технологічність виготовлення друкованої плати.

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{4}{4 + 59} = 0,1 \quad (2.20)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{191}{209} = 0,91 \quad (2.21)$$

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

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

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

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{53}{59} = 0,89 \quad (2.22)$$

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

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

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{53}{59} = 0,1 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{59}{59} = 0 \quad (2.24)$$

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

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

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

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{14}{59} = 0,8 \quad (2.25)$$

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

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

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

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,91*1 + 0,89*0,75 + 0,1*0,5 + 0*0,310 + 0,8*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,52 \quad (2.27)$$

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: $\frac{0,52}{0,5} = 1,03 \geq 1$.

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 трансформатора у нижню частину корпусу;
- кріплення трансформатора до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення скла під індикатор та накладок під кнопки;
- кріплення роз'ємів вихідних через втулку;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів та ніжок.

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 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

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:

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

$$V_{\text{буд}} = 1500 \times 100 = 150000 \text{ (грн.)}$$

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 :

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 150000 + 75000 = 225000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

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

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 75000 \times 0,02 \times 1,1 = 1650 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 75000 \times 0,03 \times 1,1 = 2475 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 225000 + 1650 + 2475 = 229125 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1650	412,5
	Виробничий та господарський інвентар	2475	618,75
	Всього:	3300	1031,25

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

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

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

$$B_M = 1077 \times 1,04 = 1120,08 \text{ (грн.)}$$

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.;

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	100	100
2	Кришка нижня	1	80	80
3	Кришка верхня	1	80	80
4	Мікросхема	6	60	360
5	Конденсатори електролітичні	4	10	40
6	Конденсатори постійні	12	1	12
7	Резистори постійні	20	0,5	10
8	Дисплей	1	100	100
9	Фоторезистор	1	10	10
10	Кнопка	3	10	30
11	Роз'єм	5	20	100
12	Транзистор	1	15	15
13	Діоди	4	10	40
14	Трансформатор	1	100	100
				1077

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 ($B_{о.з.пл.}$):

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

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

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

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

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

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

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($B_{\text{дод.з.пл.}}$):

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

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

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

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:

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

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

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{69}{100} \times (117,33 + 12,91) = 89,87 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 69%);

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{170}{100} \times (117,33 + 12,91) = 221,41 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 170%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 1120,08 + (117,33 + 12,91 + 28,65) + 89,87 + 221,41 = 1590,25 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

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	1120,08
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	117,33
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,91
4	Відрахування на соціальні заходи	28,65
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	89,87
6	Загальновиробничі витрати	221,41
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1590,25
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	1278,97
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	311,28

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

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

$$Ц_{одпр} = 1590,25 \times \frac{100 + 24}{100} = 1971,91 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 24%);

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:

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

$$\Pi_p = (1971,91 - 1590,25) \times 2300 = 877818 \text{ (грн),}$$

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 877818 - 877818 \times \frac{18}{100} = 719810,76 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$S_{повq} = 1590,25 \times 2300 = 3657575 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{п} = \frac{719810,76}{3657575} \times 100\% = 19,68 \%$$

де $R_{п}$ - 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:

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

$$\Gamma\Pi = 719810,76 + 1031,25 = 720872,01 \text{ (грн.)},$$

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

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 655310,92 - 229125 = 426185,92 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{720872,01}{(1 + 0,1)^1} = 655310,92 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{655310,92}{229125} = 2,86$$

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

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

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{\text{ІІ}}{\text{ГП}_{\text{диск}}} \quad (3.24)$$

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{229125}{655310,92} = 0,35\text{р}$$

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

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{655310,92}{1} = 655310,92 \quad (\text{грн.})$$

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.	2300
2	Собівартість виробу	грн./од.	1590,25
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1971,91
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	719810,76
6	Рентабельність виробу	%	19,68
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	426185,92
9	Індекс прибутковості	-	2,86
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,35

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Навчання з питань охорони праці.

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

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

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

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

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

Цільовий інструктаж повинен проводитися з працівниками перед проведенням робіт:

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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

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

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

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

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

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

- керівники і спеціалісти служб охорони праці.

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

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

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

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

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

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

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

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

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

4.2 Механічна дія струму.

Широке використання електроенергії у всіх галузях народного господарства зумовлює розширення кола осіб, котрі експлуатують електрообладнання. Тому проблема електробезпеки при експлуатації електрообладнання набуває особливого значення.

Аналіз нещасних випадків в промисловості, котрі супроводжуються тимчасовою втратою працездатності потерпілими свідчить про те, що кількість травм, викликаних дією електрики, порівняно невелика і складає 0,5—1% від загальної кількості нещасних випадків, що трапляються в промисловості. Проте слід зауважити, що з загальної кількості нещасних випадків зі смертельним наслідком на виробництві 20—40% трапляється внаслідок ураження електрострумом, що більше, ніж внаслідок дії інших причин, причому близько 80% смертельних уражень електричним струмом відбувається в електроустановках напругою до 1000 В. Ця обставина зумовлена значною поширеністю таких електроустановок і тим, що їх обслуговують практично всі особи, що працюють в промисловості, а електроустановки напругою понад 1000 В.

Елсхгг ротіравма — це травма, викликана дією електричного струму або електричної дуги. Електротравми поділяються на два види: електротравми, котрі виникають при проходженні струму через тіло людини, і електротравми, поява котрих не пов'язана з проходженням струму через тіло людини. Ураження людини в другому випадку пов'язується з опіками, засліпленням електричною дугою, падінням, а відтак — суттєвими механічними ушкодженнями. Існує також поняття „електротравматизм”. Електротравматизм — це явище, котре характеризується сукупністю електротравм, котрі виникають та повторюються в аналогічних виробничих, побутових умовах та ситуаціях. Осередок, джерело електротравматизму — та чи інша тимчасова або навіть постійна ситуація при експлуатації

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

електроустановок, коли мають місце аналогічні випадки ураження людини струмом.

Проходячи через тіло людини, електричний струм справляє термічну, електричну та механічну (динамічну) дію. Ці фізико-хімічні процеси притаманні живій та неживій матерії. Одночасно електричний струм здійснює і біологічну дію, котра є специфічним процесом, властивим лише живій тканині.

Термічна дія струму проявляється через опіки окремих ділянок тіла, нагрівання до високої температури кровоносних судин, нервів, серця, мозку та інших органів, котрі знаходяться на шляху струму, що викликає в них суттєві функціональні розлади.

Електролітична дія струму характеризується розкладом органічної рідини, в тому числі і крові, що супроводжується значними порушеннями їх фізико-хімічного складу.

Механічна (динамічна) дія — це розшарування, розриви та інші подібні ушкодження тканин організму, в тому числі м'язової тканини, стінок кровоносних судин, судин легеневої тканини внаслідок електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари від перегрітої струмом тканинної рідини та крові.

Біологічна дія струму проявляється через подразнення та збудження живих тканин організму, а також через порушення внутрішніх біологічних процесів, що відбуваються в організмі і котрі тісно пов'язані з його життєвими функціями.

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Дистанційне управління для воріт». 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 150×100мм 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.

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.

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дистанційне управління для воріт [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.joyta.ua/4334-avtomaticheskij-poliv-rastenij-v-teplice-i-sadovom-uchastke-svoimi-uakami/> (дата звернення 10.02.2026).
2. Конденсатор типу ECAP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007> (дата звернення 15.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/> (дата звернення 15.02.2026).
4. RDE5C1H- "Murata" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 15.02.2026).
5. Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html (дата звернення 15.02.2026).
6. Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html> (дата звернення 15.02.2026).
7. Мікросхема ATMEGA328-PU "Atmel" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/kls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2026).
8. Дисплей Nokia 5110 "Nokia" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://hardelectronics./diod-1n4148.html> (дата звернення 15.02.2026).
9. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php> (дата звернення 15.02.2026).

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

10. Транзистор BC547A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2026).
11. Дросель EC24-100K "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.02.2026).
12. Реле 801H-1C-C 12VDC "Song Chuan Precision" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.02.2026).
13. Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.02.2026).
14. Запобіжник AFU-T-06-0.16 A-250В "ECE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2026).
15. Перемикач A14B1K11 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.02.2026).
16. Симістор BT137-600D "WeEn" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.02.2026).
17. Конденсатор B32529C1102J000 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.02.2026).
18. Діод D2SBA60-7000 "Shindengen Electric" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180>(дата звернення 15.02.2026).
19. Мікросхема МОС3052 "UMW" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<http://hardelectronics./diod-1n4148.html>(дата звернення 15.02.2026).

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

20. Трансформатор В78386-Р1116-А [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php>(дата звернення 15.02.2026).
21. Мікросхема 7812 "Hottech" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180>(дата звернення 15.02.2026).
22. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
23. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
24. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguua.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
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, 2021
27. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021
28. Васишин О.З. Методичні вказівки для розробки маршрутно-операційної технології складання та монтажу вузлів РЕА для спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

29. Васишин О.З. Конспект лекцій "Поверхневий монтаж" для спеціальності 172 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

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

31. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022

32. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022

33. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

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

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

36. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022

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

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

39. Ємельянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Системи мобільного зв’язку”, частина 2 – “Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої” для сту-

дентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.

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

41. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ4OS4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRlb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpnZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

42. 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.

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

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

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

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

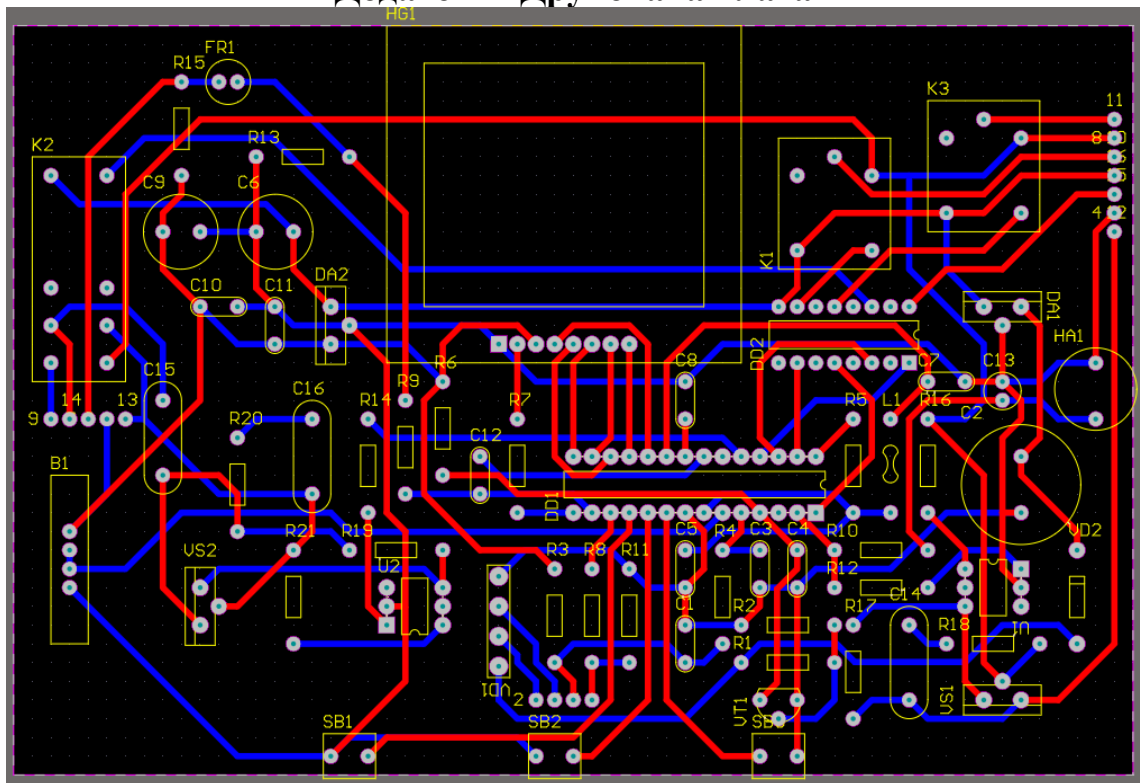


Рисунок А.1 – Друкована плата

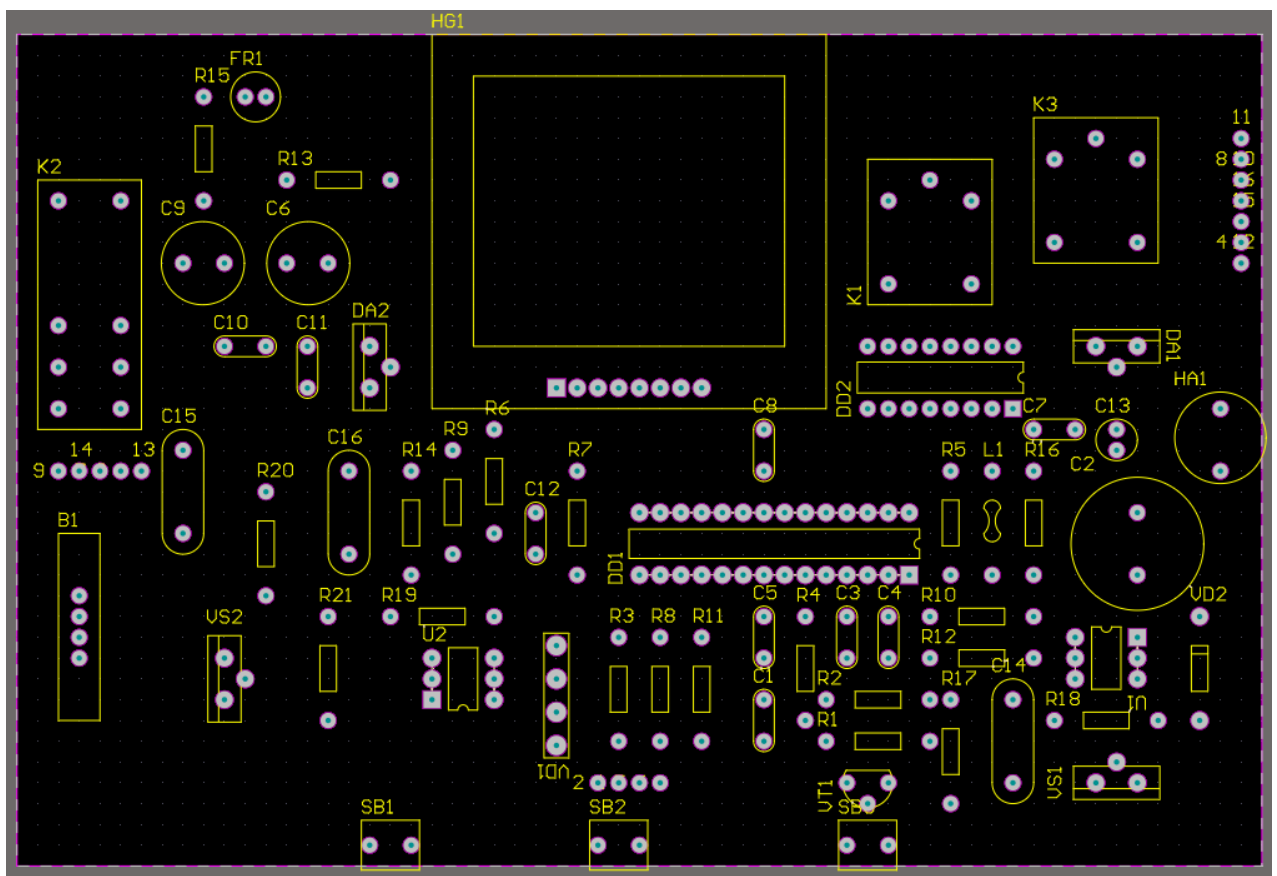


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

1

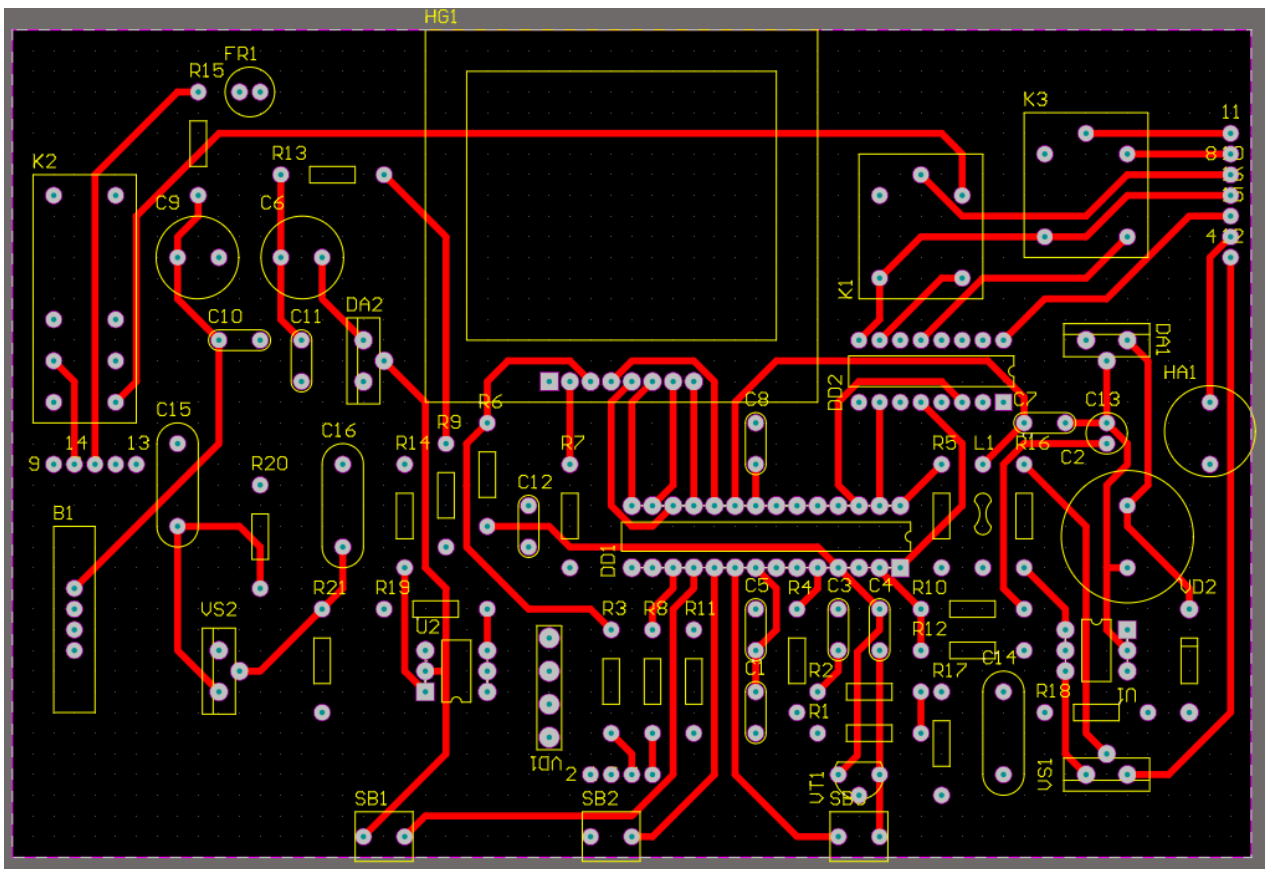


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Top

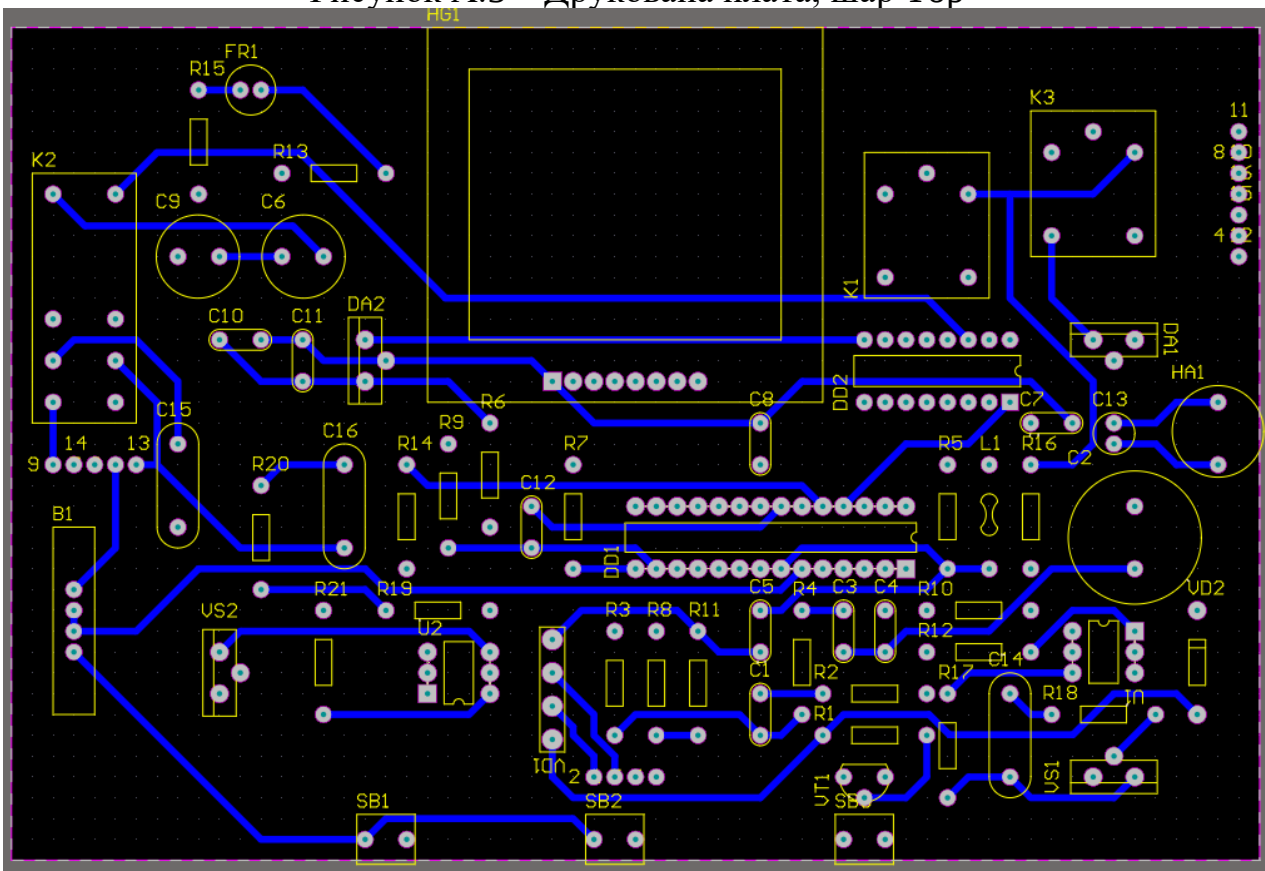


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Bottom

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

2

Додаток Б 3D модель пристрою

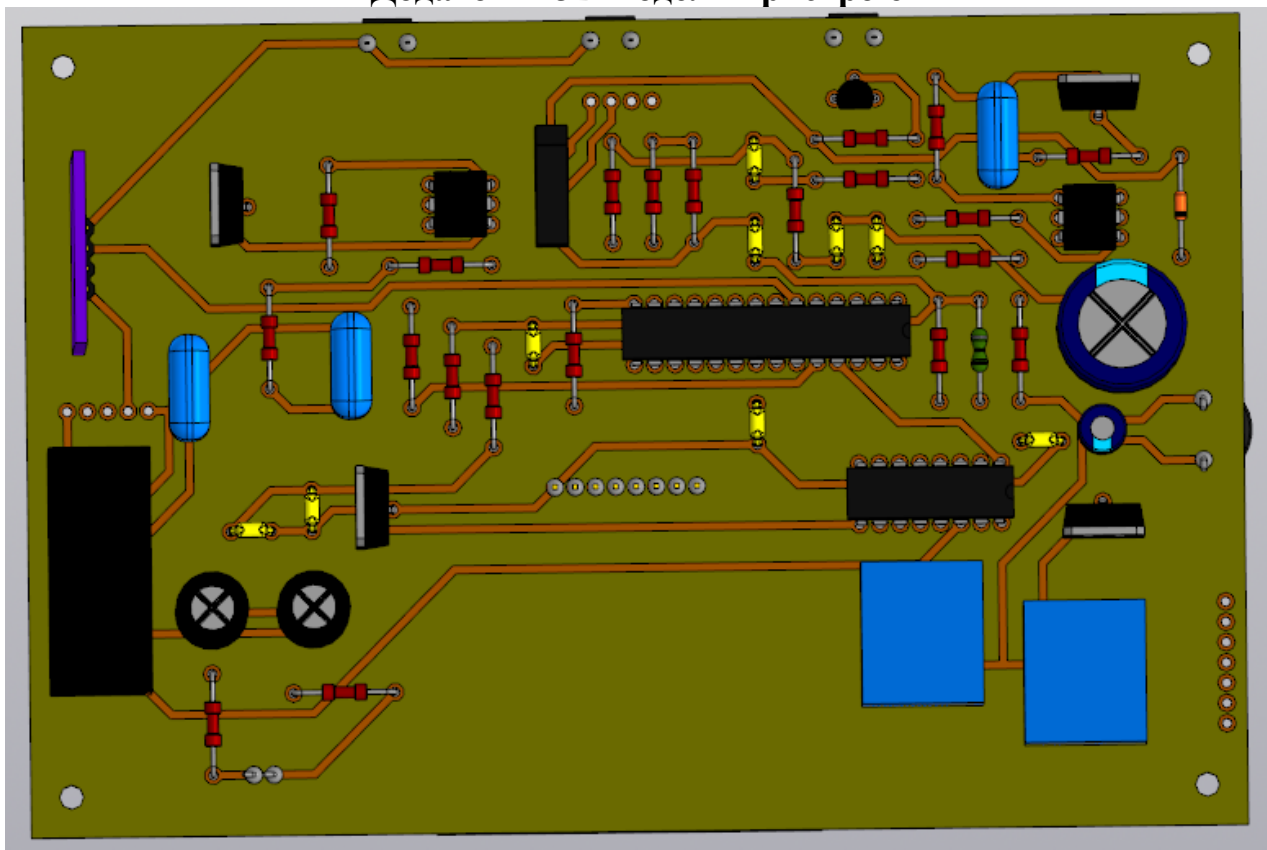


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

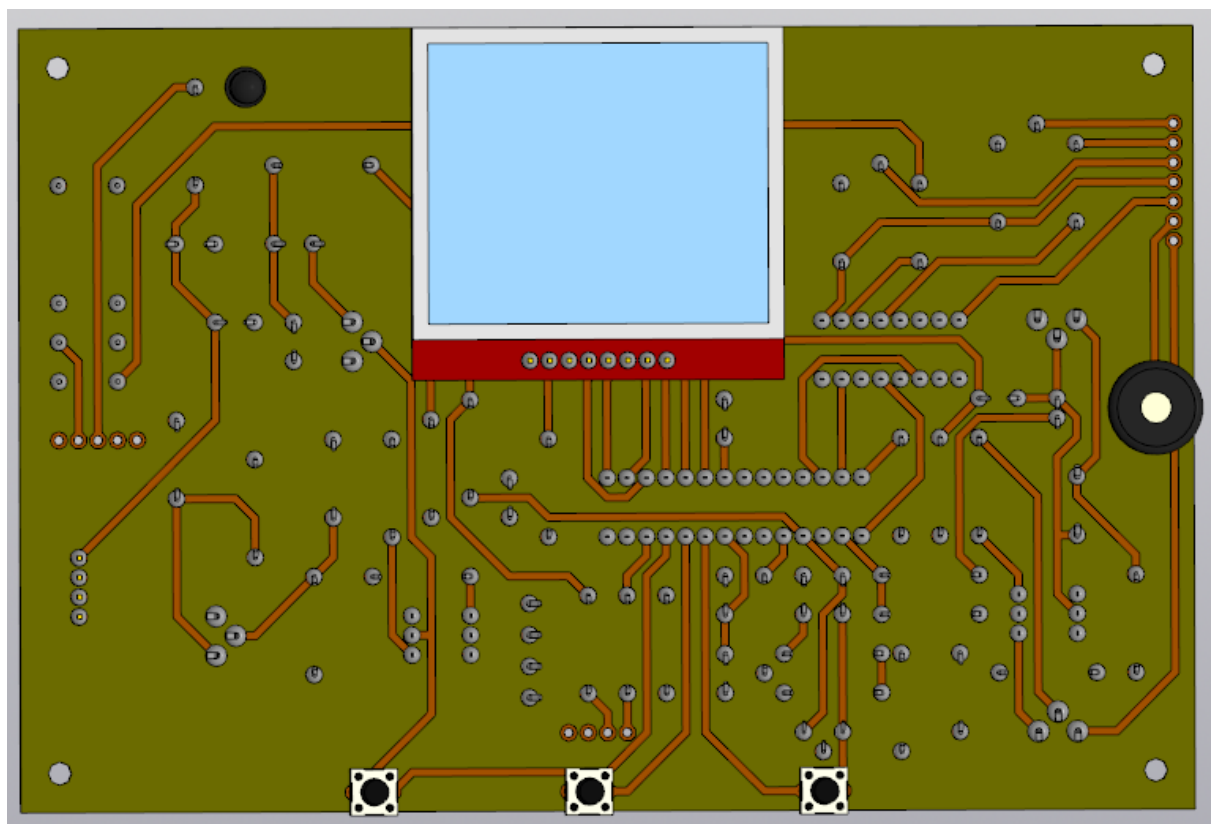


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

3

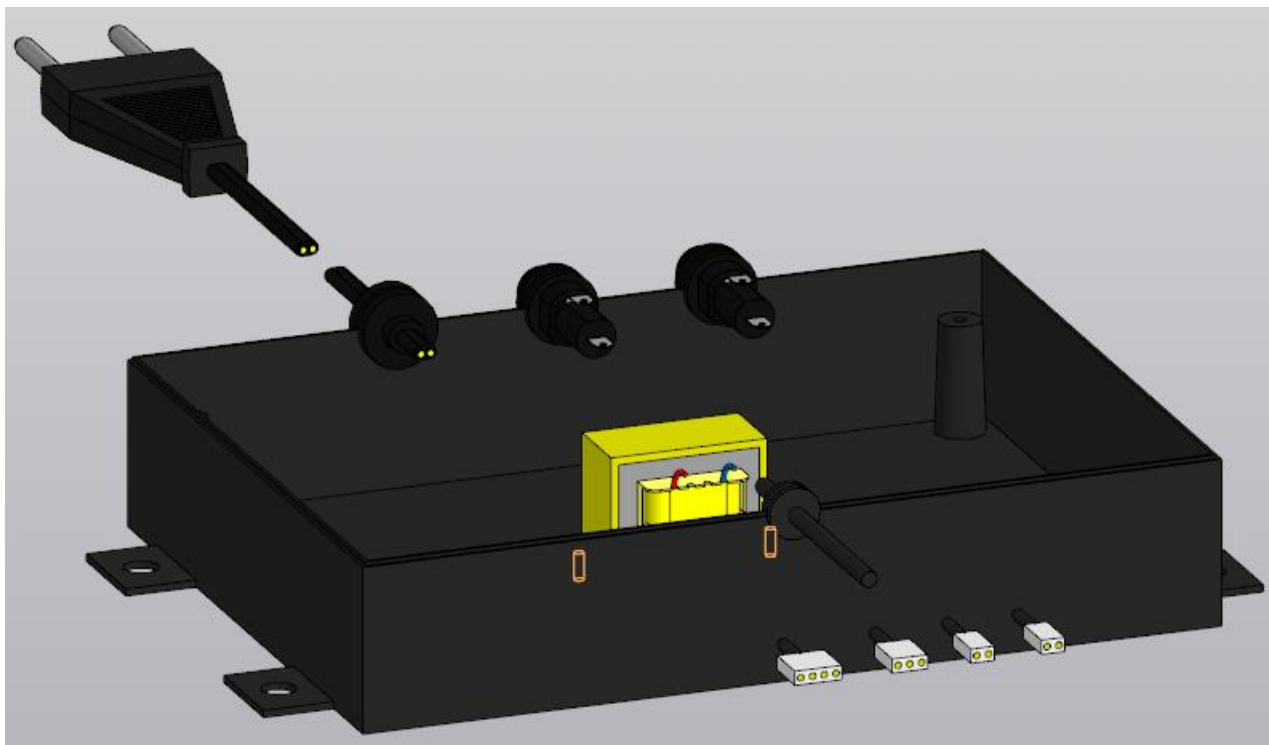


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

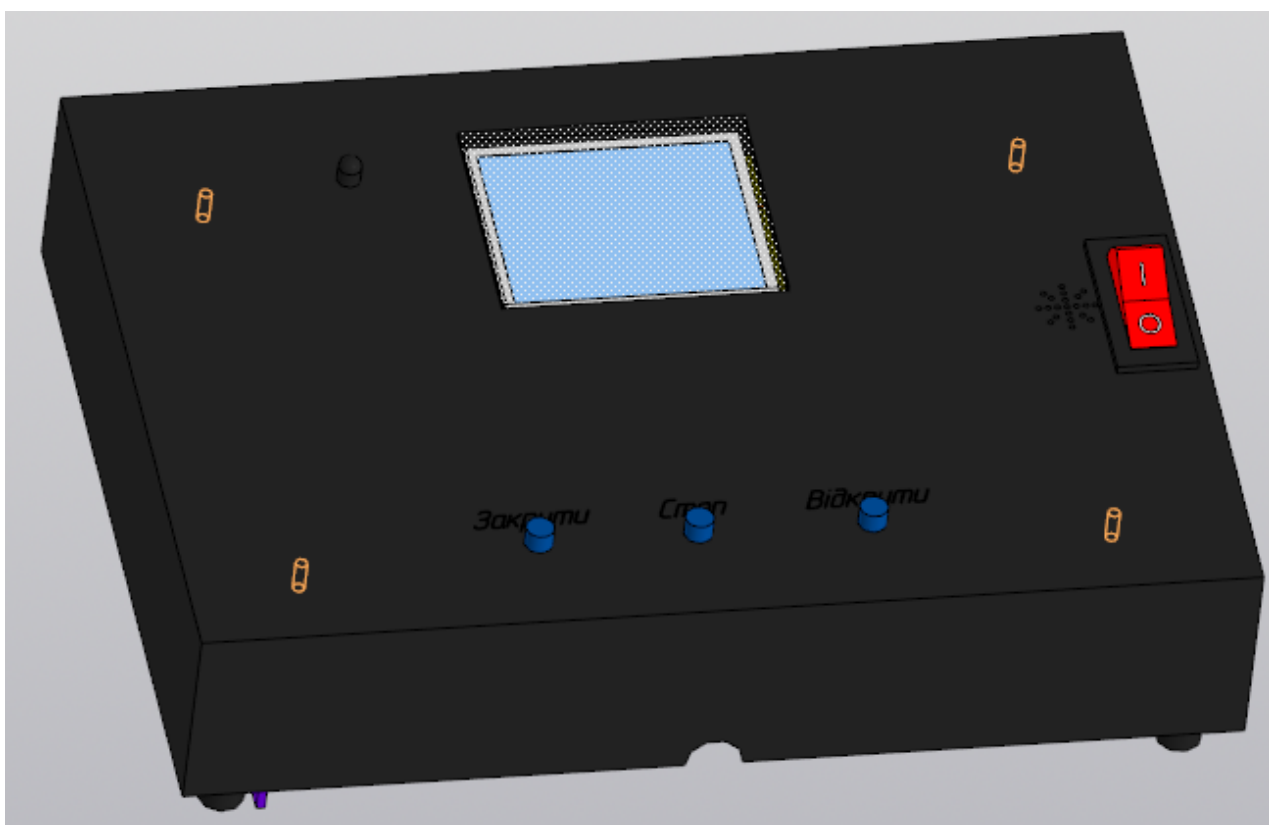


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

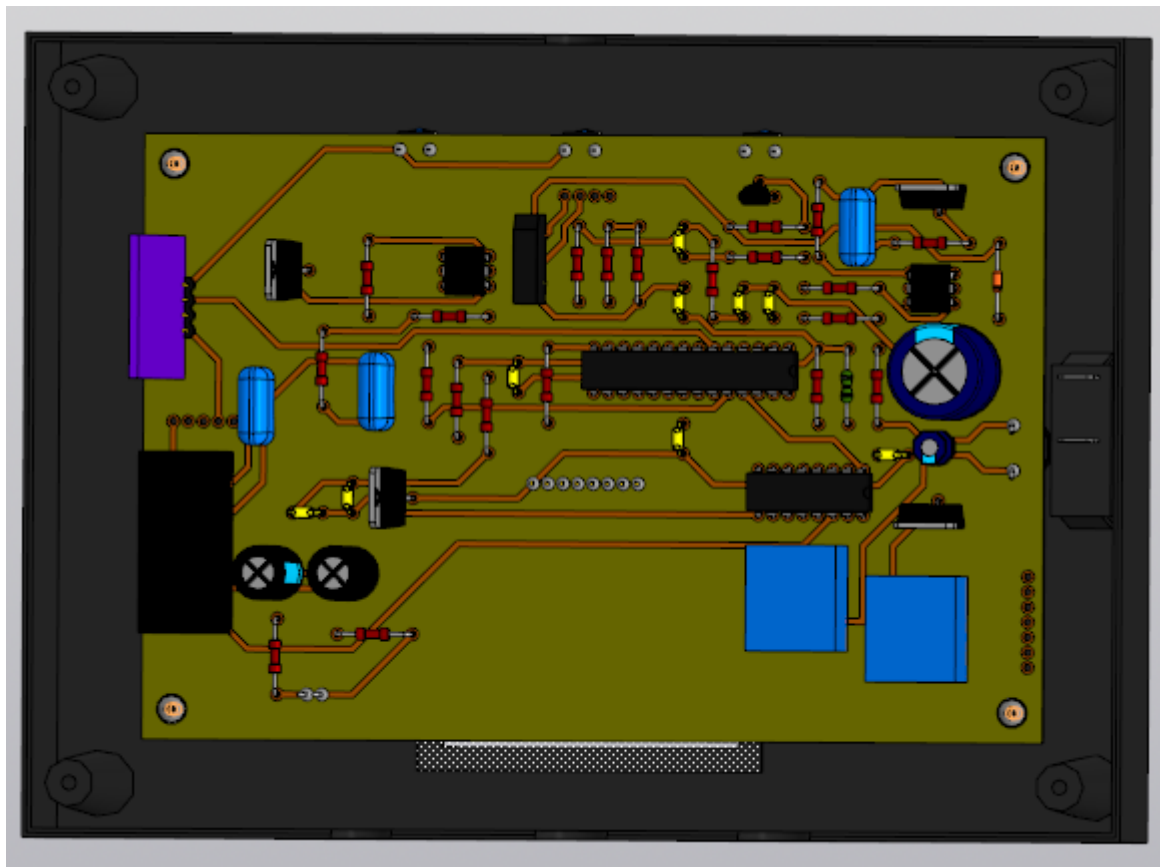


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

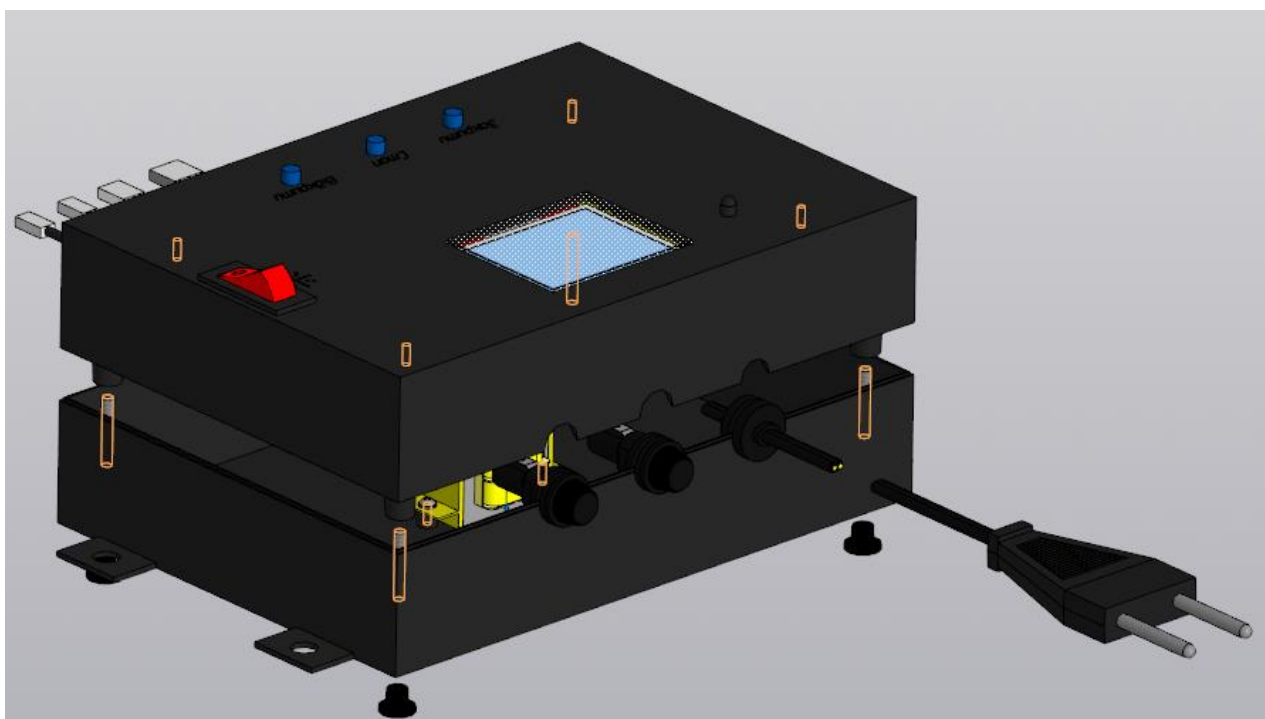


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ

Арк.

5

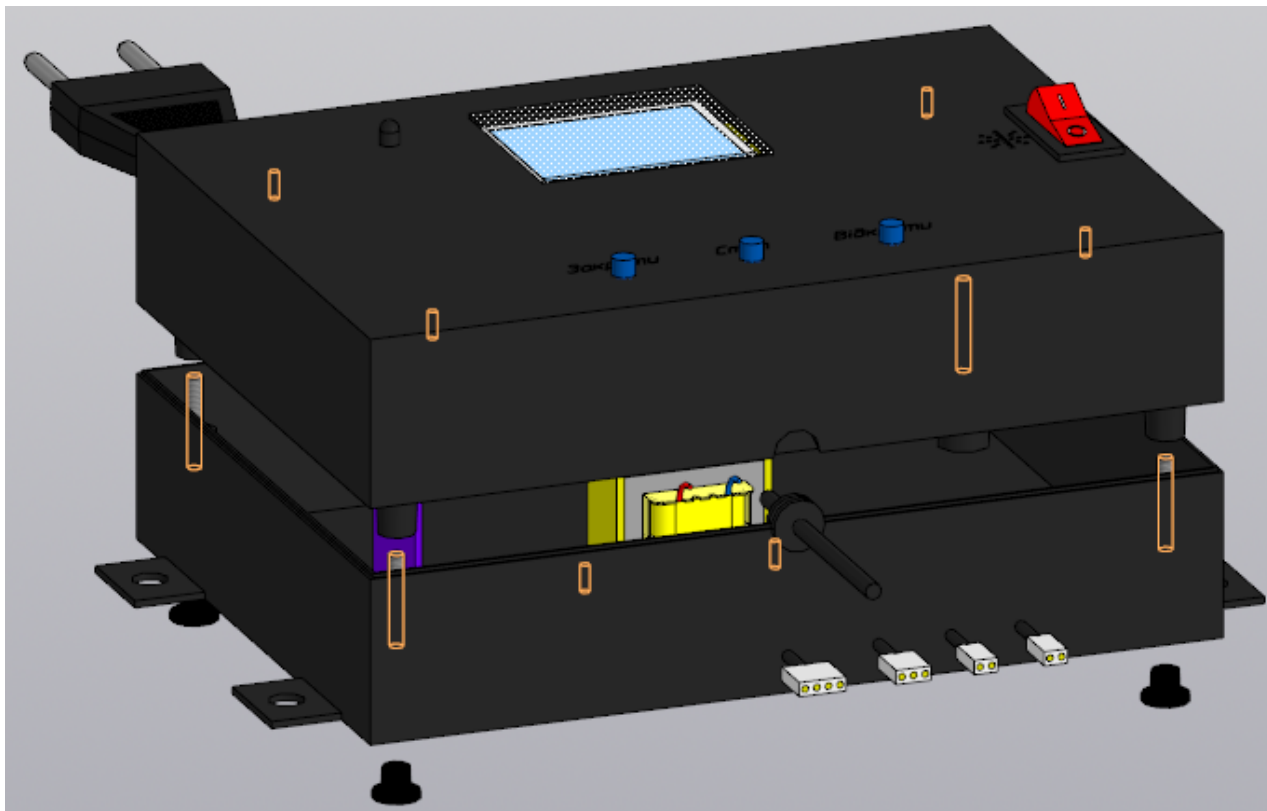
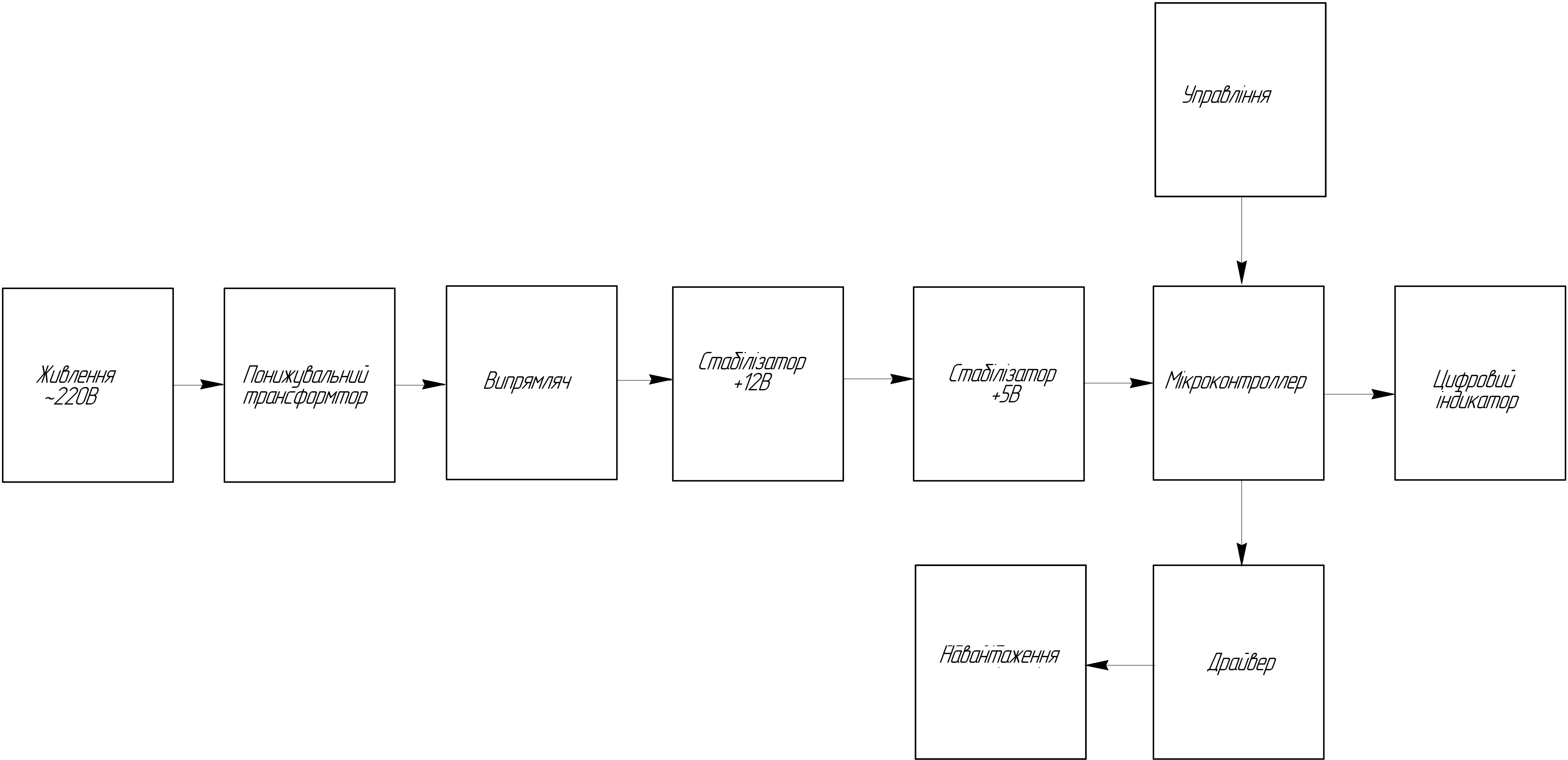


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.019.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

26 КР 172.402.019.001.000 Е1



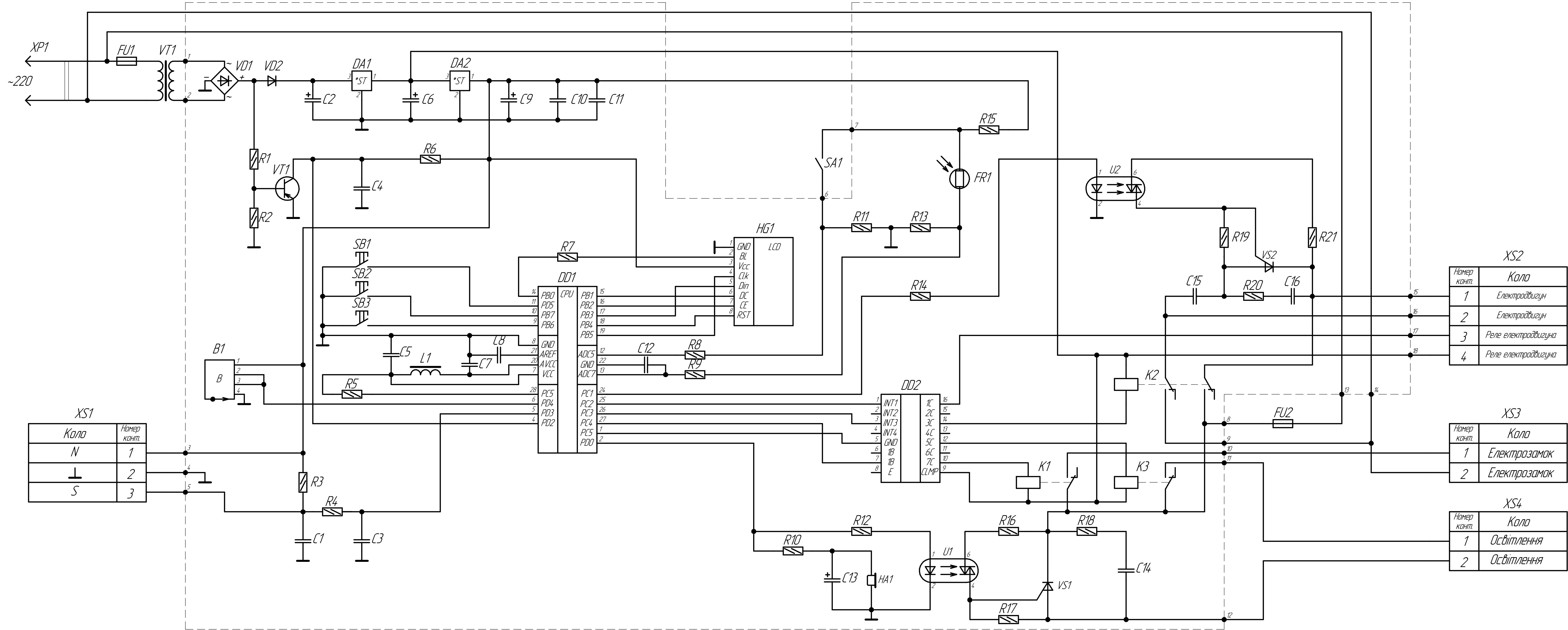
Перш. Висхід.
Додат. №

Підпис і дата	№№ і дати	Зем. №№	№№ і дати
№№ і дати	№№ і дати	№№ і дати	№№ і дати

					26 КР 172.402.019.001.000 Е1				
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Дистанційне управління для воріт	Лист	Маса	Масштаб	
Розроб	Мацьопа	Федюк-ко				-	Н	-	-
Лекція						Архив			
Т.контр	Рецензент	Н.контр	Заборожний		Електрична структурна схема	Архивів 1			
Заліберд						ВСТ ТФК ТНТУ ТР-402			
						м. Тернопіль			

Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка		
		БК1	Модуль приймача ZH-9921 "Dallas"			1			
			Конденсатори						
		С1	RDE5C1H-150 нФ ±10% "Murata"			1			
		С2	ECAP-450 В-4 70 мкФ ±20% "Epcos"			1			
		С3	RDE5C1H-150 нФ ±10% "Murata"			1			
		С4	RDE5C1H-2200 нФ ±10% "Murata"			1			
		С5	RDE5C1H-150 нФ ±10% "Murata"			1			
		С6	ECAP-25 В-220 мкФ ±20% "Epcos"			1			
		С7, С8	RDE5C1H-100 нФ ±10% "Murata"			2			
		С9	ECAP-16 В-1000 мкФ ±20% "Epcos"			1			
		С10...С12	RDE5C1H-100 нФ ±10% "Murata"			3			
		С13	ECAP-16 В-1 мкФ ±20% "Epcos"			1			
		С14	B32529C1102J000-4000 В-0,01 мкФ ±10% "Epcos"			1			
		С15	B32529C1102J000-630 В-0,22 мкФ ±10% "Epcos"			1			
		С16	B32529C1102J000-630 В-0,01 мкФ ±10% "Epcos"			1			
			Мікросхеми						
		DA1	7812 "Hottech"			1			
		DA2	7805 "Hottech"			1			
		DD1	ATMEGA328-PU "Atmel"			1			
		DD2	ULN2003A "ST Microelectronics"			1			
		FR1	Фоторезистор GL5528 "Senba Sensing"			1			
			Запобіжники						
		26 КР 172.402.019.001.000							
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Розроб.	Мацьопа				Літ.		
		Перевір.	Федечко				Аркцш		
		Н.контр.	Задорожний				Аркцшів		
		Затверд.					ВСП ТФК ТР-402		
		Дистанційне управління для воріт Перелік елементів					м. Тернопіль		

Поз. познач.		Найменування		Кіл.	Примітка
FU1		AFU-T-06-0.16 A-250B "ECE"		1	
FU2		AFU-T-06-8 A-250B "ECE"		1	
HA1		Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"		1	
HG1		Дисплеї Nokia 5110 "Nokia"		1	
		Реле			
K1		801H-1C-C 12VDC "Song Chuan Precision"		1	
K2		R2G2CH012 "Shenle"		1	
K3		801H-1C-C 12VDC "Song Chuan Precision"		1	
L1		Дросель EC24-100K-10 мкГн "Bourns"		1	
		Резистори			
R1		MFP-0,125 Вт-10 кОм ±10% "Yageo"		1	
R2		MFP-0,125 Вт-43 кОм ±10% "Yageo"		1	
R3		MFP-0,125 Вт-4,7 кОм ±10% "Yageo"		1	
R4		MFP-0,125 Вт-1 кОм ±10% "Yageo"		1	
R5, R6		MFP-0,125 Вт-10 кОм ±10% "Yageo"		2	
R7		MFP-0,125 Вт-100 Ом ±10% "Yageo"		1	
R8, R9		MFP-0,125 Вт-10 кОм ±10% "Yageo"		2	
R10		MFP-0,125 Вт-27 Ом ±10% "Yageo"		1	
R11		MFP-0,125 Вт-10 кОм ±10% "Yageo"		1	
R12		MFP-0,125 Вт-470 Ом ±10% "Yageo"		1	
R13		MFP-0,125 Вт-220 кОм ±10% "Yageo"		1	
R14		MFP-0,125 Вт-470 Ом ±10% "Yageo"		1	
R15		MFP-0,125 Вт-100 Ом ±10% "Yageo"		1	
R16, R17		MFP-0,125 Вт-330 кОм ±10% "Yageo"		1	
</					



XS1	Номер конт.
Коло	1
N	2
S	3

XS2	Номер конт.	Коло
1	1	Електропривід
2	2	Електропривід
3	3	Реле електропривіду
4	4	Реле електропривіду

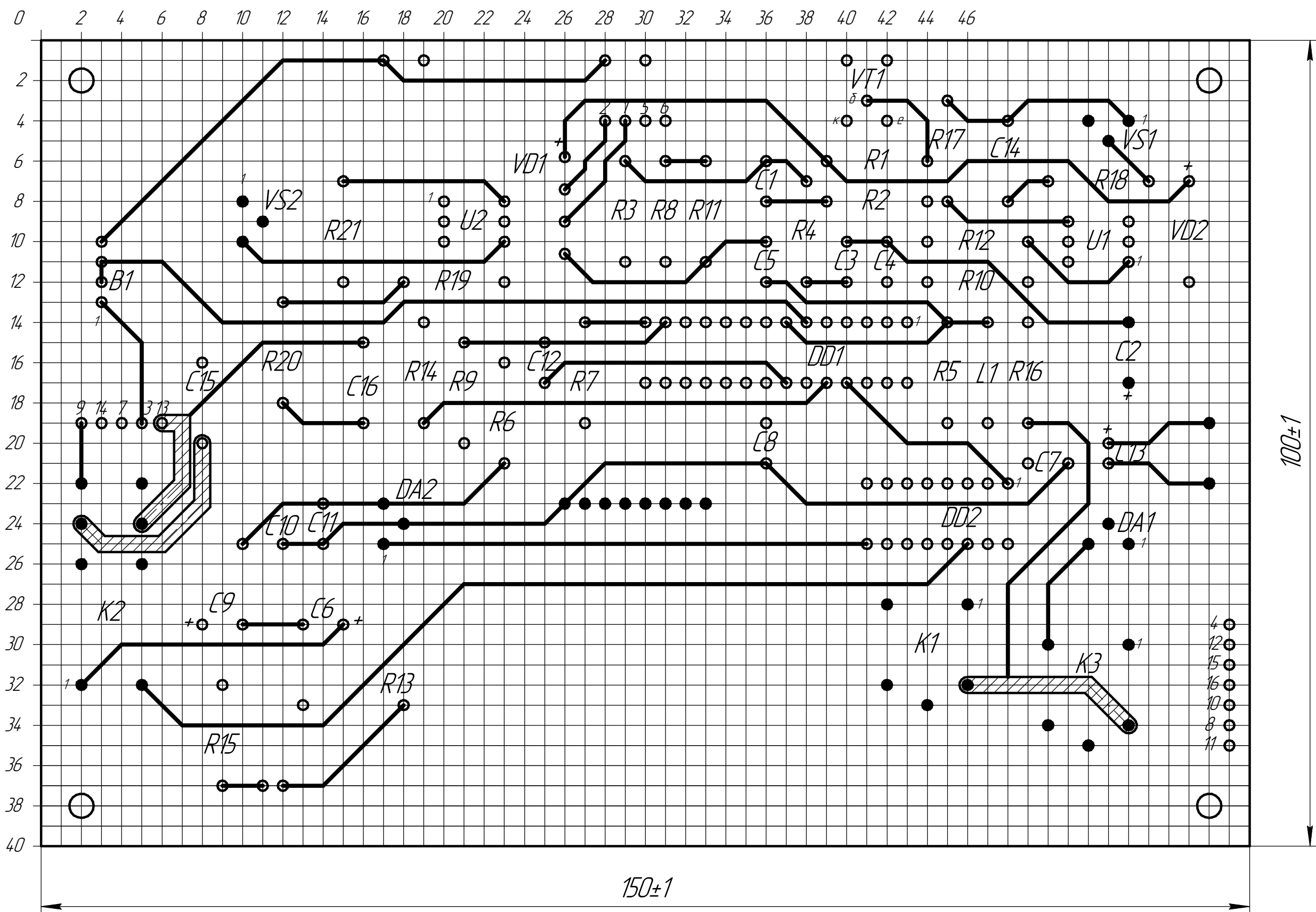
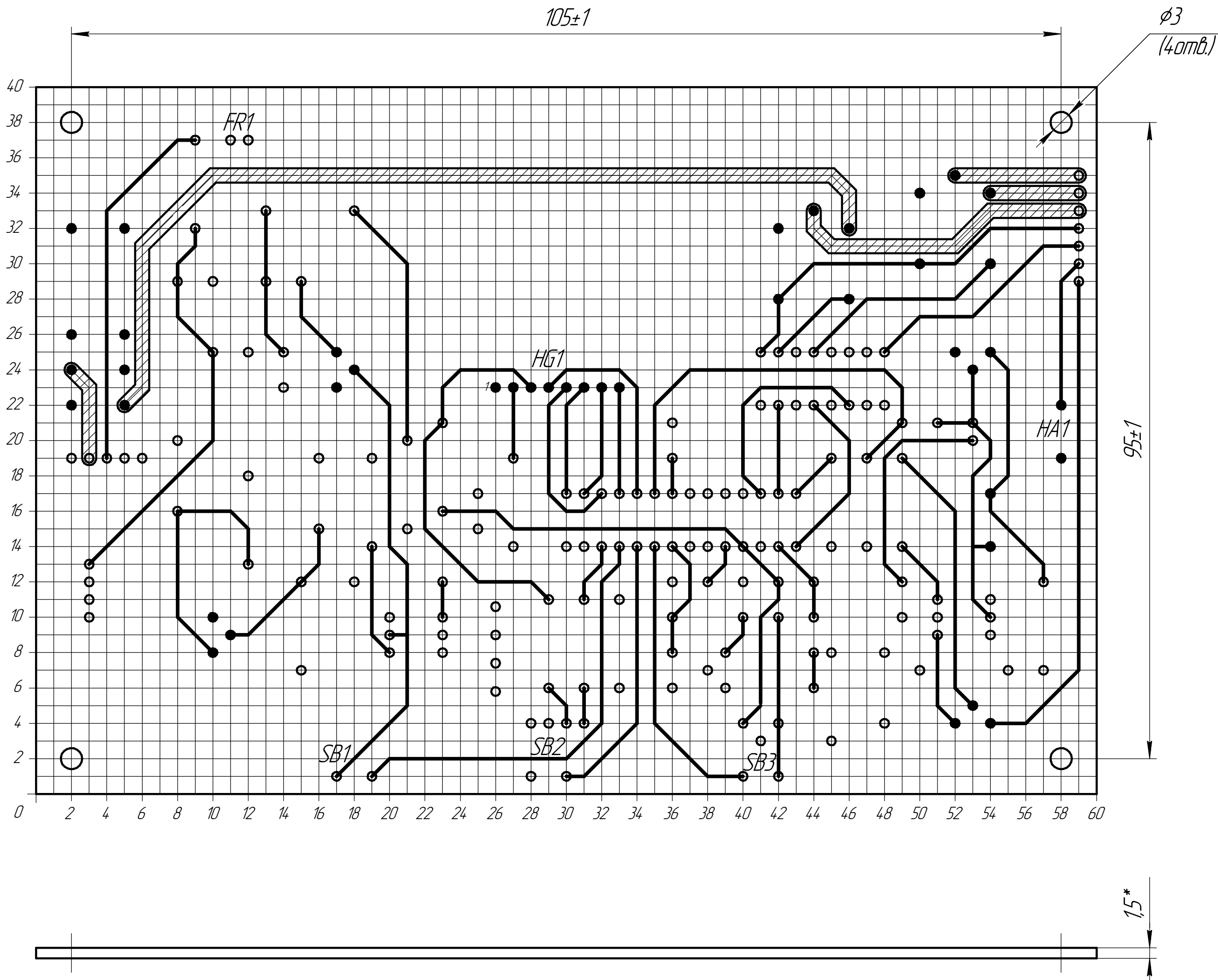
XS3	Номер конт.	Коло
1	1	Електрозамок
2	2	Електрозамок

XS4	Номер конт.	Коло
1	1	Освітлення
2	2	Освітлення

26 КР 172.402.019.001.000 ЕЗ				
Дистанційне управління для воріт				
Схема електрично принципи				
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата
Розроб.	Мацього			
Перевір.	Федченко			
Т.контр.				
Н.контр.	Задорожний			
Затверд.				
Лист		Маса	Масштаб	
Н		-	-	
Архив		Архив	1	
ВСП ТФК ТР-402		м. Тернопіль		
Формат		А1		

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,8	Є	2,0	167	
	1,0	Є	2,2	42	



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

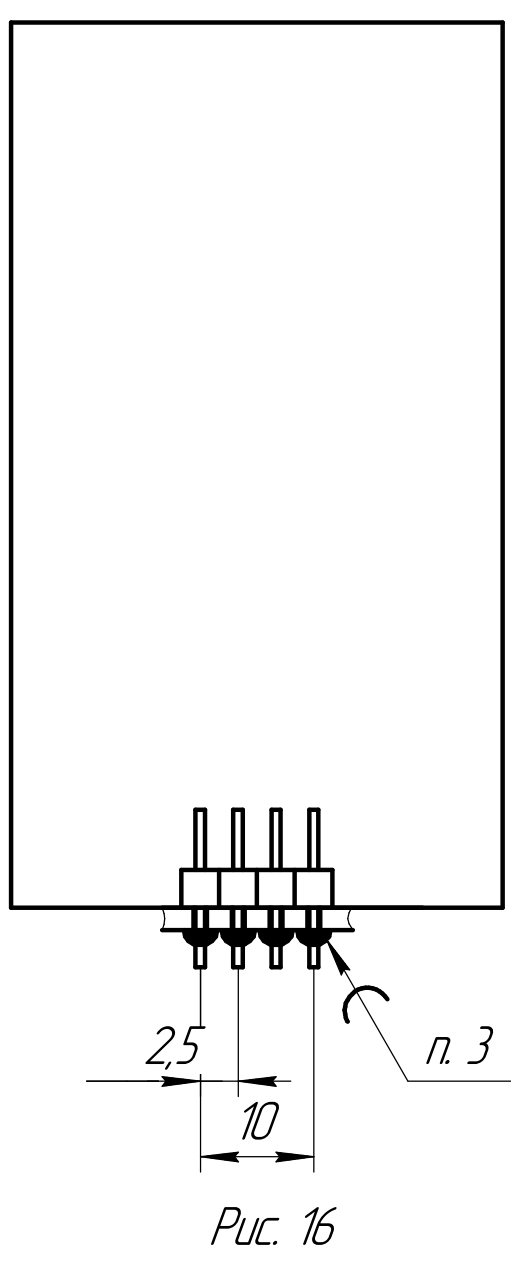
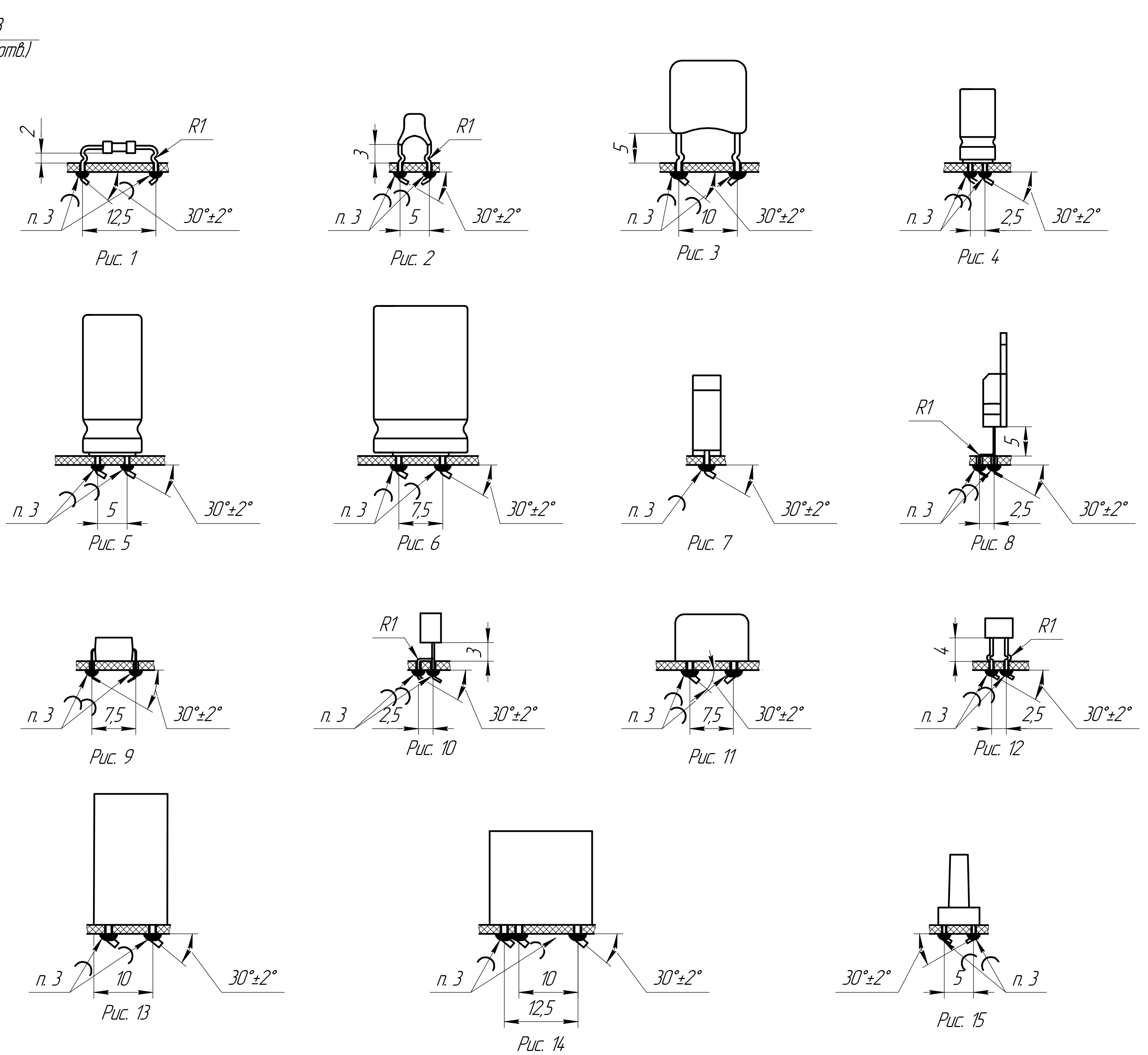
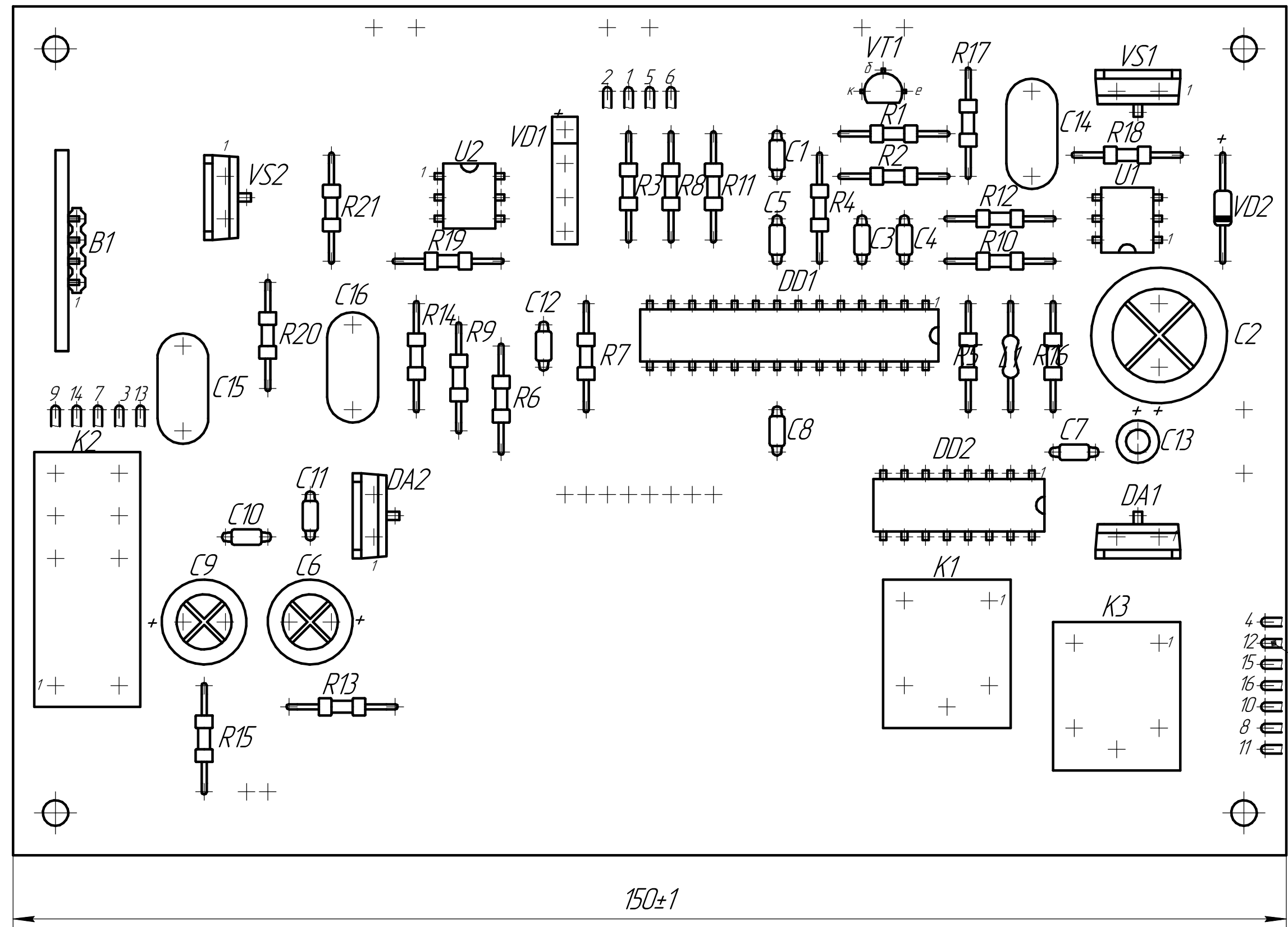
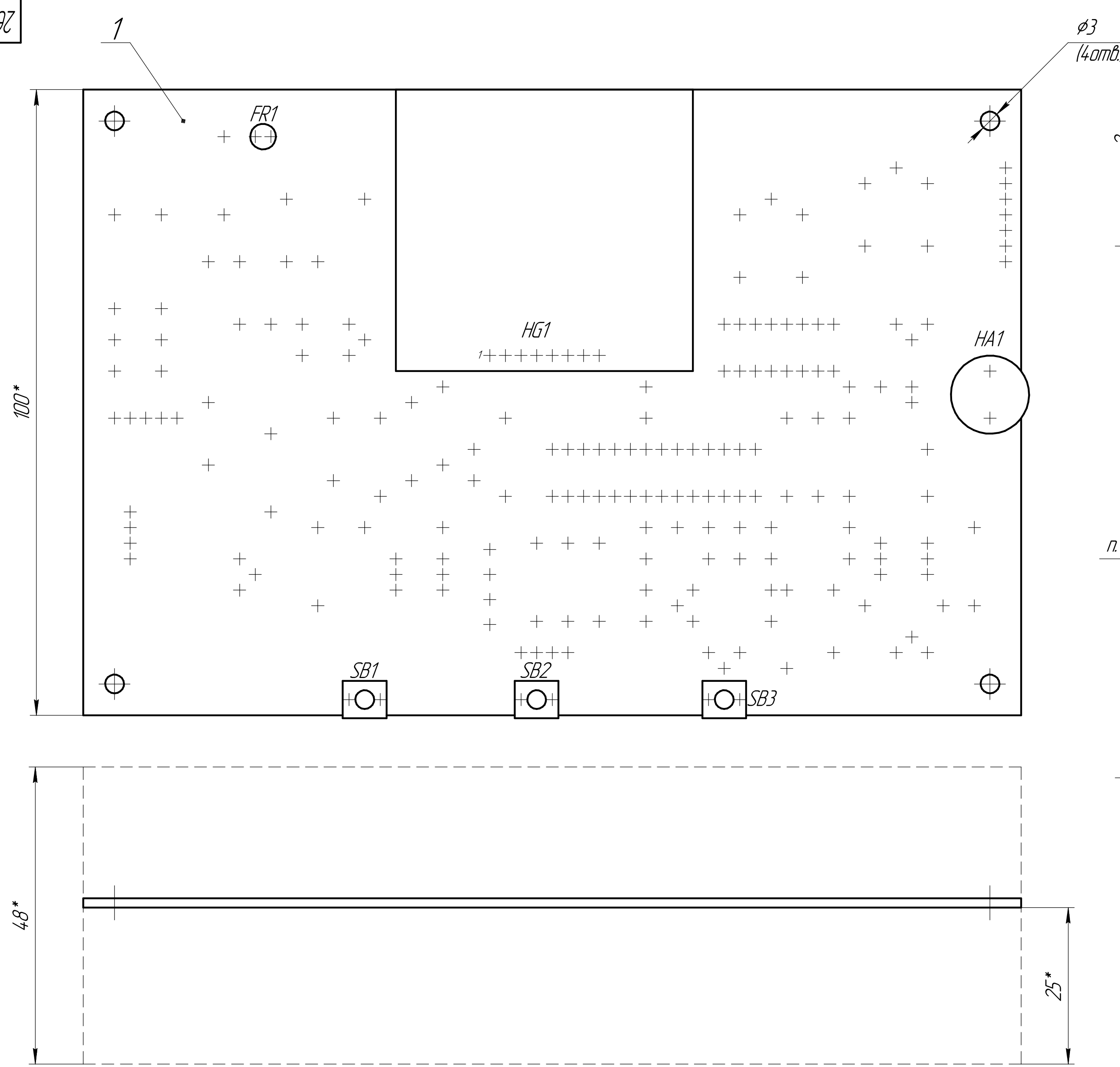
26 КР 172.402.019.001.001					Лист		
Плата друкована					Н	0,03	21
					Аркши		
ГФ2-35-15КП					Аркши		
ГОСТ 10316-78					ВСП ТФК ТР-402		
м. Тернопіль					Формат А1		

Перш. Виробник	Листів №	Лінійс. дата	Листів №	Зам. від №	Лінійс. дата	Листів №	Зам. від №	Лінійс. дата	Листів №
----------------	----------	--------------	----------	------------	--------------	----------	------------	--------------	----------

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.019.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A1			26 КР 172.402.019.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.402.019.001.000 СК	Вузол друкований	1			
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.019.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.402.019.001.002	Перемичка	16		
								Інші вироби		
					3		Модуль приймача ZH-9921 "Dallas"	1	B1	
								Конденсатори		
						5	RDE5C1H-2200 нФ ±10% "Murata"	1	С4	
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний		6	RDE5C1H-100 нФ ±10% "Murata"	5	С7,С8,С10...С12		
					7	RDE5C1H-150 нФ ±10% "Murata"	3	С1,С3,С5		
					8	B32529C1102J000-630 В-0,01 мкФ ±10% "Epcos"	1	С16		
					9	B32529C1102J000-4000 В-0,01 мкФ ±10% "Epcos"	1	С14		
					10	B32529C1102J000-630 В-0,22 мкФ ±10% "Epcos"	1	С15		
					11	ECAP-16 В-1 мкФ ±20% "Epcos"	1	С13		
					12	ECAP-25 В-220 мкФ ±20% "Epcos"	1	С6		
					13	ECAP-450 В-470 мкФ ±20% "Epcos"	1	С2		
					14	ECAP-16 В-1000 мкФ ±20% "Epcos"	1	С9		
26 КР 172.402.019.001.000										
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розрод.	Мацьопа				Літ.	Аркцш	Аркцшів			
Перевір.	Федечко				Н	1	2			
					ВСП ТФК ТР-402					
					м. Тернопіль					
					Формат А4					

26 КР 172.402.019.001.000 СК

Перш. Виробник	Листів №	Листів. Дата	Листів. Дата	Зам. від №	Листів. Дата	Листів. Дата	Листів. Дата



- *Разміри для довідок.
- Установку і формування елементів провідити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1, R21, L1, VD2-на рис. 1; C1, C3..C5, C7, C8, C10..C12-на рис. 2; C14..C16-на рис.3; C13-на рис. 4; C6, C9-на рис. 5; C2-на рис. 6; VD1-на рис. 7; DA1, DA2, VS1, VS2-на рис. 8; DD1, DD2, U1, U2-на рис. 9; VT1-на рис. 10; HA1-на рис. 11; FR1-на рис. 12; K2-на рис. 13; K1, K3-на рис. 14; SB1..SB3-на рис. 15; B1-на рис. 16.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна БМ, біла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО, О10, О07. Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друківні провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

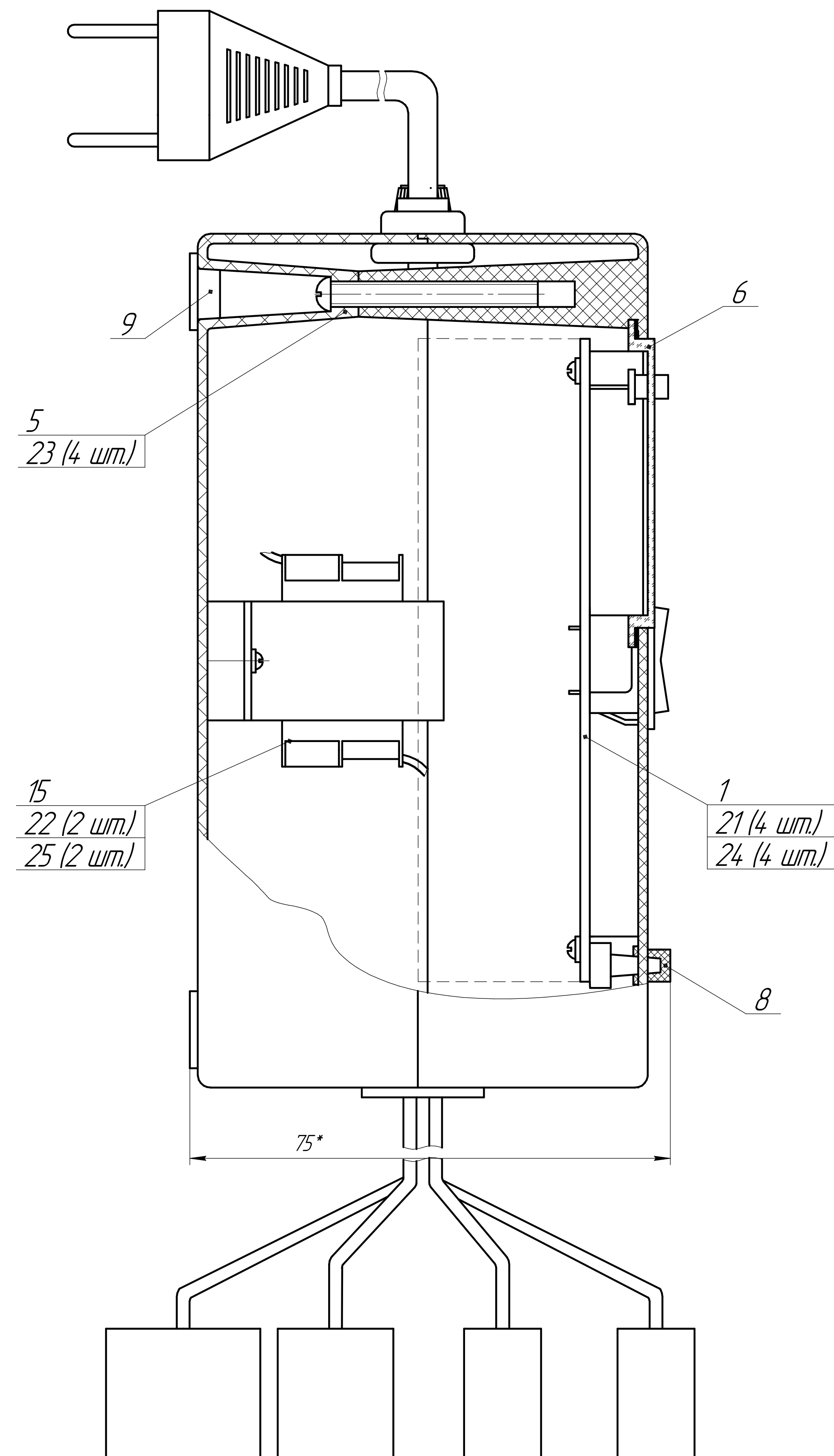
26 КР 172.402.019.001.000 СК				Вузел друкований			Лит	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Н	0,06	21		
Разроб.	Мацього				Архив	Архив	1		
Перевір.	Федченко				ВСП ТФК ТР-402				
Т.контр.					м. Тернопіль				
Н.контр.	Задорожний				Формат А1				
Затверд.					Копія				

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.019.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.402.019.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A2			26 КР 172.402.019.004.000 СК	Складальне креслення	1			
						Складальні одиниці				
Підпис і дата	Інв. № докл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.019.001.000 СК	Вузол друкований	1		
				БК	2	26 КР 172.402.019.001.001	Тримач для запобіжника	2		
								Деталі		
				БК	4	26 КР 172.402.019.004.001	Верхня кришка	1		
				БК	5	26 КР 172.402.019.004.002	Нижня кришка	1		
				БК	6	26 КР 172.402.019.004.003	Скло під дисплей	1		
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний	БК	7	26 КР 172.402.019.004.004	Втулка	1		
				БК	8	26 КР 172.402.019.004.005	Накладка під кнопку	4		
				БК	9	26 КР 172.402.019.004.006	Ніжка	4		
								Інші вироби		
								Запобіжники		
					10			AFU-T-06-0.16 A-250B "ECE"	1	
					11			AFU-T-06-8 A-250B "ECE"	1	
26 КР 172.402.019.004.000										
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розрод.	Мацьопа				Літ.	Аркцш	Аркцшів			
Перевір.	Федечко				Н	1	2			
Дистанційне управління для воріт					ВСП ТФК ТР-402					
					м. Тернопіль					

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

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		13		Перемикач А21В1К11 "EMAS"	1	SA1
		15		Трансформатор В78386-Р1116-А "Epcos"	1	TV1
				Роз'єми		
		17		LT-322 H05VV-F 3*0.75 "Lian Dung"	1	XP1
		18		1-480424-0 "TE Connectivity"	1	XS2
		19		350766-4 "TE Connectivity"	1	XS1
		20		350777-4 "TE Connectivity"	2	XS3, XS4
				Стандартні вироби		
		21		Гвинт Г2,5-6gx8 ГОСТ 17473-80	4	
		22		Гвинт Г3,5-6gx8 ГОСТ 17475-80	2	
		23		Гвинт Г3,5-6gx30 ГОСТ 17475-80	4	
		24		Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	4	
		25		Шайба 3,5 ГОСТ 10450-78	2	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.402.019.004.000	Арк. 2
-----	------	----------	--------	------	---------------------------	-----------



- | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------------|--------|------|-------------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|-------|----------|
| | | | | | | 26 КР 172.402.019.004.000 СК СК | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | Дистанційне управління
для барит | | | Лист | Маса | Максимум |
| Розроб. | | Мацьола | | | Складальне креслення | | | н | 0,4 | 21 |
| Перевір. | | Федечко | | | | | | Аркши | Аркши | 1 |
| Г. контр. | | | | | | | | ВСП ТФК ТР-402
м. Тернопіль | | |
| Н. контр. | | Задорожний | | | | | | | | |
| Затверд. | | | | | | | | | | |

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																		
Замість																		
Підпис																		
															Аркуш 4			
												26 КР 172.402.019.03.000			26 КР 172.402.019.03.118			
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		
01		5. Установити транзистори поз.53(VT1) згідно рис.10 модуль приймача поз.3(В1) згідно рис. 16 згідно карти ескізів по ТТП ТТ											7304325					
Т02		Кусачки РТ 145532																
03		Пінцет РТ 265641																
К04	1	Плата друкована					26 КР 172.402.019.001.001						796	100	100			
05	3	Модуль приймача					ZH-9921			"Dallas"			796	100	100			
06	5	Конденсатори					RDE5C1H-2200 нФ ±10%			"Murata"			796	100	100			
07	6	Конденсатори					RDE5C1H-100 нФ ±10%			"Murata"			796	100	500			
08	7	Конденсатори					RDE5C1H-150 нФ ±10%			"Murata"			796	100	300			
09	8	Конденсатор					B32529C1102J000-630 В-0,01 мкФ ±10%			"Epcos"			796	100	100			
10	9	Конденсатор					B32529C1102J000-400 В-0,01 мкФ ±10%			"Epcos"			796	100	100			
11	10	Конденсатор					B32529C1102J000-630 В-0,22 мкФ ±10%			"Epcos"			796	100	100			
12	11	Конденсатор					ECAP-16 В-1 мкФ ±20%			"Epcos"			796	100	100			
13	12	Конденсатор					ECAP-25 В-1 мкФ ±20%			"Epcos"			796	100	100			
14	13	Конденсатор					ECAP-450 В-470 мкФ ±20%			"Epcos"			796	100	100			
15	14	Конденсатор					ECAP-16 В-1000 мкФ ±20%			"Epcos"			796	100	100			
16	16	Мікросхеми					7805			"Hottech"			796	100	100			
17	17	Мікросхеми					7812			"Hottech"			796	100	100			
18	18	Мікросхеми					ATMEGA328-PU			"Atmel"			796	100	100			

Дубл																					
Замість																					
Підпис																					
																Аркуш 5					
												26 КР 172.402.019.03.000				26 КР 172.402.019.03.118					
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	19	Мікросхеми		ULN2003A							"ST Microelectronics"					796	100	100			
02	27	Реле		801H-1C-C 12VDC							"Song Chuan Precision"					796	100	200			
03	28	Реле		R2G2CH012							"Shenle"					796	100	100			
04	30	Дросель		EC24-100K-10 мкГн							"Bourns"					796	100	100			
05	32	Резистори		MFP-0,125 Вт-27 Ом ±10%							"Yageo"					796	100	100			
06	33	Резистори		MFP-0,125 Вт-51 Ом ±10%							"Yageo"					796	100	200			
07	34	Резистори		MFP-0,125 Вт-100 Ом ±10%							"Yageo"					796	100	200			
08	35	Резистори		MFP-0,125 Вт-3300 Ом ±10%							"Yageo"					796	100	100			
09	36	Резистори		MFP-0,125 Вт-4 700 Ом ±10%							"Yageo"					796	100	200			
10	37	Резистори		MFP-0,125 Вт-1кОм ±10%							"Yageo"					796	100	100			
11	38	Резистори		MFP-0,125 Вт-4,7кОм ±10%							"Yageo"					796	100	100			
12	39	Резистори		MFP-0,125 Вт-10кОм ±10%							"Yageo"					796	100	600			
13	40	Резистори		MFP-0,125 Вт-43кОм ±10%							"Yageo"					796	100	100			
14	41	Резистори		MFP-0,125 Вт-220кОм ±10%							"Yageo"					796	100	100			
15	42	Резистори		MFP-0,125 Вт-330кОм ±10%							"Yageo"					796	100	300			
16	46	Оптороди		MOC3052M							"UMW"					796	100	200			
17	48	Діод		1N4148							"Diotec"					796	100	100			
18	49	Діод		D2SBA60-7000							"Shindengen"					796	100	100			

Дубл																		
Замість																		
Підпис																		
															Аркуш 6			
												26 КР 172.402.019.03.000			26 КР 172.402.019.03.118			
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції					Позначення документа								
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ		
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр			
01	51	Симістор			BT137-600D					"WEIDA"					796	100	200	
02	53	Транзистор			BC547A					"LGE"					796	100	100	
03																		
04																		
A 05	402		019	045	402019045 Автоматизована пайка												0,005	
Б 06		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001																
0 07		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (175шт)																
M08		Припой ПОС-61			ГОСТ 21931-76								180	100	0,53			
09		Флюс АТН-120			ГОСТ 32142-82								120	100	0,88			
10		Спиртобензинова суміш			ГОСТ 443-76								120	100	0,88			
11																		
A12	402		019	050	4020190050 Електромонтаж												0,004	
0 13		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (34шт)																
14		2. Установити перемички поз.2(16шт) згідно карти ескізів по ТТП254681																
15		3. Установити фоторезистор поз.21(FR1) згідно рис.12 зумер поз.23(НА1) згідно рис.11 згідно карти ескізів по ТТП254681																
16		3. Установити дисплей поз.25(HG1) кнопки поз.44(SB1-SB3) рис.15 згідно карти ескізів по ТТП254681																
17	2	Перемичка			26 КР 172.402.019.001002								796	100	1600			
18	21	Фоторезистор			GL5528					"Senba Sensing"				796	100	100		

[illegible]

Дубл																
Замість																
Підпис																
														Аркуш 8		
											26 КР 172.402.019.03.000			26 КР 172.402.019.03.118		
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																
02																
А 03	402		019	060	402019060 Лакування											0,005
Б 04		Установка для лакування РТ 640138														
005		Лакувати плату по ТТП 156324														
М 06		Лак		АК-113	ГОСТ 23832-79								120	100	1,5	
07																
А 08	402		019	065	402019065 Технічний контроль											0,005
Б 09		Установка для регулювання РТ 628413														
010		Перевірку провести по інструкції 26 КР 172.402.019.02 i2														
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																

Дубл.																															
Замість																															
Підпис																															
													Аркушів 5		Аркуш 1																
Розробив		Мацьопа						ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.402.019.001 СК					26 КР 172.402.019.001															
Перевірів		Федечко																													
Нормував																															
Затвердив																															
Н. контр.		Задорожний																													
А		Цех		Діл		РМ		Опер		Код, назва операції				Позначення документа																	
Б		Код, назва обладнання								СМ.		Проф		Р		УТ		КР		КОВД		ОН		ОП		К ШТ		Т ПЗ		Т ШТ	
К-М		Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу								Позначення, код						СПП		ОВ		ОН		КВ		ВНТР							
01		Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																													
02																															
A 03		402				019		005		402.019.01 Комплектування																		0,005			
004		Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (40шт)																													
05																															
A 06		402				019		010		402.019.02 Слюсарно-складальна																		0,02			
B 07		Пневмоверт РТ 532964																													
008		Складання проводити по ТТП 231587																													
09		1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз. 4 гвинтами поз.21 (4шт) через шайбу поз.24(4шт)згідно карти ескізів																													
10		2. Кріпити трансформатор поз.15(TV1) до нижньої кришки поз. 5 гвинтами поз.22 (2шт) через шайбу поз.25(2шт)згідно карти ескізів																													
11		3. Кріпити перемикач поз.13(SA1)скло поз.6 , накладки поз.8(4шт)запобіжники поз.10(FU1) поз.11(FU2) через тримач під запобіжник поз.2 згідно																													
12		4. Кріпити роз'єм поз.17(XP1) між двох кришок, поз.18(XS2) поз.19(XS1) поз.20(XS3,XS4) через втулку поз.7 згідно карти ескізів																													
K 13		1		Вузол друкований								26 КР 172.402.019.001.000 СК						796		100		100									
14		2		Тримач для запобіжник								26 КР 172.402.019.004.001						796		100		100									

Дубл																
Замість																
Підпис																
															Аркуш 2	
											26 КР 172.402.019.001 СК			26 КР 172.402.019.001		
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	4	Кришка верхня						26 КР	172.402.019.004.001			796	100	100		
02	5	Кришка нижня						26 КР	172.402.019.004.002			796	100	100		
03	6	Скло під індикатор						26 КР	172.402.019.004.003			796	100	100		
04	7	Втулка						26 КР	172.402.019.004.004			796	100	100		
05	8	Накладка під кнопку						26 КР	172.402.019.004.005			796	100	100		
06	10	Запобіжник		AFU-T-06-0.16 A-250B				"ECE"				796	100	100		
07	11	Запобіжник		AFU-T-06-8 A-250B				"ECE"				796	100	100		
08	13	Перемикач		A21B1K11				"EMAS"				796	100	100		
09	15	Трансформатор		B78386-P1116-A				"Epcos"				796	100	100		
10	15	Роз'єм		LT-322 H05VV-F 3*0.75				"Lian Dung"				796	100	100		
11	18	Роз'єм		1-480704-0				"TE Connectivity"				796	100	100		
12	19	Роз'єм		350766-4				"TE Connectivity"				796	100	100		
13	20	Роз'єм		350777-4				"TE Connectivity"				796	100	200		
14	21	Гвинт		Г2,5-6gx8				ГОСТ 17473-80				796	100	400		
15	22	Гвинт		Г3,5-6gx8				ГОСТ 17473-80				796	100	200		
16	24	Шайба		2,5				ГОСТ 10450-78				796	100	400		
17	25	Шайба		3,5				ГОСТ 10450-78				796	100	200		
18																

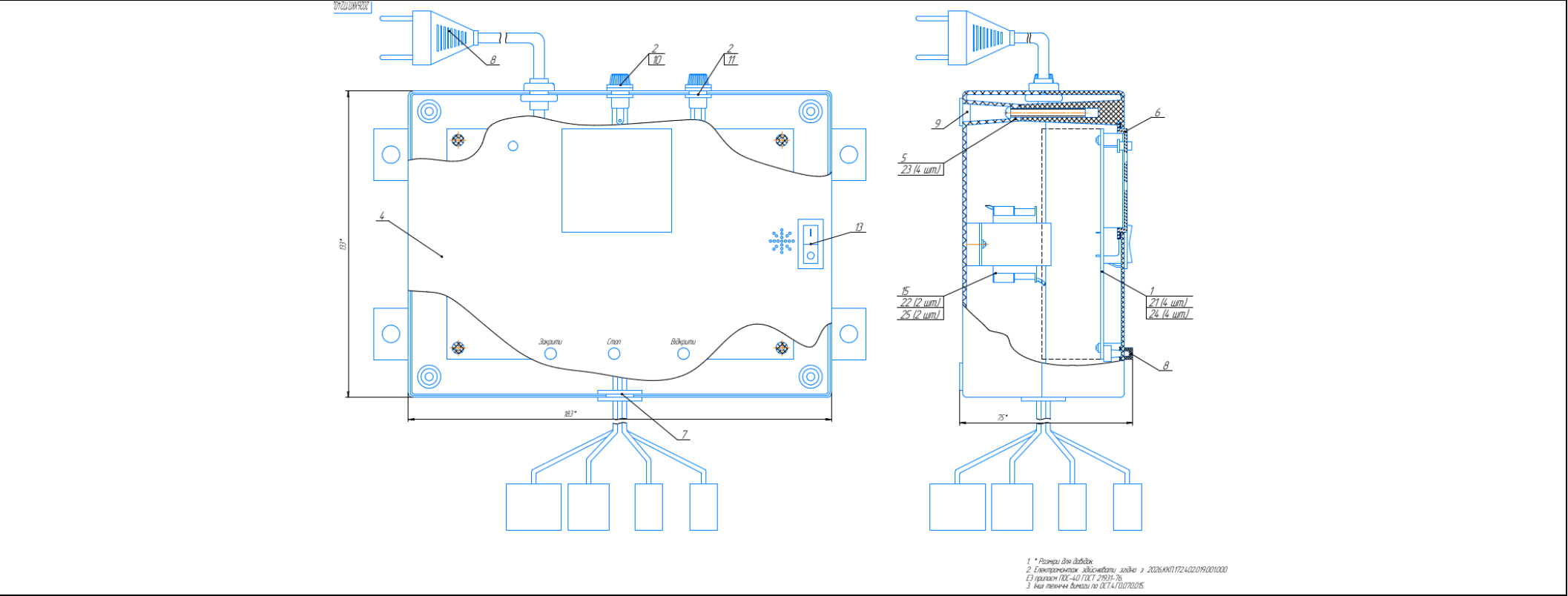
[illegible]

[illegible]

Дубл.									
Замість									
Підпис									

							Аркушів 5	Аркуш 5		
Розробив	Мацьопа			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.019.001 СК		26 КР 172.402.019.001			
Перевірів	Федечко									
Нормував				Дистанційне управління для воріт			Н			
Затвердив										
Н. контр.	Задорожний									

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



Техніко – економічні показники приладу дистанційного управління для воріт

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	~220В...240В	1	Річний обсяг виробництва	2300шт.
2	Струм споживання	до 300... 800мА	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125 грн
3	Габаритні розміри	183*13 *71 мм	3	Чистий прибуток	719810,76 грн
4	Маса	0,4кг	4	Повна собівартість на виріб	1590,25 грн
5	Допустима вологість повітря	85%	5	Ціна одиниці виробу	1971,91 грн.
6	Розміри плати	100*150мм	6	Рентабельність виробу	19,68%
7	Діапазон температури працездатності	-20...+35°C	7	Термін окупності	0,35р
8			8	Індекс продуктивності	2,86