

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 лабораторний блок живлення**
IRF630MF

Виконав: студент (ка) II курсу, групи ТР-403скСпеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»Освітня програма: «Конструювання, виробництво та
технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Король В.В._____

(прізвище та ініціали)

Керівник **Федечко В.М.**_____

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
_____Королю Василю Васильовичу_____**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи
_Розробка конструкції лабораторний блок живлення IRF 630 MF

керівник кваліфікаційної роботи _Федечко Віталій Марянови_____,
(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
~220...240В; 2. Температура працездатної роботи -15.....+45°C; 3. Відносна вологість
86%; 4. Струм споживання 1,2А;

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. Перевірка знань працівників з питань охорони праці
 - 4.2. Призначення та класифікація систем вентиляції
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка конструкції лабораторний блок живлення IRF630MF Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Король								
Перевір.		Федечко								
Рецензент								ВСП ТФК ТНТУ ТР-403 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Задорожний								
Затверд.										

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

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....

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

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....

4.1 Перевірка знань працівників з питань охорони праці.....

4.2 Призначення та класифікація систем вентиляції.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Король В.В. Розробка конструкції лабораторного блока живлення IRF630MF: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 125*85 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати розташовані світлодіоди HL1-HL6. У приладі на вузлі відстані елементи, котрі виділяють велику кількість тепла.

Розміри корпусу проектного приладу 143×110×86 мм. Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають корито-подібну форму. До верхньої кришки кріпляться перемикач та роз'єм за допомогою гвинта, гайок та шайб, на верхній кришці також кріпляться вольтметр та резистор регулювання напругою, перемикач включення живлення. До нижньої кришки кріпиться трансформатор за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. Також на корпус кріпляться запобіжник за допомогою шайб та гайок і шнур мережевий. Верхня кришка має отвори для світлодіодів, які індикують роботу приладу.

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Korol V.V. Development of the design of the laboratory power supply IRF630MF: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 125*85 mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side of the board are the HL1-HL6 LEDs. In the device, the node has elements that emit a large amount of heat.

The dimensions of the housing of the designed device are 143×110×86 mm. The housing of this device is made of plastic. The upper and lower covers have a trough-like shape. The switch and connector are attached to the top cover using a screw, nuts and washers, a voltmeter and a voltage regulation resistor, and a power switch are also attached to the top cover. The transformer is attached to the bottom cover using four screws and washers. A fuse and a power cord are also attached to the case using washers and nuts. The top cover has holes for LEDs that indicate the operation of the device.

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

Keywords: power supply, voltage, regulation, current.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований лабораторний блок живлення на базі транзистора IRF630MF призначений для формування стабілізованої регульованої напруги постійного струму з можливістю точного налаштування вихідних параметрів. Пристрій забезпечує надійне живлення електронних схем у широкому діапазоні навантажень, що робить його універсальним інструментом для роботи з радіоелектронікою.

Основною функцією блока живлення є перетворення змінної напруги мережі у стабільну постійну напругу з мінімальним рівнем пульсацій. Завдяки застосуванню польового транзистора IRF630MF у якості регулюючого елемента забезпечується ефективне керування потужністю, висока швидкодія та покращені теплові характеристики. Це дозволяє пристрою працювати у тривалих режимах без перегріву та втрати стабільності.

Блок живлення забезпечує:

- плавне регулювання вихідної напруги в заданому діапазоні;
- стабілізацію напруги при зміні струму навантаження;
- зменшення пульсацій вихідної напруги;
- можливість роботи з різними типами електронних пристроїв;
- підвищену надійність завдяки простоті та ефективності схеми.

Область застосування пристрою є досить широкою. Він може використовуватися:

- у радіоаматорській практиці для складання та перевірки схем;
- у сервісних центрах для ремонту електронної техніки;
- у навчальних лабораторіях для проведення практичних занять;
- у дослідницьких роботах та експериментах;
- для живлення малопотужних електронних пристроїв у побуті.

Особливо доцільним є використання такого блока живлення в умовах, де необхідна можливість оперативної зміни параметрів живлення та контроль

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботи електронних вузлів. Завдяки регульованим характеристикам пристрій дозволяє моделювати різні режими роботи електронних схем.

Таким чином, лабораторний блок живлення на базі IRF630MF є універсальним, надійним та ефективним джерелом живлення, що поєднує простоту конструкції з достатньо високими технічними характеристиками [1].

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

1. Напруга живлення приладу.....~220...240В;
2. Температура працездатної роботи.....-15.....+45°C;
3. Відносна вологість86%;
4. Струм споживання1,2А;
5. При напрузі мережі змінного струму 210 В при вихідній напрузі до 12 В струм підключеного навантаження може досягати 1,2А;
6. При вихідній напрузі 15 В максимальний струм навантаження зменшується до 0,8 А, при 18 - 0,45 А, при 20 В - 0,25 А.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

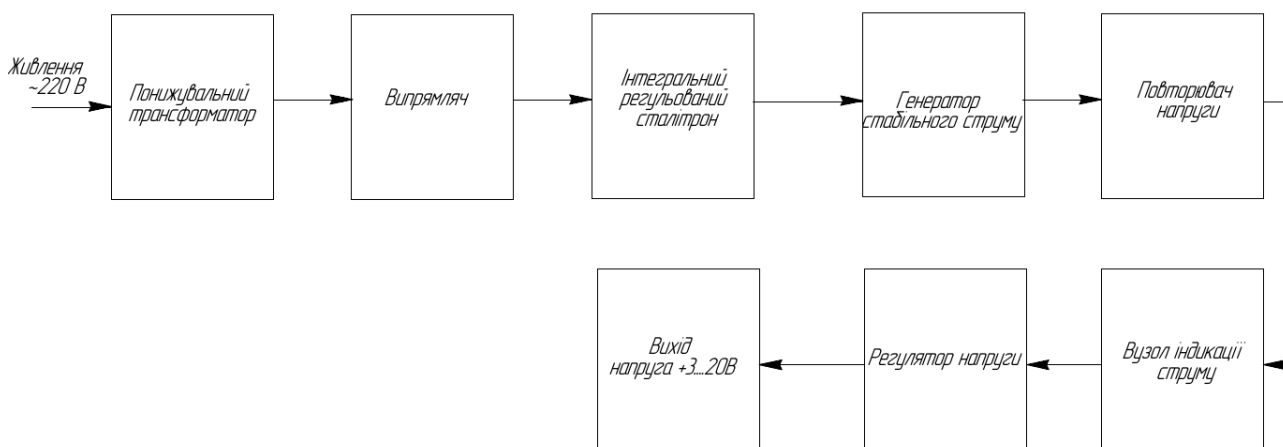


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

Схема складається з таких блоків:

- Живлення ~220 В - вхідна напруга змінного струму стандартної мережі. Це джерело енергії, яке потрібно перетворити у стабільну низьковольтну напругу.
- Понижувальний трансформатор - знижує мережеву напругу до рівня, придатного для подальшої обробки (наприклад, 12–24 В змінного струму). Забезпечує гальванічну розв'язку від мережі.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Випрямляч - перетворює змінну напругу у постійну. Зазвичай це діодний міст, який формує пульсуючу постійну напругу.

- Інтегральний регульований стабітрон - виконує стабілізацію напруги, згладжуючи пульсації після випрямляча.

- Генератор стабільного струму - формує опорний струм для коректної роботи вузлів стабілізації та регулювання.

- Повторювач напруги - використовується для узгодження навантаження, забезпечує низький вихідний опір, не змінюючи рівень напруги.

- Вузол індикації струму - служить для контролю споживаного струму навантаження.

Регулятор напруги - дозволяє користувачу змінювати вихідну напругу у заданих межах (3...20 В). Це може бути потенціометр у схемі стабілізатора.

Вихідна напруга +3...20 В - кінцевий результат роботи блока живлення — стабільна постійна напруга, яку можна подавати на різні електронні пристрої.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

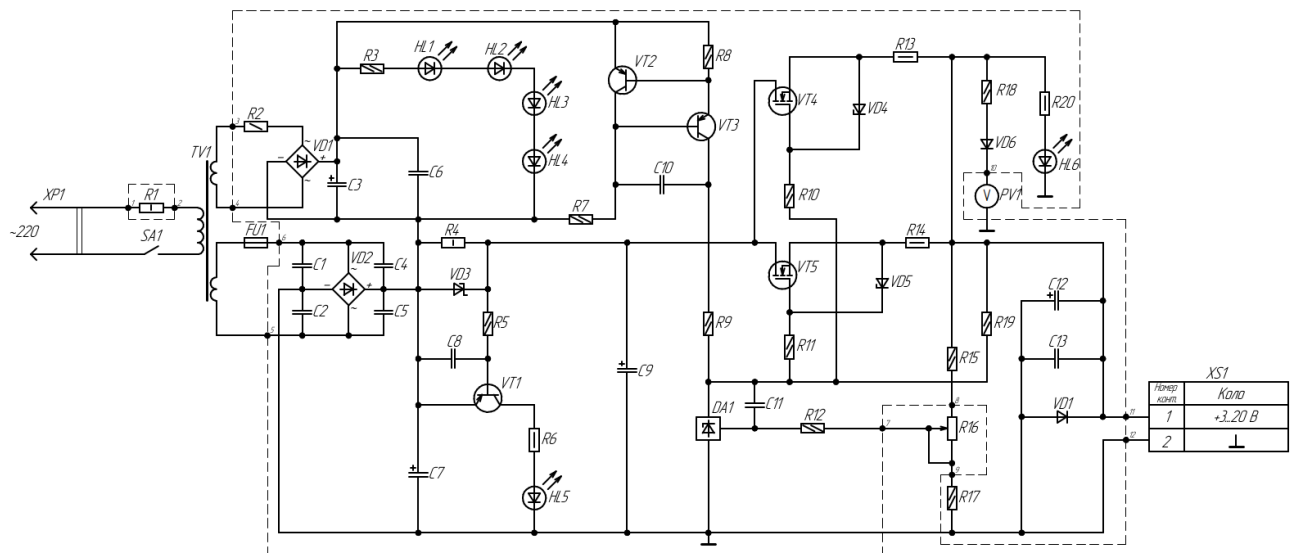


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Схема блока живлення побудована на основі регульованого лінійного стабілізатора компенсаційного типу, який забезпечує вихідну напругу в межах 3...20 В при струмі навантаження від 0,25 до 1,2 А.

Мережеве змінне напруження 230 В подається на первинну обмотку понижувального трансформатора TV1 через захисний резистор R1 і замкнені контакти вимикача живлення SA1.

Трансформатор має дві вторинні обмотки. Обмотка III використовується для живлення навантаження, підключеного до виходу блока живлення. Основне призначення обмотки II — формування додаткової (підвищувальної) напруги.

Змінна напруга близько 18 В з обмотки III через самовідновлюваний полімерний запобіжник FU1 надходить на мостовий діодний випрямляч VD2. Конденсатори C7 і C9 згладжують пульсації випрямленої напруги.

Регулювання вихідної напруги здійснюється змінним резистором R16: чим нижче за схемою розташований повзунок, тим вища вихідна напруга.

Мікросхема DA1 виконує роль інтегрального регульованого стабілітрона. На польових транзисторах VT4 і VT5, з'єднаних паралельно, побудований витоковий повторювач напруги. Використання двох потужних транзисторів дозволяє рівномірно розподілити тепловиділення між двома радіаторами, що зменшує температуру кристалів і підвищує надійність пристрою.

Резистори R13 і R14 забезпечують вирівнювання струмів через транзистори VT4 і VT5. Конденсатор C11 запобігає самозбудженню мікросхеми DA1. Стабілітрони VD4 і VD5 захищають затвори польових транзисторів від пробоя. Резистори R10 і R11 виконують захисну функцію, зменшуючи наслідки можливого пошкодження VT4 і VT5.

Для ефективного використання напруги випрямляча VD2, мікросхема DA1 живиться напругою, яка на кілька вольт вища за напругу на повторювачі. Для цього з обмотки II напруга близько 10 В через резистор R2 подається на випрямляч VD1, а конденсатор C3 згладжує пульсації.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На транзисторах VT2 і VT3 реалізовано генератор стабільного струму приблизно 3 мА, яким живиться DA1. Це дозволяє зменшити розсіювану потужність мікросхеми. Конденсатор C10 і резистор R9 запобігають самозбудженню генератора. Величина струму визначається резистором R7.

На германієвому транзисторі VT1 побудовано вузол індикації струму навантаження. Світлодіод HL1 починає світитися при струмі приблизно 0,1 А, а при 0,5 А і більше світить на повну яскравість. Конденсатор C8 зменшує вплив пульсацій на цей вузол.

Резистор R6 обмежує струм через світлодіод HL5. Діод Шотткі VD3 обмежує зростання напруги на резисторі R4 при збільшенні струму навантаження. Світлодіод HL6 індикує наявність напруги на виході блока живлення, причому його яскравість залежить від рівня цієї напруги.

Вихідна напруга контролюється стрілочним вольтметром PV1. Резистор R18 обмежує струм через його обмотку, а діод VD6 дещо розширює шкалу вимірювання.

Світлодіоди HL1–HL4 забезпечують підсвічування шкали вольтметра. Діод VD7 виконує захисну функцію, запобігаючи пошкодженню елементів стабілізатора у випадку подачі на вихід блока живлення напруги зворотної полярності, наприклад від зарядженого конденсатора або акумулятора [1].

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування проектного виробу виконано з урахуванням вимог компактності, ергономічності та зручності монтажу й обслуговування. Основним конструктивним елементом є друкована плата розмірами 125×85 мм, на якій розміщені всі основні радіоелементи.

Елементи схеми згруповані відповідно до функціонального призначення, що дозволяє зменшити довжину з'єднувальних провідників та мінімізувати електромагнітні завади. Основні компоненти розміщені з одного боку плати, що спрощує процес пайки та контролю якості монтажу. Світлодіоди HL1–HL6 винесені на протилежний бік та орієнтовані на лицьову панель корпусу для зручної візуальної індикації стану пристрою.

Розміщення елементів у корпусі виконано з урахуванням раціонального використання внутрішнього об'єму. Силовий трансформатор встановлено в нижній частині корпусу для забезпечення стійкості та зниження впливу вібрацій на інші елементи. Органи керування, індикації та підключення винесені на верхню кришку, що забезпечує зручний доступ під час експлуатації.

Загалом компонування забезпечує оптимальне поєднання функціональності, технологічності виготовлення та зручності користування виробом.

Для виготовлення корпусу проектного пристрою обрано пластмасу, що забезпечує достатню механічну міцність при невеликій масі виробу, а також високі діелектричні властивості, що є важливим для електронних пристроїв, які працюють від мережевої напруги. Використання пластмаси також дозволяє знизити собівартість виробництва та спростити технологію виготовлення корпусних деталей методом лиття.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Друкована плата виготовлена з склотекстоліту на основі епоксидної смоли з мідним покриттям. Такий матеріал характеризується високою механічною міцністю, термостійкістю та стабільними електроізоляційними властивостями, що забезпечує надійну роботу електронної схеми.

Для провідникових доріжок використовується мідне покриття з подальшим захисним лудінням або нанесенням паяльної маски, що запобігає окисненню міді та підвищує надійність паяних з'єднань. Захисне покриття також зменшує ризик коротких замикань під час експлуатації та монтажу.

Металеві елементи кріплення (гвинти, гайки, шайби) виготовляються зі сталі з антикорозійним покриттям (оцинковування), що забезпечує довговічність конструкції та стійкість до впливу вологи і корозії.

Застосовані матеріали та покриття забезпечують необхідний рівень механічної міцності, електробезпеки, надійності та довговічності виробу в умовах експлуатації.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Верхня та нижня кришки мають корито-подібну форму. До верхньої кришки кріпляться перемикач та роз'єм за допомогою гвинта, гайок та шайб, на верхній кришці також кріпляться вольтметр та резистор регулювання напругою, перемикач включення живлення. До нижньої кришки кріпиться трансформатор за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. Також на корпус кріпляться запобіжник за допомогою шайб та гайок і шнур мережевий. Верхня кришка має отвори для світлодіодів, які індикують роботу приладу.

У розробленому приладі лабораторного блока живлення IRF630MF корпус виконує функції захисту внутрішніх компонентів від впливу зовнішніх факторів, таких як пил, волога та пряме сонячне випромінювання. Крім того, конструкція корпусу забезпечує електробезпеку користувача під час експлуатації пристрою, запобігаючи можливому ураженню електричним

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

струмом. Корпус також слугує основною несучою частиною, в якій надійно закріплено всі функціональні вузли та елементи виробу [19].

Під час розробки друкованого вузла у даному пристрої реалізовано вимоги до раціонального компонування. Забезпечено оптимальну щільність розташування електрорадіоелементів, що дозволило зменшити габарити виробу. При цьому мінімізовано паразитні електричні взаємозв'язки між компонентами, які можуть негативно впливати на стабільність роботи блока живлення. Взаємне розміщення елементів також забезпечує зручність складання, налагодження та експлуатації пристрою.

Габаритні розміри друкованої плати 85*125мм у виробі визначено з урахуванням технології виготовлення та економічної доцільності. Плата виконана простої прямокутної форми без складних конструктивних елементів, що дозволило зменшити витрати матеріалів і спростити виробничий процес. Її параметри відповідають вимогам стандартів щодо співвідношення сторін і товщини, що забезпечує уніфікацію та технологічність виготовлення.

Монтаж електрорадіоелементів у даному приладі виконано із застосуванням компонентів зі штировими виводами. Вони встановлені у наскрізні отвори друкованої плати з подальшим загинанням виводів, обрізанням у межах контактних площадок та паянням методом «хвилі припою». Такий підхід дозволив забезпечити високу щільність монтажу, надійність електричних з'єднань та ефективне використання площі плати [30].

При розміщенні елементів на друкованій платі у виробі враховано умови теплового режиму та електромагнітної сумісності. Зокрема, забезпечено можливість природної конвекції повітря для елементів, що нагріваються під час роботи. Напівпровідникові прилади та інтегральні мікросхеми розташовано на безпечній відстані від джерел тепла та сильних магнітних полів, таких як трансформатор. Також у конструкції передбачено зручний доступ до елементів, які потребують регулювання або обслуговування.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крок встановлення інтегральних мікросхем у виробі обрано з урахуванням щільності компонування, теплових режимів роботи та складності електричної схеми.

Дотримано необхідні зазори між корпусами елементів, що забезпечує їх надійну роботу та зменшує взаємний вплив. Мікросхеми розміщено з одного боку друкованої плати відповідно до технології монтажу в наскрізні отвори, що забезпечує високу механічну міцність конструкції.

Таким чином, у розробленому лабораторному блоці живлення IRF630MF реалізовано ефективні конструктивні та технологічні рішення, які забезпечують високу надійність, зручність експлуатації, економічність виготовлення та відповідність сучасним вимогам до радіоелектронної апаратури [19].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C3, C7, C9, C12
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Номінальна напруга	16В, 35В
Номінальна ємність	4,7...2200 мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат,%	0,14

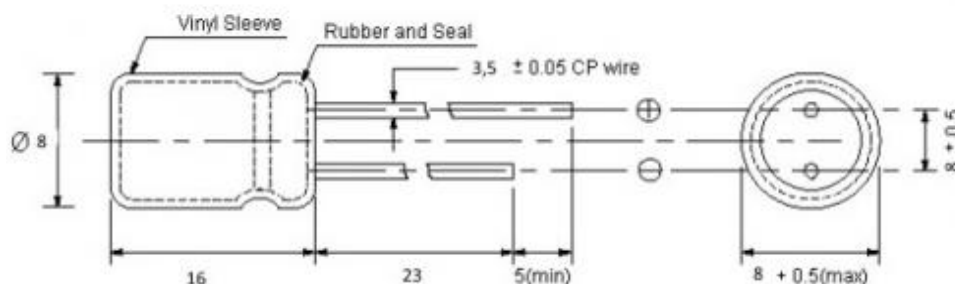


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1...R15, R17...R20	
Назва компонента	MFP	
Виробник	Yageo	
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, габаритні розміри	
Параметри конструкції	Див.рис.2.2	
Параметри та характеристики		
номінальна потужність	0,125 Вт	
діапазон номінальних опорів	$1...10 \cdot 10^6$ Ом	
допустиме відхилення опору	±10%	
максимальна робоча напруга	200В	
діапазон робочих температур	-60.....+70°C	

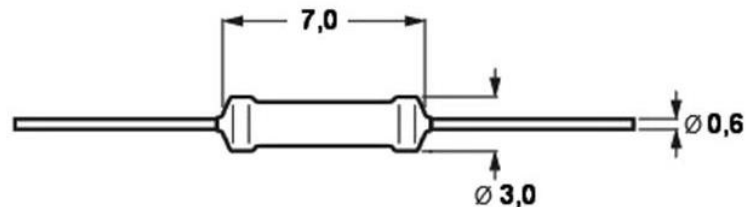


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3- Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C6,C8, C10, C13	
Назва компонента	Конденсатор NPO	
Виробник	"Murata"	
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга	
Параметри конструкції	Див.рис.2.3	
Параметри та характеристики		
робоча напруга	50В	
відхилення ємності від номінального значення	±10%	
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C	
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%;	
відносна вологість	до 98%	
діапазон тиску	6,6-2942гПа	
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ	
група ТКЄ	H20	

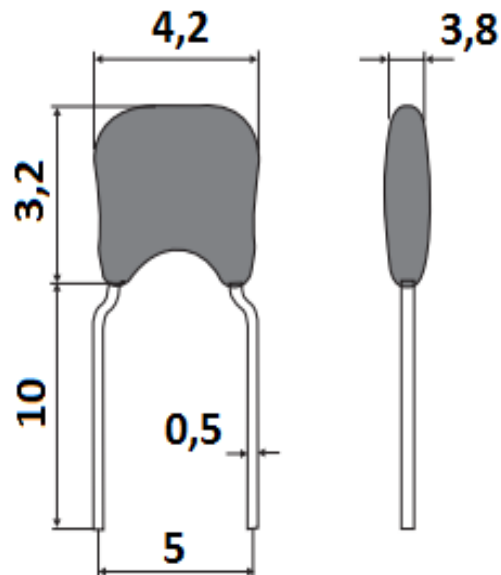


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4- Діод 1N4148 "Diotec" [5]

Позиційне позначення	VD6
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

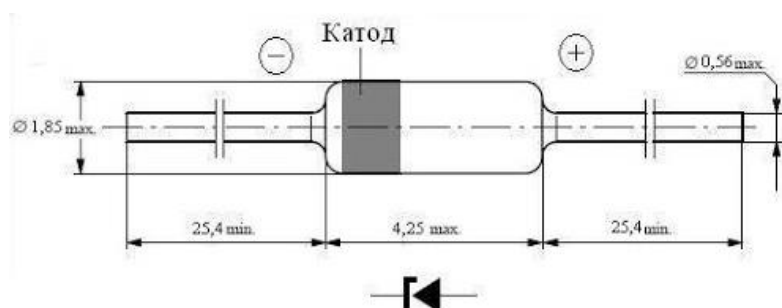


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.5 - Конденсатор В32529С1102J000 [6]

Позиційне позначення	C1, C2, C4, C5, C11	
Назва компонента	Конденсатор В32529С1102J000	
Виробник	"Ерcos"	
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга	
Параметри конструкції	Див.рис.2.5	
Параметри та характеристики		
Робоча напруга змінна, В	63	
Робоча напруга постійна, В	100	
Номінальна ємність пФ	1000	
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	

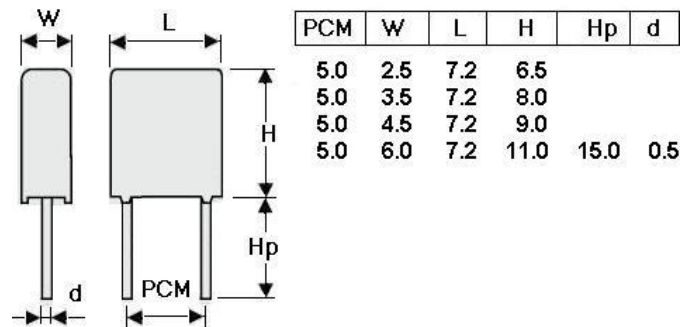


Рисунок 2.5- Габаритні розміри конденсатора В32529С1102J000

Таблиця 2.6 - Транзистор 2SA1281 "КЕС" [7]

Позиційне позначення	VT2,VT3		
Назва компонента	Транзистор 2SA1281		
Виробник	"КЕС"		
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,		
Параметри та характеристики			
Корпус	ТО-92		
Тип транзистора:	PNP		
Максимальна напруга колектор-емітер (Vce)	120 В		
Максимальна напруга емітер-база (Veb)	5 В		
Максимальний струм колектора (Ic)	до 1 А		
Максимальна розсіювана потужність	~10 Вт		
Коефіцієнт підсилення струму (hFE):	приблизно 70–240		
Гранична частота (fT)	~50 МГц		

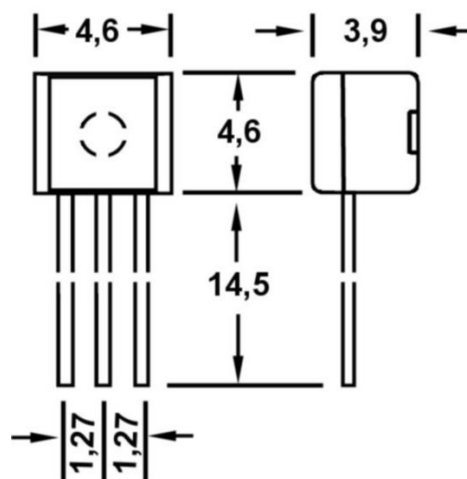


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри транзистора 2SA1281 "KEC"

Таблиця 2.7 - Запобіжник RB300-30-1,35A-250V "ECE" [8]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник RB300-30-0,25A-250V
Виробник	"ECE"
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання
Параметри конструкції	див.рис.2.7
Параметри та характеристики	
Матеріал	кераміка
Номінальна напруга, В	240
Номінальний робочий струм, А	1,35
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, С	-60 ... 100

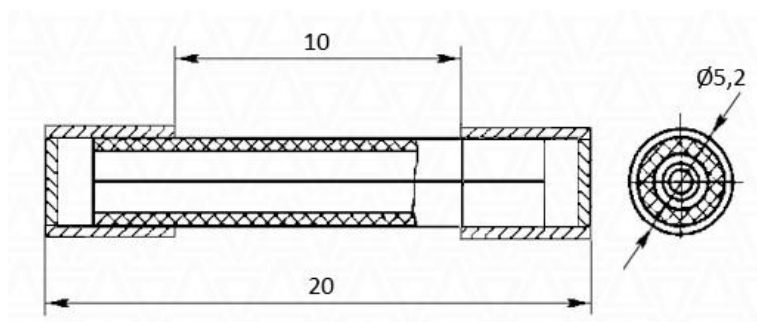


Рисунок 2.7 - Габаритні розміри запобіжника RB300-30-1,35A-250V

Таблиця 2.8 - Діод BZX55-C9V1 "KEEN SIDE" [9]

Позиційне позначення	VD4, VD5
Назва компонента	Діод BZX55-C9V1
Виробник	"KEEN SIDE"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Потужність розсіювання, Вт	0.5
Мінімальна напруга стабілізації, В	44
Номінальна напруга стабілізації, В	47
Максимальна напруга стабілізації, В	50
Статичний опір $R_{ст.}$, Ом	110
Температурний коефіцієнт напруги стабілізації $\alpha_{Уст.}$, % / °C	0.12
Максимальний струм стабілізації $I_{СТ.МАКС.}$, МА	8.5
Робоча температура, °C	-55 ... 150
Спосіб монтажу	в отвір
Корпус	do35
Вага, г	0.2

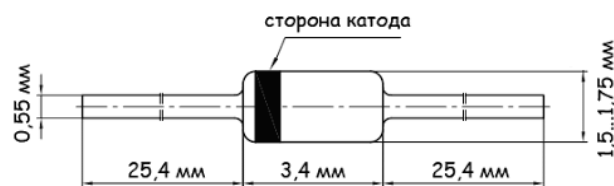


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри діода BZX55-C9V1 "KEEN SIDE"

Таблиця 2.9 - Діод KBL06 "DC Components" [10]

Позиційне позначення	VD2
Назва компонента	Діод KBL06
Виробник	"DC Components"
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 (при роботі без радіатора, 6.0 А (якщо встановлено на відповідний радіатор).

Таблиця 2.11- Резистор 16K1-B50K [12]

Позиційне позначення	R16
Назва компонента	Резистор 16K1-B50K
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.11
Параметри та характеристики	
номінальний опір	10кОм
відхилення опору від номінального значення	$\pm 20\%$;
тип потенціометра	однооборотний
максимальна робоча напруга	150В
кут повороту	$300 \pm 5^\circ$

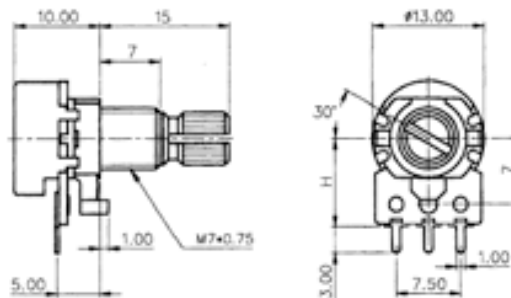


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри змінного резистора 16K1-B50K

Таблиця 2.12 – Перемикач A14B1K11 "EMAS" [13]

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

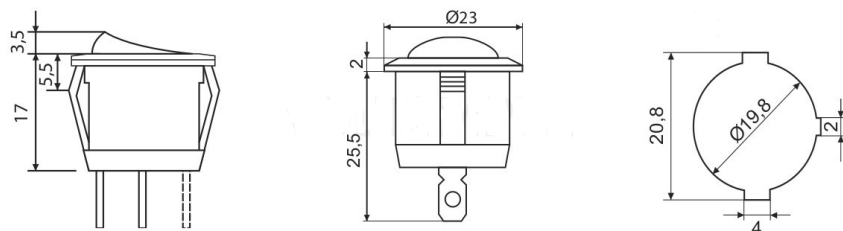


Рисунок 2.12 - Габаритні розміри перемикача A14B1K11 "EMAS"

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.13 - Світлодіод типу L-1503GT [14]

Позиційне позначення	HL1
Назва компонента	L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Розмір, колір свічення, струм та напруга живлення
Параметри та характеристики	
Колір свічення	червоний
Довжина хвилі	663нм
Колір лінзи	червоний
Максимальна пряма напруга	1,9 В
Максимальний імпульсний прямий струм	30мА
Робоча температура	-10...+70 ⁰ С
Максимальна зворотня напруга	2В

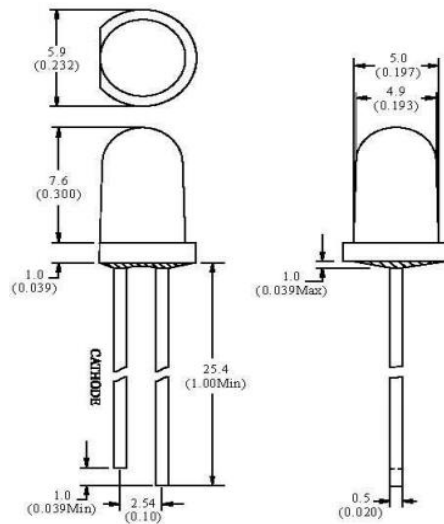


Рисунок 2.13 - Зовнішній вигляд світлодіода типу L-1503GT "Kingbright"

Таблиця 2.14 - Трансформатор В78386-Р1116-А [15]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор В78386-Р1116-А
Виробник	Еrcos
Критерії вибору	Вихідна напруга, вихідний струм, габаритні розміри
Параметри конструкції	див. рисунок 2.14
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	40В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	±5%

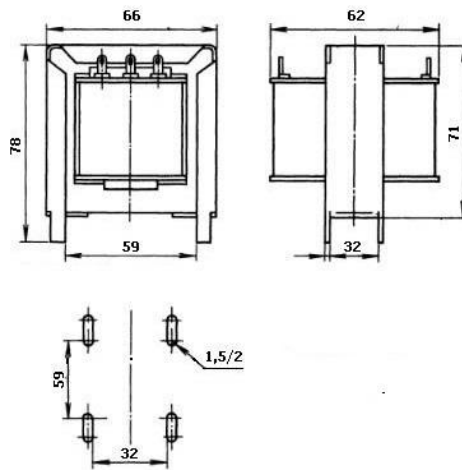


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри трансформатора B78386-P1116-A

Таблиця 2.15 - Транзистор IRF630MF "VBsemi" [16]

Позиційне позначення	VT4-VT5
Назва компонента	Транзистор IRF630MF
Виробник	"VBsemi"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип: N-канальний MOSFET	
Максимальна напруга стік-джерело (Vds)	200 В
Максимальна напруга затвор-джерело (Vgs)	±20 В
Максимальний струм стоку (Id)	9 А
Опір відкритого каналу (Rds(on))	0,095 Ом
Максимальна розсіювана потужність (Pd)	65 Вт
Коефіцієнт температурного підвищення	±0,6 мОм/°C
Температурний діапазон	−55...+150 °C

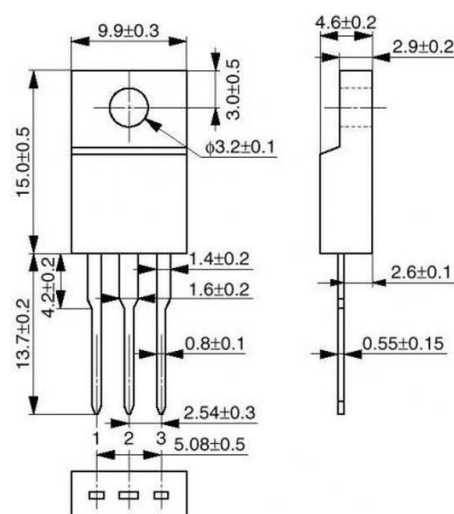


Рисунок 2.15 – Габаритні розміри транзистора IRF630MF "VBsemi"

Таблиця 2.16 - Транзистор 2SA1281 "КЕС" [17]

Позиційне позначення	VT2, VT3
Назва компонента	Транзистор 2SA1281
Виробник	"КЕС"
Критерії вибору	Тип, структура, струм, напруга, підсилення
Параметри та характеристики	
Тип:	PNP
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce}):	-120 В
Максимальна напруга колектор-база (V_{cb}):	-120 В
Максимальна напруга емітер-база (V_{eb}):	-5 В
Максимальний струм колектора (I_c):	до -1 А
Максимальний струм бази (I_b):	до -0,5 А
Максимальна розсіювана потужність (P_d):	10 Вт
Коефіцієнт підсилення по струму (h_{FE}):	70-240
Гранична частота (f_T):	50 МГц
Корпус:	TO-220

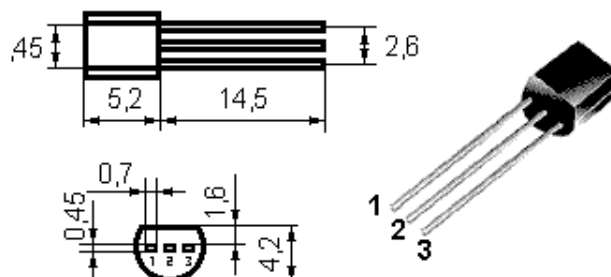


Рисунок 2.16 – Габаритні розміри транзистора BC557BTA

Таблиця 2.17 - Вольтметр М42303 30В "RUICHI" [18]

Позиційне позначення	PV1
Назва компонента	Вольтметр М42303 30В
Виробник	"RUICHI"
Критерії вибору	Розміри, призначення, межі вимірювання
Параметри конструкції	Див.рис.2.15
Параметри та характеристики	
Діапазон вимірюван	Від 0 до 30 В
Клас точності	1,5 або 2,5
Розміри	Габарити лицьової панелі: 80×80 мм. Виріз у щиті: 77,5 мм. Довжина шкали: ~60 мм.
Напруга падіння	не перевищує 100 мВ
Робоча температура	-50°C до +60°
Ступінь захисту	IP50 або IP54

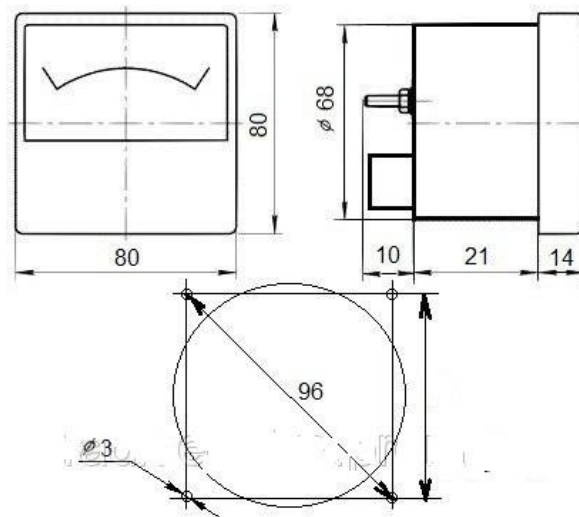


Рисунок 2.18 – Габаритні розміри вольтметра М42303 30В

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 .

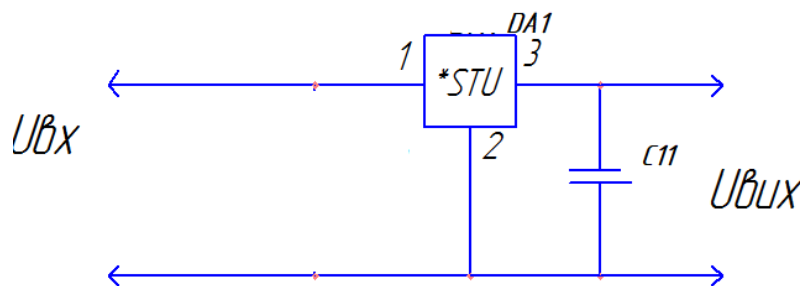


Рисунок 2.19– Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{\text{СТ ВИХ}}$, $I_{\text{СТ ВИХ max}}$, $K_{\text{СТУ}}$, γ ,

Р_{СТ ВІХ} із рисунка 2.21. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{ІМС ВІХ} \geq U_{СТ ВІХ}$$

$$I_{ІМС ВІХ \max} \geq I_{H \max}$$

$$K_{ІМС СТU} \geq K_{СТU}$$

Тип ІМС	$U_{СТ ВХ},$ В (min... max)	$U_{СТ ВІХ},$ В (min... max)	$K_{ІСТU},$ % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{ІСТU},$ % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{СТ СТ},$ дБ на 1кГц не більше за	$\alpha_U,$ % °C не більше за	$I_{СТ ВІХ},$ А (max)	$P_{СТ РОЗ},$ Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{СТСН},$ мА	$U_{СТВЛ},$ В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К142ЕНА	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН1В	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2А	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2Б	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2В	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
КТ42ЕН3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
К142ЕН4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
К142ЕН5А	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
К142ЕН5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
К142ЕН5В	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
К142ЕН5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5А	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5В	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН6А	~...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
КР142ЕН6Б	~...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
К142ЕН6В	~...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
К142ЕН6Г	~...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142ЕН8А	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142ЕН8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 2.20 – Параметри стабілізаторів

Було обрано стабілізатор AN1431T "Matsushita" "ST Microelectronics", який має параметри такі як в КР142ЕН1Г.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

$$U_{СТ ВХ \min} \equiv U_{СТ ВІХ \max} + U_{СТ ПД} \quad (2.1)$$

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

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

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

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

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

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

$$I_{CT\ ВПХ} \equiv I_{CT\ ВХ} \cdot$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

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

де

C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0} = 0,03\ \%$;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{1}{10 \cdot 0,03} = 0,03(\text{мкФ})$$

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо робочу напругу:

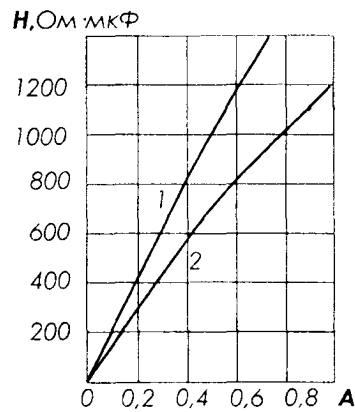


Рисунок 2.21 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 4 = 49(B)$$

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

Вибираємо електролітичний конденсатор типу 32529C1102J000-50 В-0,027 мкФ $\pm 10\%$ "Epcos" номінальною ємністю 0,027 мкФ та на робочу напругу 50 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [21].

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{дон}} * t} = \frac{1,2A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,7\text{мм} \quad (2.8)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 1,2A$;

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{Om \cdot mm^2}{m} * 1,2 A * 0,5 m}{0,9 B * 0,035 m} = 0,5 mm \quad (2.9)$$

де: $\rho = 0,0175 Om \cdot mm^2/m$ – питомий об'ємний опір,

$L = 0,5 m$ – довжина провідника,

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d:

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

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

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

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

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

$d_{E2} = 1,0$ - для транзисторів VT4, VT5, резисторів R6, R14, R20, діода VD2, конденсаторів C1, C2, C4, C7, C9.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

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

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

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.

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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 електrolітичних і керамічних, мікросхем, діодів, транзисторів.

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Тепловий режим роботи проектованого виробу є важливим фактором, що впливає на надійність і довговічність електронних компонентів. При розробці конструкції враховано тепловиділення основних елементів та забезпечено умови для їх нормального тепловідведення.

У складі пристрою відсутні елементи, які характеризуються значним тепловиділенням. Основним джерелом тепла є силовий трансформатор, який працює в штатному режимі без перевантажень. Його розміщення у нижній частині корпусу сприяє природній конвекції повітря та відведенню тепла в навколишнє середовище.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Друкована плата виконана з урахуванням рівномірного розміщення елементів, що запобігає локальному перегріву окремих ділянок. Відстані між компонентами забезпечують достатню циркуляцію повітря всередині корпусу.

Пластиковий корпус має низьку теплопровідність, однак у даній конструкції це не є критичним, оскільки рівень тепловиділення невисокий. Для забезпечення нормального теплового режиму передбачені вентиляційні отвори у верхній частині корпусу, через які відбувається відведення нагрітого повітря.

Таким чином, тепловий режим роботи виробу є стабільним і знаходиться в допустимих межах для всіх елементів схеми. Конструкція забезпечує ефективне природне охолодження без застосування додаткових систем примусової вентиляції.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

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

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу.

Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу.

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [20]:

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.18- Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К- сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-}стb * K_{\text{нав}} \text{ від} * 1e-06$
1	Мікросхеми	1	1	0,03	0,03
2	Діоди	7	0,35	0,7	1,715
3	Конденсатори електролітичні	4	0,4	2,4	3,84
4	Конденсатори керамічні	9	0,1	1,4	1,26
5	Резистори постійні	19	0,42	0,8	6,384
6	Резистори змінні	1	0,1	3,2	0,32
7	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	124	1	0,02	3,38
10	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
11	Перемикач	1	1	0,5	0,5
12	Роз'єм	21	1	0,05	0,1
13	Транзистори	4	0,35	4	7
14	Вольтметр	1	1	7,3	7,3

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $5.5039e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 18168.9 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999450$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.994511$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.946448$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.576725$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.004071$

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

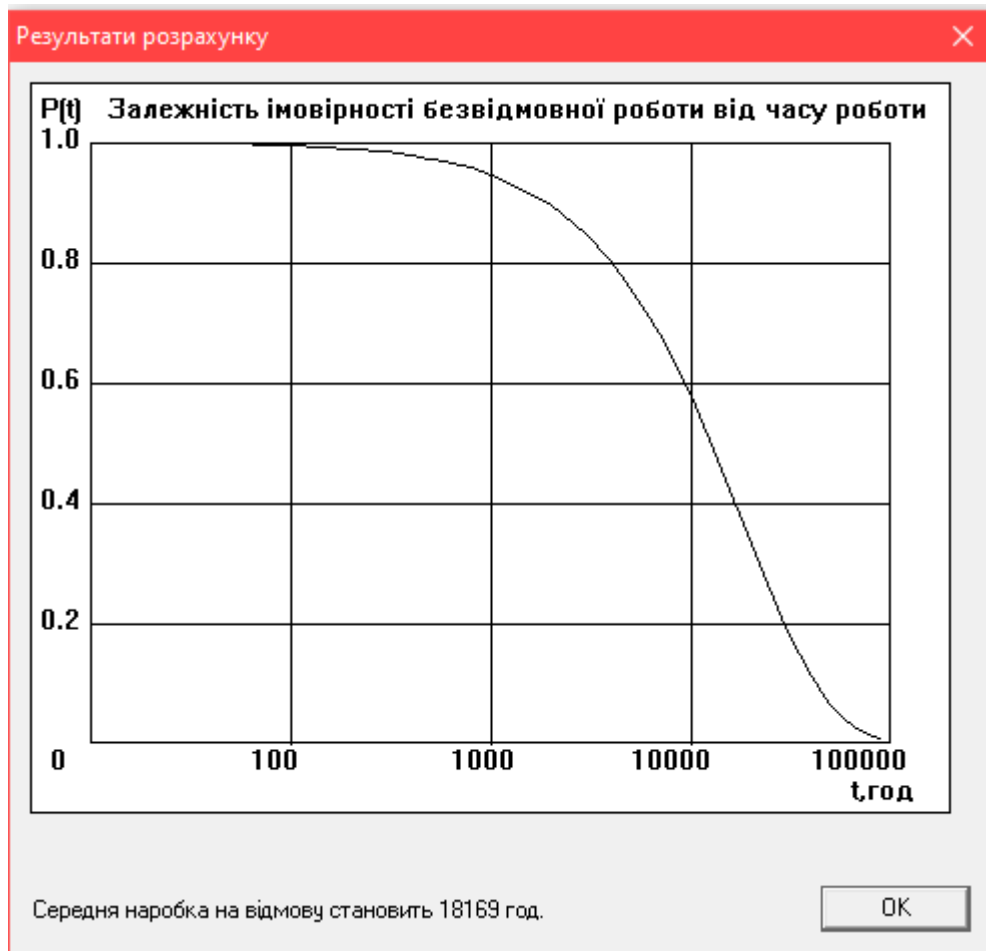


Рисунок 2.22 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 18169 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

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

Техніко-економічний аналіз конструкції проектного виробу виконується з метою оцінки доцільності обраних конструктивних рішень, матеріалів та технологій виготовлення з урахуванням витрат на виробництво, експлуатаційних характеристик та надійності.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція пристрою характеризується високим рівнем технологічності. Використання друкованої плати розмірами 125×85 мм дозволяє мінімізувати витрати на монтаж, скоротити кількість з'єднувальних провідників та знизити ймовірність монтажних помилок. Одностороннє розміщення основних елементів спрощує процес пайки та автоматизує можливі етапи складання.

Застосування стандартних електронних компонентів та уніфікованих кріпильних елементів (гвинтів, гайок, шайб) знижує собівартість виробу та спрощує постачання комплектуючих. Відсутність складних у виготовленні деталей та вузлів також позитивно впливає на загальну вартість виробництва.

Корпус виробу виготовлений із пластмаси, що є економічно доцільним рішенням завдяки низькій вартості матеріалу та можливості масового виробництва методом лиття. Порівняно з металевими корпусами, пластмасовий варіант не потребує додаткової антикорозійної обробки, що додатково знижує витрати.

Експлуатаційні витрати виробу є мінімальними, оскільки пристрій не містить складних вузлів, які потребують регулярного технічного обслуговування або заміни дорогих компонентів. Енергоспоживання пристрою також є помірним і визначається роботою силового трансформатора та електронних вузлів з низьким рівнем споживання.

Загалом запропонована конструкція є економічно доцільною, оскільки забезпечує оптимальне співвідношення між вартістю виготовлення, надійністю та функціональними можливостями виробу.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 220В, а струм споживання 1,2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=3*220=660 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Конструкція проектованого пристрою розроблена з урахуванням компактності, зручності складання та надійності монтажу. Основні електронні компоненти розміщені на друкованій платі з мінімальними габаритами 125×85 мм, що дозволяє зменшити загальні розміри виробу та підвищити його конструктивну щільність.

Всі основні радіоелементи встановлені з одного боку друкованої плати, що спрощує процес монтажу та подальше обслуговування. На зворотному боці плати розташовані світлодіоди HL1–HL6, які виконують функцію індикації режимів роботи пристрою. У конструкції відсутні елементи, що виділяють значну кількість тепла, що позитивно впливає на тепловий режим роботи виробу та підвищує його надійність.

Електронний модуль розміщується в пластиковому корпусі розмірами 143×110×86 мм. Корпус складається з верхньої та нижньої кришок корито-подібної форми, що забезпечує зручність монтажу внутрішніх вузлів та достатній внутрішній об'єм для розміщення всіх елементів схеми.

До верхньої кришки корпусу кріпляться органи керування та індикації, зокрема перемикачі, роз'єм, вольтметр, резистор регулювання напруги та вимикач живлення. Кріплення здійснюється за допомогою гвинтів, гайок і шайб, що забезпечує надійну фіксацію елементів. Також у верхній частині корпусу передбачені отвори для світлодіодів HL1–HL6, які індикують роботу пристрою.

До нижньої кришки корпусу кріпиться силовий трансформатор за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що забезпечує його стабільне положення під час роботи пристрою. Крім того, на корпусі встановлено мережевий шнур

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та запобіжник, який закріплюється за допомогою гайок і шайб для забезпечення електробезпеки.

Загалом конструкція виробу забезпечує простоту складання, доступ до основних вузлів, надійність кріплення елементів та зручність подальшого обслуговування.

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

Конструкція проектного виробу характеризується високим рівнем технологічності, що забезпечує простоту виготовлення, складання та подальшого обслуговування. Основні елементи схеми розміщені на друкованій платі з одностороннім монтажем радіоелементів, що значно спрощує процес пайки та знижує ймовірність монтажних помилок.

Використання стандартних елементів та типових конструктивних рішень дозволяє уніфікувати процес складання та зменшити трудомісткість виготовлення виробу. Компактне компонування елементів на платі зменшує довжину з'єднань і підвищує надійність роботи пристрою.

Корпусна конструкція є простою у виготовленні та не потребує складної механічної обробки. Кріплення елементів здійснюється стандартними різьбовими з'єднаннями (гвинти, гайки, шайби), що також підвищує технологічність конструкції та полегшує монтаж і демонтаж вузлів.

Загалом конструкція виробу відповідає вимогам технологічності, забезпечує зручність серійного або дрібносерійного виробництва та простоту ремонту.

Для виготовлення та складання проектного виробу використовується стандартний набір ручного та електромонтажного інструменту.

Під час монтажу друкованої плати застосовуються:

- паяльник електричний з регульованою температурою;
- припій та флюс для забезпечення якісних паяних з'єднань;

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- кусачки та бокорізи для обрізання виводів елементів;
- пінцет для встановлення дрібних компонентів;
- монтажна лупа або збільшувальне скло для контролю якості пайки.

Для механічного складання корпусу використовуються:

- викрутки хрестові та плоскі;
- набір гайкових ключів;
- дріль або шуруповерт для свердління отворів у корпусі (за необхідності);
- вимірювальний інструмент (штангенциркуль, лінійка) для контролю розмірів та точності встановлення елементів.

Як пристосування застосовуються монтажні тримачі для друкованих плат, що забезпечують зручність пайки та фіксацію плати під час складання. Оснастка є простою і не потребує спеціалізованого обладнання, що відповідає умовам дрібносерійного виробництва.

Застосування стандартного інструменту та універсальних пристосувань забезпечує низьку собівартість виготовлення, простоту технологічного процесу та можливість ремонту виробу в умовах майстерні.

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

Виготовлення двосторонньої друкованої плати здійснюється комбінованим способом, який включає механічну обробку заготовки, формування провідного рисунка методом фотолітографії та подальше хімічне травлення мідного шару. Дана технологія широко застосовується у виробництві радіоелектронних пристроїв, оскільки забезпечує високу точність виконання провідникових доріжок, надійність електричних з'єднань і можливість реалізації складних схем у компактному виконанні.

Першим етапом є підготовка заготовки з фольгованого склотекстоліту, який використовується як основний конструкційний матеріал. Він має високу

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механічну міцність, добрі термостійкі властивості, стабільні діелектричні характеристики та стійкість до впливу вологи. Для виготовлення двосторонніх плат застосовується матеріал із мідним покриттям з обох боків, що дозволяє забезпечити щільне компонування елементів та реалізувати складні між'єднання.

Далі виконується механічна підготовка заготовки, яка включає різання до необхідних розмірів, свердління монтажних і перехідних отворів, а також очищення поверхні. Отвори формуються за допомогою твердосплавного інструменту, що забезпечує високу точність і якість обробки.

Наступним етапом є створення захисного рисунка провідників методом фотолітографії. На мідну поверхню наноситься світлочутливий шар фоторезисту, після чого проводиться експонування через фотошаблон і подальше проявлення. У результаті формується захисний малюнок, який відповідає топології майбутніх провідників.

Після цього виконується процес хімічного травлення, під час якого незахищені ділянки міді видаляються за допомогою спеціального травильного розчину, наприклад хлорного заліза. Це дозволяє отримати провідний рисунок із високою геометричною точністю.

Для двосторонніх друкованих плат важливим етапом є забезпечення електричного з'єднання між шарами шляхом металізації отворів або використання перехідних з'єднань. Це гарантує надійний контакт між верхнім і нижнім провідними шарами.

Після завершення травлення та видалення залишків фоторезисту проводиться очищення плати і нанесення захисного покриття. Як захист використовують паяльну маску та лудіння контактних площадок, що підвищує стійкість до корозії та полегшує подальший монтаж елементів.

До основних матеріалів належать:

- фольгований склотекстоліт (типу FR-4 або аналогічний), який забезпечує механічну міцність і електроізоляційні властивості основи;

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- мідна фольга, що використовується для формування провідникових доріжок;
- фоторезист, який слугує світлочутливим шаром для створення захисного малюнка;
- хімічні реактиви для травлення (зокрема хлорне залізо), призначені для видалення надлишкової міді.

До допоміжних матеріалів відносяться:

- знежирювальні розчини для підготовки поверхні;
- спиртові або спеціальні очищувальні засоби;
- припої та флюси для монтажу радіоелементів;
- паяльна маска для захисту провідників від окиснення та коротких замикань;
- матеріали для маркування та нанесення захисних покриттів.

Таким чином, використання комбінованого методу виготовлення двосторонньої друкованої плати забезпечує високу точність, надійність і технологічність виробу. Раціональний вибір основних і допоміжних матеріалів сприяє підвищенню якості виготовлення та довговічності готового пристрою.

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{1}{1 + 61} = 0,02 \quad (2.20)$$

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{A.M} = \frac{H_{A.M}}{H_M} = \frac{112}{124} = 0,9 \quad (2.21)$$

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

H_M – загальна кількість монтажних з'єднань.

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

$$K_{M.П.ЕРЕ} = \frac{H_{M.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{55}{61} = 0,9 \quad (2.22)$$

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

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

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{41}{61} = 0,67 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{61}{61} = 0 \quad (2.24)$$

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:

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{BCT.P} = 1 - \frac{H_{BCT.P}}{H_{EPE}} = 1 - \frac{6}{61} = 0,9 \quad (2.25)$$

де $H_{BCT.P}$ кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення K_ϕ деталей визначається за формулою:

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

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K1\phi1 + K2\phi2 + \dots + Ki\phi i}{\phi1 + \phi2 + \dots \phi i} = \frac{0,02*1 + 0,9*1 + 0,9*0,75 + 0,67*0,5 + 0*0,310 + 0,9*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,57 \quad (2.27)$$

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: $\frac{0,57}{0,5} = 1,15 \geq 1.$

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:

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення перемикача та гнізд, резисторів, вольтметра на верхню кришку ;
- кріплення шнура живлення та запобіжника;
- фіксація кришок та ніжок за допомогою гвинтів.

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

1) Вартість будівель визначається, виходячи із орендної плати за них (приймається середня величина оренди виробничих приміщень в даному регіоні на час написання дипломного проекту; приймається –1600грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1600 \times 75 = 120000 \text{ (грн.)}$$

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 75м²).

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

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1320	330,00
	Виробничий та господарський інвентар	1980	495
	Всього:	3300	825

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 792 \times 1,04 = 823,68 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	100	100
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	1	50	50
5	Конденсатори електролітичні	49	10	40
6	Конденсатори постійні	9	1	9
7	Резистори постійні	18	0,5	9
8	Світлодіод	6	10	60
9	Вольтметр	1	120	120
10	Діоди	7	2	14
11	Роз'єм	2	30	60
12	Перемикач	1	30	30
13	Транзистори	5	10	50
14	Трансоформатор	1	100	100
				792

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 ($B_{o.z.pl.}$):

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}, \text{хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}}), \text{грн/год}$
1	Пайка	15	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	33		

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

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

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 121 \times 0.11 = 13,31 (\text{грн})$$

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{90}{100} \times (121 + 13,31) = 120,88 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 90%);

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{140}{100} \times (121 + 13,31) = 188,03 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 140%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 826,68 + (121 + 13,31 + 25,55) + 120,88 + 188,03 = 1295,45 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Таблиця 3.4- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	826,68
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	121,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	13,31
4	Відрахування на соціальні заходи	25,55
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	120,88
6	Загальновиробничі витрати	188,03
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1295,45
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	986,54
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	308,91

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

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

$$Ц_{одпр} = 1295,45 \times \frac{100 + 28}{100} = 1658,18 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 28%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$П_r = (1658,18 - 1295,45) \times 1000 = 362730,00 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 362730 - 362730 \times \frac{18}{100} = 297438,6 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1295,45 \times 1000 = 1295450 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{\Pi} = \frac{297438,6}{1295450} \times 100\% = 22,96 \%$$

де R_{Π} - 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:

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

$$\Gamma\Pi = 297438,6 + 825 = 298263,6 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\text{ЧТВ} = 271148,73 - 183300 = 87848,73 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{297438,6}{(1 + 0,1)^1} = 271148,73 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{271148,73}{183300} = 1,48$$

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{ІІ}{ГП_{диск}} \quad (3.24)$$

$$T_{ок_{диск}} = \frac{183300}{271148,73} = 0,68р$$

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

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

$$ГП_{диск} = \frac{271148,73}{1} = 271148,73 \text{ (грн.)}$$

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.	1000
2	Собівартість виробу	грн./од.	1295,45
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1658,18
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	183300
5	Чистий прибуток	грн.	297438,6
6	Рентабельність виробу	%	22,96
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	87848,73
9	Індекс прибутковості	-	1,48
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,68

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Перевірка знань працівників з питань охорони праці.

Організація навчання і перевірки знань з питань охорони праці на підприємстві

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи, а також учні, слухачі та студенти під час трудового і професійного навчання проходять на підприємстві за рахунок роботодавця інструктажі, навчання та перевірку знань з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки у разі виникнення аварії.

На підприємствах на основі Типового положення, з урахуванням специфіки виробництва та вимог нормативно-правових актів з охорони праці, розробляються і затверджуються відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці, а також формуються плани-графіки проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці, з якими мають бути ознайомлені працівники.

Організацію навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників, у тому числі під час професійної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації на підприємстві здійснюють працівники служби кадрів або інші спеціалісти, яким роботодавцем доручена організація цієї роботи.

Навчання з питань охорони праці може проводитись як традиційними методами, так і з використанням сучасних видів навчання - модульного, дистанційного тощо, а також з використанням технічних засобів навчання: аудіовізуальних, комп'ютерних навчально-контрольних систем, комп'ютерних тренажерів.

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною безпекою, повинні попередньо пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум). Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

небезпекою, один раз на рік проходять перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки, а посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) проходять навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Особи, які суміщають професії, проходять навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці як з їхніх основних професій, так і з професій за сумісництвом.

Перед перевіркою знань з питань охорони праці на підприємстві для працівників організується навчання: лекції, семінари та консультації.

Перевірка знань працівників з питань охорони праці проводиться за нормативно-правовими актами з охорони праці, додержання яких входить до їхніх функціональних обов'язків.

Перевірка знань працівників з питань охорони праці на підприємстві здійснюється комісією з перевірки знань з питань охорони праці (далі - комісія) підприємства, склад якої затверджується наказом керівника. Головою комісії призначається керівник підприємства або його заступник, до службових обов'язків яких входить організація роботи з охорони праці, а в разі потреби створення комісій в окремих структурних підрозділах їх очолюють керівник відповідного підрозділу чи його заступник.

До складу комісії підприємства входять спеціалісти служби охорони праці, представники юридичної, виробничих, технічних служб, представник профспілки або вповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці. До складу комісії підприємства можуть залучатися страхові експерти з охорони праці відповідного робочого органу виконавчої дирекції Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України та викладачі охорони праці, які проводили навчання.

Участь представника спеціально вповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці або його територіального

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

управління у складі комісії обов'язкова лише під час первинної перевірки знань з питань охорони праці в працівників, які залучаються до виконання робіт підвищеної небезпеки.

Комісія вважається правочинною, якщо до її складу входять не менше трьох осіб. Усі члени комісії у порядку, установленому Типовим положенням, повинні пройти навчання та перевірку знань з питань охорони праці. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці працівників, з урахуванням специфіки виробництва, складається членами комісії та затверджується роботодавцем. Формою перевірки знань з питань охорони праці працівників є тестування, залік або іспит.

Результат перевірки знань з питань охорони праці з робіт, визначених Переліком робіт з підвищеною небезпекою, а також там, де є потреба у професійному доборі, для проведення яких потрібне спеціальне навчання і щорічна перевірка знань з питань охорони праці, затверджену наказом Держнаглядохоронпраці України, до виконання яких допускається працівник, оформлюється протоколом засідання комісії з перевірки знань з питань охорони праці.

Особам, які під час перевірки знань з охорони праці виявили задовільні результати, видається посвідчення про перевірку знань з питань охорони праці. При цьому в протоколі та посвідченні у стислій формі зазначається перелік основних нормативно-правових актів з охорони праці та з безпечного виконання конкретних видів робіт, в обсязі яких працівник пройшов перевірку знань.

Працівникам, які проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці на своєму підприємстві, видача посвідчень є обов'язковою лише тим, хто виконує роботи підвищеної небезпеки.

При незадовільних результатах перевірки знань з питань охорони праці працівники протягом одного місяця повинні пройти повторне навчання і повторну перевірку знань.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Не допускаються до роботи працівники, у тому числі посадові особи, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці.

Організаційне забезпечення роботи комісії (організація проведення перевірки знань з питань охорони праці, оформлення, облік і зберігання протоколів перевірки знань, оформлення і облік посвідчень про перевірку знань з питань охорони праці) покладається на суб'єкт господарської діяльності, яким проводилось навчання з питань охорони праці. Термін зберігання протоколів перевірки знань з питань охорони праці не менше 5 років.

Відповідальність за організацію і здійснення інструктажів, навчання та перевірки знань працівників з питань охорони праці покладається на роботодавця.

Представники профспілок, уповноважені найманими працівниками особи як члени постійно діючих комісій з перевірки знань з питань охорони праці, проходять навчання з питань охорони праці відповідно до Типового положення, а перевірку знань у порядку, визначеному відповідними громадськими організаціями за участю представника спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці. Страхові експерти з охорони праці Фонду соціального страхування від нещасних випадків та професійних захворювань України як члени постійно діючих комісій з перевірки знань з питань охорони праці проходять навчання з питань охорони праці відповідно до Типового положення, а перевірку знань у порядку, визначеному правлінням Фонду, за участю представника спеціально вповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

Посадові особи та інші працівники, зайняті на роботах, зазначених у Переліку робіт з підвищеною небезпекою та Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі, затвердженому наказом МОЗ та Держнаглядохоронпраці і зареєстрованому Міністерством юстиції України

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(далі - роботи підвищеної небезпеки), проходять щорічне спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

Спеціальне навчання з питань охорони праці може проводитись як безпосередньо на підприємстві, так і іншим суб'єктом господарської діяльності, який отримав в установленому порядку відповідний дозвіл.

У разі здійснення професійної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації безпосередньо на підприємстві спеціальне навчання з питань охорони праці є складовою зазначеної професійної підготовки.

Спеціальне навчання з питань охорони праці проводиться роботодавцем на підприємстві за навчальними планами та програмами, які розробляються з урахуванням конкретних видів робіт, виробничих умов, функціональних обов'язків працівників і затверджуються наказом.

Перевірка знань з питань охорони праці після проведення спеціального навчання проводиться комісією підприємства.

4.2 Призначення та класифікація систем вентиляції.

Під вентиляцією розуміють сукупність заходів та засобів, призначених для забезпечення на постійних робочих місцях та зонах обслуговування виробничих приміщень метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам. Основне завдання вентиляції - вилучити із приміщення забруднене, вологе або нагріте повітря та подати чисте і свіже.

Вентиляція класифікується за такими ознаками:

- за способом переміщення повітря - природна, штучна (механічна) і суміщена (природна та штучна одночасно);
- за напрямком потоку повітря - припливна, витяжна, припливно-витяжна;
- за місцем дії - загальнообмінна, місцева, комбінована;
- за призначенням - робоча, аварійна.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За способом переміщення видаляється з приміщень і подається в приміщення повітря розрізняють вентиляцію природну (неорганізовану і організовану) і механічну (штучну).

Під неорганізованою природною вентиляцією розуміють повітрообмін в приміщеннях, що відбувається під впливом різниці тисків зовнішнього і внутрішнього повітря і дії вітру через нещільність огорожувальних конструкцій, а також при відкриванні кватирок, фрамуг і дверей. Повітрообмін, що відбувається так само під впливом різниці тисків зовнішнього і внутрішнього повітря і дії вітру, але через спеціально влаштовані у зовнішніх огорожах фрамуги, ступінь відкриття яких з кожного боку будівлі регулюється, є вентиляцією природною, але організованою. Цей вид вентиляції називається аерацією.

Механічною або штучною вентиляцією називається спосіб подачі повітря в приміщення або видалення з нього за допомогою вентилятора. Такий спосіб повітрообміну є більш досконалим, так як повітря, що подається в приміщення, може бути спеціально підготовленим щодо його чистоти, температури і вологості.

Вентиляцію з механічним спонуканням (механічну вентиляцію) слід передбачати:

- а) якщо метеорологічні умови і чистота повітря не можуть бути забезпечені вентиляцією з природним спонуканням (природною вентиляцією);
- б) для приміщень і зон без природного провітрювання.

Припливна вентиляція слугує для подачі чистого повітря ззовні у приміщення. При витяжній вентиляції повітря вилучається з приміщення, а зовнішнє надходить через вікна, двері, нещільності будівельних конструкцій. Припливно-витяжна вентиляція поєднує першу й другу.

Загальнообмінна вентиляція підтримує нормальне повітряне середовище у всьому об'ємі робочої зони виробничого приміщення (цеху). За допомогою місцевої вентиляції шкідливі виділення вилучаються або розчиняються

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шляхом надходження чистого повітря безпосередньо у місцях їх утворення. Комбінована вентиляція поєднує загальнообмінну та місцеву.

Аварійну вентиляцію влаштовують у тих виробничих приміщеннях, в яких можуть статися аварії з виділенням значної кількості шкідливостей, а також коли при виході з ладу робочої вентиляції в повітрі можуть утворюватись небезпечні для життя працівників або вибухонебезпечні концентрації. Аварійна вентиляція, як правило, проектується витяжною.

Кондиціонування повітря - це створення та автоматичне підтримування в приміщенні заданих або таких, що змінюються за певною програмою метеорологічних умов, які є найбільш сприятливими для працівників чи для нормального перебігу технологічного процесу. Кондиціонування повітря може бути повним та неповним. Повне кондиціонування повітря передбачає регулювання температури, вологості, швидкості руху повітря, а також можливість його додаткового оброблення (очищення від пилу, дезінфекції, дезодорації, озонування). При неповному кондиціонуванні регулюється лише частина параметрів повітря.

Кондиціонування повітря здійснюється кондиціонерами, які поділяються на центральні та місцеві. Центральні кондиціонери призначені для обслуговування великих за розмірами приміщень. Оброблення повітря відбувається в одному центрі, що розташований поза приміщеннями, в яких здійснюється кондиціонування і зв'язаного з останніми каналами для подачі та рециркуляції повітря. Місцеві кондиціонери мають малу продуктивність і обладнуються безпосередньо в невеликих приміщеннях. Такі кондиціонери зазвичай працюють на зовнішньому повітрі за так званою припливною схемою.

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Лабораторний блок живлення IRF630MF». 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 125×85мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить складна, конструкція корпусу виробу є також складною. Корпус має такі розміри 170x143x86, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

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

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Лабораторний блок живлення IRF630MF [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).
2. Конденсатор ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html>(дата звернення 1.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod. (дата звернення 3.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.www.vprl. (дата звернення 1.02.2026).
5. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
6. Конденсатор B32529C1102J000 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
7. Транзистор 2SA1281 "KEC" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).
8. Запобіжник RB300-30-1,35A-250В "ECE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).
9. Діод BZX55-C9V1 "KEEN SIDE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Діод KBL06 "DC Components" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).
11. Мікросхема AN1431T "Matsushita" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).
12. Резистор 16K1-B50K [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
13. Перемикач A14B1K11 "EMAS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
14. Світлодіод типу L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).
15. Трансформатор B78386-P1116-A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).
16. Транзистор IRF630MF "VBsemi" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).
17. Транзистор 2SA1281 "KEC" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).
18. Вольтметр M42303 30В "RUICHI" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
19. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

32. 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.

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

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

35. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jaJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

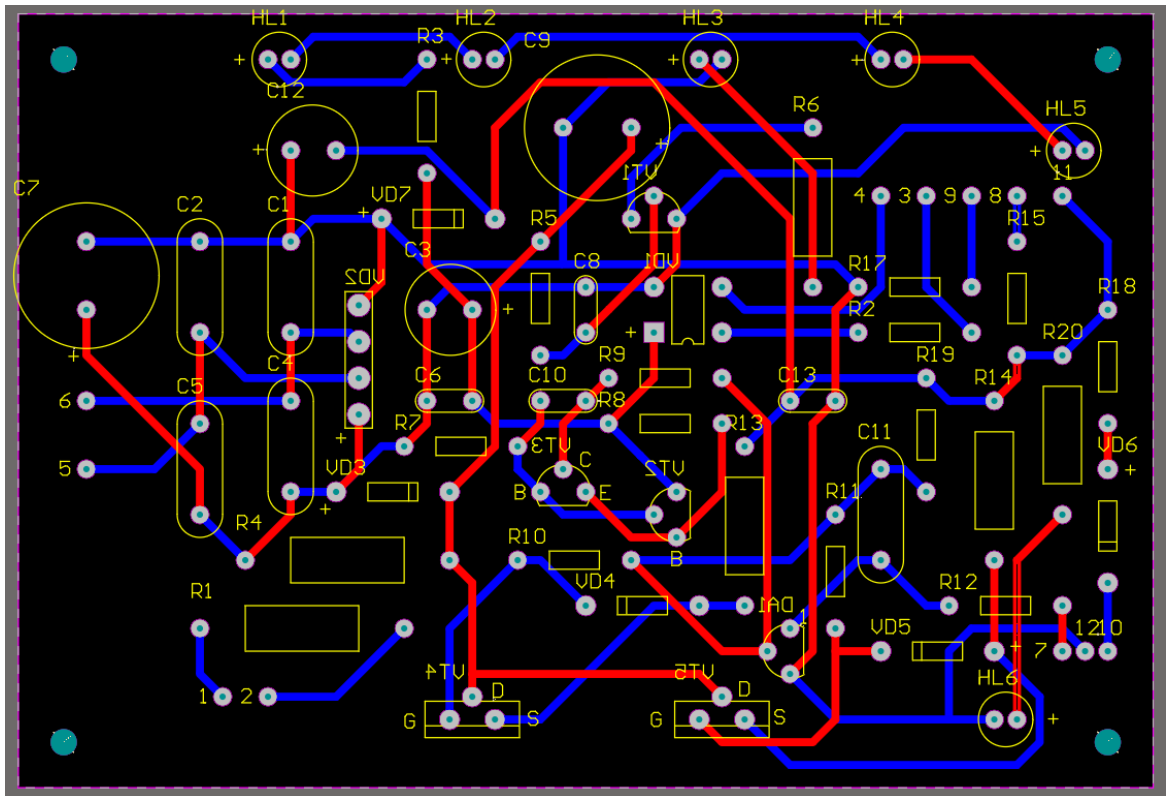


Рисунок А.1 – Друкована плата

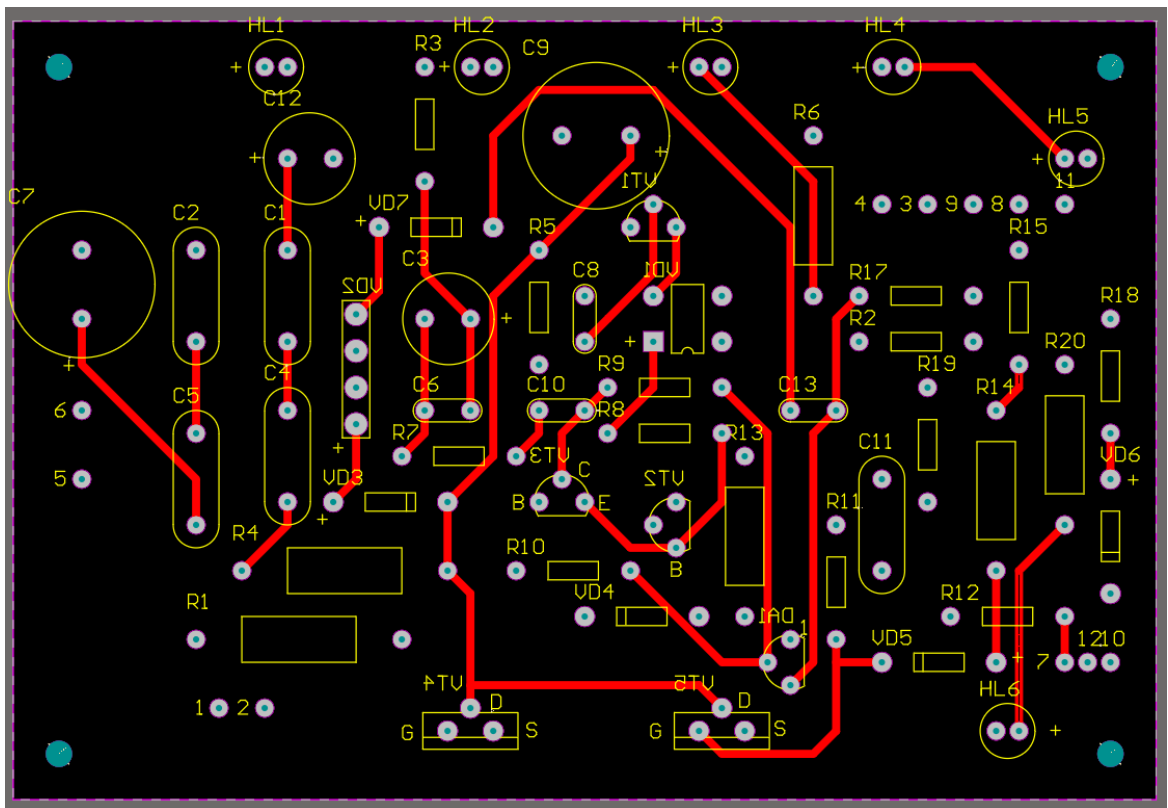


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ

Арк.

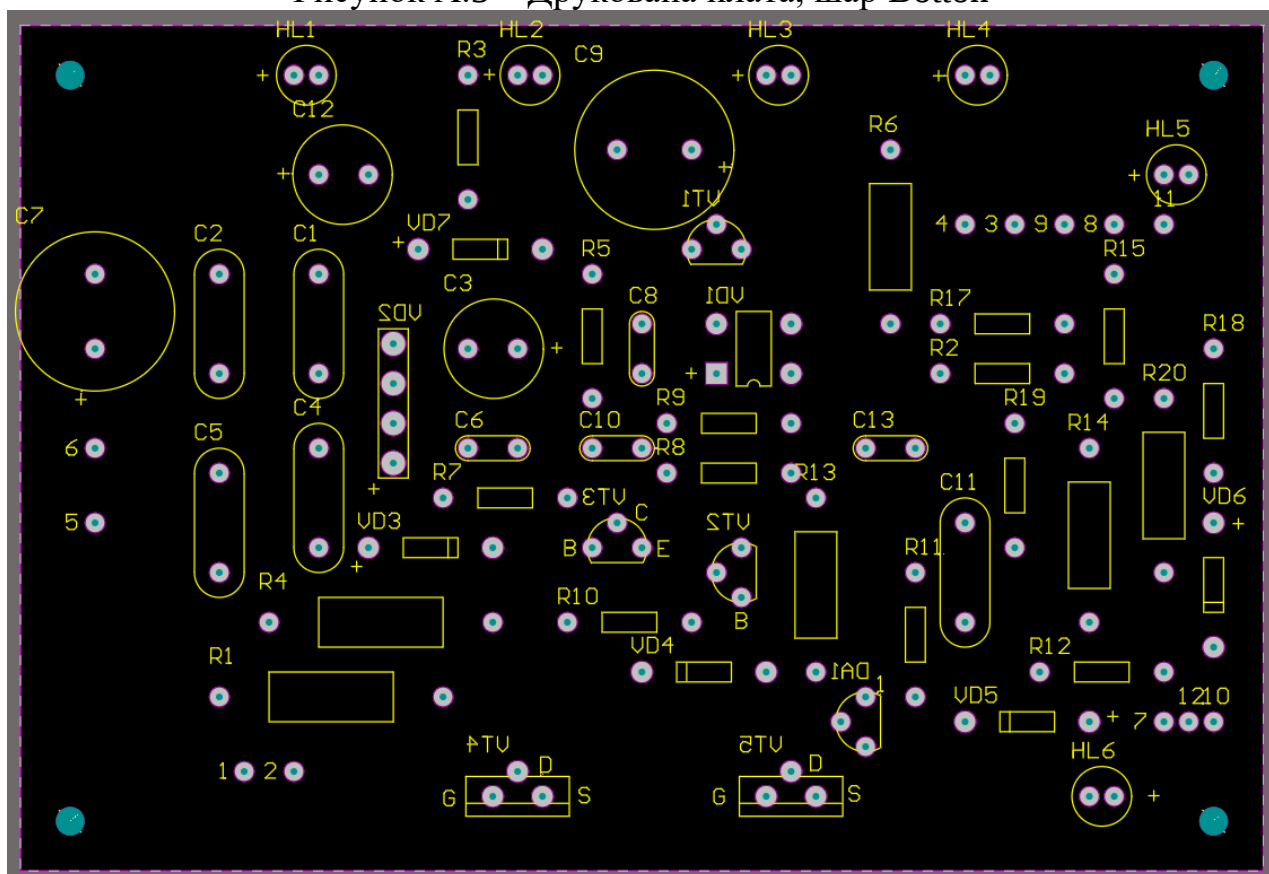
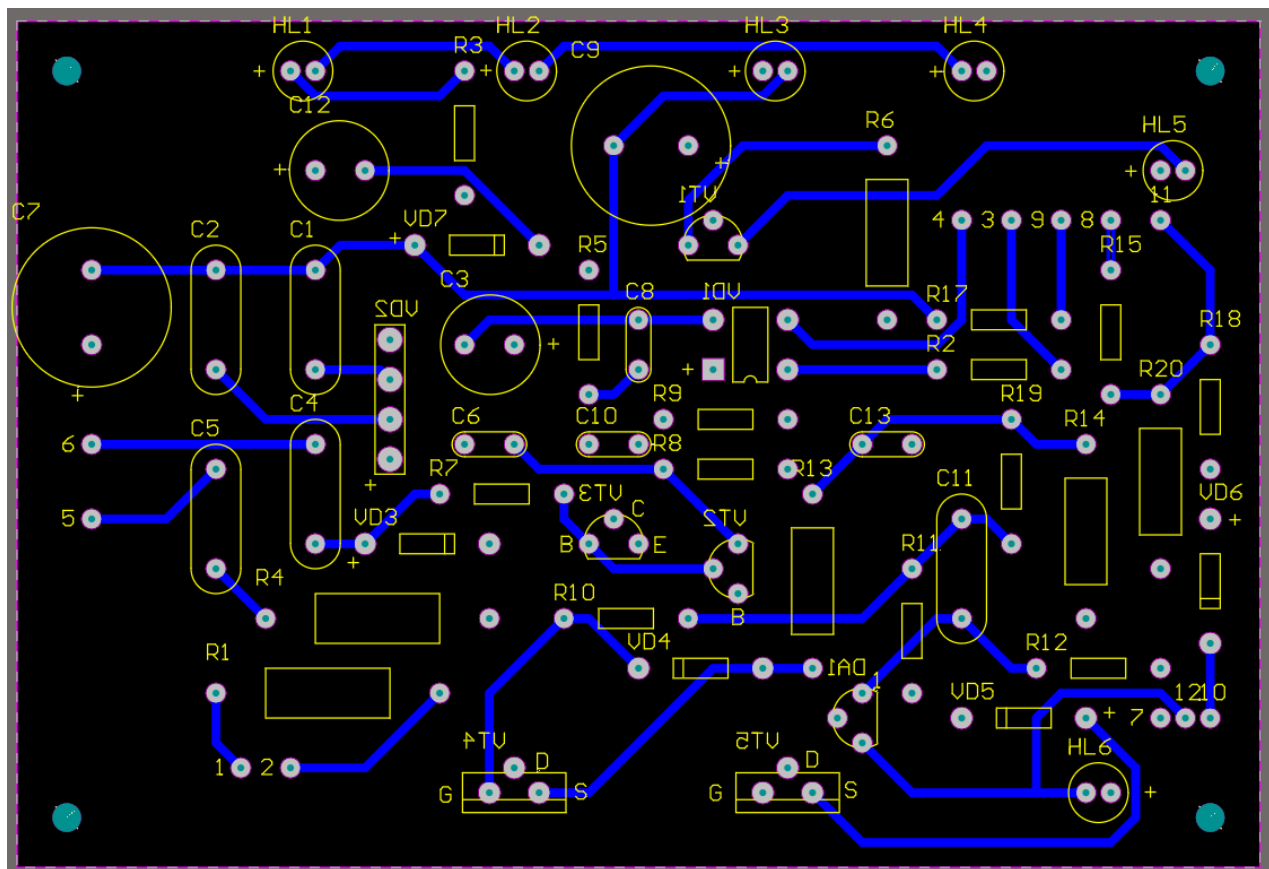


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б 3D модель пристрою

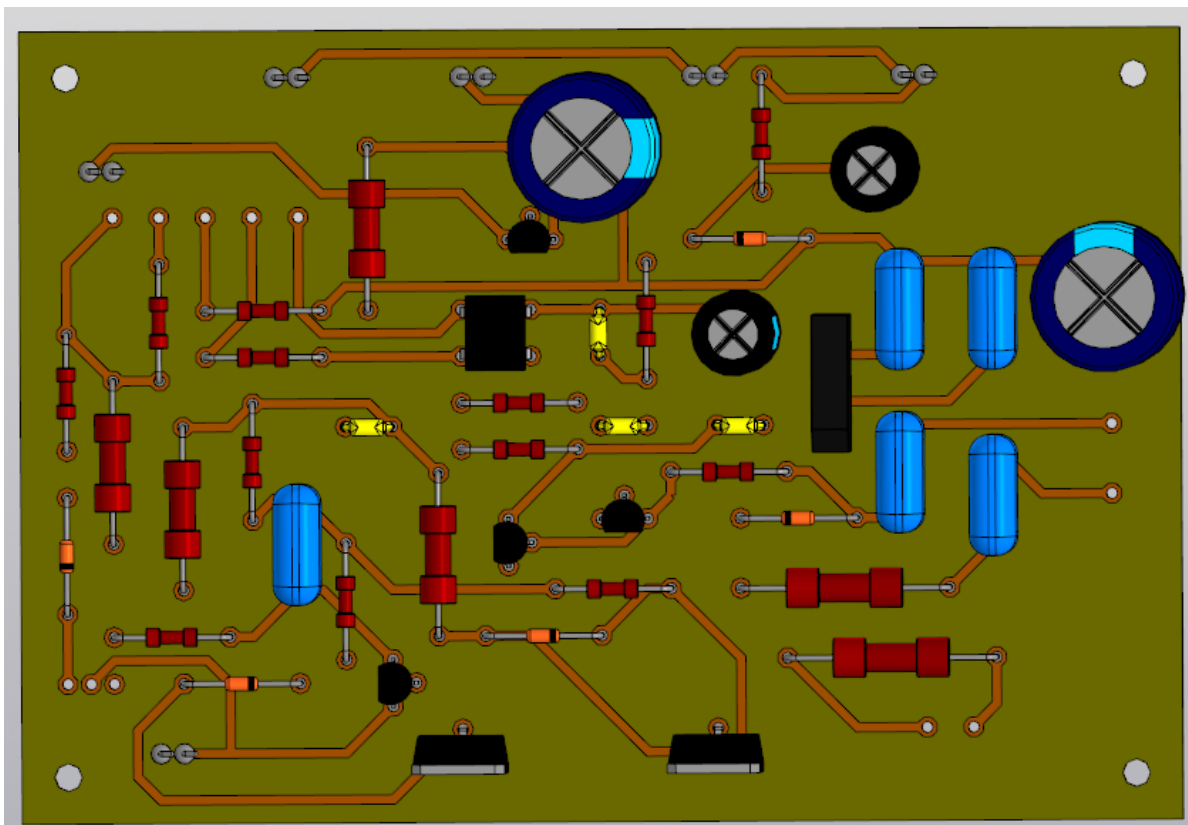


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

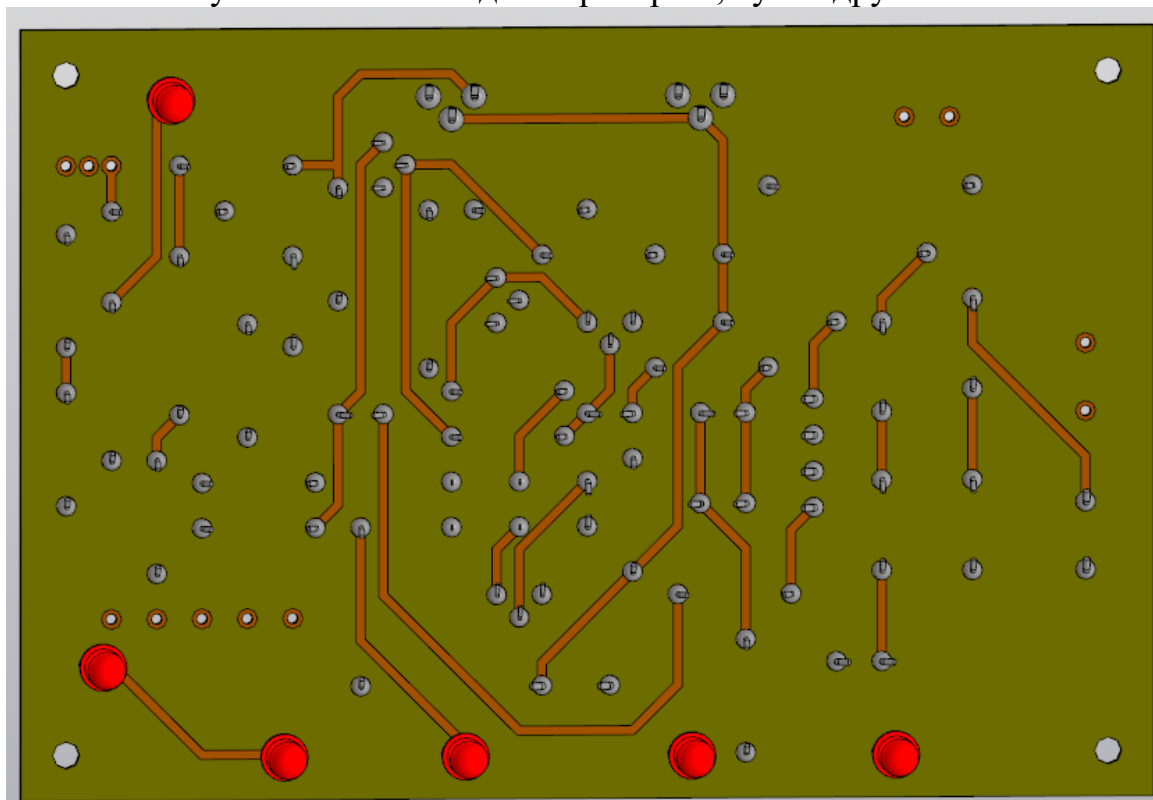


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ

Арк.

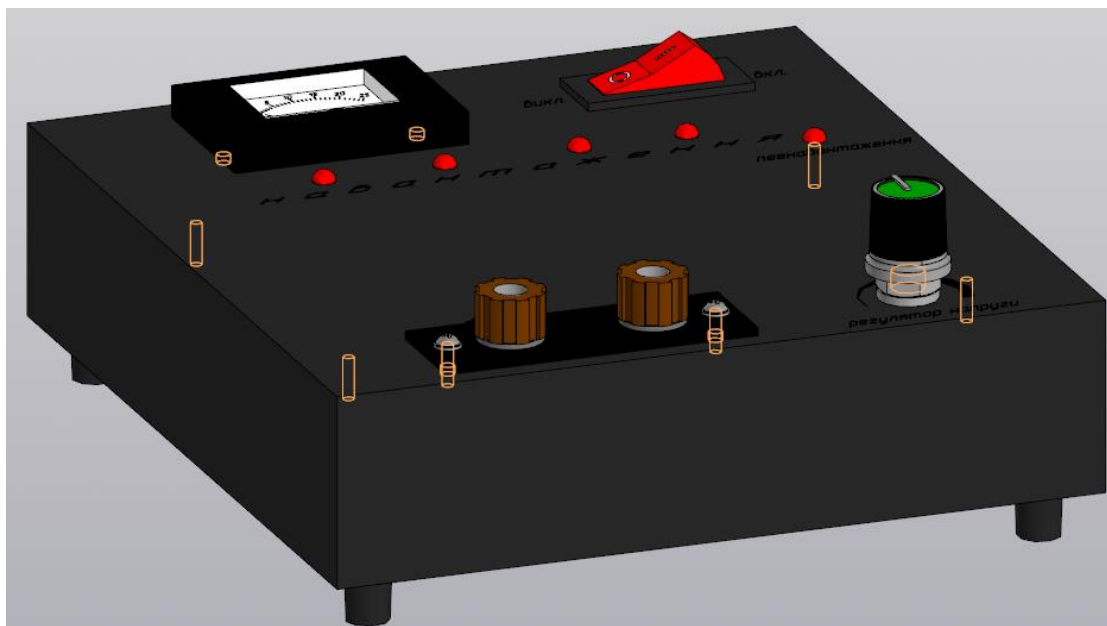


Рисунок Б.3 – 3D модель пристрою, верхня кришка

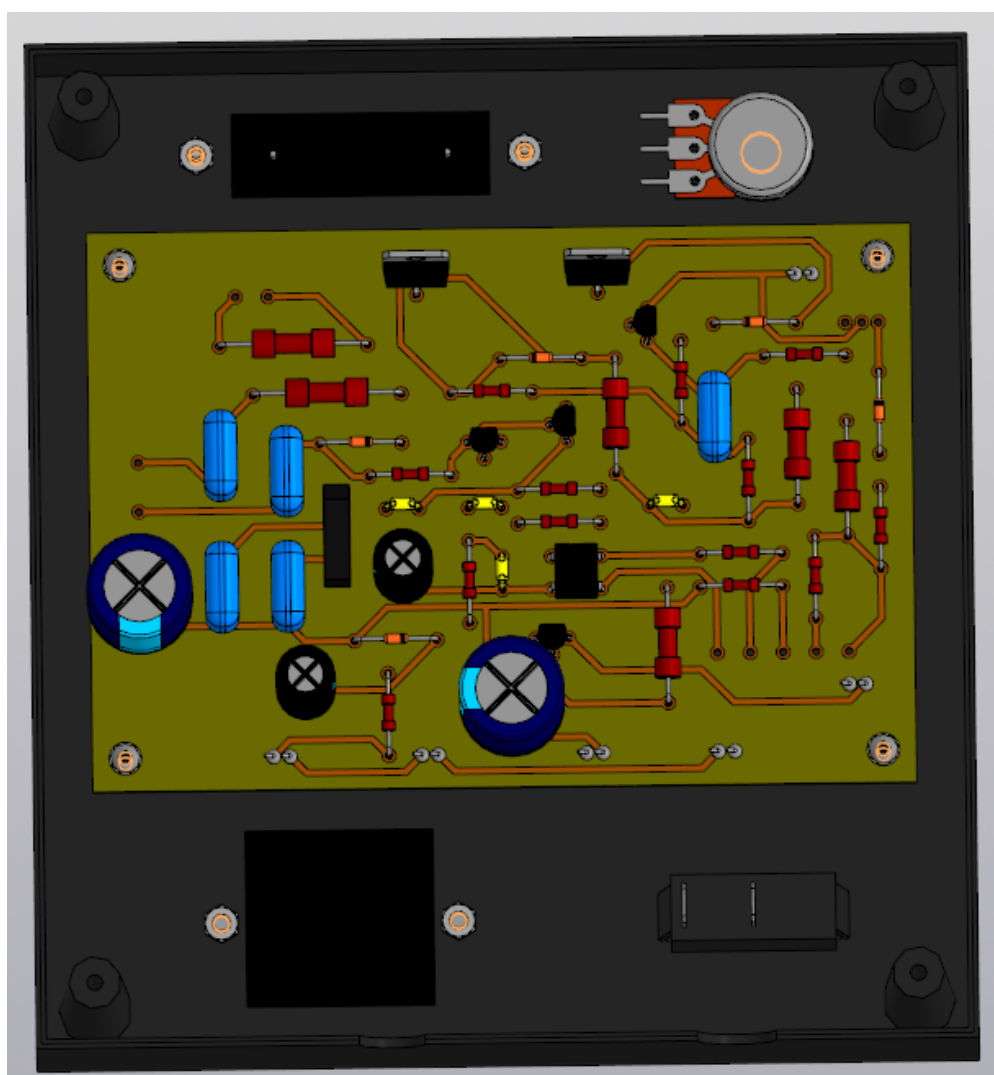


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ

Арк.

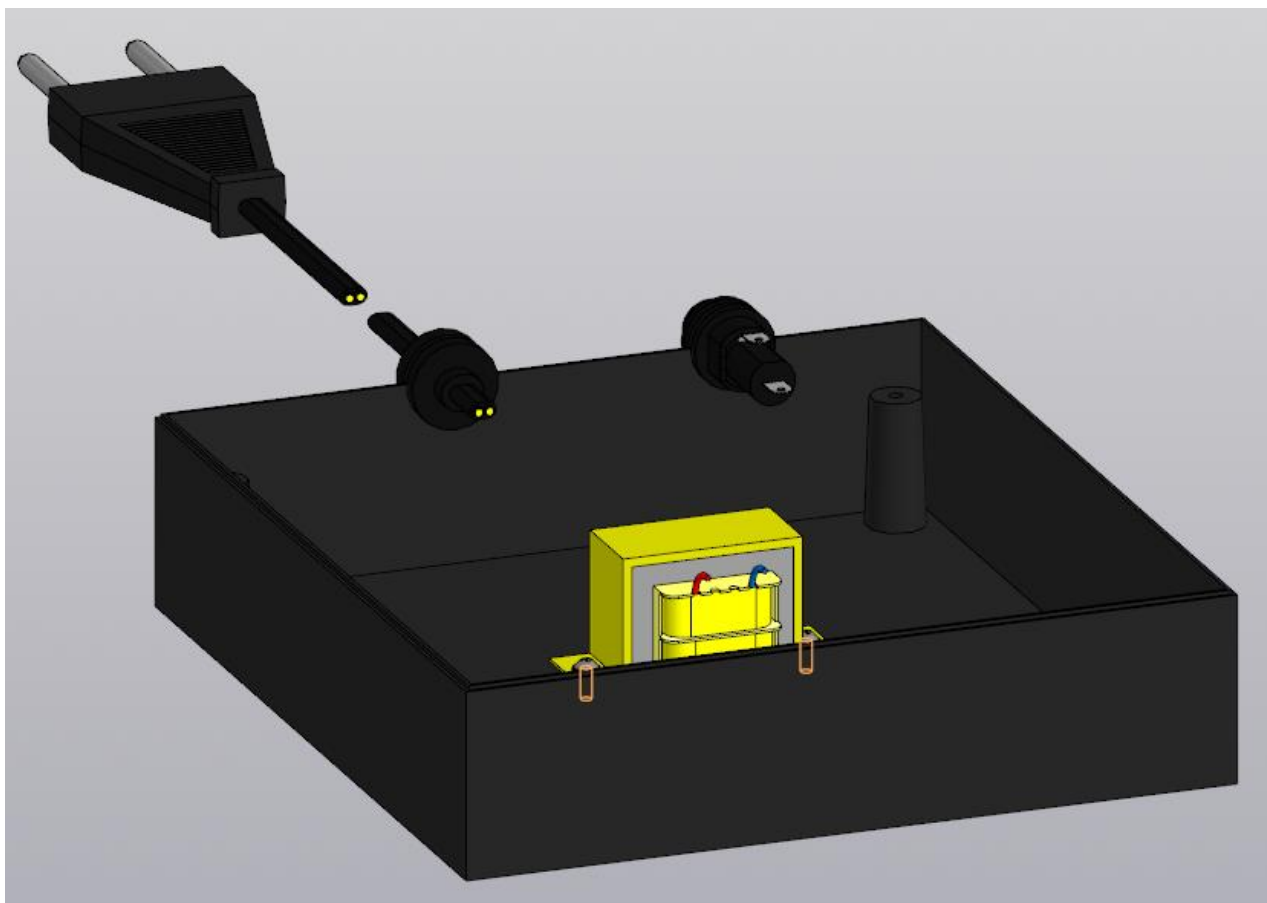


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, нижня кришка

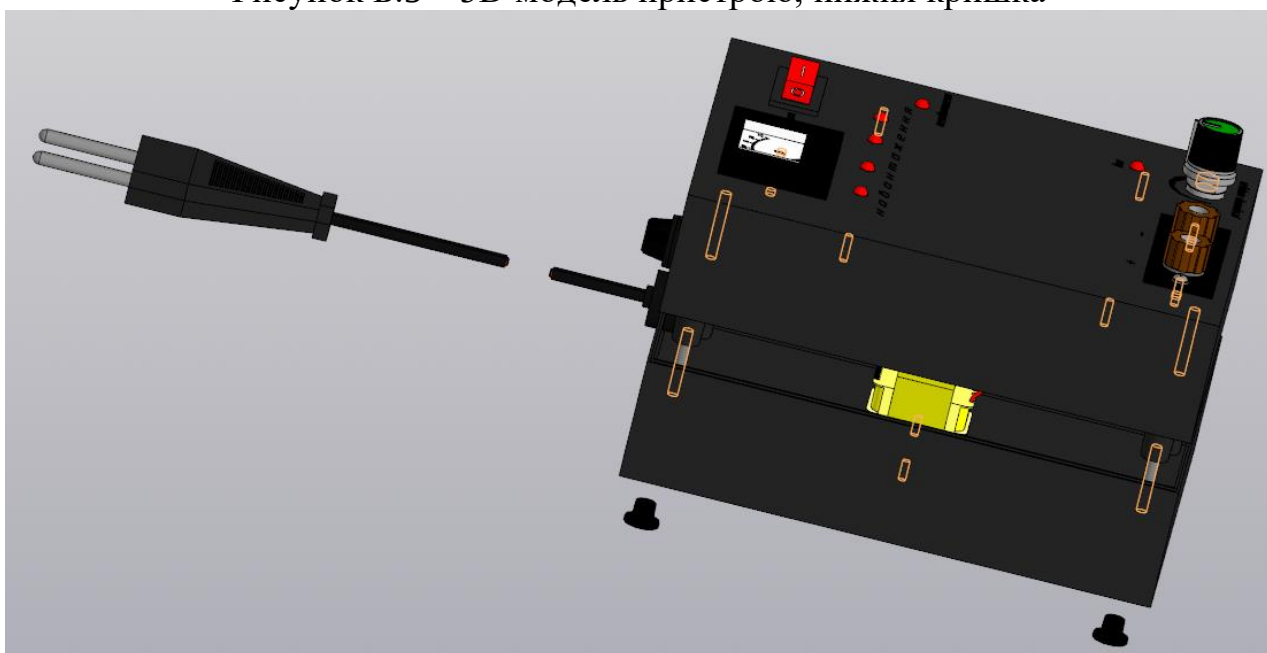


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ

Арк.

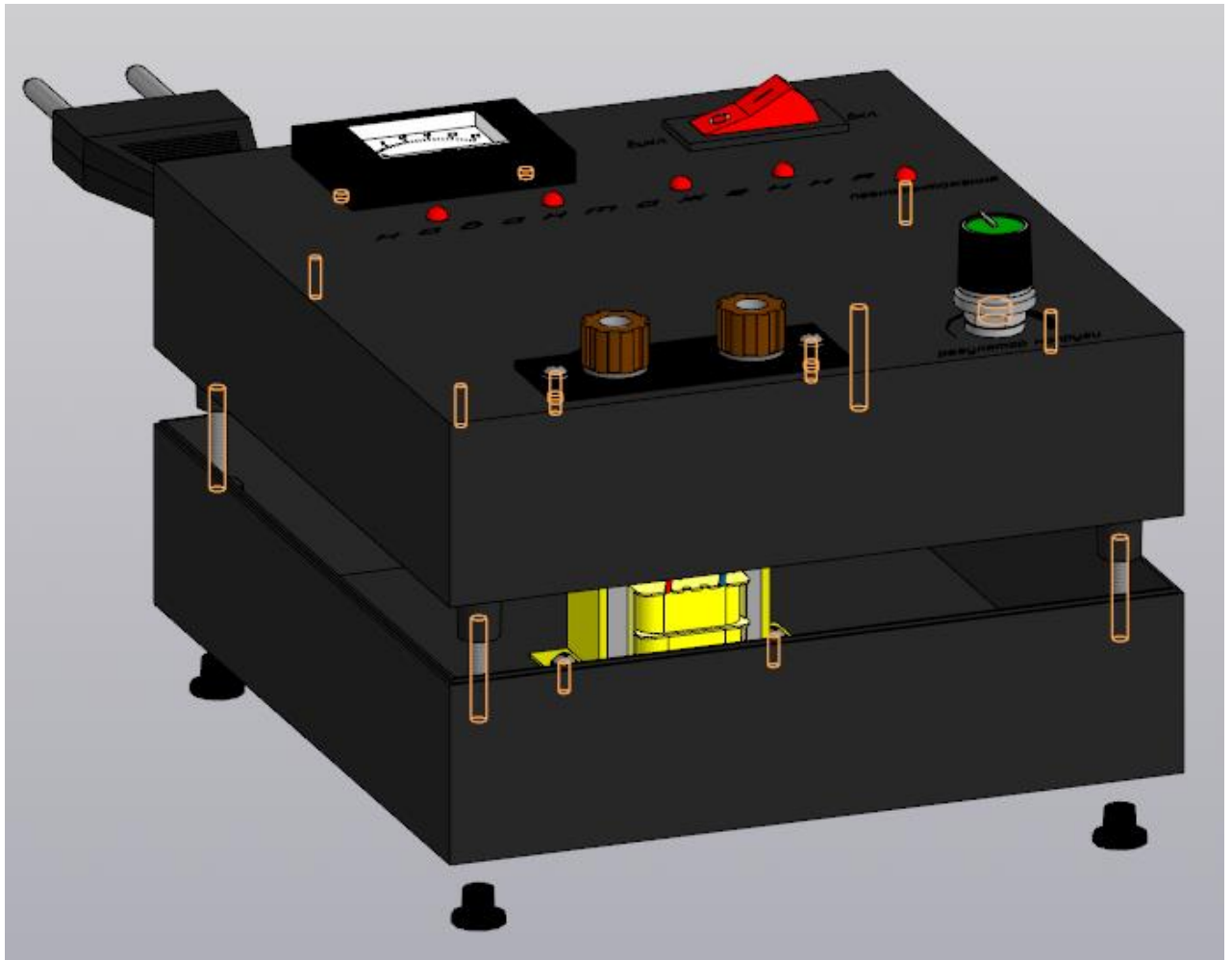


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.403.014.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

26 КР 172.403.017.001.000 Е1

Перш. викорис.	
Додат. №	

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

Живлення
~220 В

Понижувальний
трансформатор

Випрямляч

Інтегральний
регульований
стабітрон

Генератор
стабільного струму

Повторювач
напруги

Вихід
напруга +3...20В

Регулятор напруги

Вузол індикації
струму

						26 КР 172.403.017.001.000 Е1				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лабораторний блок живлення ІРФ630МФ			Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.	Король							- Н -	-	-
Перевір.	Федечко				Схема електрична структурна			Архив		Архив
І.контр.								Архив		1
Рецензент								ВСП ТФК ТНТУ ТР-403		
Н.контр.	Задорожний							м. Тернопіль		
Затверд.								Формат А2		

Копіював

Формат А2

Поз. познач.		Найменування	Кіл.	Примітка				
Перш. викорис.		Конденсатори						
	C1, C2	B32529C1102J000-50 В-0,1 мкФ ±10% "Epcos"	2					
	C3	ECAP-16 В-1000 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
	C4, C5	B32529C1102J000-50 В-0,1 мкФ ±10% "Epcos"	2					
	C6	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1					
	C7	ECAP-35 В-6800 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
	C8	NPO-30 мкФ ±5% "Murata"	1					
	C9	ECAP-35 В-1000 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
	C10	NPO-0,022 мкФ ±5% "Murata"	1					
	C11	B32529C1102J000-50 В-0,027 мкФ ±10% "Epcos"	1					
	C12	ECAP-25 В-1000 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
	C13	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1					
Додат. №								
	DA1	Мікросхема AN1431T "Matsushita"	1					
	FU1	Запобіжник RB300-30-1,35A-250В "ECE"	1					
	HL 1...HL6	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	6					
	PV1	Вольтметр M42303 30В "RUICHI"	1					
		Резистори						
		R1	MFP-1-68 Ом ±10% "Yageo"	1				
	R2	MFP-0,25-2,7 Ом ±10% "Yageo"	1					
	R3	MFP-0,125-300 Ом ±10% "Yageo"	1					
	R4	MFP-1-0,47 Ом ±10% "Yageo"	1					
Підпис і дата					26 КР 172.403.017.001.000 ПЕЗ			
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
	Розроб.	Король				Літ.	Аркцш	Аркцшів
	Перевір.	Федечко				н	1	3
						Лаб. ТФК ТР-403		
	Н.контр.	Задорожний				м. Тернопіль		
	Затверд.							
	Інв. № ориг.	Перелік елементів						

Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка
R5		MFP-0,125-150 Ом ±10% "Yageo"			1	
R6		MFP-0,5-3 кОм ±10% "Yageo"			1	
R7		MFP-0,125-12 кОм ±10% "Yageo"			1	
R8		MFP-0,125-150 Ом ±10% "Yageo"			1	
R9		MFP-0,125-270 Ом ±10% "Yageo"			1	
R10, R11		MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"			1	
R12		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"			1	
R13, R14		MFP-0,5-0,15 Ом ±10% "Yageo"			2	
R15		MFP-0,125-270 Ом ±10% "Yageo"			1	
R16		16K1-B50K-10 кОм "Song Huei"			1	
R17		MFP-0,125-1,5 кОм ±10% "Yageo"			1	
R18		MFP-0,125-82 кОм ±10% "Yageo"			1	
R19		MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"			1	
R20		MFP-0,5-2,2 кОм ±10% "Yageo"			1	
SA1		Перемикач A14B1K11 "EMAS"			1	
TV1		Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"			1	
		Діоди				
VD1		DF04M "ON Semiconductor"			1	
VD2		KBL06 "DC Components"			1	
VD3		1N5817 "Sunmate Electronics"			1	
VD4, VD5		BZX55-C9V1 "KEEN SIDE"			2	
VD6		1N4148 "Diotec"			1	
VD7		31DF1 "SYJ"			1	
		Транзистори				
VT1		GC112 "Diotec"			1	
VT2, VT3		2SA1281 "KEC"			2	
</						

[illegible]

26 КР 172.403.017.001.000 ПЕЗ

26 КР 172.403.017.001.000 ЕЗ

Перш використ.

Додат. №

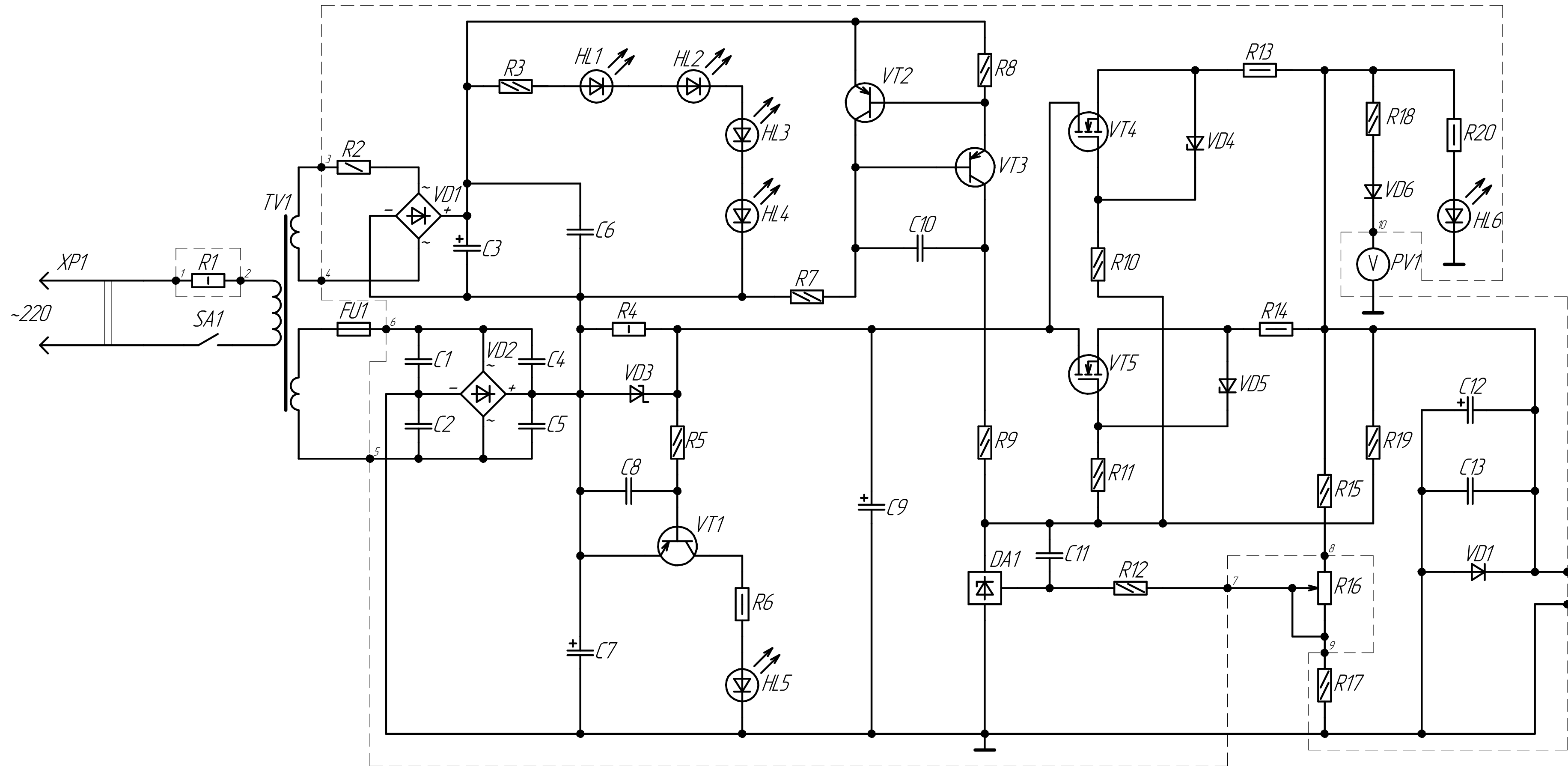
Підпис і дата

Інв. № змін.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.



XS1	
Номер конт.	Коло
1	+3...20 В
2	⊥

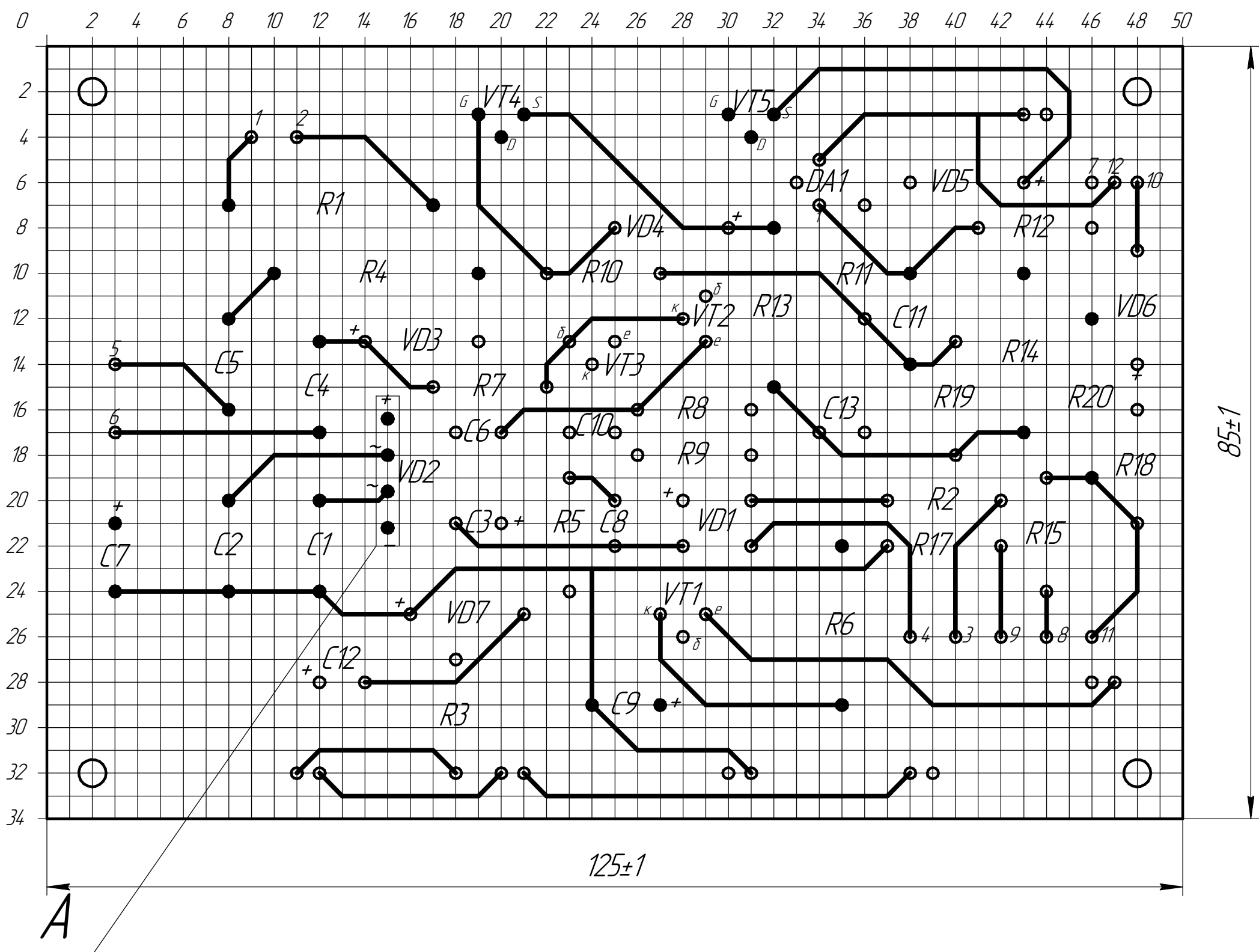
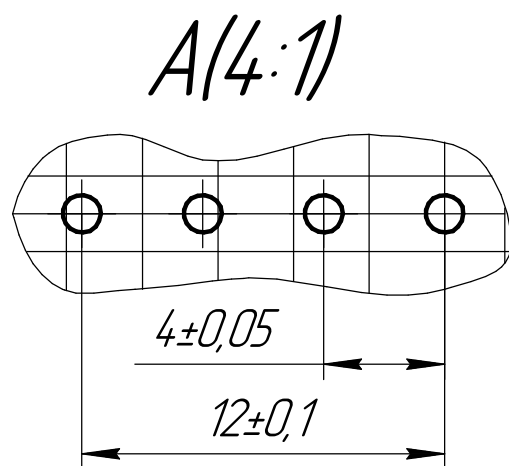
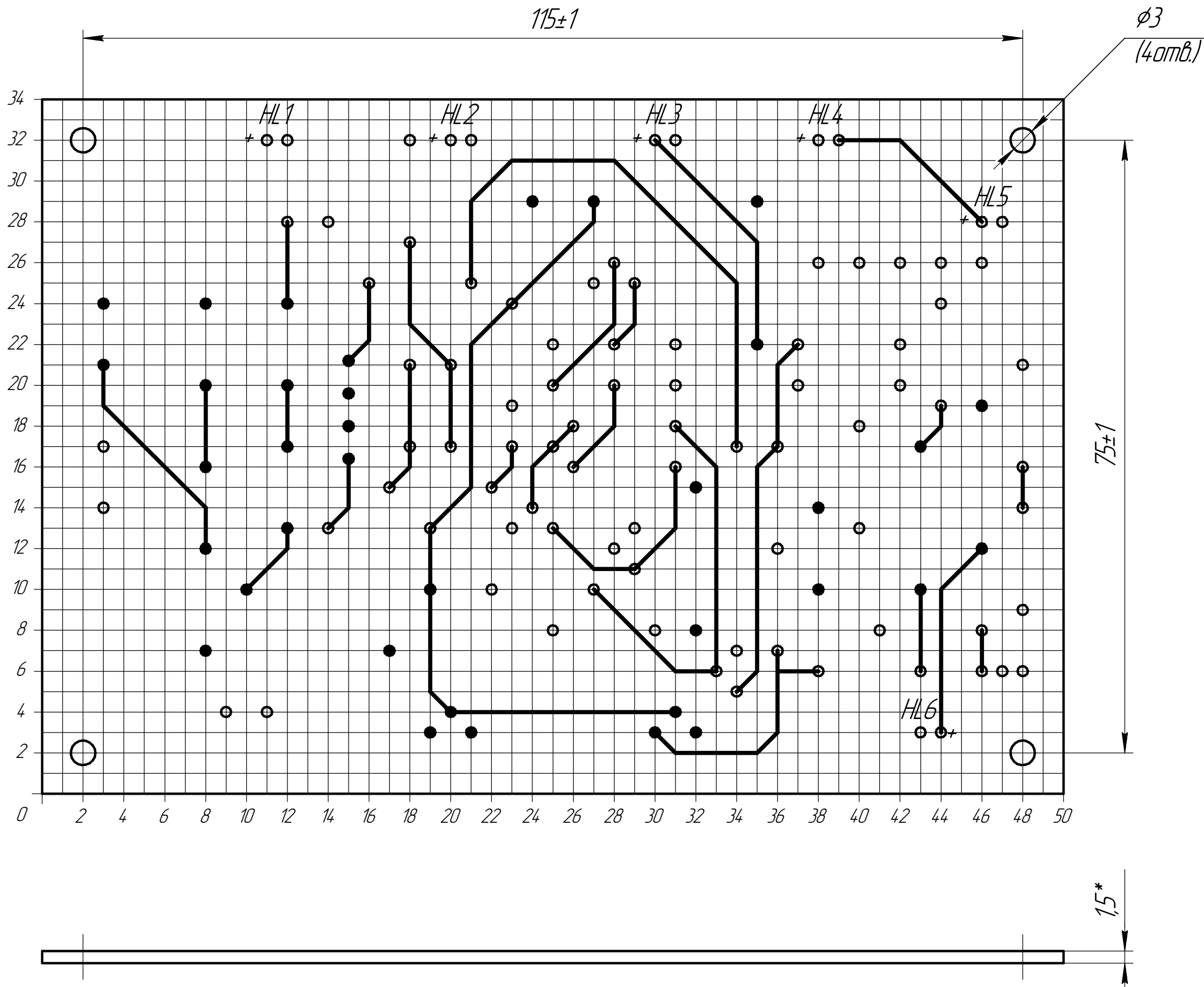
26 КР 172.403.017.001.000 ЕЗ						Лаб. блок живлення IRF630MF		
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата	Схема електрична принципова	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Король					Н	-	-
Перевір.	Федечко					Арх.	Арх.	1
І.контр.						ВСП ТФК ТР-403		
Н.контр.	Задорожний					м. Тернопіль		
Затверд.						Формат А2		

Копіював

Формат А2

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⊕	0,8	Є	2,0	88	
⬤	1,0	Є	2,2	36	

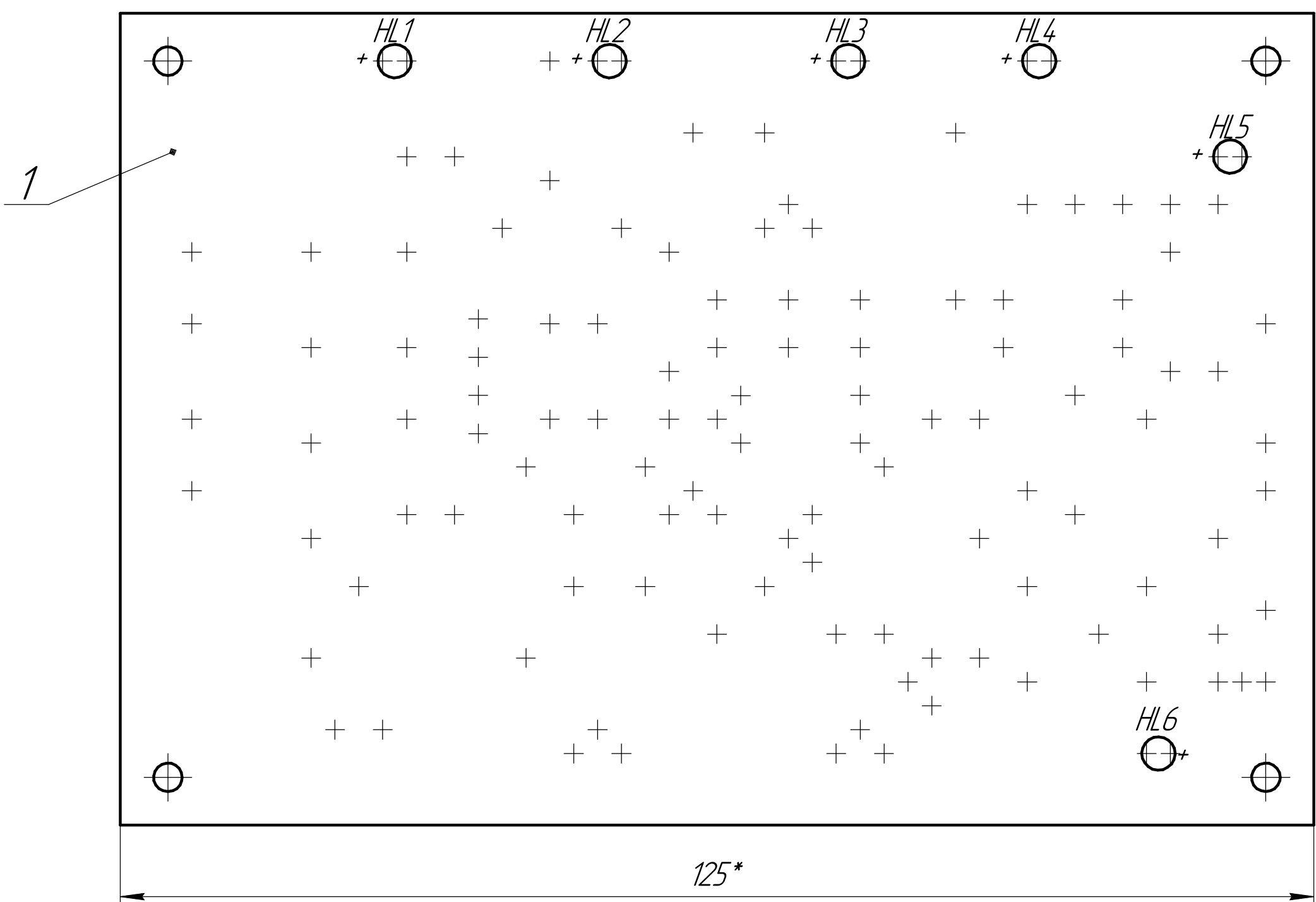
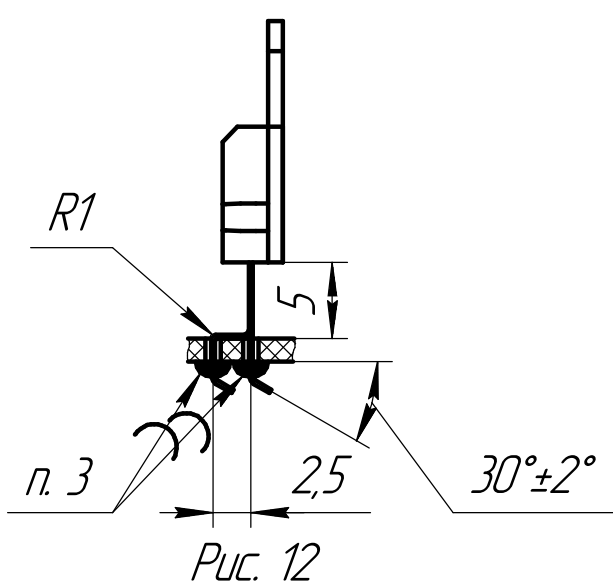
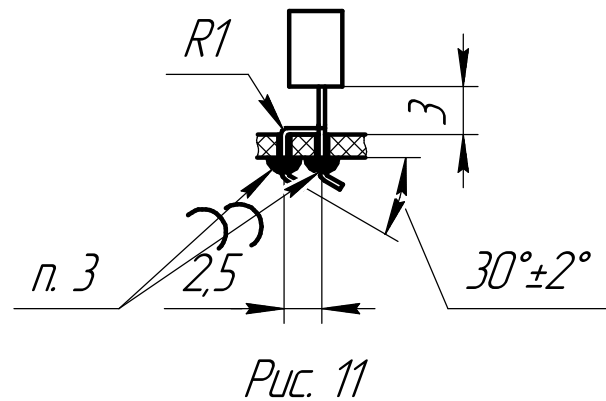
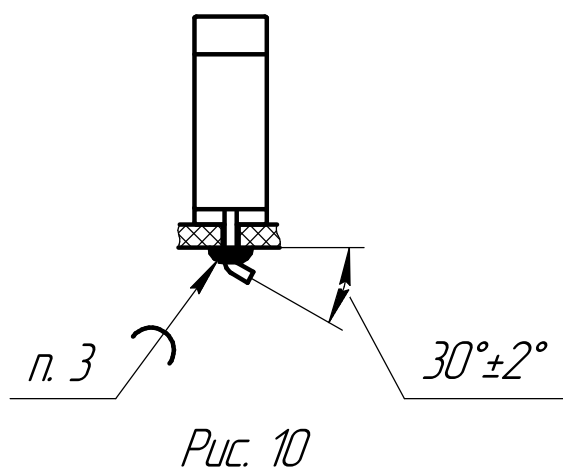
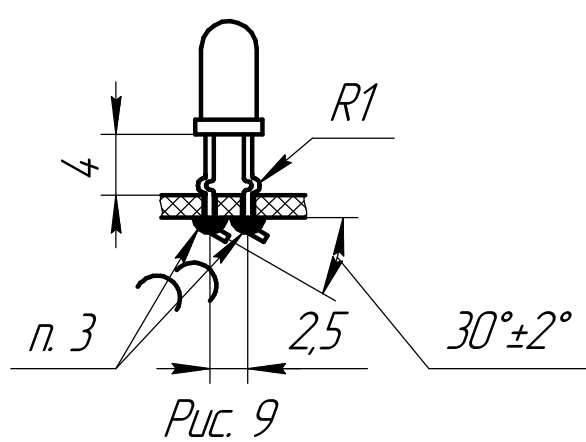
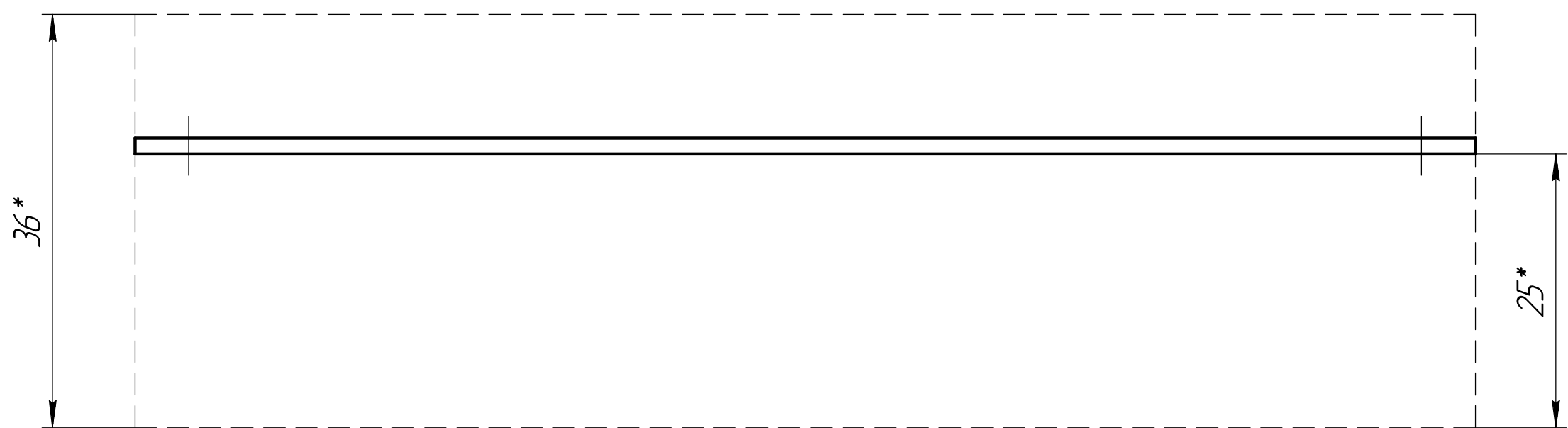
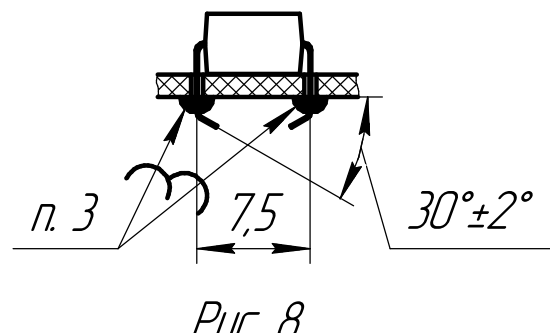
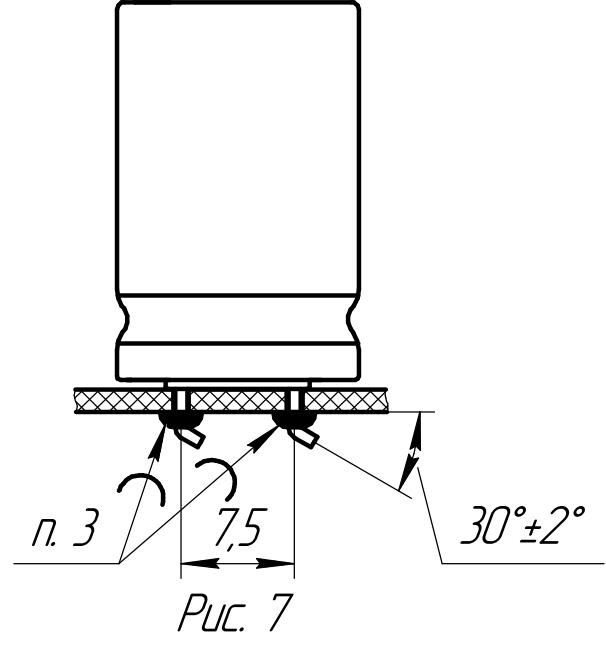
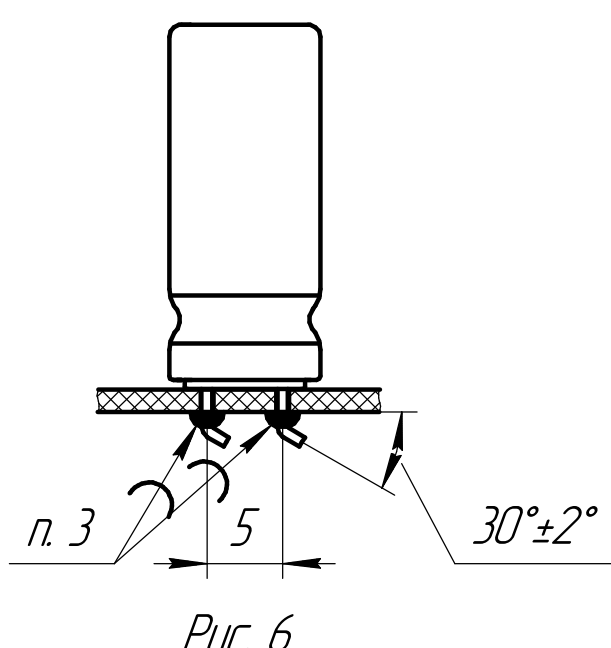
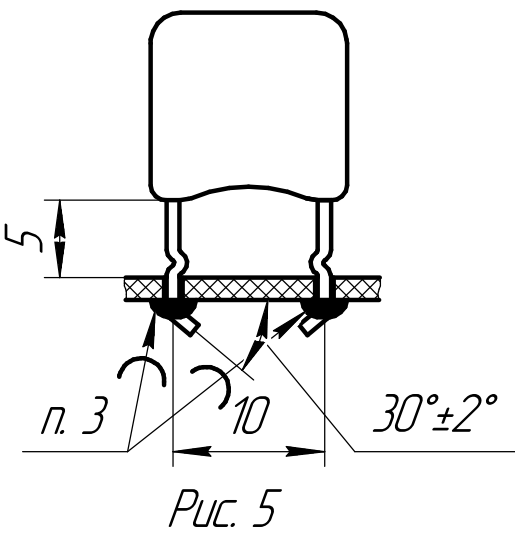
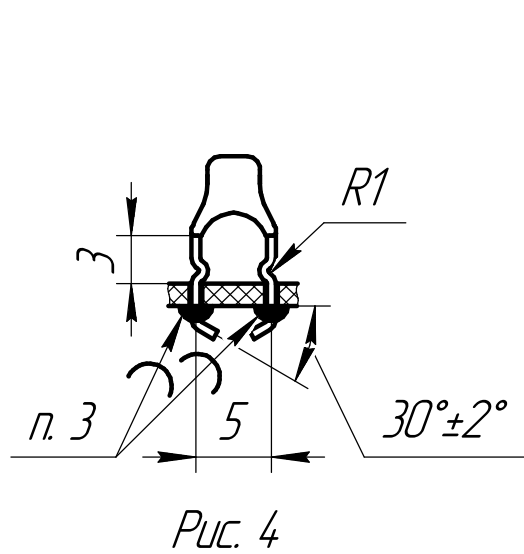
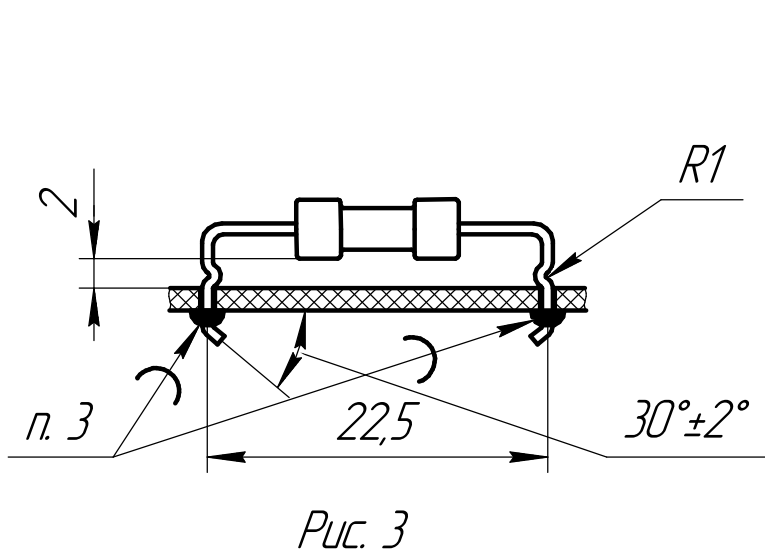
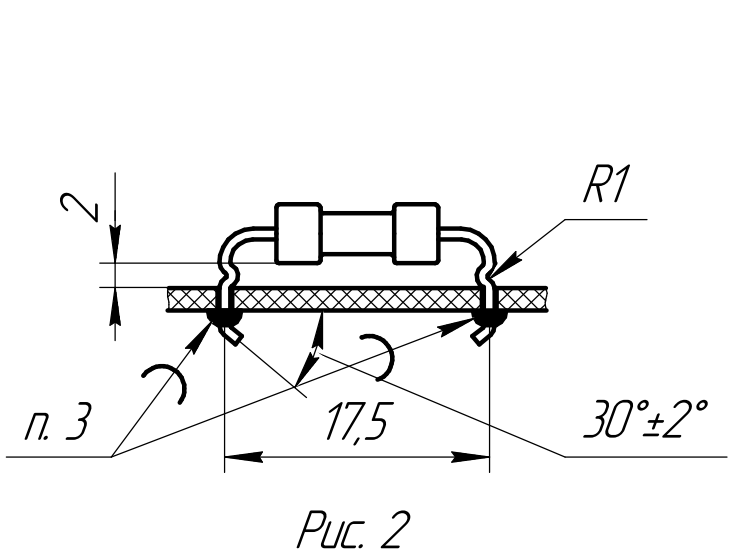
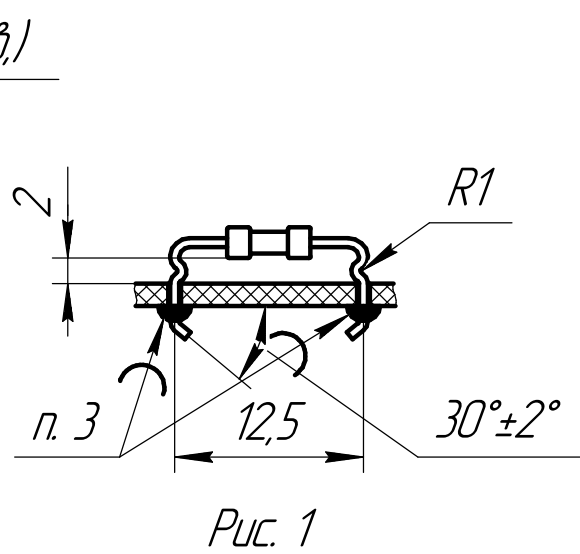
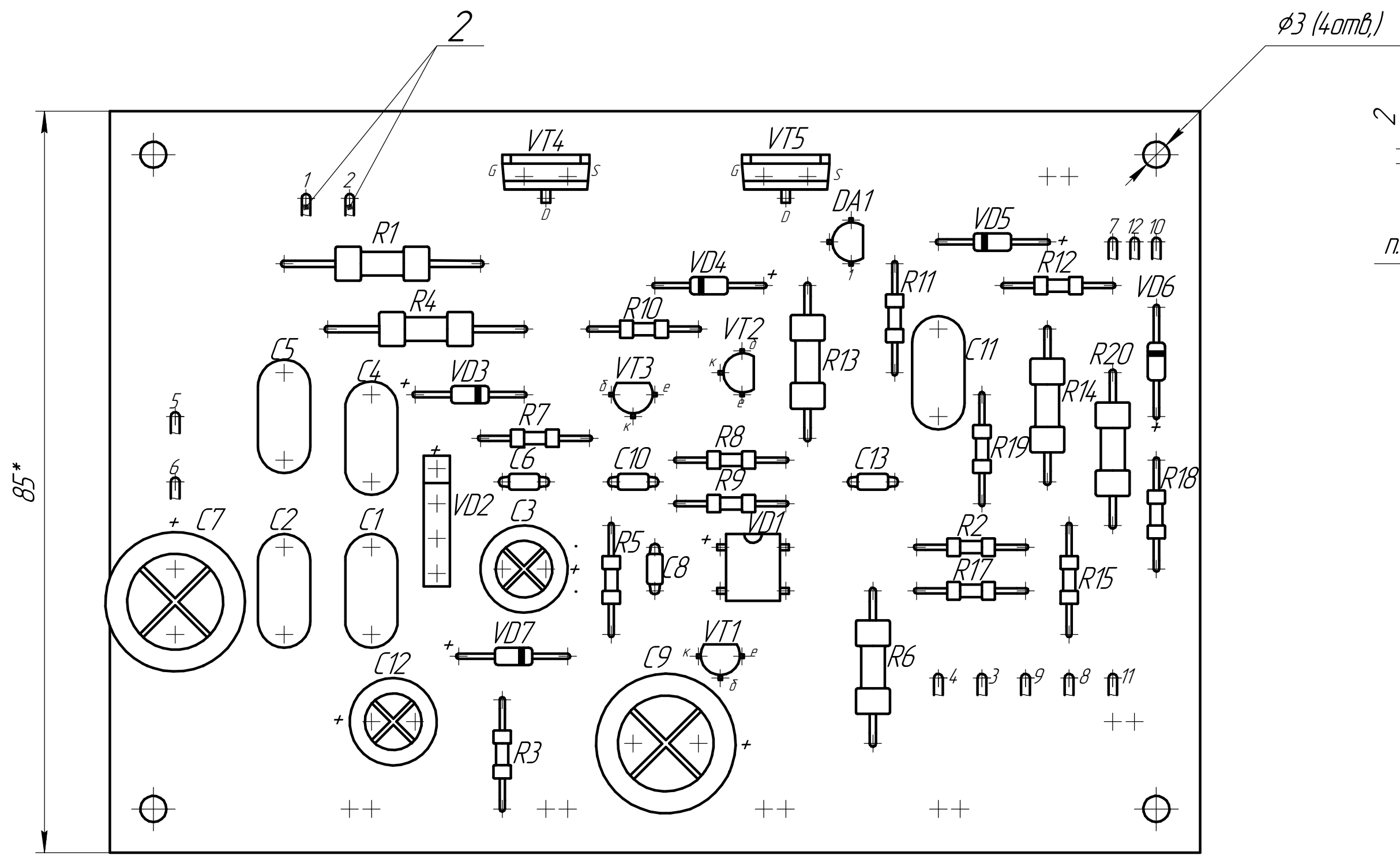


- Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
- *Розмір для довідок.
- Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
- Крок координатної сітки 2,5 мм.
- Плату виготовити комбінованим методом.
- Параметри отворів дивись в таблиці.
- Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
- Мінімальна відстань між провідниками 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.ГО.005.051.

					26 КР 172.403.017.001.001					
					Плата друкована					
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Лист		Маса		Масштаб	
Розроб.		Король			Н		0,03		2:1	
Перевір.		Федченко								
Т.контр.					Арк.ш.		Арк.ш.		1	
Н.контр.		Задорожній			СФ2-35-15КП		ВСП ТФК ТР-403			
Затверд.					ГОСТ 10316-78		м. Тернопіль			
					Копія		Формат А1			

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.403.017.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.403.017.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.403.017.001.000 СК	Вузол друкований	1			
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № додл.	A1	1	26 КР 172.403.017.001.001	Плата друкована	1				
		БК	2	26 КР 172.403.017.001.002	Перемичка	12				
						Інші вироби				
						Конденсатори				
			3		NPO-0,022 мкФ ±5% "Murata"	1	С10			
			4		B32529C1102J000-50 В-0,027 мкФ ±10% "Epcos"	1	С11			
			5		B32529C1102J000-50 В-0,1 мкФ ±10% "Epcos"	4	С1,С2,С4,С5			
			6		NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	2	С6, С13			
Зам. інв. №	Підпис і дата		7		NPO-30 мкФ ±5% "Murata"	1	С8			
			8		ECAP-16 В-1000 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С3			
			9		ECAP-25 В-1000 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С12			
			10		ECAP-35 В-1000 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С9			
			11		ECAP-35 В-6800 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С7			
			13		Мікросхема AN1431T "Matsushita"	1	DA1			
			15		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	6	HL 1...HL 6			
Інв. № ориг.	Зам. інв. №	Підпис і дата	26 КР 172.403.017.001.000							
			Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Аркцш	Аркцшів
			Розрод.	Король				Н	1	2
			Перевір.	Федечко				ВСП ТФК ТР-403		
			Н.контр.	Задорожний				м. Тернопіль		
Затверд.						Формат А4				

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кін.	Прим.
				Резистори		
		17		MFP-0,5-0,15 Ом ±10% "Yageo"	2	R13, R14
		18		MFP-1-0,47 Ом ±10% "Yageo"	1	R4
		19		MFP-0,25-2,7 Ом ±10% "Yageo"	1	R2
		20		MFP-1-68 Ом ±10% "Yageo"	1	R1
		21		MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	2	R10, R11
		22		MFP-0,125-150 Ом ±10% "Yageo"	2	R5, R8
		23		MFP-0,125-270 Ом ±10% "Yageo"	2	R9, R15
		24		MFP-0,125-300 Ом ±10% "Yageo"	1	R3
		25		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	1	R12
		26		MFP-0,125-1,5 кОм ±10% "Yageo"	1	R17
		27		MFP-0,5-2,2 кОм ±10% "Yageo"	1	R20
		28		MFP-0,5-3 кОм ±10% "Yageo"	1	R6
		29		MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	R19
		31		MFP-0,125-12 кОм ±10% "Yageo"	1	R7
		32		MFP-0,125-82 кОм ±10% "Yageo"	1	R18
				Діоди		
		34		1N4148 "Diodec"	1	VD6
		35		1N5817 "Sunmate Electronics"	1	VD3
		36		31DF1 "SYJ"	1	VD7
		37		BZX55-C9V1 "KEEN SIDE"	2	VD4, VD5
		38		DF04M "ON Semiconductor"	1	VD1
		39		KBLO6 "DC Components"	1	VD2
				Транзистори		
		41		2SA1281 "KEC"	2	VT2, VT3
		42		GC112 "Diodec"	1	VT1
		43		IRF630MF "VBsemi"	2	VT4, VT5
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпис і дата	26 KP 172.403.017.001.000	
					Арк.	2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Копіював Формат А4	

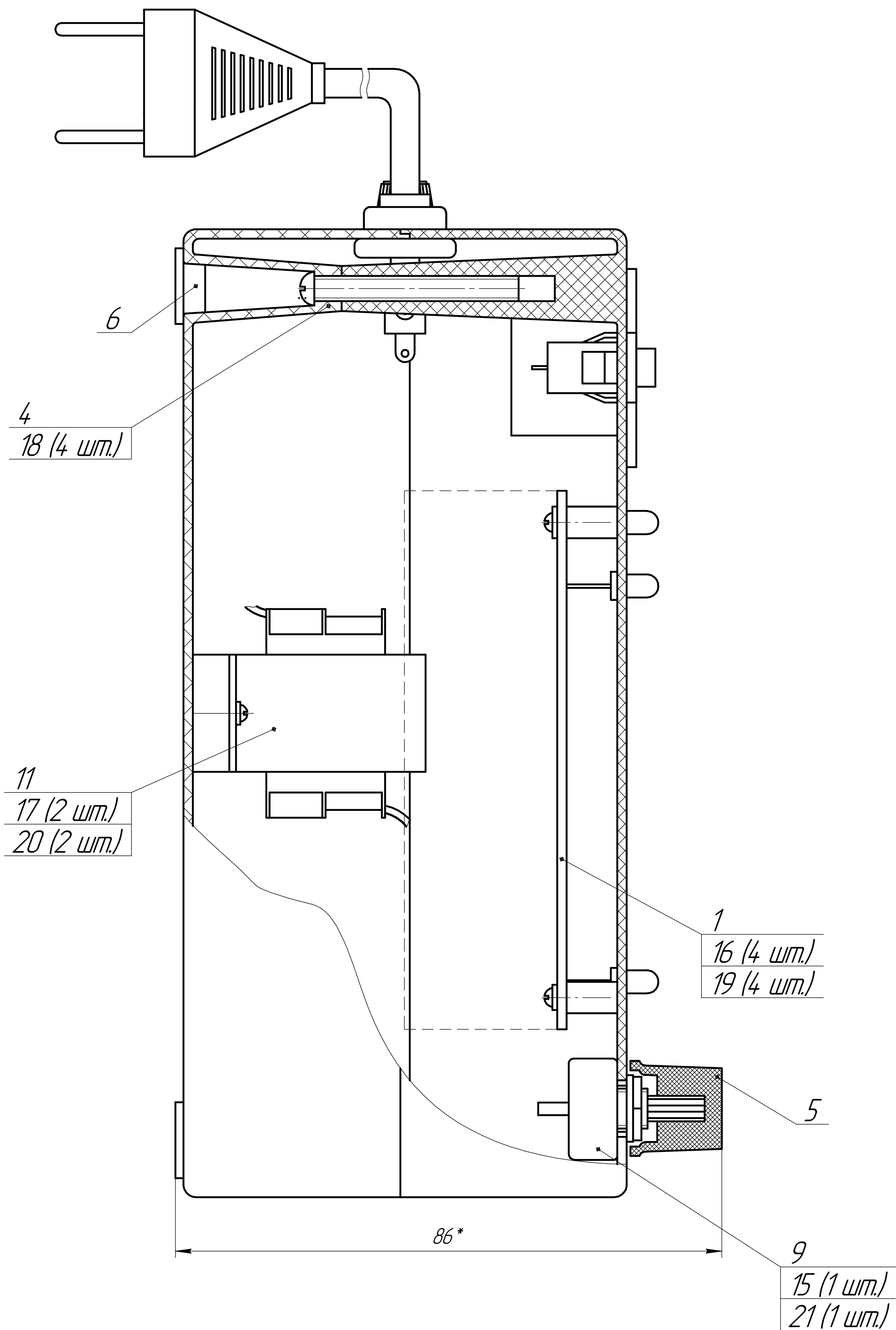
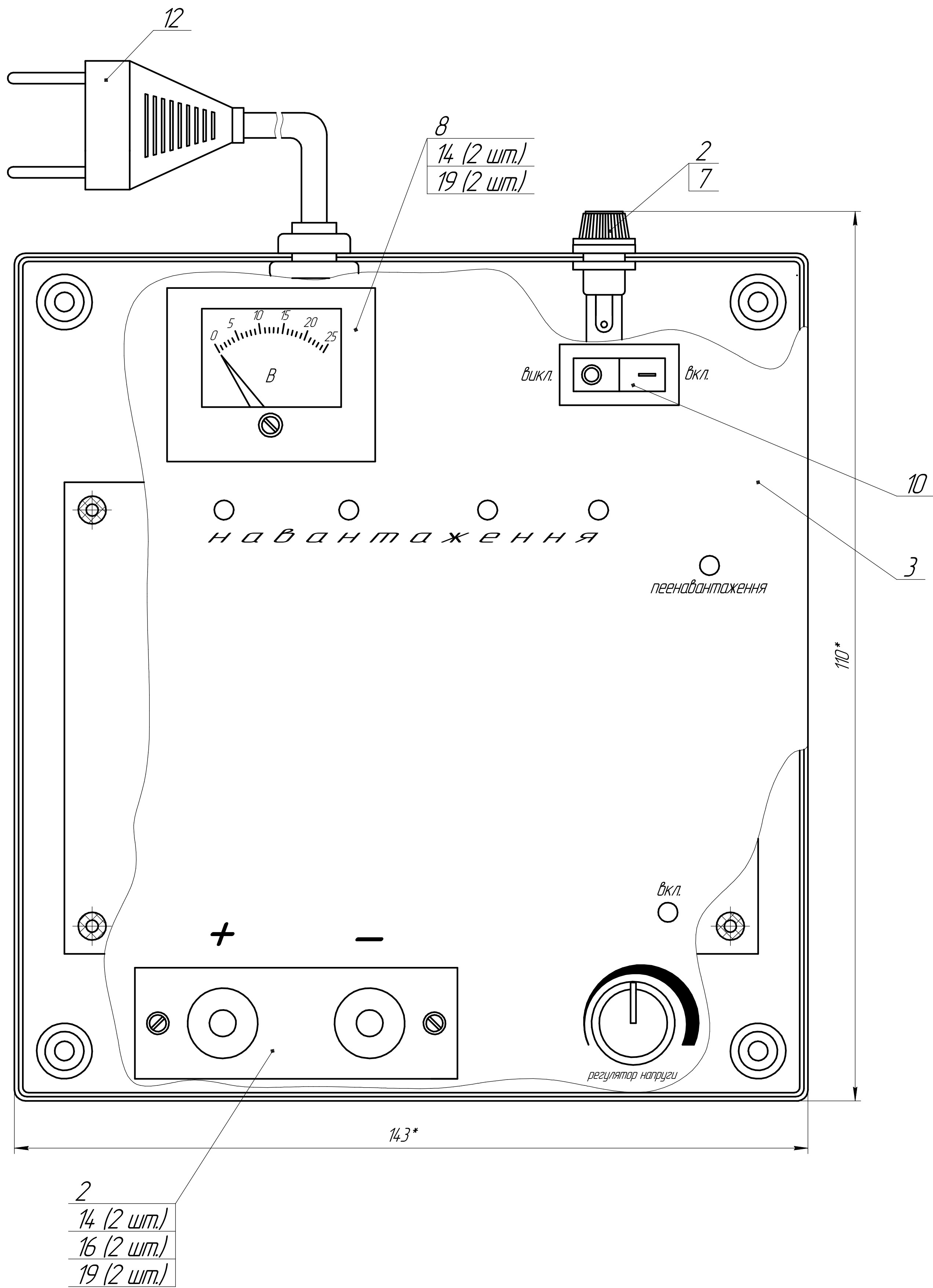


- *Разміри для довідок.
- Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R2, R3, R5, R7...R12, R15, R17...R19, VD3...VD7-на рис. 1; R6, R13, R14, R20-на рис. 2; R1, R4-на рис.3; C6, C8, C10, C13-на рис. 4; C1, C2, C4, C5, C11-на рис. 5; C3, C12-на рис. 6; C7, C9-на рис. 7; VD1-на рис. 8; HL1,HL6-на рис. 9; VD2-на рис. 10; DA1, VT1,VT3-на рис. 11; VT4, VT5-на рис. 12.
- 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.
- Друковані провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

26 КР 172.403.017.001.000 СК					Вузел друкований			Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Н	0,06	21	Н	0,06	21
Разроб.	Хароль				Складальне креслення			Архив	Архив	1
Перевір.	Федченко							ВСП ТФК ТР-403		
Т.контр.								м. Тернопіль		
Н.контр.	Задорожний							Формат А1		
Затверд.										

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.			
						Документація					
		A4			26 КР 172.403.017.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів					
		A2			26 КР 172.403.017.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1				
		A1			26 КР 172.403.017.004.000 СК	Складальне креслення	1				
						Складальні одиниці					
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.017.001.000 СК	Вузол друкований	1			
				БК	2	26 КР 172.403.017.001.001	Тримач запобіжника	1			
								Деталі			
				БК	3	26 КР 172.403.017.004.001	Верхня кришка	1			
				БК	4	26 КР 172.403.017.004.002	Нижня кришка	1			
				БК	5	26 КР 172.403.017.004.003	Ручка резистора	1			
				БК	6	26 КР 172.403.017.004.004	Ніжка	4			
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата								
26 КР 172.403.017.004.000											
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розрод.	Король										
Перевір.	Федечко										
Н.контр.	Задорожний										
Затверд.											
Лабораторний блок живлення IRF630MF					Літ.	Аркцш	Аркцшів				
					Н	1	2				
					ВСП ТФК ТР-403						
					м. Тернопіль						

26 КР 172.403.017.004.000 СК



- * Розміри для довідок.
- Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.403.017.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
- Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

					26 КР 172.403.017.004.000 СК					
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Лабораторний блок живлення ІРФ630МГ			Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.		Король			Н			0,3	2:1	
Перевір.		Федченко			Складальне креслення					
Т.контр.					Архив			Архив		
Н.контр.		Задорожний			ВСТ ТФК ТР-403					
Затверд.					м. Тернопіль					

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл															
Замість															
Підпис															
													Аркуш 4		
											26 КР 172.403.014.03.000		26 КР 172.403.014.03.118		
											26 КР 172.403.014.03.000		26 КР 172.403.014.03.118		
											26 КР 172.403.014.03.000		26 КР 172.403.014.03.118		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції			Позначення документу							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
701		Кусачки	РТ 145532												
02		Пінцет	РТ 265641												
К 03	1	Плата друкована				26 КР 172.403.014.001001					796	100	100		
04	3	Конденсатори	NPO-0,022 мкФ ±5%			"Murata"					796	100	100		
05	4	Конденсатори	B32529C1102J000-50 В-0,027 мкФ ±10%			"Epcos"					796	100	100		
06	5	Конденсатори	B32529C1102J000-50 В-0,1 мкФ ±10%			"Epcos"					796	100	400		
07	6	Конденсатори	NPO-0,1 мкФ ±5%			"Murata"					796	100	200		
08	7	Конденсатори	NPO-0,1 мкФ ±5%			"Murata"					796	100	100		
09	7	Конденсатори	NPO-30 мкФ ±5%			"Murata"					796	100	100		
10	8	Конденсатори	ECAP-16 В-1000 мкФ ±20%			"Jamicon"					796	100	100		
11	9	Конденсатори	ECAP-25 В-1000 мкФ ±20%			"Jamicon"					796	100	100		
12	10	Конденсатори	ECAP-35 В-1000 мкФ ±20%			"Jamicon"					796	100	100		
13	11	Конденсатори	ECAP-35 В-6800 мкФ ±20%			"Jamicon"					796	100	100		
14	13	Мікросхема	AN1431T			"Matsushita"					796	100	100		
15	17	Резистори	MFP-0,5-0,150м ± 10%			"Yageo"					796	100	200		
16	18	Резистори	MFP-1-0,470м ± 10%			"Yageo"					796	100	100		
17	19	Резистори	MFP-0,25-2,70м ± 10%			"Yageo"					796	100	100		
18	20	Резистори	MFP-1-680м ± 10%			"Yageo"					796	100	100		

Дубл																					
Замість																					
Підпис																					
																Аркуш 5					
												26 КР 172.403.014.03.000				26 КР 172.403.014.03.118					
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	21	Резистори		MFP-0,125-1000м ± 10%				"Yageo"							796	100	200				
02	22	Резистори		MFP-0,125-1500м ± 10%				"Yageo"							796	100	200				
03	23	Резистори		MFP-0,125-2700м ± 10%				"Yageo"							796	100	200				
04	24	Резистори		MFP-0,125-3000м ± 10%				"Yageo"							796	100	100				
05	25	Резистори		MFP-0,125-1к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100				
06	26	Резистори		MFP-0,125-1,5к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100				
07	27	Резистори		MFP-0,5-2,2к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100				
08	28	Резистори		MFP-0,5-3к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100				
09	29	Резистори		MFP-0,125-4,7к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100				
10	30	Резистори		MFP-0,125-12к0м ± 10%				"Yageo"							796	100	100				
11	31	Резистори		MFP-0,125-82 к0м ±10				"Yageo"							796	100	100				
12	34	Діоди		1N4148				"Diodec"							796	100	100				
13	35	Діоди		1N5817				"Sunmate Electronics"							796	100	100				
14	36	Діоди		31DF1				"SYJ"							796	100	100				
15	37	Діоди		BZX55-C9V1				"KEEN SIDE"							796	100	200				
16	38	Діоди		DF04M				"ON Semiconductor"							796	100	100				
17	39	Діоди		KBL06				"DC Components"							796	100	100				
18	41	Транзистори		2SA1281				"KEC"							796	100	200				

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл.																					
Замість																					
Підпис																					
												Аркушів 5			Аркуш 1						
Розробив		Король				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.403.014.004.000							26 КР.172.403.020.04.00						
Перевірив		Федечко				Лабораторний блок живлення IRF630MF												Н			
Нормував																					
Затвердив																					
Н. контр.		Задорожний																			
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції				Позначення документу												
Б	Код, назва обладнання				СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ						
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР						
01					Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																
02	403		014	005	403014001 Комплектування										0,01						
03					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (44шт)																
04																					
05	403		014	010	403014002 Слюсарно-складальна										0,026						
06					Пневмоверт РТ 532964																
07					Складання проводити по ТТП 231587																
08					1. Кріпити вузол друкований поз.1 верхньої кришки поз.3 гвинтами поз.16(4шт) через шайбу поз.19 (4шт) згідно карти ескізів																
09					2. Кріпити тримач запобіжника поз.2(1шт)/запобіжник поз.7(FU1)резистор поз.9(R16) закріпити гайкою поз.15(1шт)/через шайбу поз.21(1шт)																
10					3. Просунути шнур поз.12(XP1) кріпити перемикач поз.10(SA1) роз'єм поз.13(XS1)гайкою поз.14(2шт)/гвинтом поз.16(2шт) через шайбу поз.19(2шт)																
11					4. Кріпити трансформатор поз.11(TV1) гвинтами поз.17(2шт) через шайбу поз.20(2шт) згідно карти ескізів				по ТТП234233												
12					5. Кріпити вольтметр поз.8(PV1) гайкою поз.14(2шт) через шайбу поз.19(2шт) згідно карти ескізів				по ТТП234233												
13	1	Вузол друкований			26 КР 172.403.014.003.000 СК						796	100	100								
14	2	Тримач під запобіжник			26 КР 172.403.014.003.001						796	100	100								

[illegible]

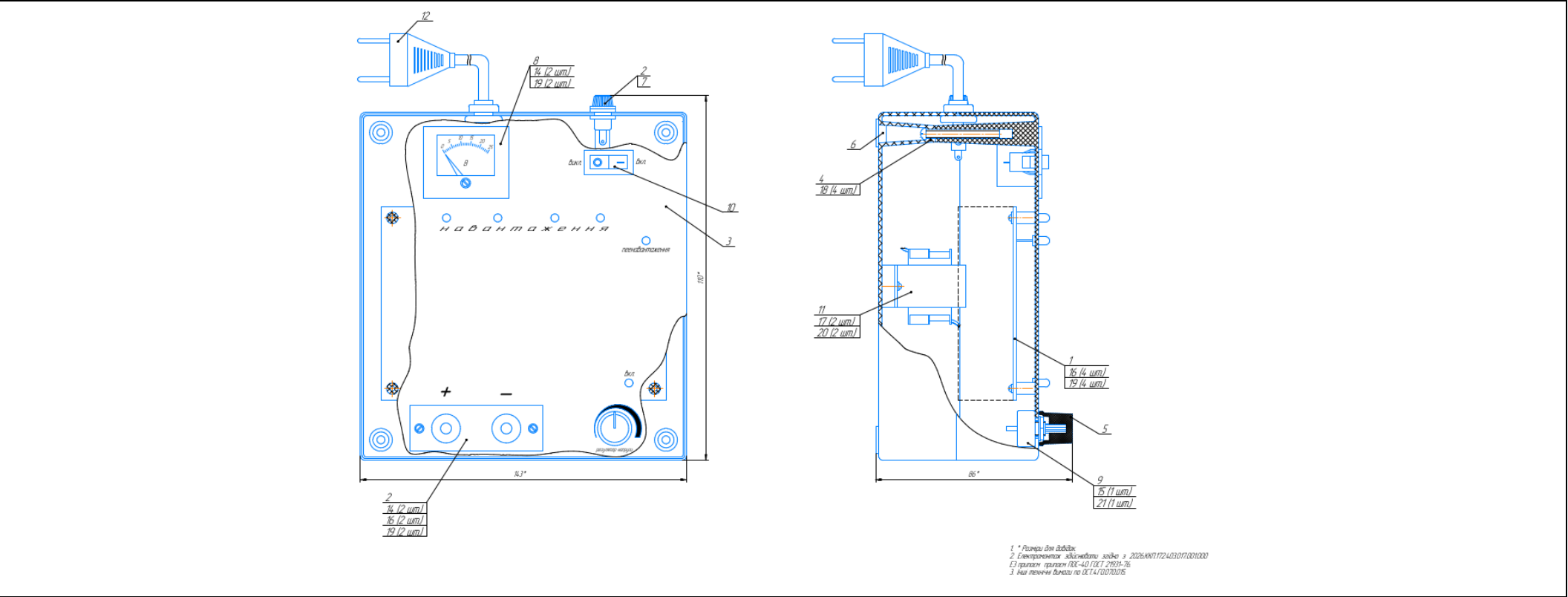
Дубл																
Замість																
Підпис																
															Аркуш 3	
												26 КР 172.403.014.004.000			26 КР.172.403.020.04.00	
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01																
02	403		014	015	403014.03 Електромонтаж										0,006	
03		Електромонтаж здійснювати по ТТП 316530 (12шт)														
04		1. Паяти перемички до тримачів запобіжників поз.2 до резистора поз.9(R16) згідно карти ескізів.														
05		2. Паяти перемички до перемикача поз.10(SA1) до трансформатора поз.11(TV1) згідно карти ескізів.														
06		3. Паяти перемички до шнура мережевого поз.12(XP1) до вольтметра поз.8(PV1), до роз'єсу поз.13(XS1) згідно карти														
07		Пінцет РТ 235641														
08		Електропаяльник РТ 105278														
09		Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76						180	100	0,036		
10		Флюс АТІ-120				ГОСТ 32142-82						120	100	0,06		
11		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76						120	100	0,06		
12																
13	403		014	020	403014.004 Слюсарно-складальна										0,003	
14		Пневмоверт РД 532964														
15		Складання проводити по ТТП 231587														
16		1. Кріпити кришку верхню поз.3 до кришки нижньої поз.4 гвинтами поз.18(4шт) та ручку поз.5(1шт) ніжки поз.6(4шт) (згідно карти ескізів)														
17	5	Ручка				26 КР 172.403.014.004.003						796	100	100		
18	6	Ніжка				26 КР 172.403.014.004.004						796	100	400		

[illegible]

Дубл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 5	Аркуш 5		
Розробив	Король			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.014.004.000		26 КР.172.403.020.04.00		
Перевірів	Федечко								
Нормував				Лабораторний блок живлення IRF630MF			Н		
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

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



Техніко – економічні показники лабораторного блока живлення IRF630MF

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	~220..240В	1	Річний обсяг виробництва	1000шт.
2	Струм споживання	1,2А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	183300 грн
3	Габаритні розміри	143*110 *86мм	3	Чистий прибуток	297438,6 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1295,45 грн
5	Температур роботи	-15...+45°C	5	Ціна одиниці виробу	1658,18 грн.
6	Відносна вологість	85 %	6	Рентабельність виробу	22,96%
7			7	Термін окупності	0,68р
8			8	Індекс придатковості	1,48