

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 кухонного таймера з енкодером

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

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

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

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Вар'ян Вадим Романович

(прізвище та ініціали)

Керівник Задорожний В. Ю.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Дедів І. Ю.

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

Вар'ян Вадим Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Розробка конструкції кухонного таймера з енкодером

керівник кваліфікаційної роботи _Задорожний Віктор Юліанович_____,
(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 ~220...240В

Струм споживання 0,2А

Вихід навантаження до 1,5кВт

Крок встановлення часу 1 хвилина

Діапазон встановлення часу від 1 хвилини до 240 хвилин (4 години)

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування радіопристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

- 2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.
- 2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази
- 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
 - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
 - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
 - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
 - 2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла
 - 2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.
 - 3.2 Визначення собівартості спроектного виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Чинники електричного характеру, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом.
 - 4.2 Дії роботодавця при отриманні повідомлення про нещасний випадок.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

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

_____ без _____ виготовлення макета _____

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	20.04	20.04
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	13.05
3	Написання першого розділу	25.05	25.05
4	Розробка технічного та робочого проекту	29.05	29.05
5	Написання спеціального розділу	29.05	29.05
6	Розрахунок економічної частини	25.05	25.05
7	Написання розділу охорони праці	26.05	26.05
8	Виконання графічної частини	19.05	19.05
9	Оформлення проекту	08.06	08.06
10	Погодження нормоконтролю	12.06	12.06
11	Попередній захист проекту	16.06	16.06
12	Захист проекту		

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2026 р.

Студент

(підпис)

____Вар'ян В. Р.____
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Задорожний В. Ю.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	7
ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою.....	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	10
1.1 Розробка технічного завдання	10
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу	10
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	12
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	14
2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....	14
2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів	14
2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.	15
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази	17
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів	30
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	33
2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....	37
2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	38
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	40
2.2 Технологічна частина.....	41
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	41
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.	42

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Вад'ян			Розробка конструкції кухонного таймера з енкадером Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Аркуші	
Перевір.		Задорожний								5	73
Рецензент											
Н. Контр.		Задорожний						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль			
Затверд.											

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів	45
2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....	46
2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	49
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	50
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень	50
3.2 Розрахунок собівартості продукції.....	52
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	56
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	60
4.1 Дії роботодавця при отриманні повідомлення про нещасний випадок.....	60
4.2 Чинники електричного характеру, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом.....	62
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	68
ДОДАТКИ.....	

АНОТАЦІЯ

Вар'ян В.Р. Розробка конструкції кухонного таймера з енкодером: 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 100*95 мм. Всі елементи розташовані на одній стороні, на іншій стороні знаходиться індикатор HG1, світлодіод HL1-HL3, енкодер B1. Індикатор HG1 розміщено на краю плати, тому що він має габаритні розміри, світлодіод HL1 зліва на краю плати, HL2, HL2 справа на краю плати.

У даному виробі використано корпус із пластмаси, розміри 133*132*86мм, що характеризується хорошими діелектричними властивостями, достатньою механічною міцністю та технологічністю у виготовленні. Конструктивно виріб передбачає раціональне розміщення всіх електрорадіоелементів як на друкованій платі, так і на корпусі. Такі елементи, як мережевий шнур живлення, запобіжник та роз'єм для підключення навантаження, винесені безпосередньо на корпус, що спрощує монтаж, полегшує доступ до них під час експлуатації та обслуговування, а також підвищує загальну надійність виробу [22].

Верхня кришка корпусу виконує функціонально-інтерфейсну роль. На ній передбачені посадкові місця для індикатора, отвори під світлодіоди та місце для встановлення енкодера, який є основним органом керування. Таке компонування забезпечує зручне візуальне сприйняття інформації та інтуїтивно зрозуміле управління пристроєм. Крім того, у верхній кришці передбачені спеціальні отвори для покращення акустичного сприйняття сигналів зумера, що підвищує ефективність сповіщення користувача.

Ключові слова: таймер, кухоний, вимірювання, мікроконтролер .

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Varyan V.R. Development of a kitchen timer design with an encoder: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 100*95 mm. All elements are located on one side, on the other side there is an HG1 indicator, HL1-HL3 LED, B1 encoder. The HG1 indicator is placed on the edge of the board, because it has overall dimensions, the HL1 LED is on the left at the edge of the board, HL2, HL2 are on the right at the edge of the board.

This product uses a plastic case, dimensions 133*132*86mm, which is characterized by good dielectric properties, sufficient mechanical strength and manufacturability in manufacturing. Structurally, the product provides for a rational placement of all electro-radio elements both on the printed circuit board and on the housing. Elements such as the power cord, fuse and connector for connecting the load are placed directly on the housing, which simplifies installation, facilitates access to them during operation and maintenance, and also increases the overall reliability of the product [22].

The top cover of the housing performs a functional and interface role. It provides seats for the indicator, holes for LEDs and a place for installing the encoder, which is the main control element. This layout provides convenient visual perception of information and intuitive control of the device. In addition, the top cover has special holes to improve the acoustic perception of buzzer signals, which increases the efficiency of user notification.

Keywords: timer, kitchen, measurement, microcontroller.

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований виріб — кухонний таймер з енкодером — призначений для точного відліку часу при приготуванні страв, нагріванні чи охолодженні продуктів, а також для управління електричними пристроями через вихід реле.

Основні функції таймера:

- встановлення та відлік часу від 1 до 240 хвилин;
- подання звукового сигналу по завершенню відліку;
- індикація мережевої напруги для контролю стану електропостачання;

Використання енкодера забезпечує швидке та зручне встановлення часу, підвищує точність і комфорт у використанні.

Кухонний таймер з енкодером може використовуватися:

- у домашніх умовах на кухні для приготування їжі;
- в кафе, ресторанах та інших закладах громадського харчування для контролю часу приготування страв;
- у лабораторних та виробничих умовах, де потрібен контроль часу та контроль мережевої напруги одночасно [1]

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						9
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.....-10.....+40°C;
3. Відносна вологість87%;
4. Струм споживання0,2А;
5. Крок встановлення часу:.....1 хвилина;
6. Налаштування часу відліку здійснюється за допомогою енкодера (обертового регулятора);
7. Діапазон встановлення часу: від 1 хвилини до 240 хвилин (4 години);
8. Після завершення встановленого часу подається звуковий сигнал;
9. Таймер має вихід на виконавче реле для підключення зовнішнього навантаження;
12. Кнопкою здійснюється вибір режиму: режим таймера.
13. Вихід навантаженнядо 1,5 кВт.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Опис структурної схеми приладу кухонний таймер з енкодером:

- Живлення ~220 В - первинне джерело енергії, що подається на систему.
- Випрямляч - перетворює змінну напругу на постійну, забезпечуючи живлення електронних вузлів.

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Стабілізатор +5 В - формує стабільну напругу для цифрових компонентів, зокрема мікроконтролера та індикатора.

- Мікроконтролер - центральний керуючий блок, що виконує алгоритм відліку часу, обробляє сигнали від енкодера та формує керуючі команди для навантаження й індикації.

- Енкодер - служить органом керування користувача. Дозволяє задавати час, режими роботи та інші параметри шляхом обертання та натискання.

- Регістр зсуву - використовується для розширення кількості вихідних ліній мікроконтролера, забезпечуючи керування індикатором або навантаженням.

- Індикатор - відображає встановлений час, режим роботи та стан навантаження.

- Навантаження - виконавчий елемент (наприклад, звуковий сигналізатор чи реле для кухонних приладів), який активується після завершення відліку часу.

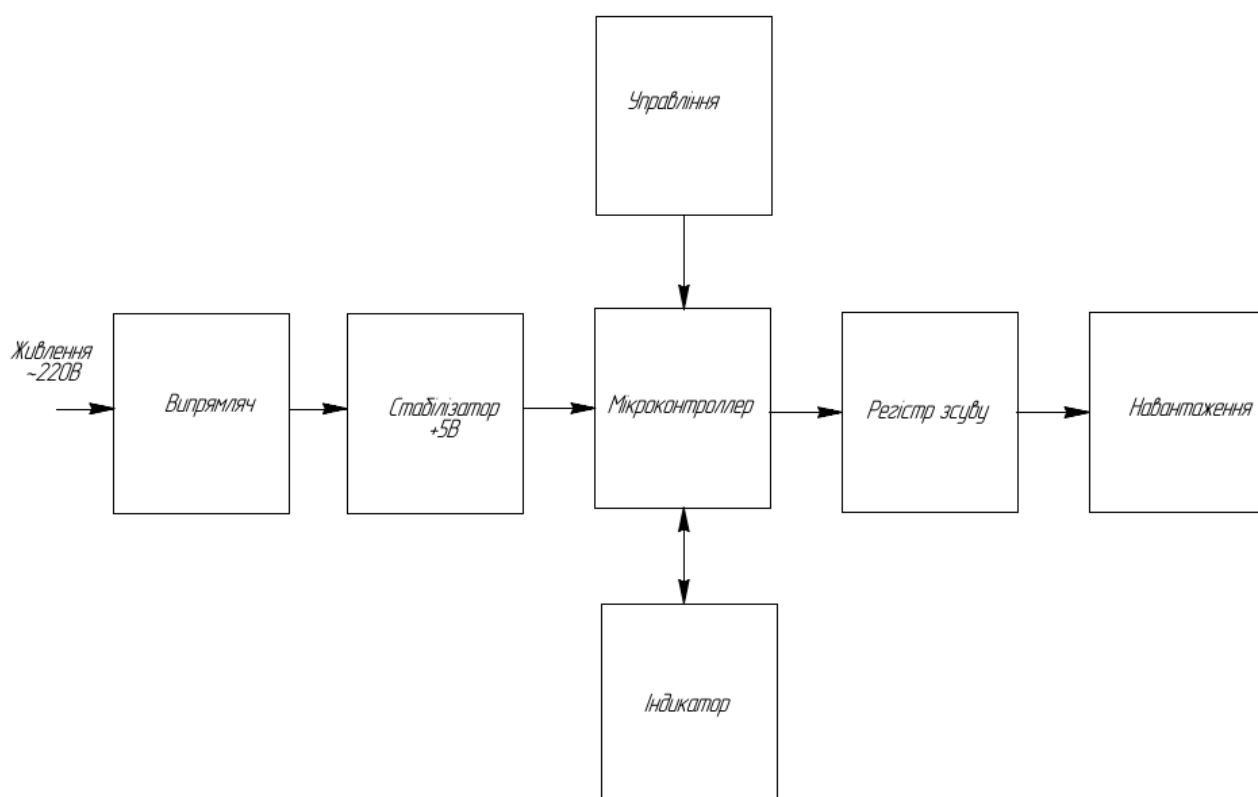


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

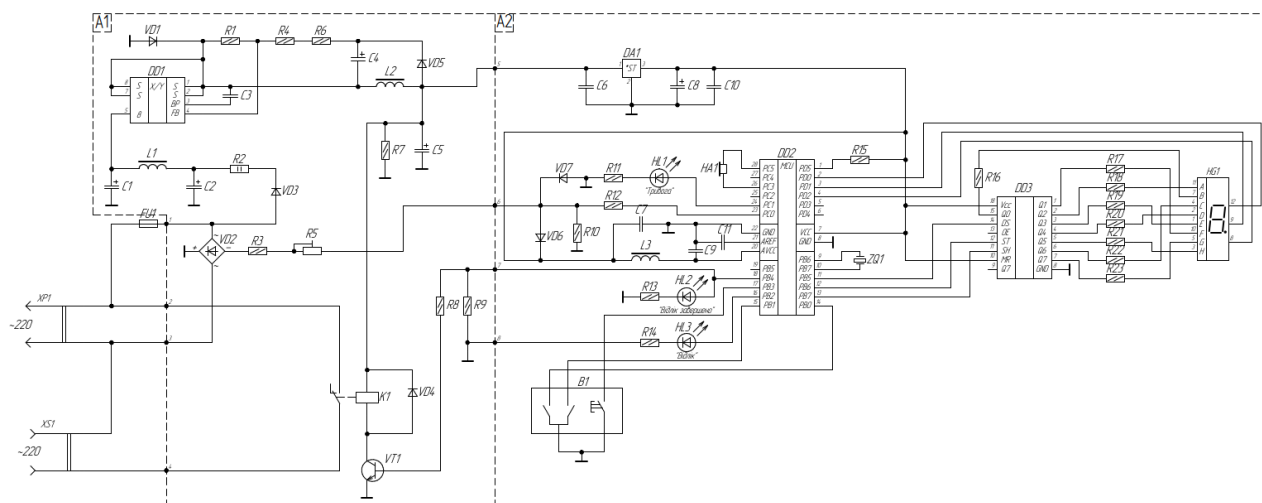


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Проектований кухонний таймер з енкодером приймає вхідну напругу 220 В змінного струму, яка надходить на схему і розподіляється на два основні потоки. Перший потік проходить через реле NRP-07-C-12D ("NCR"), призначене для керування зовнішнім навантаженням, та забезпечує ізольоване підключення приладів високої потужності. Другий потік надходить на діодний міст D2SBA60-7000 ("Shindengen Electric"), який випрямляє змінну напругу у постійну, після чого стабілізатор L7805ABV ("ST Microelectronics") формує стабільне живлення +5 В для цифрових компонентів схеми, включаючи мікроконтролер, світлодіоди та цифровий індикатор. Одночасно випрямлена напруга подається на імпульсну мікросхему LNK304PN ("Power Integrations"), яка формує додаткове імпульсне живлення для живлення периферійних вузлів схеми та забезпечує підвищену ефективність перетворення.

Стабільне постійне живлення +5 В надходить на мікроконтролер ATmega8-16PU ("Microchip"), який забезпечує керування функціями таймера. Мікроконтролер приймає сигнали від енкодера для встановлення часу відліку в діапазоні 1–240 хвилин, відслідковує зменшення часу і при завершенні відліку формує цифровий сигнал для зумера SMA-13LC-P10 ("Sonitron"), який видає

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

звукове сповіщення. Для керування великою кількістю виходів використовується послідовний зсувний регістр 74HC595N ("HGSEMI"), який передає сигнали на цифровий індикатор BC56-12EWA ("Kingbright") та три світлодіоди L-1503GT ("Kingbright"), що індикують стан таймера, режим роботи та сигналізацію активності.

Для забезпечення точності відліку часу мікроконтролер використовує кварцевий резонатор HC-49S 8 МГц ("KDS"), який формує стабільний тактовий сигнал. При досягненні нульового значення часу мікроконтролер активує вихід реле, яке замкне або розімкне ланцюг підключеного навантаження, забезпечуючи автоматичне вмикання або вимикання електроприладу. Таким чином, схема забезпечує одночасне точне відлікування часу, індикацію стану, звукове сповіщення та керування зовнішнім навантаженням із безпечною ізоляцією від мережевої напруги [1].

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						13
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 виконане з урахуванням вимог компактності, зручності експлуатації, надійності та технологічності складання. Основним конструктивним елементом виробу є друкована плата розмірами 100×95 мм, на якій розміщено електронні компоненти схеми. Розташування елементів виконане таким чином, щоб забезпечити мінімальну довжину електричних з'єднань, знизити рівень електромагнітних завад та спростити процес монтажу.

На лицьовій стороні виробу розташовані елементи індикації та керування: індикатор HG1, світлодіоди HL1–HL3 та енкодер В1. Індикатор встановлений у центральній частині верхньої кришки корпусу для забезпечення зручного зчитування інформації користувачем. Світлодіоди розміщені біля країв панелі для покращення їх видимості, а енкодер розташований у зоні зручного доступу, що забезпечує комфортне керування режимами роботи пристрою.

Для розміщення електронного вузла використано пластмасовий корпус розмірами 133×132×86 мм. Корпус складається з основи та верхньої кришки, що забезпечує простоту монтажу та обслуговування виробу. На корпусі передбачені місця встановлення мережевого шнура живлення, запобіжника та роз'єму підключення навантаження. Таке компонування забезпечує безпечне підключення виробу та зручний доступ до елементів під час експлуатації.

Як конструкційний матеріал корпусу обрано ударостійку пластмасу. Даний матеріал має високі діелектричні властивості, достатню механічну міцність, малу масу та стійкість до впливу навколишнього середовища. Крім того, пластмаса характеризується технологічністю виготовлення та невисокою вартістю, що позитивно впливає на собівартість виробу.

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Друкована плата виготовляється зі склотекстоліту марки FR-4. Матеріал відзначається високою механічною міцністю, теплостійкістю, низьким водопоглинанням та хорошими електроізоляційними властивостями. Застосування FR-4 забезпечує надійну роботу виробу в широкому діапазоні температур та умов експлуатації.

Для струмопровідних доріжок використовується мідна фольга, яка забезпечує низький електричний опір та високу технологічність при виготовленні друкованої плати. З метою захисту провідників від окиснення та підвищення якості паяння на поверхню плати наноситься захисне покриття (луження або паяльна маска).

Металеві виводи радіоелементів мають заводські антикорозійні покриття, які забезпечують надійність електричних контактів та довговічність виробу. Для захисту друкованої плати від випадкових замикань і впливу навколишнього середовища використовується захисна паяльна маска зеленого кольору, а маркування елементів виконується методом шовкографії.

Обрані конструкційні матеріали та захисні покриття повністю відповідають вимогам щодо механічної міцності, електричної безпеки, довговічності та технологічності виготовлення виробу, що забезпечує його надійну та стабільну роботу протягом усього терміну експлуатації.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 100*95 мм. Всі елементи розташовані на одній стороні, на іншій стороні знаходиться індикатор HG1, світлодіод HL1-HL3, енкодер B1. Індикатор HG1 розміщено на краю плати, тому що він має габаритні розміри, світлодіод HL1 зліва на краю плати, HL2, HL2 справа на краю плати.

Проектований кухонний таймер з енкодером виконано у вигляді компактного електронного пристрою, розміщеного в пластмасовому корпусі, що забезпечує достатню механічну міцність, електробезпеку та зручність у

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виготовленні. Використання пластмаси як основного матеріалу корпусу обумовлене її низькою вартістю, малою масою, простотою обробки, а також можливістю серійного виробництва методом лиття під тиском.

Розміри корпусу 133*132*86мм. Конструктивно виріб передбачає раціональне розміщення всіх електрорадіоелементів як на друкованій платі, так і на корпусі. Такі елементи, як мережевий шнур живлення, запобіжник та роз'єм для підключення навантаження, винесені безпосередньо на корпус, що спрощує монтаж, полегшує доступ до них під час експлуатації та обслуговування, а також підвищує загальну надійність виробу [22].

Верхня кришка корпусу виконує функціонально-інтерфейсну роль. На ній передбачені посадкові місця для індикатора, отвори під світлодіоди та місце для встановлення енкодера, який є основним органом керування. Таке компонування забезпечує зручне візуальне сприйняття інформації та інтуїтивно зрозуміле управління пристроєм. Крім того, у верхній кришці передбачені спеціальні отвори для покращення акустичного сприйняття сигналів зумера, що підвищує ефективність сповіщення користувача.

Розташування елементів на корпусі виконано з урахуванням психофізичних особливостей людини та ергономічних вимог. На передній частині пристрою розміщено гніздо підключення навантаження, що забезпечує зручність підключення зовнішніх пристроїв. На верхній поверхні зосереджені основні елементи індикації та керування — світлодіоди, індикатор і енкодер, що дозволяє користувачу легко контролювати роботу таймера та швидко змінювати його налаштування. Усі елементи розташовані таким чином, щоб забезпечити максимальний комфорт під час експлуатації [33].

Задня частина корпусу використовується для кріплення мережевого шнура та встановлення запобіжника. Таке рішення сприяє підвищенню безпеки, оскільки обмежує доступ користувача до елементів, що знаходяться під напругою, а також дозволяє зручно виконувати заміну запобіжника у разі необхідності.

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З точки зору технологічності конструкція виробу є оптимізованою для серійного виготовлення. Вона передбачає мінімальну кількість складальних операцій, використання стандартних кріпильних елементів, а також уніфікованих електронних компонентів. Це забезпечує зниження собівартості виробу, підвищення надійності та спрощення процесів складання, контролю та ремонту.

Таким чином, запропонована конструкція кухонного таймера з енкодером відповідає сучасним вимогам технологічності, ергономіки, надійності та економічної доцільності [22].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C1, C2, C4, C5, C8
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	± 20%
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат,%	0,14

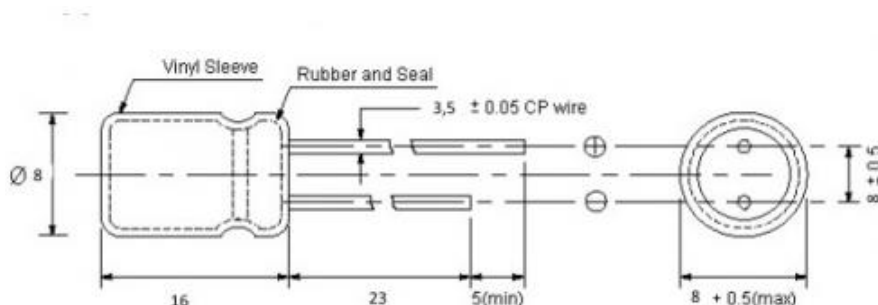


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1...R4, R6...R23	
Назва компонента	MFP	
Виробник	Yageo	
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, габаритні розміри	
Параметри конструкції	Див.рис.2.2	
Параметри та характеристики		
номінальна потужність	0,125 Вт	
діапазон номінальних опорів	$1...10 \cdot 10^6$ Ом	
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$	
максимальна робоча напруга	200В	
діапазон робочих температур	-60.....+70°C	

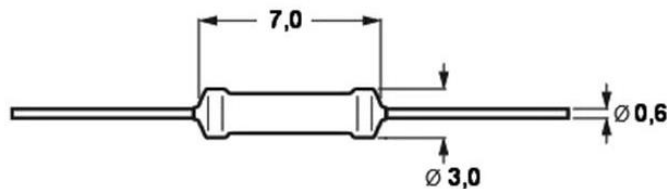


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3- Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C11,C13, C15, C16	
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°С...+100°С	
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%;	
відносна вологість	до 98%	
діапазон тиску	6,6-2942гПа	
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ	
група ТКЄ	H20	

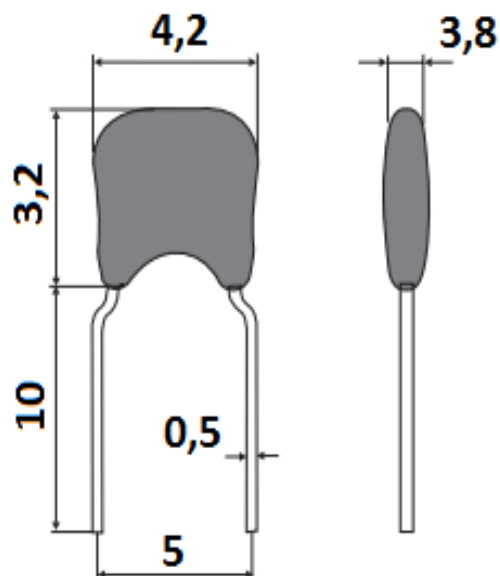


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4- Діод 1N4148 "Diodec" [5]

Позиційне позначення	VD1, VD4, VD6, VD7
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diodec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотний струм	5 мкА

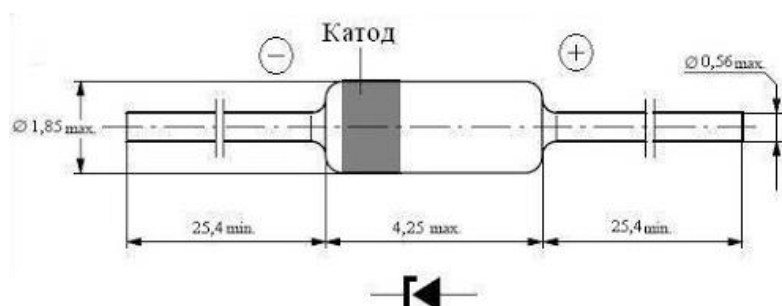


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.5 - Конденсатор В32529С1102J000 [6]

Позиційне позначення	СЗ
Назва компонента	Конденсатор В32529С1102J000
Виробник	"Ерcos"
Критерії вибору	Номинал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
Робоча напруга змінна, В	63
Робоча напруга постійна, В	100
Номинальна 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

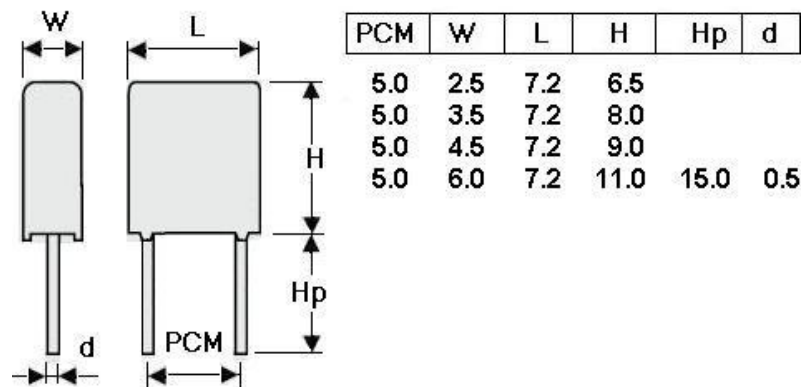


Рисунок 2.5- Габаритні розміри конденсатора В32529С1102J000

Таблиця 2.6 – Дросель FWDRI1415B [7]

Позиційне позначення	L1-L3
Назва компонента	Дросель FWDRI1415B
Виробник	"Ерcos"
Критерії вибору	Номинал індуктивності, робоча напруга, струм
Параметри та характеристики	
Індуктивність	1мГн, 10мГн
Допуск	±10 %
Максимальний струм	≈ 0.95 А
Опір обмотки (RDC)	до 1.2 Ω
Частота вимірювання	1 кГц
Тип сердечника	феритовий
Тип монтажу	ТНТ (вивідний, через отвори

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ

Арк.

20

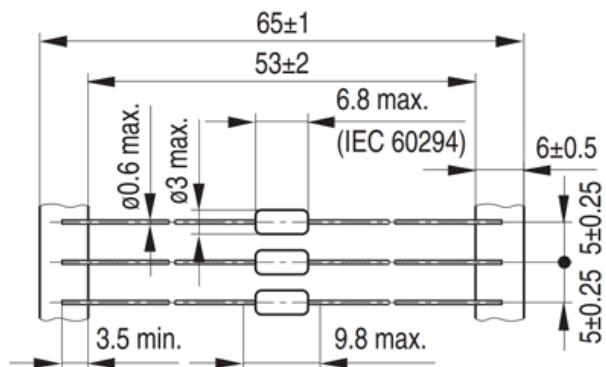


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри дросель FWDR11415B

Таблиця 2.7 - Транзистор BC639 "Hottech" [8]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор BC639
Виробник	"Hottech"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер	80 В
Максимальна напруга колектор-база	100 В
Розсіювана потужність	0.8 Вт
Коефіцієнт підсилення	від 40 до 160
Гранична частота	від 100 до 200 МГц.
Корпус	TO-92

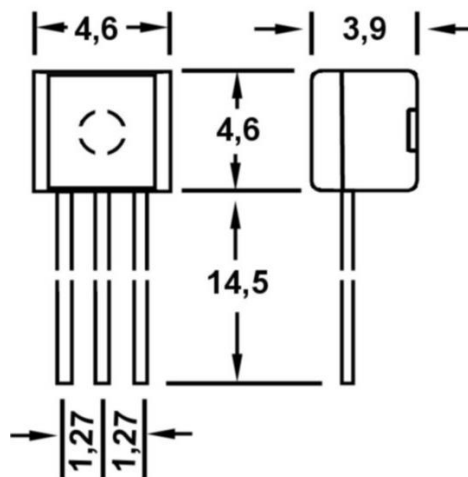


Рисунок 2.7 – Габаритні розміри транзистора BC639

Таблиця 2.8 - Діод 1N4007 "Diotec" [9]

Позиційне позначення	VD3, VD5	
Назва компонента	Діод 1N4007	
Виробник	"Diotec"	
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 Rст., Ом		110
Температурний коефіцієнт напруги стабілізації αUст.,% / С		0.12
Максимальний струм стабілізації ICT.МАКС., МА		8.5
Робоча температура, С		-55 ... 150
Спосіб монтажу		в отвір
Корпус		do35
Вага, г		0.2

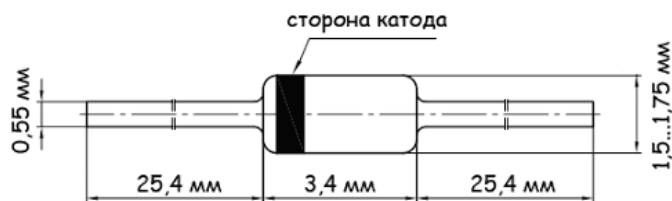


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри діода 1N4007

Таблиця 2.9 - Запобіжник RB300-30-0,25A-250V "ECE" [10]

Позиційне позначення	FU1	
Назва компонента	Запобіжник RB300-30-0,25A-250В	
Виробник	"ECE"	
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання	
Параметри конструкції	див.рис.1.9	
Параметри та характеристики		
Матеріал	кераміка	
Номінальна напруга, В	240	
Номінальний робочий струм, А	0,25	
Контакти	циліндричні	
Довжина корпусу, мм	30	
Діаметр корпусу, мм	6.35	
Робоча температура, С	-60 ... 100	

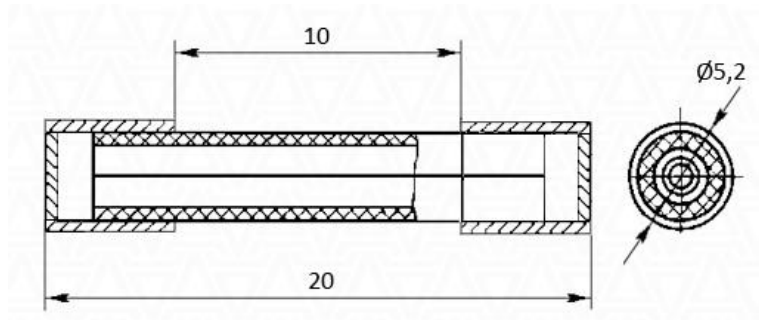


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри запобіжника RB300-30-0,25A-250B

Таблиця 2.10 – Резистор 3329H-R11 [11]

Позиційне позначення	R5
Назва компонента	Резистор 3329H-R11
Виробник	Bourns
Критерії вибору	Постійна напруга, відхилення, напруга та струм
Параметри конструкції	див.рис.2.10
Параметри та характеристики	
номінальне відхилення, %	10
максимальна постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
ударостійкість	390m / s2, 4000 циклів
інтервал робочих температур	-55 ... + 125

3329H

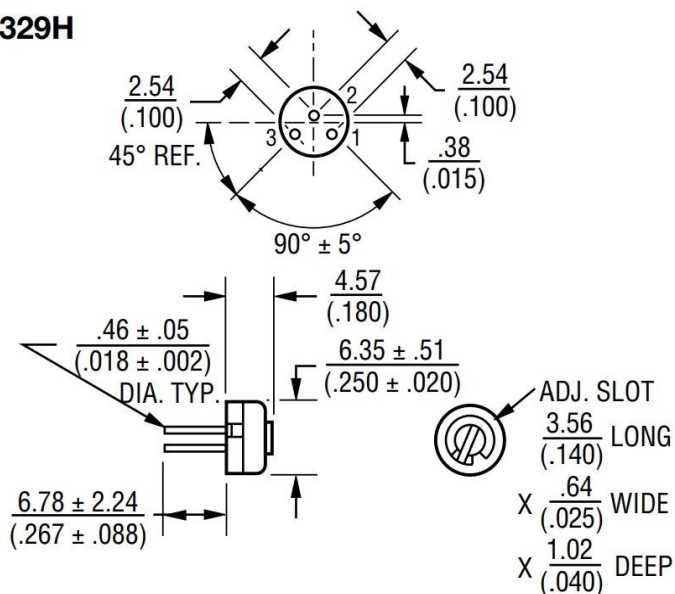


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри резистора підстроювального

Таблиця 2.11 – Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron" [12]

Позиційне позначення	HA1
Назва компонента	Зумер SMA-13LC-P10
Виробник	"Sonitron"
Критерії вибору	Номінальна напруга, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.2.11
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	VDC 12
Робоча напруга, VDC	1.5-16
Максимальний струм, мА	8
Мінімальний рівень звукового тиску	85дБ/10см
Резонансна частота, кГц	4.0 ± 0.5
Тип сигналу	безперервний
Робоча температура, °C	-20 ... +70
Вага, г	2

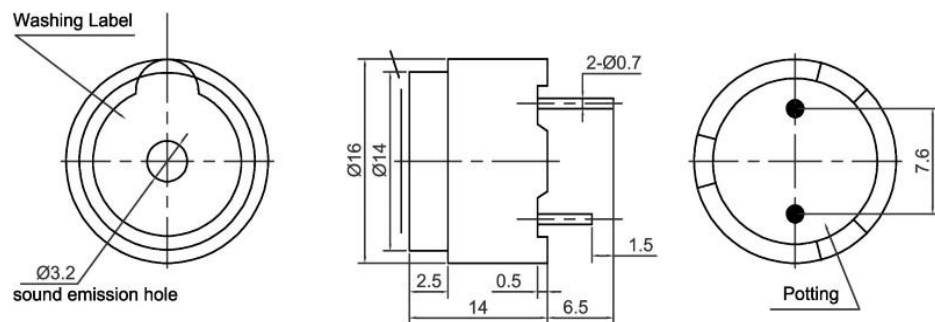


Рисунок 2.11 - Зовнішній вигляд зумера SMA-13LC-P10

Таблиця 2.12- Реле NRP-07-C-12D "NCR" [13]

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ

Арк.

24

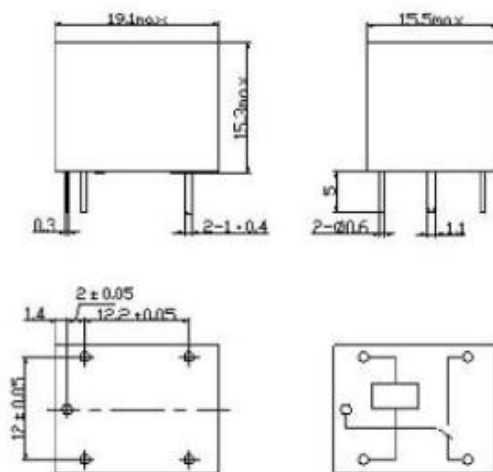


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри реле NRP-07-C-12D "NCR"

Таблиця 2.13 - Діод D2SBA60-7000 "Shindengen Electric" [14]

Позиційне позначення	VD2
Назва компонента	Діод D2SBA60-7000
Виробник	"Shindengen Electric"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Максимальна зворотна напруга	600 В
Ударний прямий струм	до 60 А
Пряме падіння напруги	макс. 1.05 В
Струм витоку	макс. 10 мкА
Робоча температура	від -40°C до +150°C.
Корпус	3S
Максимальний середній випрямлений струм	2.0 А (при роботі без радіатора, 6.0 А (якщо встановлено на відповідний радіатор).

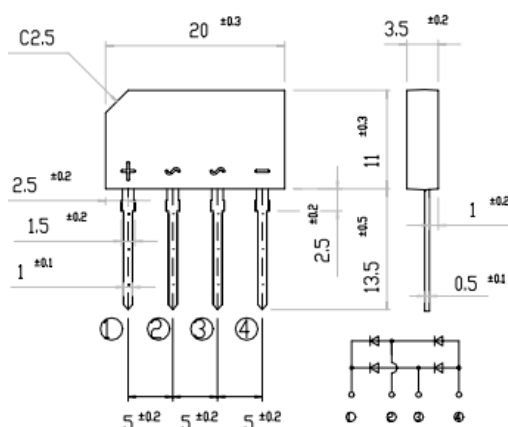


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри діода D2SBA60-7000

Таблиця 2.14 - Кварцевий резонатор HC-49S "KDS" [15]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	Кварцевий резонатор HC-49S
Виробник	"KDS"
Критерії вибору	Тактова частота, розміри, вхідна напруга
Параметри конструкції	див. рисунок 2.14
Параметри та характеристики	
Резонансна частота, Гц	8,0 МГц
Точність настройки dF/Fx	10^{-6} 30
Температурний коефіцієнт, Ктх	10^{-30}
Робоча температура, С	- 20 ... +70
Довжина корпусу L., мм	13.5
Діаметр (ширина) корпусу, D (W), мм	11.5

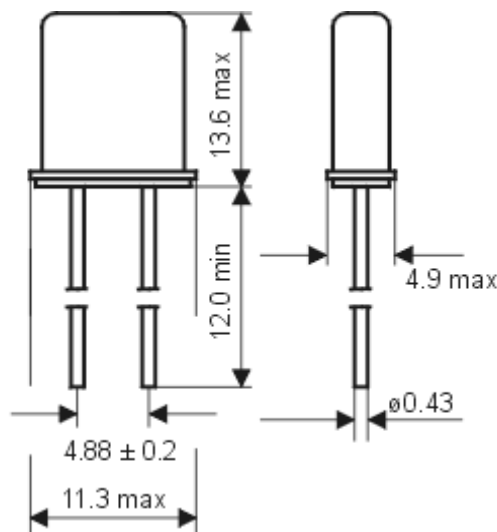


Рисунок 2.14 - Габаритні розміри кварцового резонатора HC-49S

Таблиця 2.15 - Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [16]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема L7805ABV
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO220
Максимальний вихідний струм	до 1.5 А
Максимальна вхідна напруга, В	40
Діапазон вхідної напруги	від 7 В до 35 В.
Точність вихідної напруги	±2%
Робоча температура	від -40°C до +125°C
Струм власного споживання	близько 4.3 мА

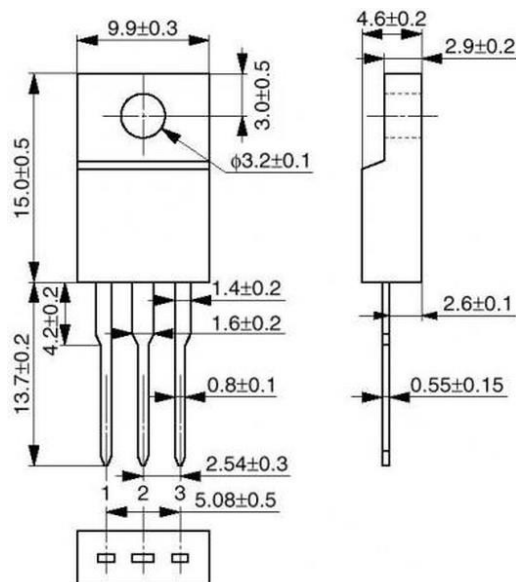


Рисунок 2.15 –Габаритні розміри стабілізатора 78L05 ABV

Таблиця 2.16 - Мікросхема АТmega8-16PU "Microchip" [17]

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

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

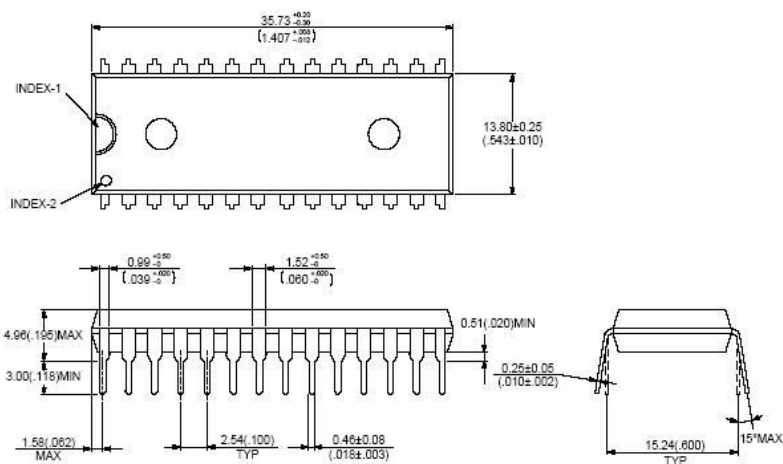


Рисунок 2.16 - Зовнішній вигляд мікросхеми АТmega8-16PU

Таблиця 2.17 - Цифровий індикатор BC56-12EWA [18]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Цифровий індикатор BC56-12EWA
Виробник	"Kingbright"
Критерії вибору	Розмір, колір, параметри, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
Колір світіння	Червоний
Довжина хвилі	625 нм.
вітловий потік (інтенсивність)	3000–8000 мккд при струмі 10 мА.
Пряма напруга	типово 2.0 В
Прямий струм	номінальний 20 мА
Зворотна напруга	5 В
Робоча температура	від -40°C до +85°C.

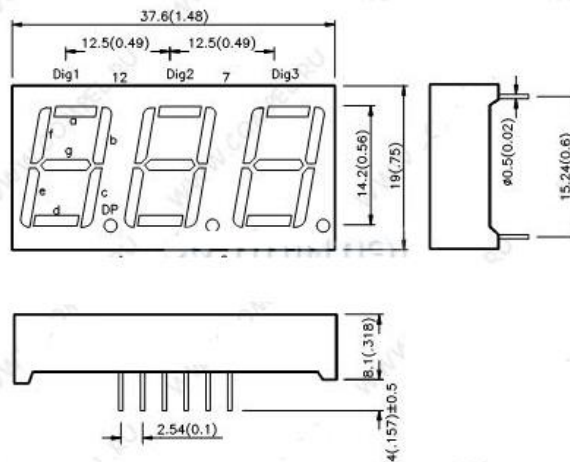


Рисунок 2.17 – Габаритні розміри цифровий індикатор BC56-12EWA

Таблиця 2.18 - Мікросхема LNK304PN "Power Integrations" [19]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема LNK304PN
Виробник	"Power Integrations"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Вбудований MOSFET	витримує напругу до 700 В.
Вихідний струм (макс):	До 120 мА (для схем з автозміщенням). До 170 мА (для схем із зовнішнім зміщенням).
Частота перемикання	фіксована, 66 кГц
Напруга живлення	від випрямленої мережі 85–265 В
Вбудований MOSFET	витримує напругу до 700 В.

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

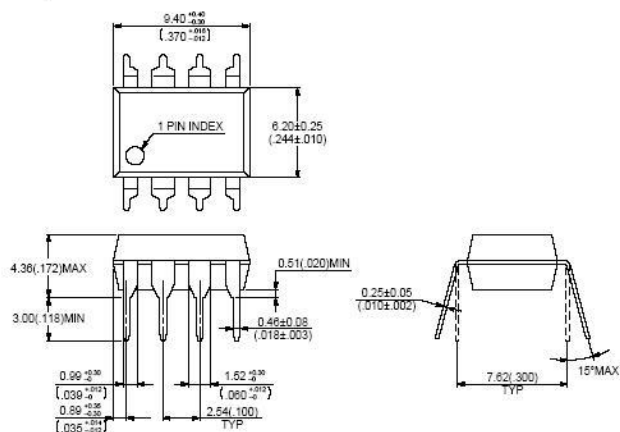


Рисунок 2.18 – Габаритні розміри мікросхема LNK304PN

Таблиця 2.19 - Мікросхема 74HC595N "HGSEMI" [20]

Позиційне позначення	DD3
Назва компонента	Мікросхема 74HC595N
Виробник	"HGSEMI"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Напруга живлення (Vcc)	від 2 В до 6 В.
Вихідний струм	до 35 мА на один пін
Максимальна частота тактування	до 25 МГц
Час затримки поширення	~13 нс.
Струм споживання (статичний)	дуже низький, до 80 мкА.
Тип виходів	3 стани (High, Low, High-Z/відключено)
Тип логіки	Високошвидкісна КМОП

16-pin plastic DIP
(DIP-16P-M03)

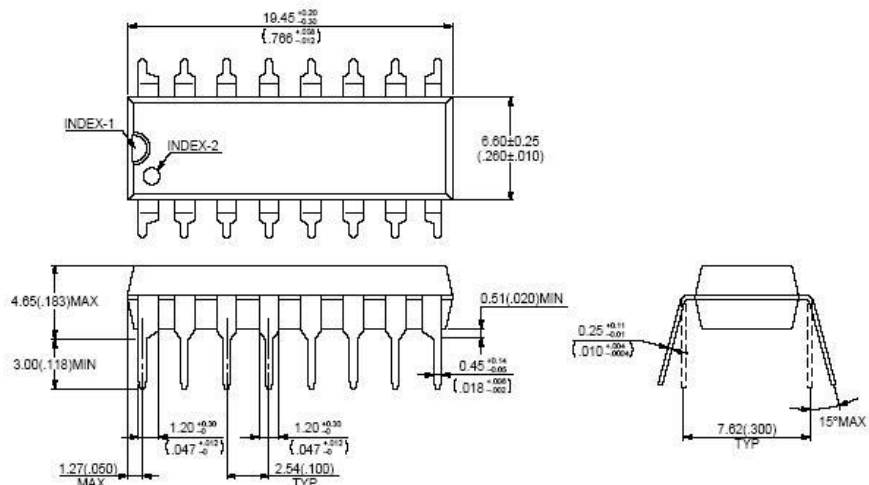


Рисунок 2.19 – Габаритні розміри мікросхема 74HC595N "HGSEMI"

Таблиця 2.20 - Енкодер PEC12R-4220F-S0024 "Bourns" [21]

Позиційне позначення	B1
Назва компонента	Енкодер PEC12R-4220F-S0024
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Діаметр корпусу	12 мм
Номинальний струм контакту	10 мА при 5 В DC
Робоча температура	-30...+70
Ресурс (механічний)	~30 000 циклів
Опір ізоляції	≥ 10 МОм при 250 В DC
Кількість детентів (позицій фіксації)	24
Код виходу	2-бітний квадратурний

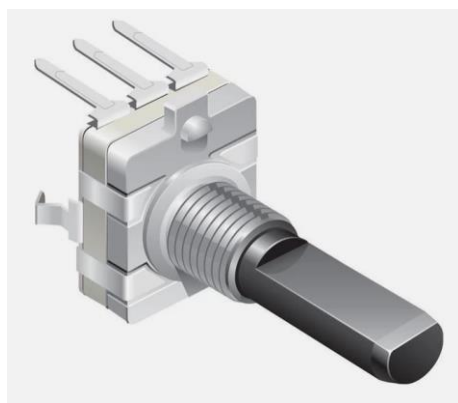


Рисунок 2.20 – Зовнішній вигляд енкодера PEC12R-4220F-S0024 "Bourns"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС (див.рис.2.21), 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 $K_{\text{нстU}}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{\text{п}}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{\text{стU}}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{\text{ст вих}}$; температурний коефіцієнт γ .

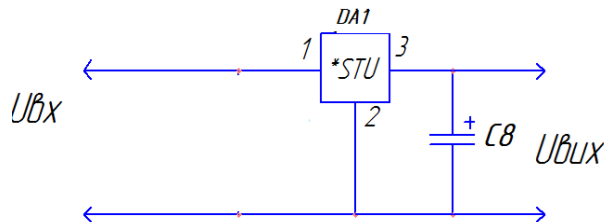


Рисунок 2.21 – Схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{CT\ BИX}$, $I_{CT\ BИX\ max}$, K_{CTU} , γ , $R_{CT\ BИX}$ із табл. 2.21. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{IMC\ BИX} \geq U_{CT\ BИX}$$

$$I_{IMC\ BИX\ max} \geq I_{H\ max}$$

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

Таблиця 2.21 - Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{CT\ BИX}$, В (min... max)	$U_{CT\ BИX}$, В (min... max)	$K_{ист}$, % В не більше за	$K_{ист}$, % А не більше за	$K_{CT\ CT}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % не більше за	$I_{CT\ BИX}$, А (max)	$P_{CT\ P03}$, Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{CT\ CB}$, мА	$U_{CT\ од}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH1A	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2A	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Б	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6A	...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6Б	...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6B	...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142EH8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор "L7805ABV "ST Microelectronics"", який має параметри такі як в КР142ЕН5А (див.табл.2.21).

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД

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

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT\ ВИХ} \equiv I_{CT\ BX}$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

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

де C_0 – ємність, мкФ;

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

r – опір, Ом.

H -коефіцієнт, що визначається за графіком 2.12.

$$C_0 = \frac{30}{10 \cdot 0,03} = 100 (\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

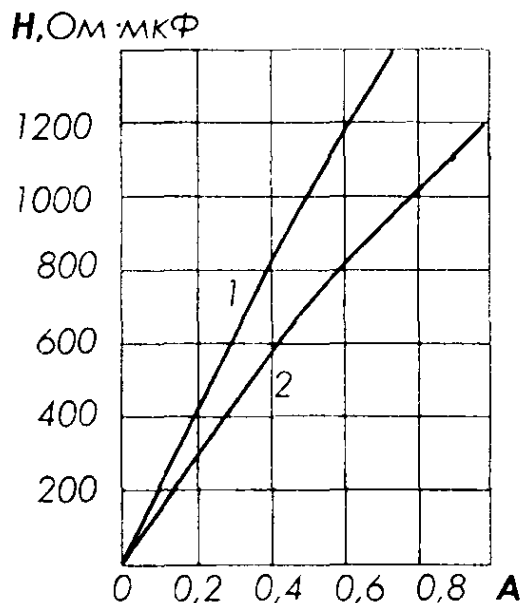


Рисунок 2.22 – Графік для визначення коефіцієнта H :

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 10 = 14 (В)$$

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

Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР-16 В-100 мкФ 20% "Ерсос" номінальною ємністю 100 мкФ та на робочу напругу 16 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{0,5A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,3\text{мм} \quad (2.8)$$

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

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

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

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,5A * 0,5\text{м}}{0,9B * 0,035\text{м}} = 0,2\text{мм} \quad (2.9)$$

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

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

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

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$d_{E2}=1,0$ - для індикатора HG1, енкодера B1, мікросхеми DA1, зумера HA1

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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.

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

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

$$d_{\max 3} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

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

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

$$D_{1\min 3} = 2 \left(0,06 + \frac{1,7}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 3,12 \text{ мм}$$

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{min3}=3,12+1,5\cdot0,035+0,03=3,2\text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max}=D_{min}+(0,02\ldots0,06) \quad (2.14)$$

$$D_{max1}=2,82+0,02=2,82\text{мм}$$

$$D_{max2}=3+0,02=3,02\text{мм}$$

$$D_{max3}=3,2+0,02=3,22\text{мм}$$

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1.5h\phi + 0,03 \quad (2.15)$$

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

$$b_{min} = 0,15 + 1.5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,23\text{мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

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

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

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21\text{мм}$$

$$S_{1min3} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,41\text{мм}$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{2min3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,4) = -1,52 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

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

$$S_{3min3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,82 \text{ мм}$$

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Одним із важливих етапів конструкторської розробки є оцінка теплових режимів роботи виробу, оскільки підвищення температури електронних компонентів може негативно впливати на їхні характеристики, надійність та термін служби. Тому під час проектування необхідно забезпечити такі умови експлуатації, за яких температура всіх елементів не перевищуватиме допустимих значень.

Основними джерелами тепловиділення у виробі є мікроконтролер, стабілізатор напруги, силові напівпровідникові елементи та індикатор. Оскільки більшість застосованих компонентів характеризуються низьким рівнем споживання потужності, сумарне тепловиділення пристрою є незначним. Розміщення елементів на друкованій платі виконане таким чином, щоб забезпечити рівномірний розподіл тепла та виключити локальні зони перегріву.

Корпус виробу виготовлений із пластмаси, яка має невисоку теплопровідність, однак через відносно малу потужність розсіювання тепла це не призводить до значного підвищення температури всередині корпусу. Для покращення тепловідведення між найбільш тепловиділяючими елементами

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передбачені достатні монтажні відстані, що сприяє природній циркуляції повітря всередині виробу.

Додатково у верхній кришці корпусу виконані отвори для виходу звукових сигналів зумера, які також частково покращують повітрообмін усередині корпусу. Охолодження електронних компонентів здійснюється природною конвекцією без застосування примусової вентиляції.

За результатами оцінки теплового режиму можна зробити висновок, що при нормальних умовах експлуатації та температурі навколишнього середовища від +5 °С до +40 °С температура основних електронних компонентів не перевищує допустимих значень, встановлених виробниками елементної бази. Це забезпечує стабільну роботу пристрою та необхідний рівень надійності протягом усього терміну експлуатації.

Таким чином, конструкція виробу та прийняті конструкторські рішення забезпечують сприятливий тепловий режим роботи, не потребують застосування додаткових радіаторів або систем примусового охолодження та відповідають вимогам щодо надійності й довговічності електронного пристрою.

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. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [23]:

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтенсивність відмов: 3.7907×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 26380.4 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999621$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.996216$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.962802$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.684498$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.022580$

Таблиця 2.22 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} \cdot 10^{-6}$	$K\text{-сть} \cdot K_{\text{нав від}} \cdot 10^{-6}$
1	Мікросхеми	4	1	0,03	0,12
2	Діоди	7	0,35	0,7	1,4
3	Конденсатори електролітичні	6	0,4	2,4	5,76
4	Конденсатори керамічні	3	0,1	1,4	0,42
5	Резистори постійні	22	0,42	0,8	7,392
6	Енкодер	1	0,42	5	2,1
7	Резонатор кварцовий	1	1	0,2	0,2
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	127	1	0,02	2,54
10	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
11	Реле	1	1	2,2	2,2
12	Роз'єм	1	1	0,05	0,05
13	Транзистори	1	0,35	4	1,4
14	Зумер	1	1	0,79	0,79
15	Дроселі	3	0,1	1	0,3
16	Світлодіод	3	1	4	12
17	Індикатор	1	1	20	20

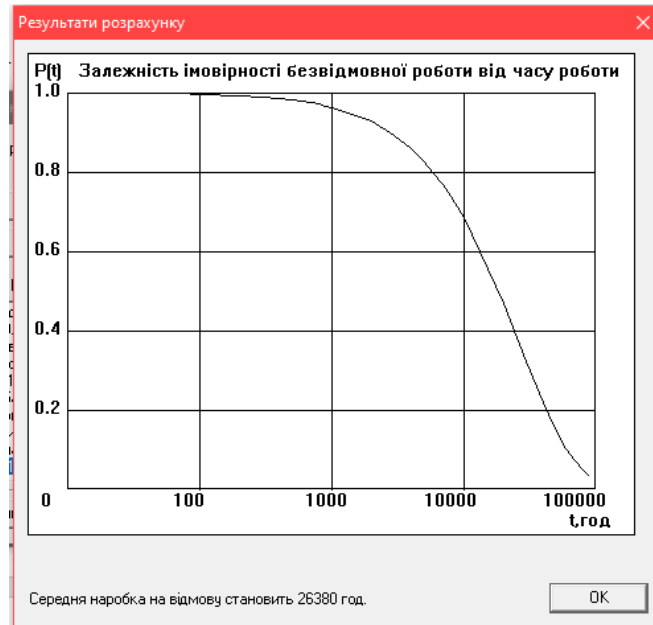


Рисунок 2.23 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 26380 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 виробу проводиться з метою оцінки доцільності прийнятих конструкторських рішень, рівня технологічності виробу, його надійності, ремонтпридатності та економічної ефективності виготовлення.

Розроблений виріб являє собою електронний пристрій керування, виконаний на основі друкованої плати розміром 100×95 мм, що дозволило забезпечити компактність конструкції та раціональне використання внутрішнього об'єму корпусу. Застосування однієї друкованої плати спрощує процес складання, зменшує кількість монтажних операцій та підвищує надійність виробу за рахунок скорочення числа міжблокових з'єднань.

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виготовлення корпусу використано пластмасовий матеріал, який відрізняється невеликою масою, високими діелектричними властивостями та низькою вартістю. Використання пластмасового корпусу дозволяє знизити витрати на виробництво та забезпечити електробезпеку під час експлуатації виробу.

У конструкції застосовані стандартні електронні компоненти та типові монтажні елементи, що широко представлені на ринку електронних комплектуючих. Це зменшує вартість закупівлі елементної бази, спрощує логістику постачання та забезпечує можливість швидкої заміни компонентів у разі ремонту.

Компонування елементів на друкованій платі виконане з урахуванням вимог автоматизованого та ручного монтажу. Всі елементи мають зручний доступ для встановлення, контролю та обслуговування, що позитивно впливає на технологічність виготовлення та ремонтпридатність виробу.

Конструкція виробу забезпечує достатню механічну міцність і стійкість до зовнішніх впливів під час транспортування та експлуатації. Розташування індикатора, світлодіодів та енкодера на верхній панелі корпусу забезпечує зручність користування та покращує ергономічні характеристики пристрою.

З економічної точки зору конструкція виробу є доцільною, оскільки для її реалізації використовуються доступні матеріали та стандартна елементна база. Невелика кількість деталей, відсутність складних механічних вузлів і застосування типових технологічних процесів дозволяють знизити трудомісткість складання та собівартість готового виробу.

Проведений аналіз показує, що розроблена конструкція відповідає сучасним вимогам щодо надійності, технологічності, ремонтпридатності та економічної ефективності. Прийняті конструктивні рішення забезпечують можливість серійного виготовлення виробу при мінімальних виробничих витратах і достатньо високих експлуатаційних характеристиках.

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить $\sim 220\text{В}$, а струм споживання $0,5\text{А}$. Тому потужність буде рівна:

$$P=I \cdot U=0,5 \cdot 220=110 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Проектований виріб виконаний на основі друкованої плати розміром 100×95 мм. Електрорадіоелементи на платі розташовані компактно, що дозволило мінімізувати її габаритні розміри. Основна частина компонентів змонтована на одній стороні плати, тоді як на протилежній стороні розміщені елементи індикації та керування: індикатор HG1, світлодіоди HL1–HL3 та енкодер В1.

Індикатор HG1 встановлений біля краю плати через свої значні габаритні розміри та необхідність забезпечення його видимості користувачем. Світлодіоди HL1–HL3 також розташовані по краях плати для зручного візуального контролю режимів роботи пристрою. Енкодер В1 виконує функцію основного органу керування та забезпечує зручну взаємодію користувача з виробом.

Для розміщення вузлів виробу використовується пластмасовий корпус розмірами $133 \times 132 \times 86$ мм. Обраний матеріал корпусу характеризується високими діелектричними властивостями, достатньою механічною міцністю та технологічністю виготовлення. Конструкція виробу забезпечує раціональне розташування всіх компонентів як на друкованій платі, так і на корпусі.

Під час монтажу окремі елементи, зокрема мережевий шнур живлення, запобіжник та роз'єм підключення навантаження, встановлюються безпосередньо на корпусі. Таке рішення спрощує процес складання, покращує

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

доступ до зазначених вузлів під час експлуатації та технічного обслуговування, а також підвищує надійність виробу в цілому.

Верхня кришка корпусу виконує функцію інтерфейсу користувача. У ній передбачені посадкове місце для індикатора, отвори для світлодіодів та місце встановлення енкодера. Таке компонування забезпечує зручне відображення інформації та інтуїтивно зрозуміле керування пристроєм. Для покращення сприйняття звукових сигналів зумера у верхній кришці передбачені спеціальні акустичні отвори, що підвищують ефективність оповіщення користувача.

Складання виробу здійснюється шляхом монтажу електронних компонентів на друкованій платі, встановлення плати в корпус, підключення зовнішніх елементів та остаточного механічного складання конструкції. Після завершення монтажу проводяться контроль правильності з'єднань, електричні випробування та перевірка працездатності виробу.

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

Технологічність конструкції є однією з найважливіших характеристик виробу, що визначає можливість його виготовлення, складання, контролю та ремонту з мінімальними затратами праці, часу та матеріальних ресурсів. Розроблена конструкція пристрою відповідає основним вимогам технологічності та придатна як для дрібносерійного, так і для серійного виробництва.

Високий рівень технологічності забезпечується використанням однієї друкованої плати, на якій розміщено всі основні електронні компоненти. Таке рішення дозволяє скоротити кількість монтажних операцій, зменшити число з'єднувальних проводів та підвищити надійність виробу. Компонування елементів виконане з урахуванням вимог монтажу, контролю та ремонту, що забезпечує зручний доступ до основних вузлів пристрою.

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція корпусу складається з мінімальної кількості деталей та не потребує виконання складних механічних операцій під час складання. Використання стандартного пластмасового корпусу дозволяє скоротити витрати на виготовлення та спростити процес монтажу. Розміщення індикатора, світлодіодів і енкодера на верхній кришці корпусу забезпечує зручність складання та подальшої експлуатації виробу.

Для виготовлення та монтажу виробу застосовуються стандартні інструменти та технологічне оснащення, які широко використовуються на підприємствах радіоелектронного профілю. Основними інструментами є:

- електричний паяльник або паяльна станція потужністю 40–60 Вт;
- бокорізи для обрізання виводів компонентів;
- пінцет для встановлення малогабаритних елементів;
- набір викруток для складання корпусу;
- мультиметр для контролю електричних параметрів та перевірки монтажу;
- відсмоктувач припою або мідна стрічка для демонтажу елементів.

Для підвищення продуктивності та якості складання використовуються допоміжні пристосування:

- тримач друкованих плат;
- лупа або збільшувальна лампа для візуального контролю монтажу;
- антистатичний браслет для захисту електронних компонентів від електростатичних розрядів;
- підставка для паяльника та пристрій очищення жала.

Як технологічна оснастка застосовуються монтажні шаблони, пристрої для фіксації плати під час паяння та контрольно-вимірювальне обладнання для перевірки працездатності виробу після складання.

Завдяки використанню стандартної елементної бази, типових матеріалів, нескладної конструкції корпусу та мінімальної кількості складальних операцій розроблений виріб характеризується високою технологічністю. Це дозволяє

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знизити трудомісткість виготовлення, скоротити час складання, підвищити якість монтажу та забезпечити економічну ефективність виробництва.

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

Виготовлення друкованої плати розроблюваного пристрою виконується із застосуванням двостороннього комбінованого технологічного процесу, який включає як механічну, так і хімічну обробку провідникових шарів. Такий підхід дозволяє досягти високої точності формування провідникового рисунка, забезпечує стабільність електричних характеристик доріжок і дає можливість реалізувати щільне розміщення елементів на обмеженій площі плати.

Початковим етапом є підготовка базової заготовки з фольгованого діелектрика. Як основа використовується склотекстоліт FR-4, який має високу механічну міцність, добру термостійкість і стабільні електроізоляційні властивості. Перед подальшими операціями поверхню заготовки ретельно очищають механічним та хімічним способом для видалення забруднень, оксидних плівок і забезпечення надійної адгезії наступних шарів.

Далі наноситься захисний шар, що формує майбутню конфігурацію провідників. Формування рисунка здійснюється методами фотолітографії або нанесенням трафаретної маски. Після нанесення фоторезисту виконується його експонування через фотошаблон із подальшим проявленням, у результаті чого на поверхні плати утворюється захисний малюнок відповідно до топології схеми.

Наступним кроком є видалення зайвої міді шляхом хімічного травлення незахищених ділянок. Для цього використовуються спеціальні реактиви, які забезпечують контрольоване розчинення міді. У результаті формується система провідників із заданими геометричними параметрами та електричними характеристиками.

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після завершення травлення виконується свердління отворів для монтажу компонентів і міжшарових з'єднань. Точність виконання цієї операції є критично важливою, оскільки вона впливає на правильність встановлення елементів і надійність електричних з'єднань. Для підвищення міцності та електропровідності здійснюється металізація отворів, що забезпечує зв'язок між шарами плати.

Заключним етапом є очищення плати від залишків технологічних матеріалів і хімічних реагентів. Після цього на провідники наноситься захисне покриття у вигляді паяльної маски або лаку, яке запобігає окисненню міді, підвищує стійкість до зовнішніх впливів і полегшує подальший монтаж компонентів.

У виробничому процесі застосовуються як основні, так і допоміжні матеріали. До основних відносять фольгований склотекстоліт і мідну фольгу, що забезпечує низький опір провідників та високу надійність з'єднань. До допоміжних матеріалів належать фоторезисти, захисні плівки, травильні розчини (наприклад, хлорне залізо або персульфат натрію), а також флюси й припої для подальшого монтажу. Для очищення поверхонь використовуються органічні розчинники, зокрема ізопропіловий спирт.

Використання двосторонньої комбінованої технології дає змогу отримати компактну та технологічну друковану плату з високою щільністю монтажу, стабільними електричними параметрами та високою надійністю, що відповідає сучасним вимогам до електронних пристроїв малої потужності.

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.

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт використання мікросхеми Квик.імс визначається за формулою:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{3}{3+32} = 0,1 \quad (2.20)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{101}{126} = 0,8 \quad (2.21)$$

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

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

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

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{28}{32} = 0,9 \quad (2.22)$$

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

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

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{27}{32} = 0,1 \quad (2.23)$$

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

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

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{32}{32} = 0 \quad (2.24)$$

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $H_{T.OP.EPE}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

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

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{BCT.P}$

визначається за формулою:

$$K_{BCT.P} = 1 - \frac{H_{BCT.P}}{H_{EPE}} = 1 - \frac{10}{32} = 0,7 \quad (2.25)$$

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

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,8*1 + 0,9*0,75 + 0,1*0,5 + 0*0,310 + 0,7*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5 \quad (2.27)$$

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у нижню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення скла під індикатор, ручки до енкодера на верхню кришку;
- кріплення шнура живлення та запобіжника;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів [24].

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

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

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

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

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

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

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

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

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

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

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

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

$$B_M = 651 \times 1,04 = 677,04 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	75	75
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Світлодіод	3	10	30
5	Конденсатори електролітичні	5	10	50
6	Конденсатори постійні	6	1	6
7	Резистори постійні	22	0,5	11
8	Енкодер	1	50	50
9	Індикатор	1	50	50
10	Діоди	7	2	14
11	Роз'єм	2	30	60
12	Транзистор	1	10	10
13	Мікросхеми	4	30	120
14	Реле	1	25	25
				651

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

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

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

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

$$P_{\text{від}} = \frac{30}{60} \times 220 = 110 (\text{грн})$$

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

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

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}},$ хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}})$, грн/год
1	Пайка	12	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	30		

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:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 110 \times 0,11 = 12,1 (\text{грн})$$

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

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (110 + 12,1) = 26,86 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{84}{100} \times (110 + 12,1) = 102,56 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 84%);

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{144}{100} \times (110 + 12,1) = 175,82 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 144%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 677,04 + (110 + 12,1 + 26,86) + 102,56 + 175,82 = 1104,38 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						55
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	677,04
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	110,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,1
4	Відрахування на соціальні заходи	26,86
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	102,56
6	Загальновиробничі витрати	175,82
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1104,38
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	826
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	278,38

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

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

$$Ц_{одпр} = 1104,38 \times \frac{100 + 26}{100} = 1391,52 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 26%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\Pi_p = (1391,52 - 1104,38) \times 1900 = 545566 \text{ (грн),}$$

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 545566 - 545566 \times \frac{18}{100} = 447364,12 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1104,38 \times 1900 = 2098322 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{447364,12}{2098322} \times 100\% = 21,32 \%$$

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

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

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 447364,12 + 1375 = 448739,12 \text{ (грн.)},$$

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

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\text{ЧТВ} = 407944,65 - 305500 = 102444,65 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{448739,12}{(1 + 0,1)^1} = 407944,65 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{407944,65}{305500} = 1,33$$

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						58
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(Ток_{диск}) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

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

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{305500}{407944,65} = 0,75\text{р}$$

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

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{407944,65}{1} = 407944,65 \quad (\text{грн.})$$

де t- кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1900
2	Собівартість виробу	грн./од.	1104,38
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1391,52
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	305500
5	Чистий прибуток	грн.	447364,12
6	Рентабельність виробу	%	18,04
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	102444,65
9	Індекс прибутковості	-	1,33
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,75

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Дії роботодавця при отриманні повідомлення про нещасний випадок.

У разі отримання повідомлення про нещасний випадок на виробництві роботодавець зобов'язаний діяти оперативно, послідовно та відповідно до вимог чинного законодавства України, зокрема постанови Порядок розслідування та обліку нещасних випадків на виробництві. Від правильності та своєчасності його дій залежить не лише здоров'я та життя працівника, а й об'єктивність подальшого розслідування.

Першочерговою дією роботодавця або уповноваженої ним особи є організація надання потерпілому невідкладної допомоги. У разі необхідності викликається швидка медична допомога, а також забезпечується транспортування потерпілого до лікувального закладу. Важливо не лише надати допомогу, але й максимально зменшити наслідки травмування та запобігти погіршенню стану постраждалого.

Паралельно з цим роботодавець зобов'язаний вжити заходів для запобігання подібним випадкам у майбутньому. Зокрема, необхідно негайно зупинити роботи, які можуть становити небезпеку для інших працівників, відключити обладнання або енергопостачання, обмежити доступ до небезпечної зони. Це дозволяє мінімізувати ризик виникнення нових нещасних випадків.

Наступним важливим кроком є збереження обстановки на місці події. Роботодавець повинен забезпечити, щоб до прибуття комісії з розслідування стан місця нещасного випадку залишався незмінним, якщо це не загрожує життю та здоров'ю інших працівників і не призводить до більш тяжких наслідків. У разі неможливості збереження обстановки допускається її фіксація за допомогою фото- чи відеозйомки, складання схем або інших засобів документування.

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після цього роботодавець зобов'язаний організувати своєчасне повідомлення відповідних органів про настання нещасного випадку. Залежно від характеру події (легкий, тяжкий, груповий або зі смертельним наслідком) повідомлення надсилається до територіального органу Державна служба України з питань праці, робочого органу Фонд соціального страхування України, профспілкової організації, а також інших органів у передбачених законодавством випадках. Повідомлення має бути здійснене негайно, як правило протягом двох годин з моменту отримання інформації про подію.

Крім цього, роботодавець зобов'язаний організувати розслідування нещасного випадку. Для цього створюється комісія, до складу якої входять представники підприємства, служби охорони праці, профспілки, а у випадках тяжких або смертельних травм – представники органів державного нагляду. Комісія повинна об'єктивно встановити обставини та причини події, визначити осіб, відповідальних за порушення вимог охорони праці, а також розробити заходи щодо запобігання подібним випадкам у майбутньому.

Роботодавець забезпечує комісію всіма необхідними матеріалами та умовами для проведення розслідування. Це включає надання документації, пояснень свідків, доступ до обладнання та місця події. Також він зобов'язаний створити умови для неупередженого розслідування, не допускаючи приховування фактів або тиску на членів комісії.

Після завершення розслідування роботодавець повинен розглянути та затвердити матеріали комісії. За результатами оформлюється відповідний акт встановленої форми, який підлягає реєстрації та обліку. У разі встановлення вини посадових осіб роботодавець зобов'язаний притягнути їх до дисциплінарної або іншої відповідальності відповідно до законодавства.

Особлива увага приділяється виконанню заходів, розроблених за результатами розслідування. Роботодавець повинен забезпечити усунення причин нещасного випадку, модернізацію обладнання, проведення додаткових

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інструктажів або навчання працівників з питань охорони праці. Це є ключовим елементом профілактики виробничого травматизму.

Крім того, роботодавець зобов'язаний забезпечити соціальний захист потерпілого. Це включає оформлення необхідних документів для отримання страхових виплат, збереження робочого місця (у передбачених випадках), а також сприяння реабілітації працівника. Взаємодія з Фонд соціального страхування України у цьому процесі є обов'язковою.

Таким чином, дії роботодавця при отриманні повідомлення про нещасний випадок є комплексними та регламентованими. Вони охоплюють як невідкладні заходи з надання допомоги та забезпечення безпеки, так і організаційні дії щодо повідомлення, розслідування та профілактики. Дотримання цих вимог є необхідною умовою забезпечення безпеки праці та захисту прав працівників.

4.2 Чинники електричного характеру, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом.

Під час користування електроенергією є небезпека ураження людей електричним струмом. Найчастіша причина ураження людини електричним струмом – торкання до неізольованих струмопровідних провідників; до провідників з пошкодженою ізоляцією, а також до металевих елементів конструкції машин, механізмів і апаратів, які випадково виявилися під напругою.

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

Наслідок дії на людину електричного струму залежить від багатьох чинників. Величина струму, який протікає через тіло людини, є головним чинником, що визначає наслідок ураження: чим більший за величиною струм, тим небезпечніша його дія. Прийнято вважати смертельно небезпечним для людини струм промислової частоти 50 Гц і величиною 0,05 А (50 мА).

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

Індивідуальні особливості людей великою мірою впливають на наслідки ураження струмом. У випадках захворювання шкіри, серця, легенів, нервової

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи небезпека ураження струмом збільшується. З усіх розрахунках пристроїв для захисту людини від ураження електричним струмом промислової частоти опір тіла людини умовно приймають рівним 1000 Ом.

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

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

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

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

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

Однофазний дотик менш небезпечний, ніж двофазний, оскільки напруга, під яку потрапляє людина, не перевищує фазної, тобто менша за лінійну в 1,73 рази (зазвичай 220 В). Відповідно меншим виявляється струм, що проходить через людину. На величину цього струму впливає режим нейтралі джерела живлення, опір підлоги, на якій стоїть людина, опір її взуття та деякі інші фактори.

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Кухонний таймер з енкодером». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 100×95мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Корпус має такі розміри 133x132x86мм, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

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

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухонний таймер з енкодером [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).
2. Конденсатор b41828 [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.ua. (дата звернення 3.02.2026).
4. Конденсатор b37979 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.ua. www.vprl.ua. (дата звернення 1.02.2026).
5. Діод 1N4007 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
6. Трансформатор B78386-P1116-A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
7. Запобіжник ZH214 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacy-n-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).
8. Змінні резистори 16K1 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).
9. Амперметр M42300 "Velleman" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).
10. Кнопка PBS14A "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Дросель PLA10AS2221R5R2B [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.ua.www.vprl.ua. (дата звернення 1.02.2026).

12. Мікросхема L79L05ACZ [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

13. Мікросхема 7474PC "Texas Instuaments [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).

14. Діод SBL3040PT-E3 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacyyn-zahodischodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).

15. Діод DB107 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

16. Діод D2SBA60-7000 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

17. Транзистор 2SA821 "Fairchild" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.ua.www.vprl.ua. (дата звернення 1.02.2026).

18. Транзистор KSD1616AGBU "Fairchild" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

19. Транзистор KSA1281YTA "Fairchild" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).

20. Транзистор KTC945-P-AT/P "KEC" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta->

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html(дата звернення 4.02.2026).

21. Транзистор 83C3460 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

35. 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.

36. 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.

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

38. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRlb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jaJjQckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

39. 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.

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

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

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

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

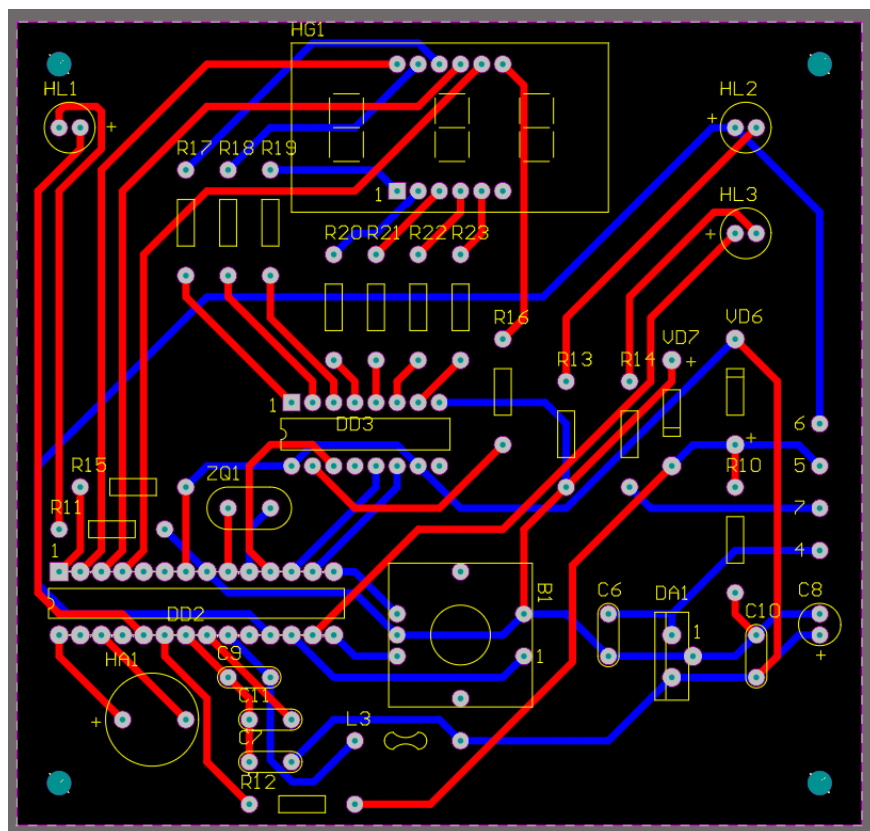


Рисунок А.1 – Друкована плата

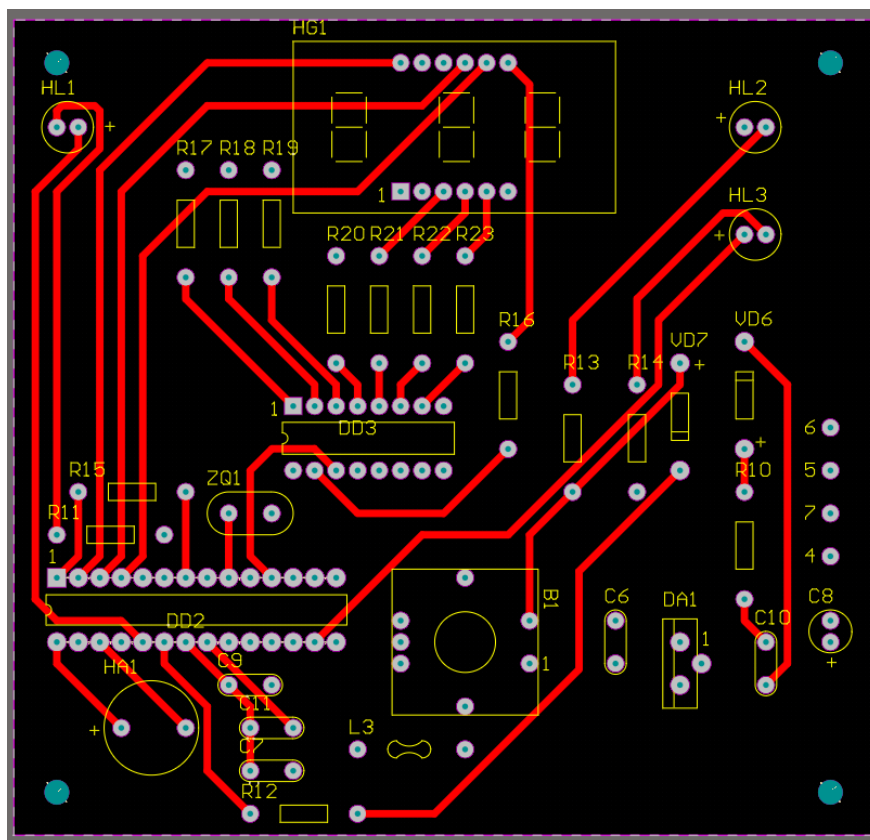


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Top

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ

Арк.

1

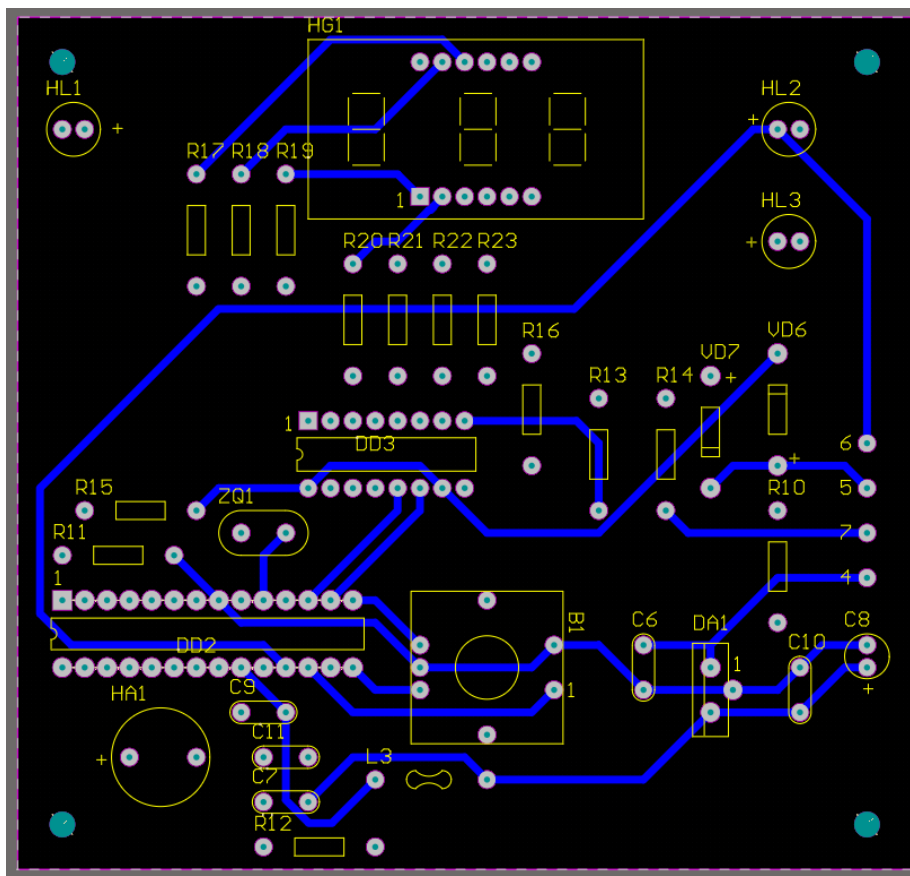


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

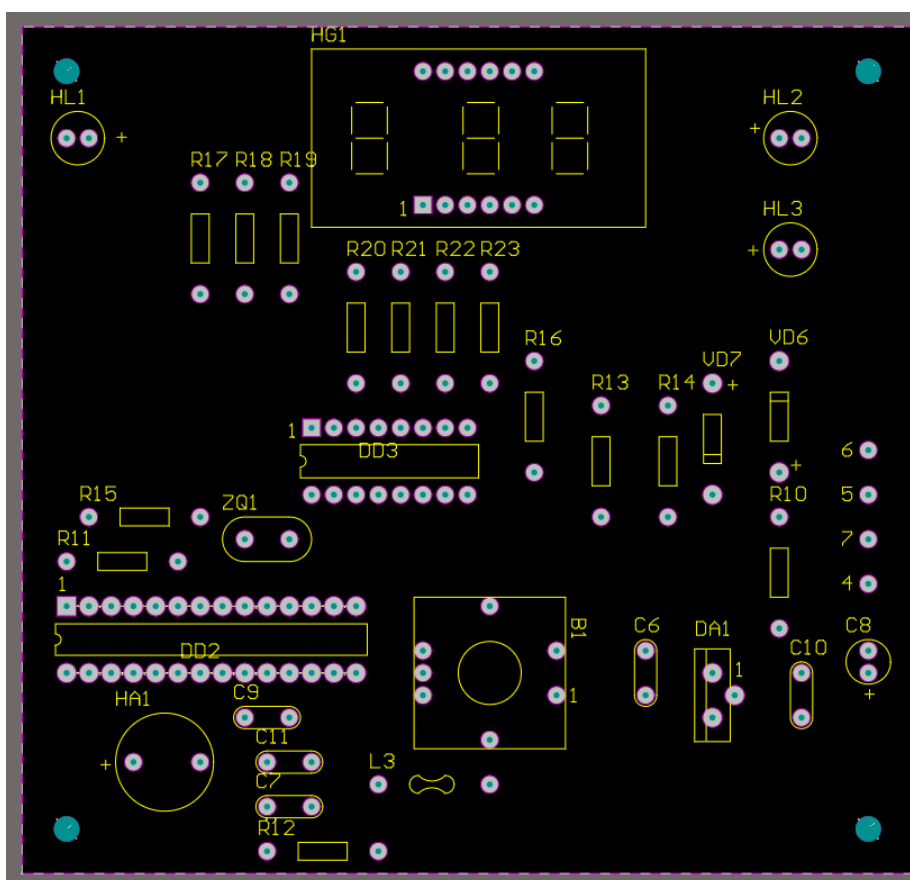


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ

Арк.

2

Додаток Б 3D модель пристрою

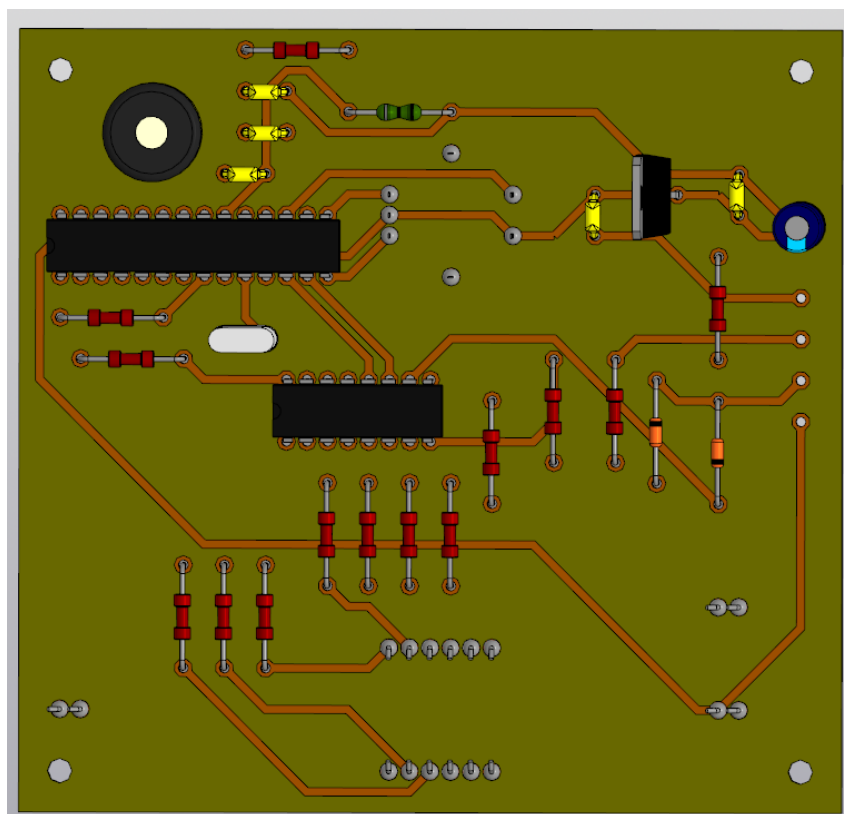


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

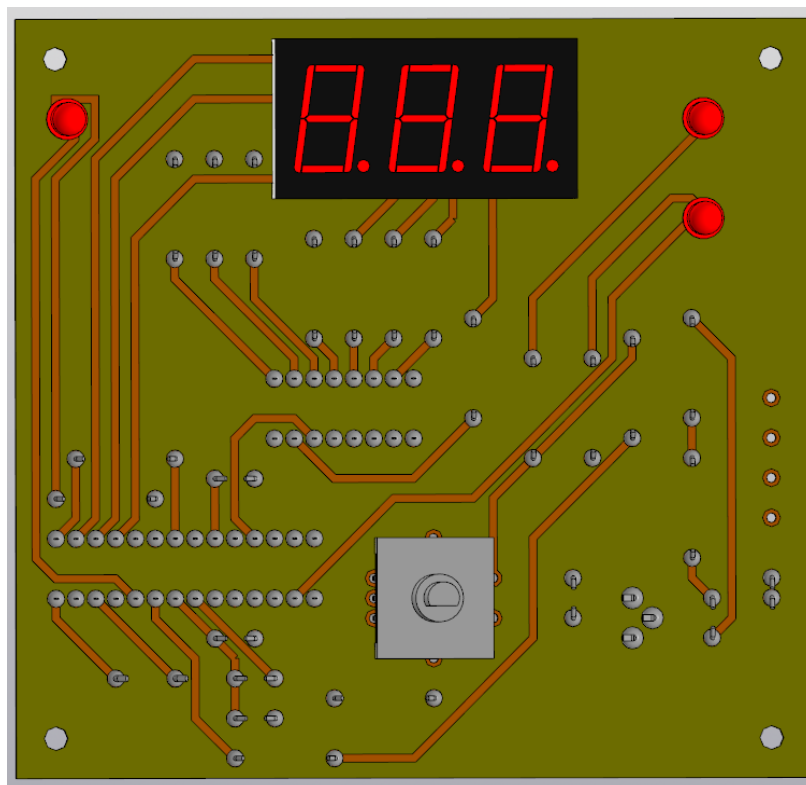


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

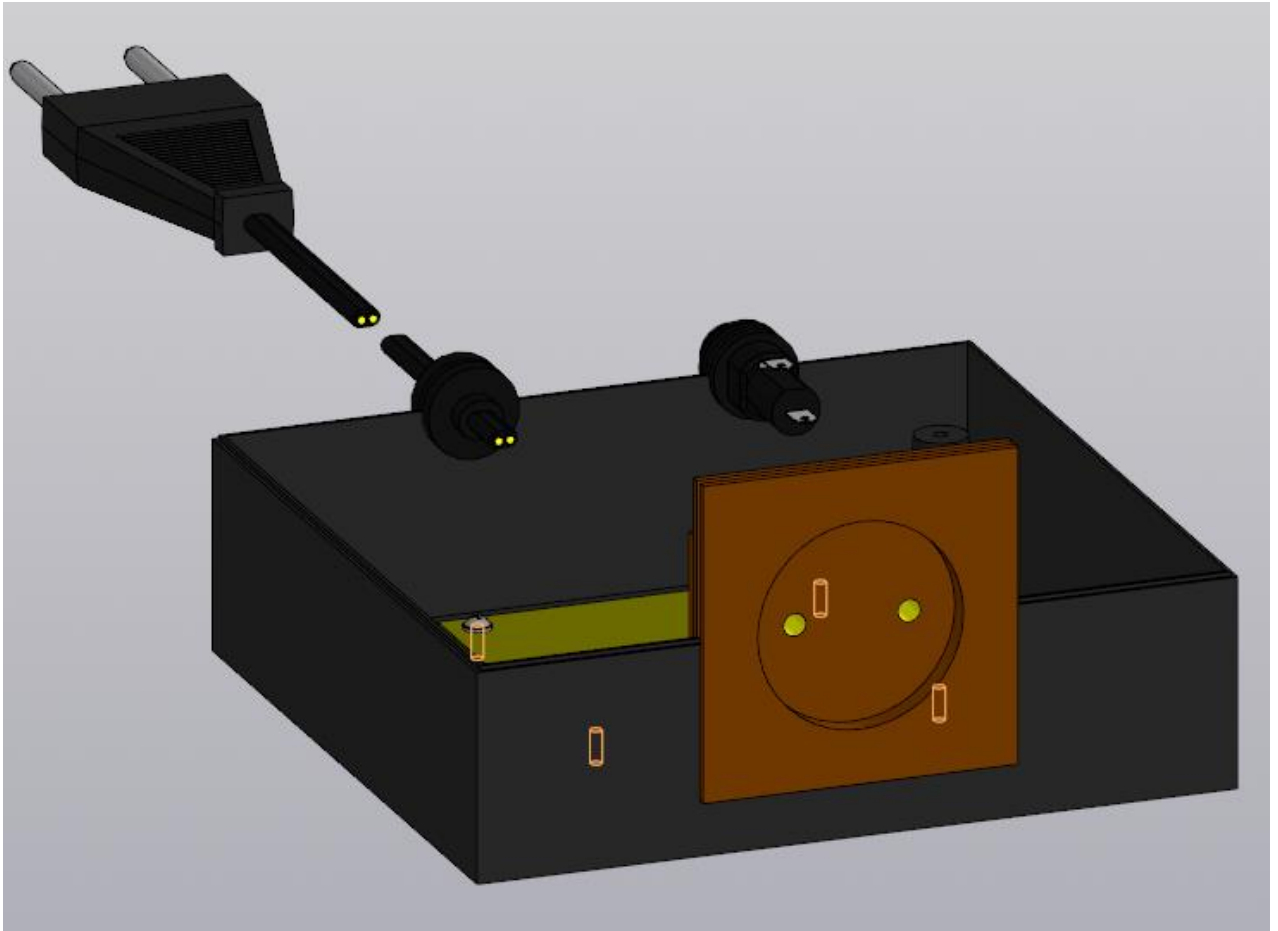


Рисунок Б.3 – 3D модель пристрою, нижня кришка

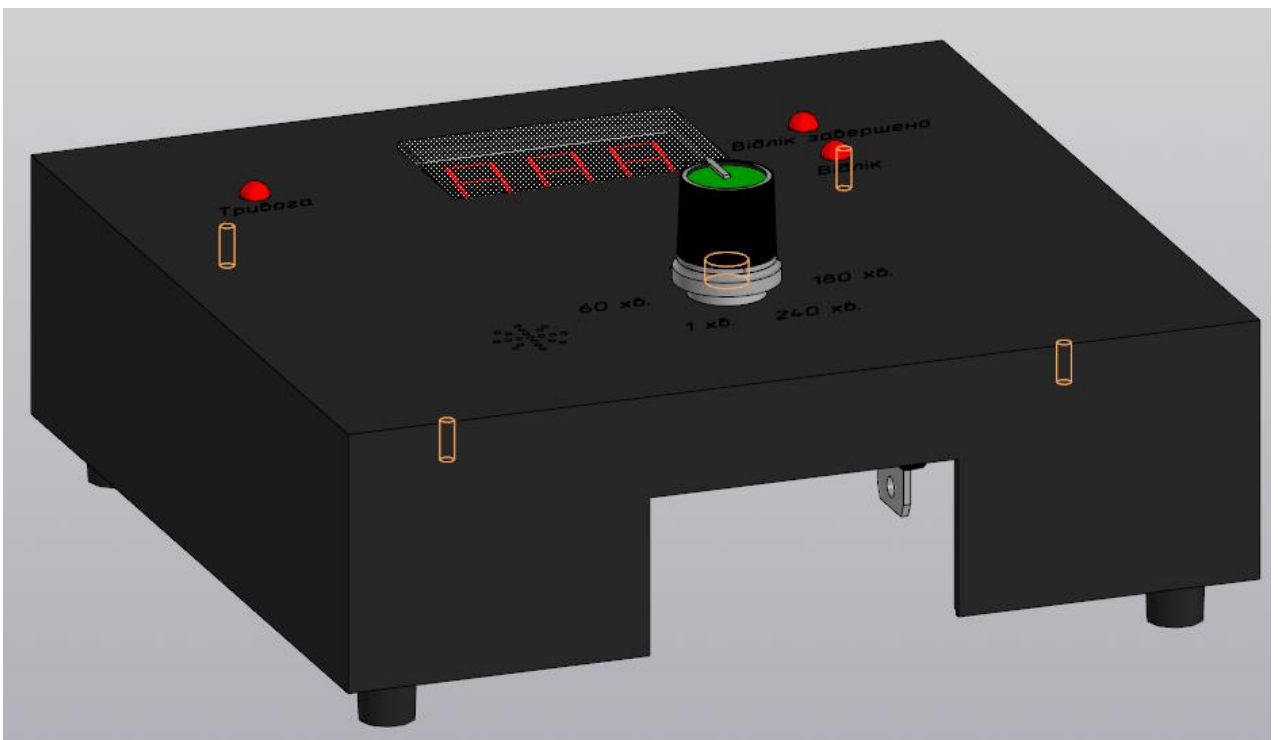


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

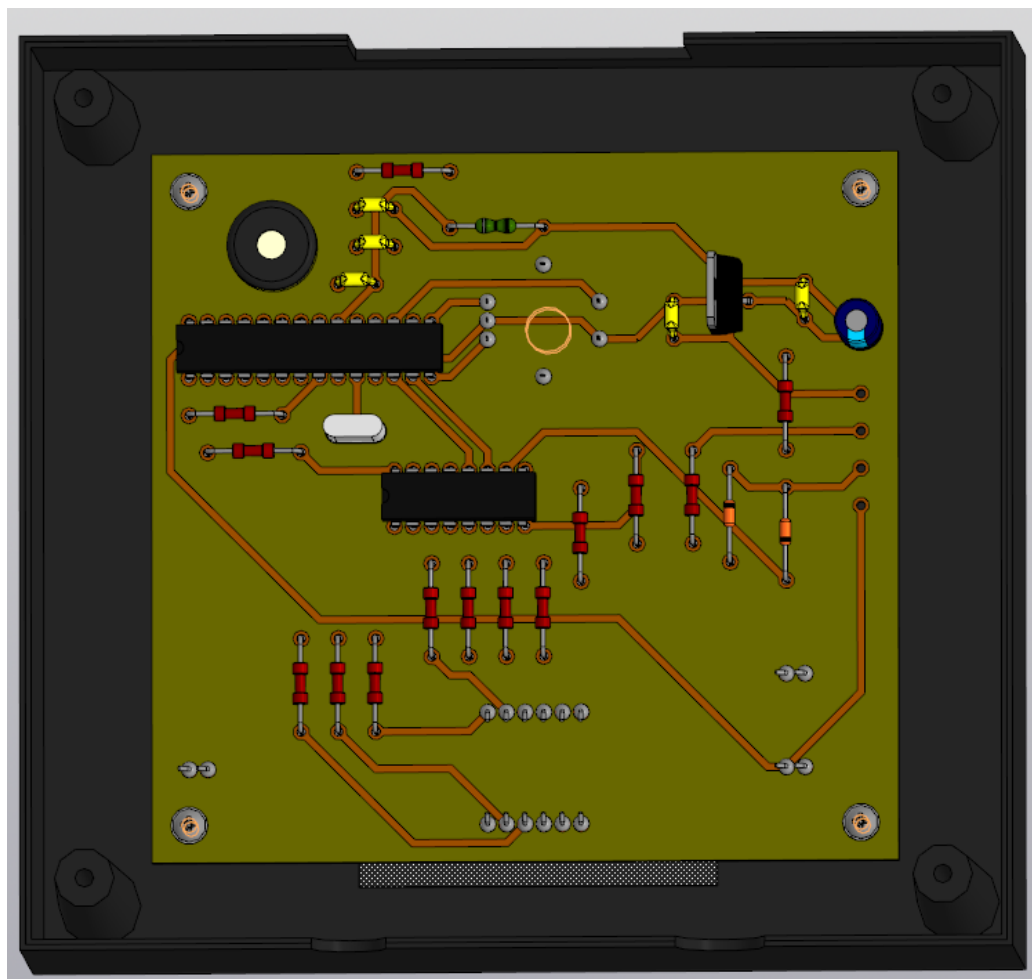


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

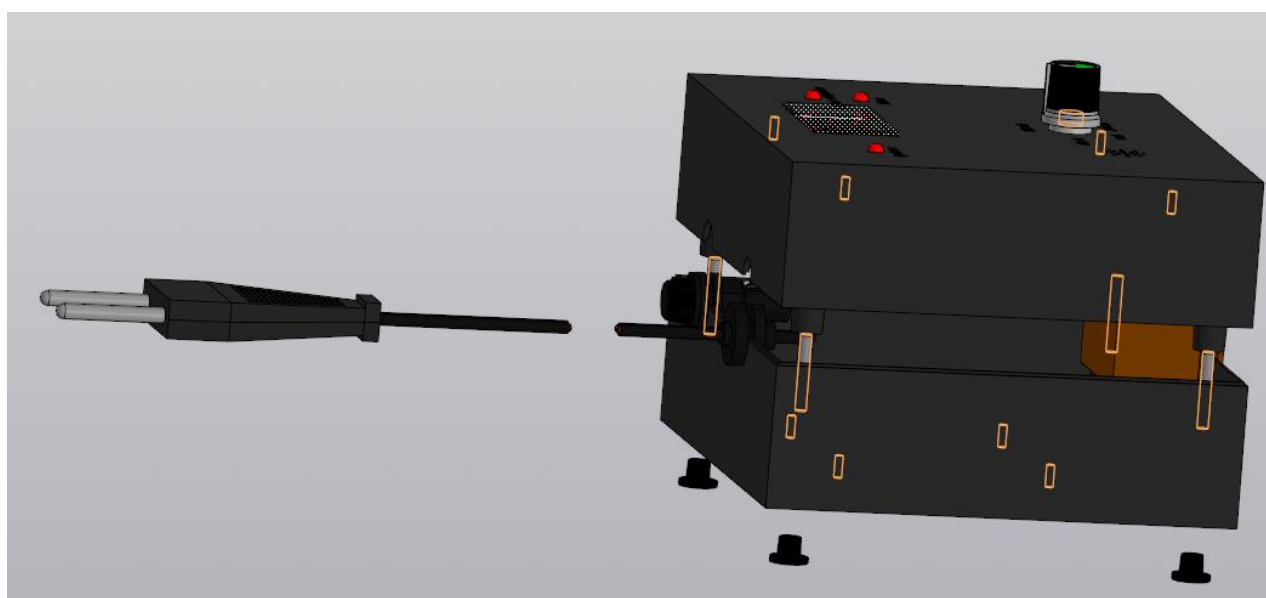


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

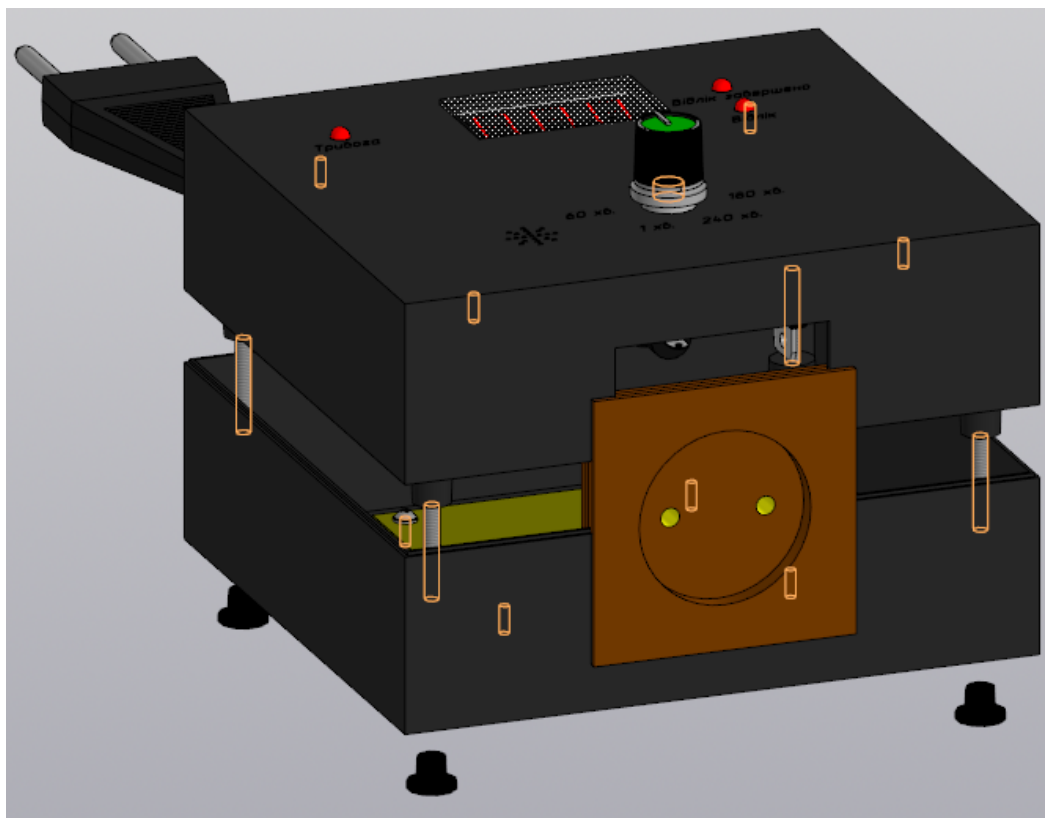


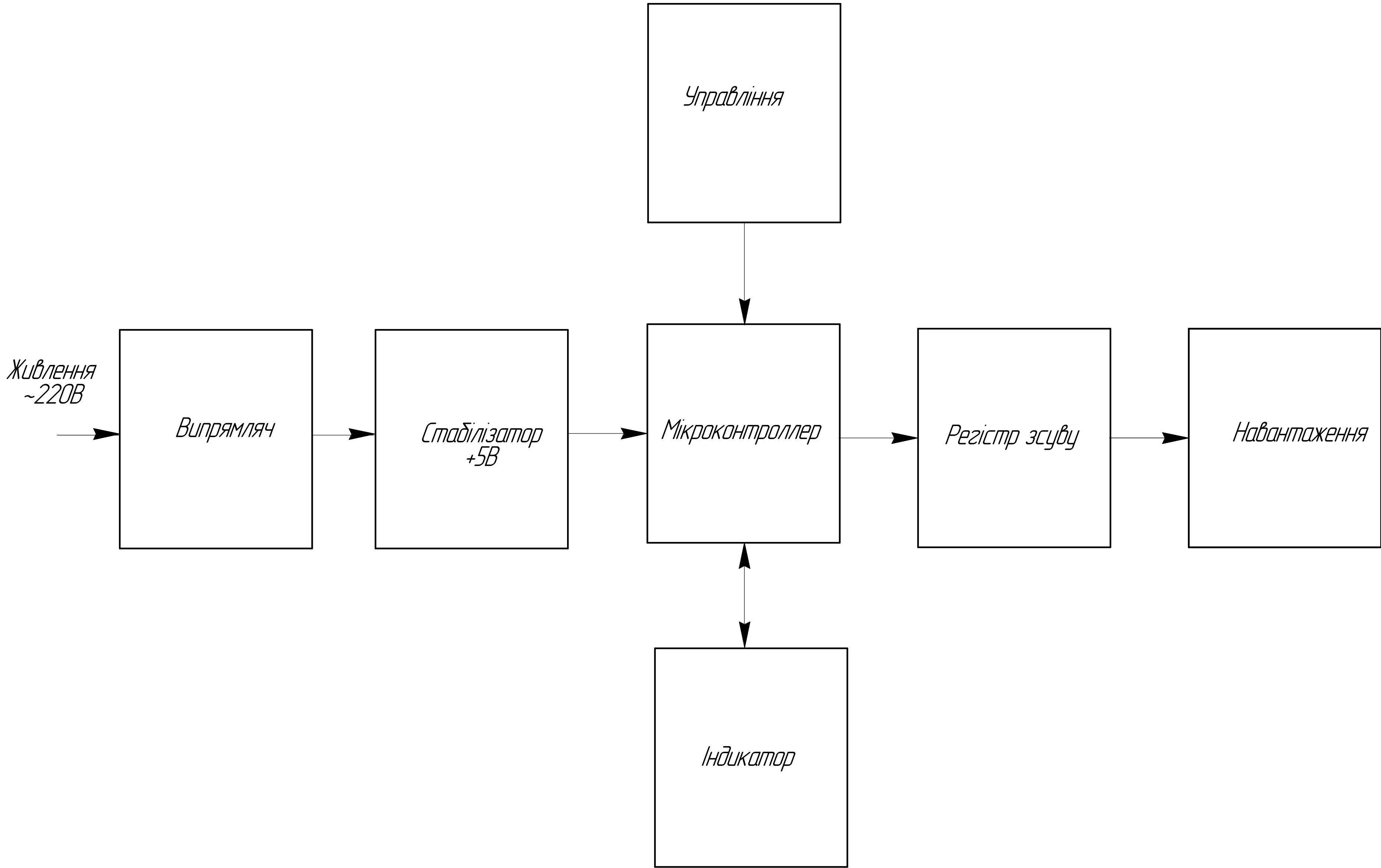
Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.006.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Перш. викорис.	
Додат. №	

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

26 КР 172.402.006.001.000 Е1



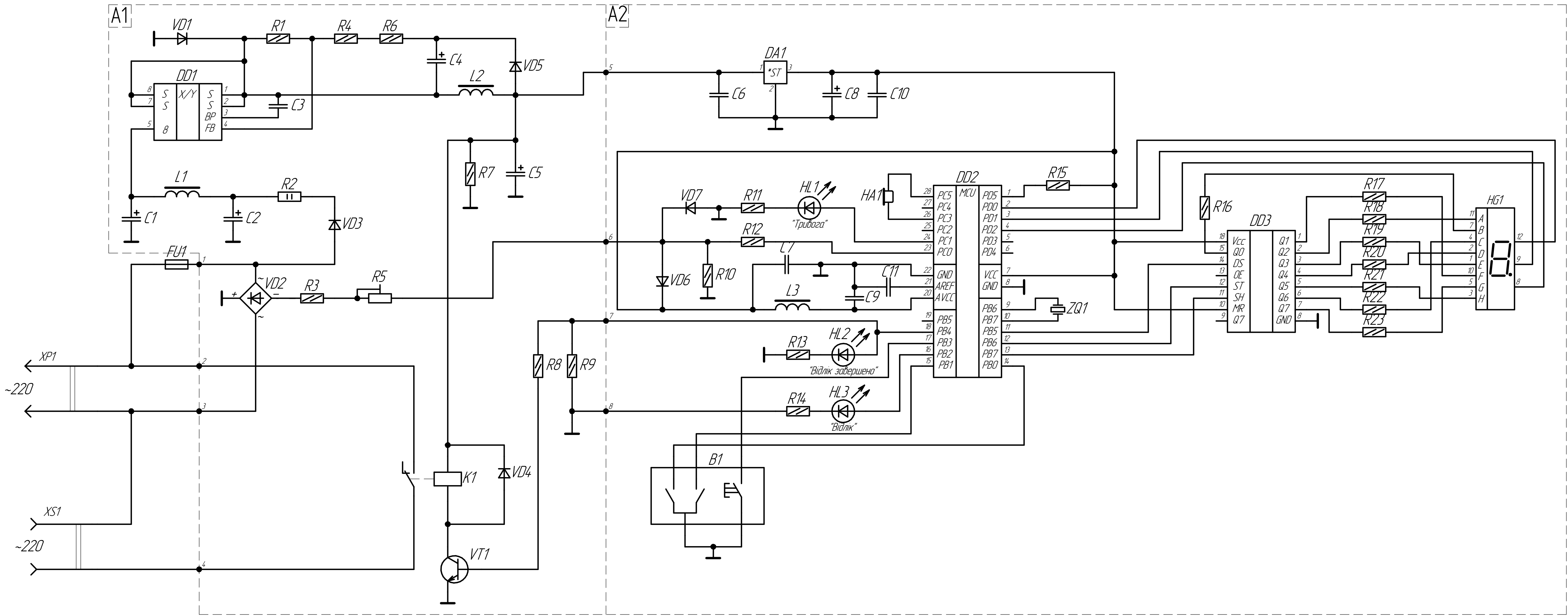
					26 КР 172.402.006.001.000 Е1				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кухонний таймер з енкодером	Лист	Маса	Масштаб	
Розроб.	Вар'ян	Задорожний				- Н -	-	-	
Перевір.	Задорожний				Електрична структурна схема	Аркциш Аркцишів 1			
І.контр.						ВСП ТФК ТР-402			
Рецензент						м. Тернопіль			
Н.контр.	Задорожний					Формат А2			
Затверд.									Копіював

Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка			
Перш. викорис.	Додат. №	B1	Енкодер PEC12R-4220F-S0024 "Bourns"			1			
		Конденсатори							
		C1, C2	ECAP-450 B-4, 7 мкФ ±20% "Jamicon"			2			
		C3	B32529C1102J000-50 B-100 нФ ±10% "Epcos"			1			
		C4	ECAP-35 B-10 мкФ ±20% "Jamicon"			1			
		C5	ECAP-35 B-100 мкФ ±20% "Jamicon"			1			
		C6, C7	NPO-100 нФ ±5% "Murata"			2			
		C8	ECAP-16 B-100 мкФ ±20% "Jamicon"			1			
		C9...C11	NPO-100 нФ ±5% "Murata"			3			
		Мікросхеми							
Підпис і дата	Інв. № дубл.	DA1	L7805ABV "ST Microelectronics"			1			
		DD1	LNK304PN "Power Integrations"			1			
		DD2	ATmega8-16PU "Microchip"			1			
		DD3	74HC595N "HGSEMI"			1			
		FU1	Запобіжник RB300-30-0,25A-250B "ECE"			1			
		HA1	Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"			1			
		HL1...HL3	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"			3			
		HG1	Цифровий індикатор BC56-12EWA "Kingbright"			1			
		K1	Реле NRP-07-C-12D "NCR"			1			
		26 КР 172.402.006.001.000 ПЕЗ							
Зм. Арк. № докум. Підпис Дата									
Інв. № ориг.	Розроб.	Вар'ян	Кухонний таймер з енкодером			Літ.	Аркцш	Аркцшів	
	Перевір.	Задорожний				н	1	3	
	Нконтр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-402			
	Затверд.					м. Тернопіль			

Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка
		Дроселі				
L1, L2		FWDRI14 15B-1 мкГн ±10% "Ferriwo"			2	
L3		FWDRI14 15B-10 мкГн ±10% "Ferriwo"			1	
		Резистори				
R1		MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"			1	
R2		MFP-2-8,2 Ом ±10% "Yageo"			1	
R3		MFP-0,125-330 кОм ±10% "Yageo"			1	
R4		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"			1	
R5		3329H-1-47 кОм "Bourns"			1	
R6		MFP-0,125-3 кОм ±10% "Yageo"			1	
R7		MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"			1	
R8		MFP-0,125-6,8 кОм ±10% "Yageo"			1	
R9		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"			1	
R10		MFP-0,125-2,7 кОм ±10% "Yageo"			1	
R11		MFP-0,125-680 Ом ±10% "Yageo"			1	
R12		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"			1	
R13, R14		MFP-0,125-680 Ом ±10% "Yageo"			2	
R15		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"			1	
R16...R23		MFP-0,125-220 Ом ±10% "Yageo"			8	
		Діоди				
VD1		1N4148 "Diotec"			1	
VD2		D2SBA60-7000 "Shindengen Electric"			1	
VD3		1N4007 "Diotec"			1	
VD4		1N4148 "Diotec"			1	
VD5		1N4007 "Diotec"			1	
VD6, VD7		1N4148 "Diotec"			2	
		26 КР 172.402.006.001.000 ПЕЗ				Арк.
						2
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

[illegible]

26 КР 172.402.006.001.000 ПЕЗ

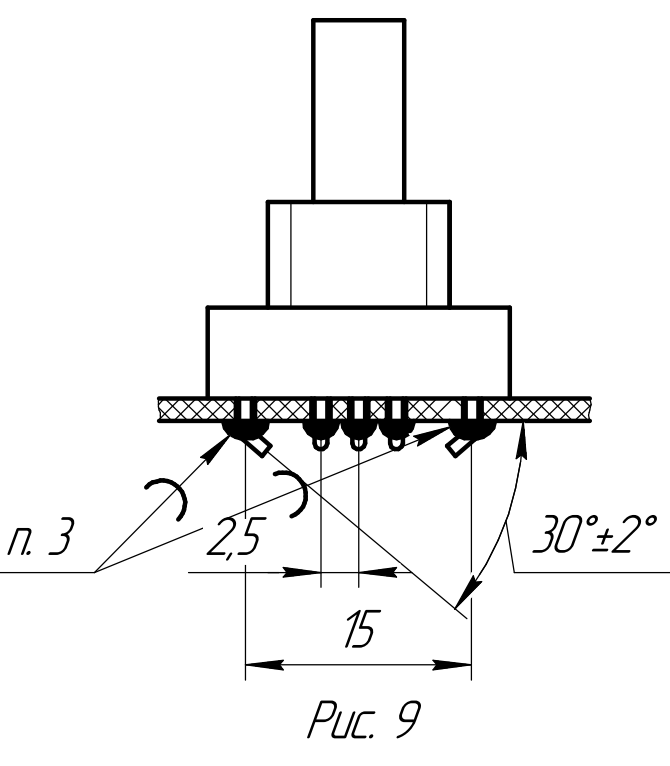
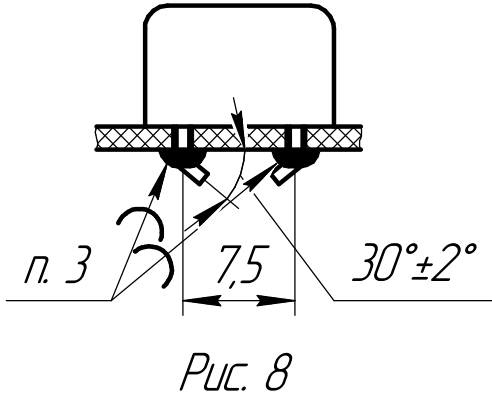
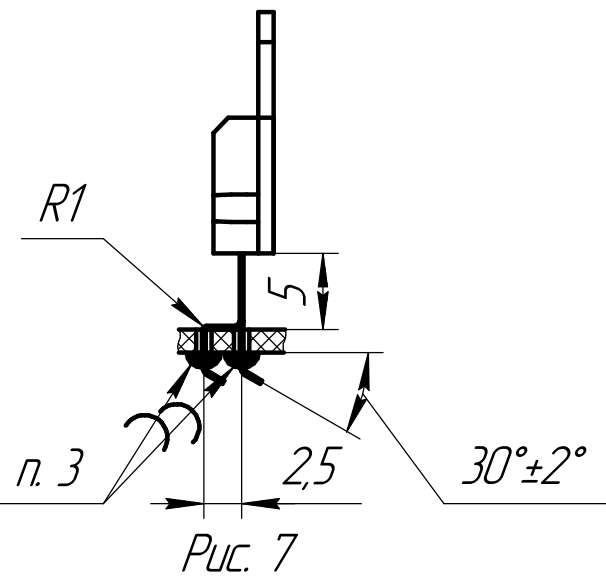
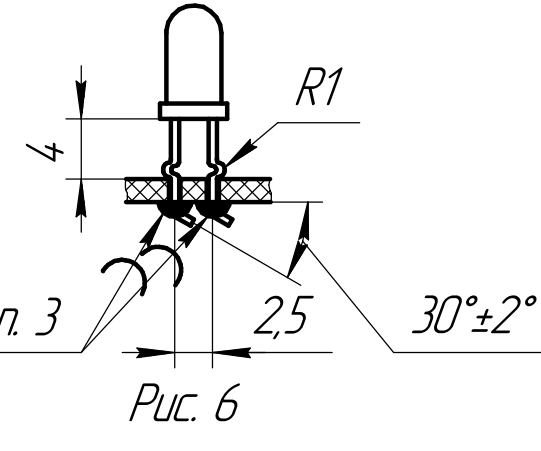
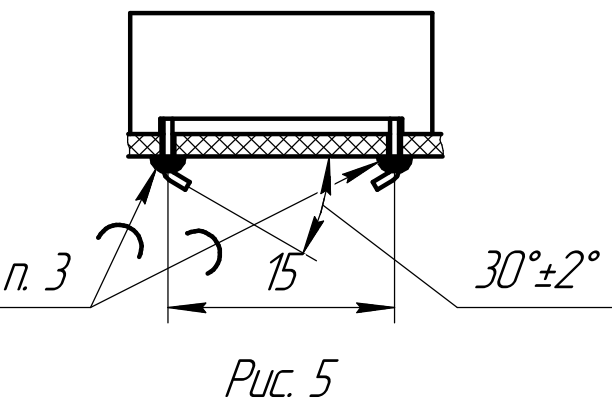
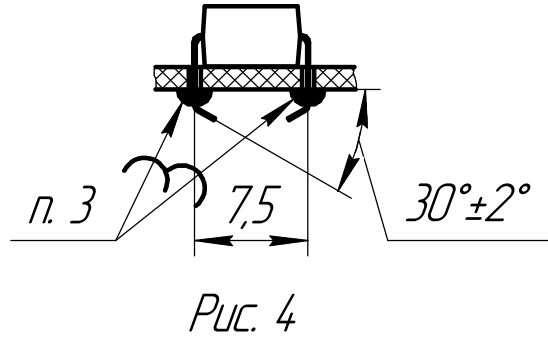
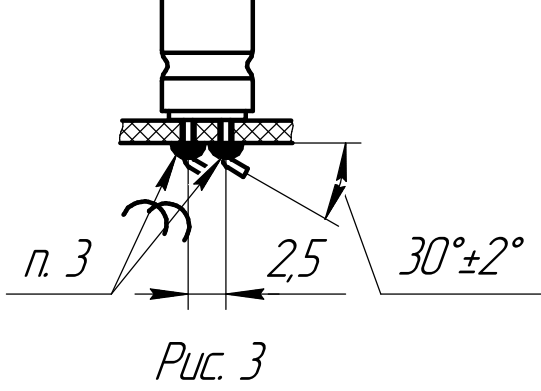
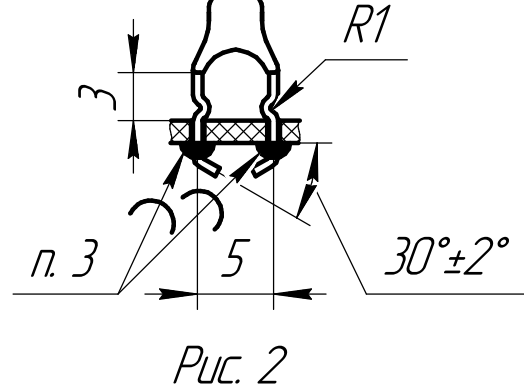
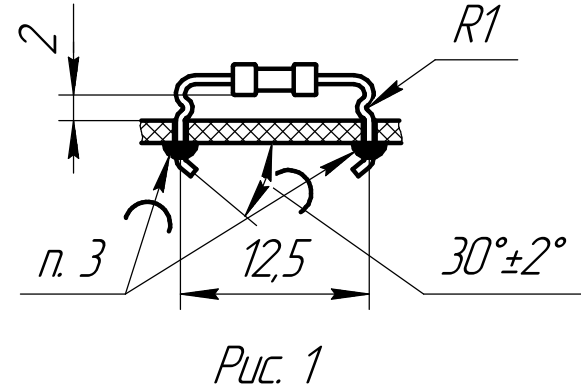
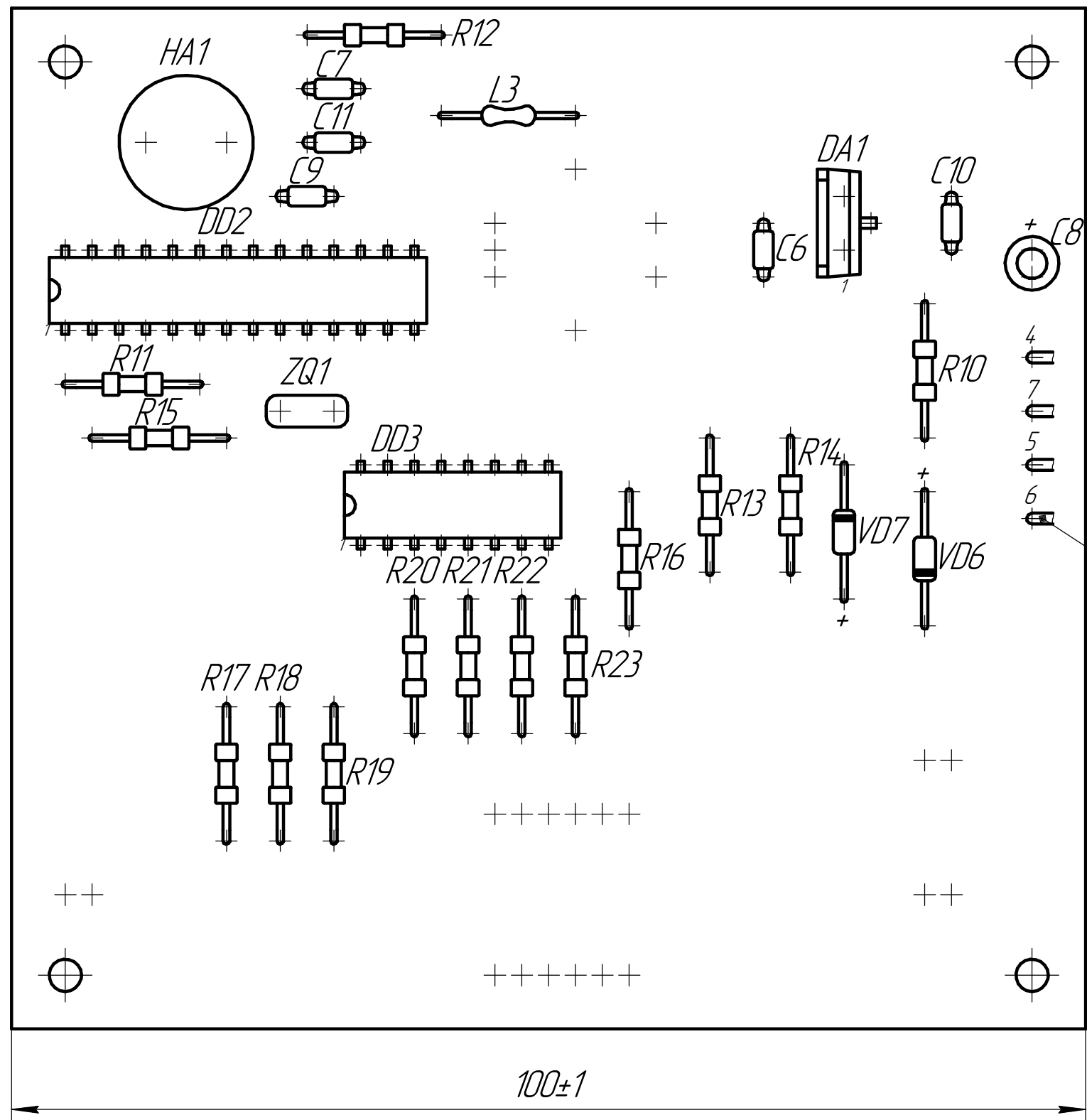
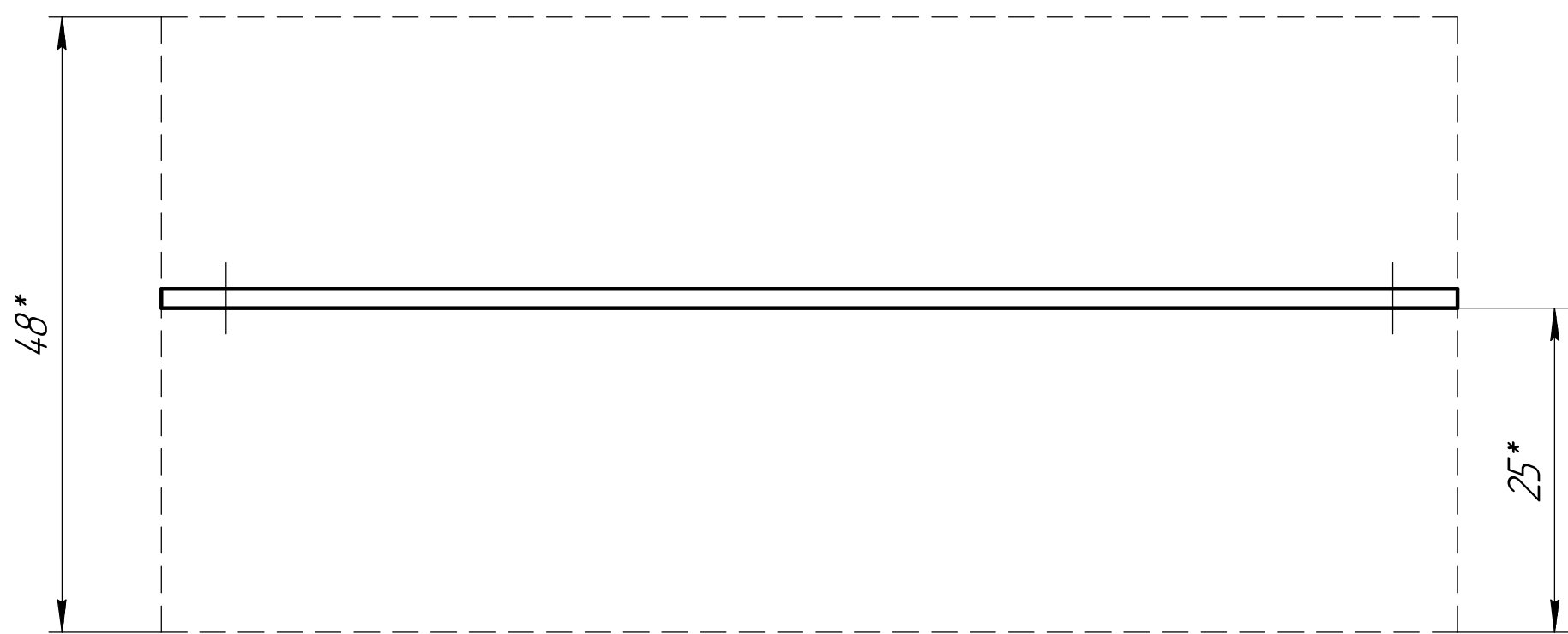
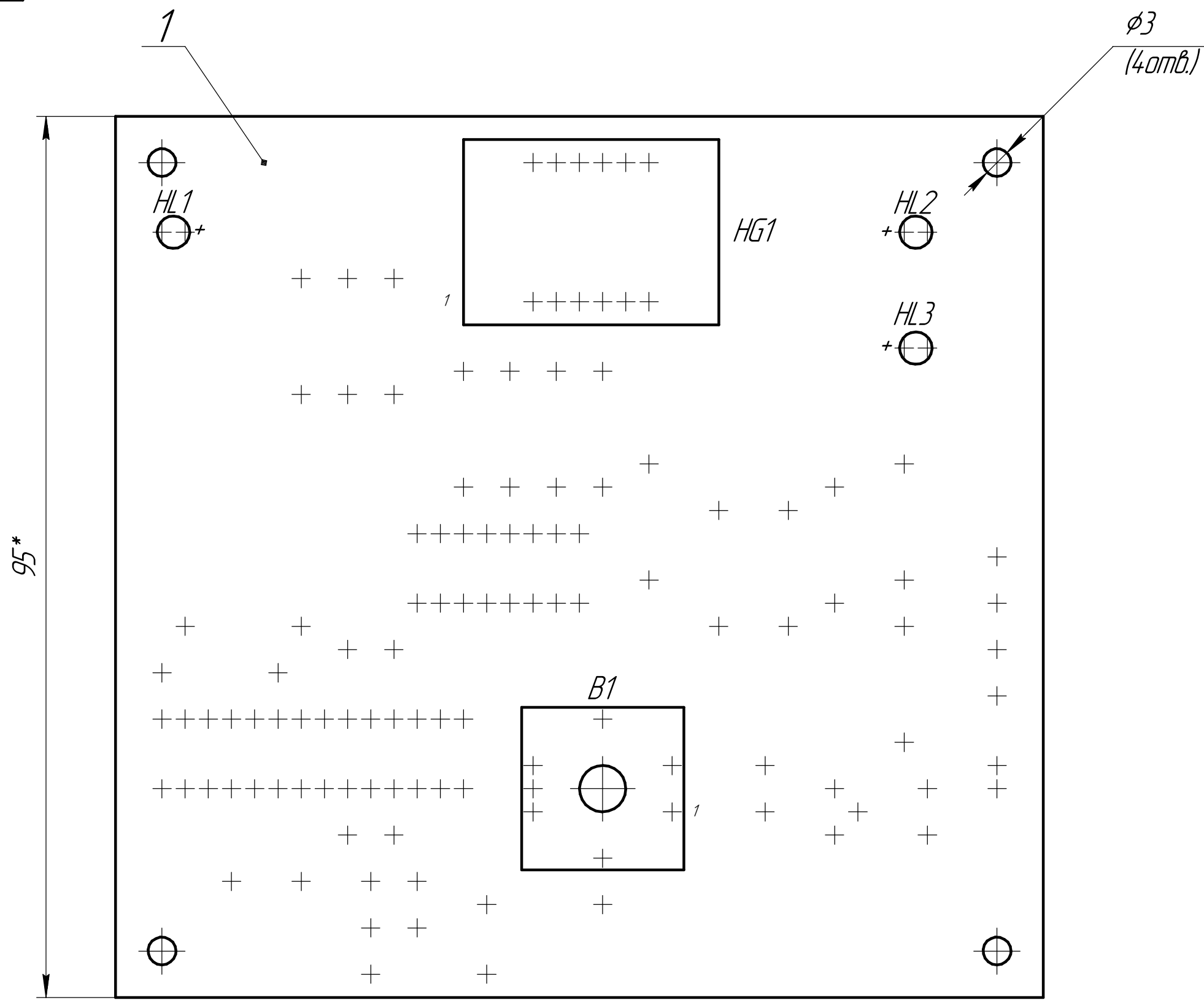


26 КР 172.402.006.001.000 ЕЗ					Кухонний таймер з енкодером		
Схема електрична принципова					Лист	Маса	Масштаб
					Н	-	-
					Архив	Архив	1
ВСП ТФК ТР-402					м. Тернопіль		
Формат А1					Копіював		

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.006.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.402.006.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.402.006.001.000 СК	Вузол друкований	1			
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № додл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A2	1	26 КР 172.402.006.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.402.006.001.002	Перемичка	4		
					3		Енкодер PEC12R-4220F-S0024 "Bourns"	1	B1	
							Конденсатори			
					5		ECAP-16 B-100 мкФ ±20% "Jaticon"	1	С8	
					6		NPO-100 нФ ±5% "Murata"	5	С6,С7,С9...С11	
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний				Мікросхеми			
					8		74НС595N "HGSEMI"	1	DD3	
					9		АТmega8-16PU "Microchip"	1	DD2	
					10		L7805ABV "ST Microelectronics"	1	DA1	
					12		Зумер SMA-13LC-P10 "Sonitron"	1	HA1	
					14		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	3	HL 1...HL3	
26 КР 172.402.006.001.000										
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розрод.	Вар'ян									
Перевір.	Задорожний									
Н.контр.	Задорожний									
Затверд.										
Вузол друкований						Літ.	Аркцш	Аркцшів		
						Н	1	2		
						ВСП ТФК ТР-402				
						м. Тернопіль				

Інв. № друк.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дучол.	Підпис і дата

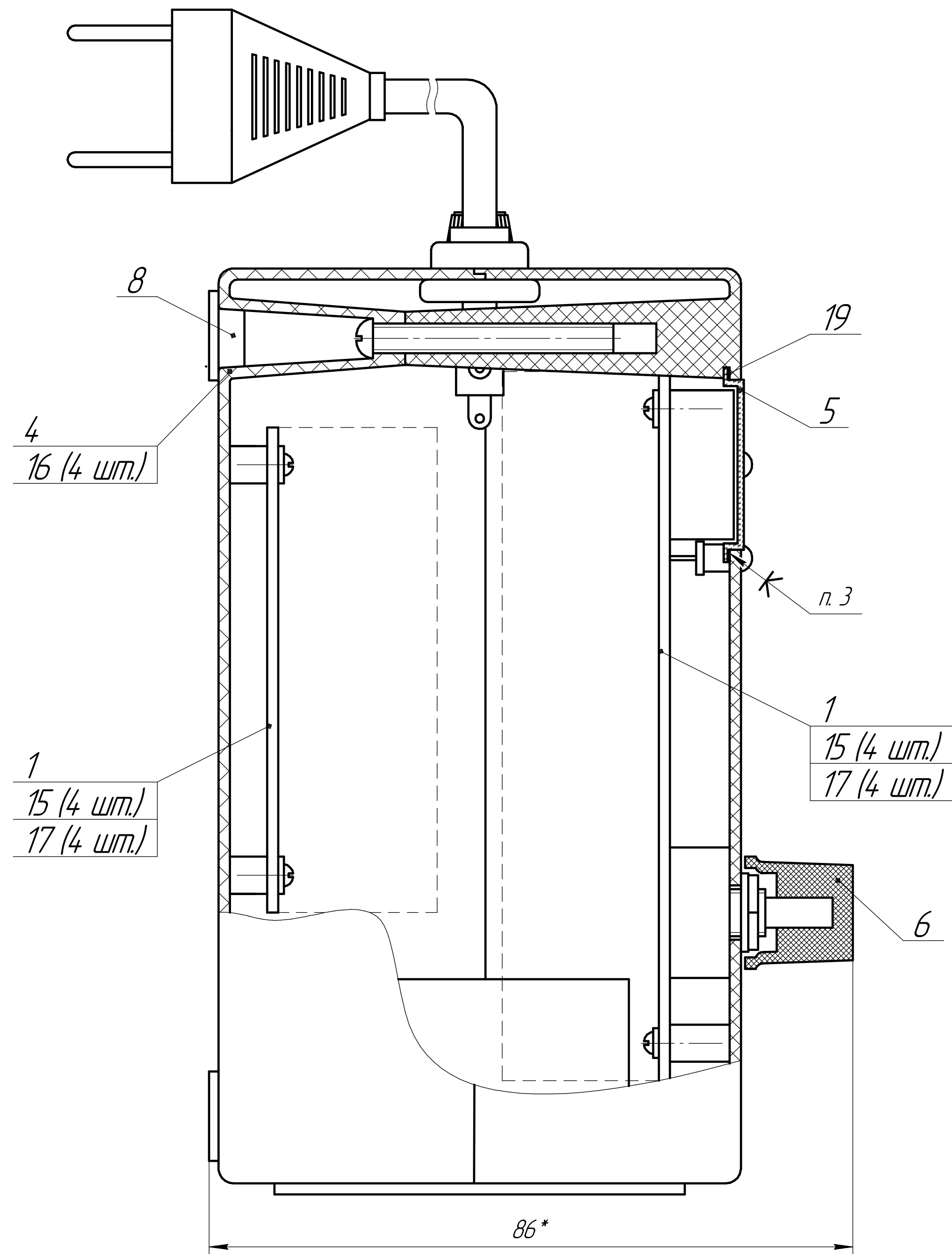
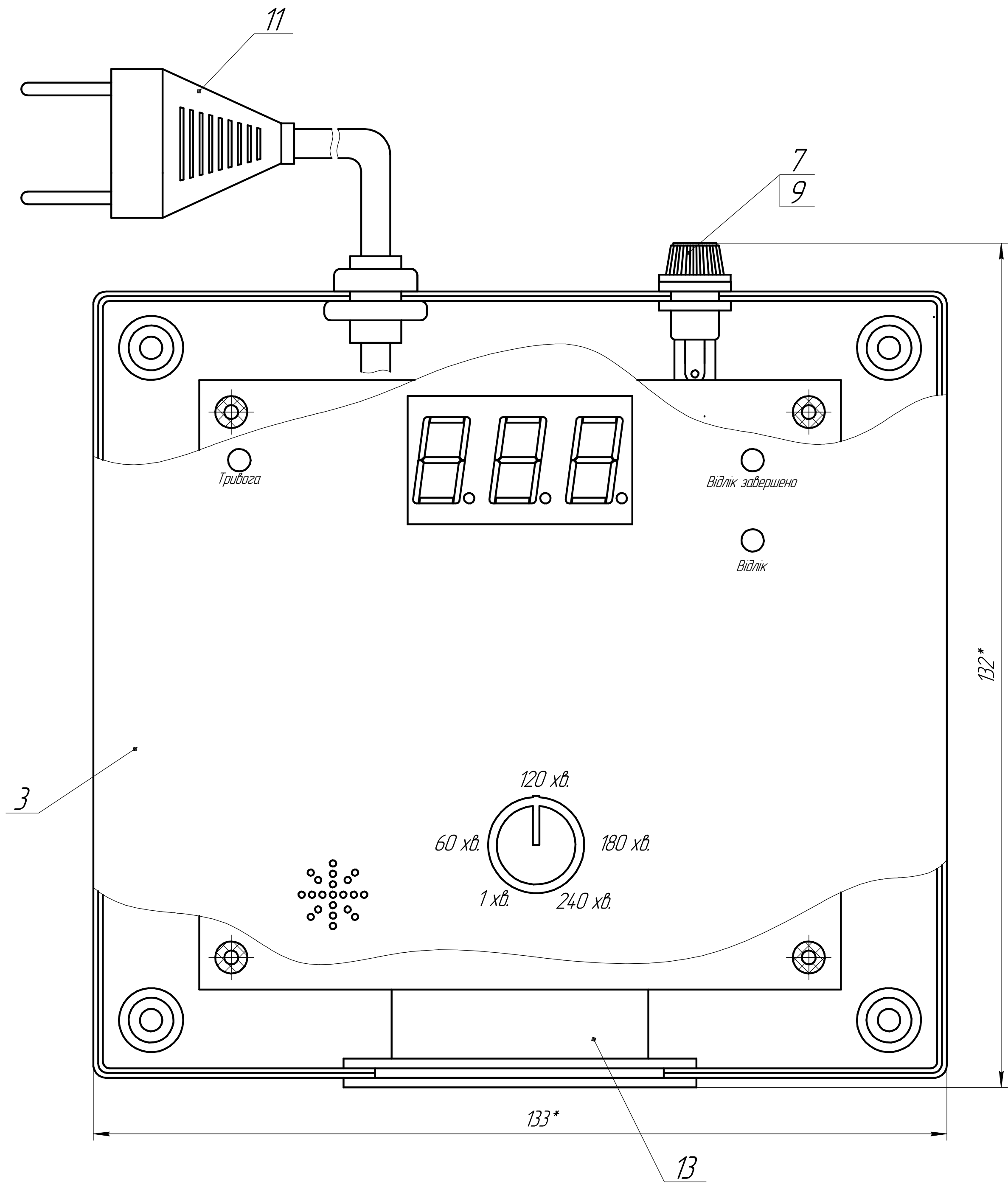
Арк.
2



- *Разміри для довідок.
- Установку і формування елементів провадити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R3..R23, L3 –на рис. 1; C6, C7, C9..C11–на рис. 2; C8–на рис.3; DD2, DD3–на рис. 4; HG1–на рис. 5; HL1..HL3–на рис. 6; DA1–на рис. 7; HA1–на рис. 8; B1–на рис. 9.
- 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.070.075.

				26 КР 172.402.006.001.000 СК			
				Вузол друкований			
				Складальне креслення			
				Лит		Маса	
				Н		0,06	
						21	
				Аркши		Аркши 1	
				ВСП ТФК ТР-402			
				м. Тернопіль			
				Формат А1			

Формат		Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
Перш. використ.							
Додат. №							
A4				26 КР 172.402.006.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів		
A2				26 КР 172.402.006.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1	
A2				26 КР 172.402.006.004.000 СК	Складальне креслення	1	
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
БК		1		26 КР 172.402.006.001.000	Вузол друкований 1	1	
A1		2		26 КР 172.402.006.001.000 СК	Вузол друкований 2	1	
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Деталі							
Додат. №							
Додат. №							
БК		3		26 КР 172.402.006.004.001	Верхня кришка	1	
БК		4		26 КР 172.402.006.004.002	Нижня кришка	1	
БК		5		26 КР 172.402.006.004.003	Скло для індикатора	1	
БК		6		26 КР 172.402.006.004.004	Ручка для енкодера	1	
БК		7		26 КР 172.402.006.004.005	Тримач для запобіжника	1	
БК		8		26 КР 172.402.006.004.006	Ніжка	4	
Додат. №							
Додат. №							
Інші вироби							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							
Додат. №							



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.006.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Клеїти клеєм MAPEI ADESILEX G19.
4. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

26 КР 172.402.006.004.000 СК			
Кухонний таймер з енкадером			
Складальне креслення			
Архив			
Архив			
ВСТ ТФК ТР-402			
м. Тернопіль			
Формат А1			

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

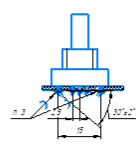
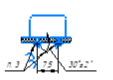
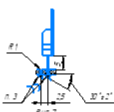
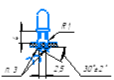
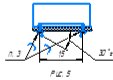
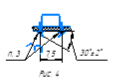
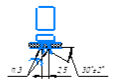
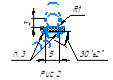
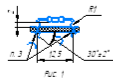
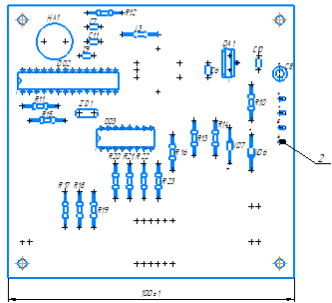
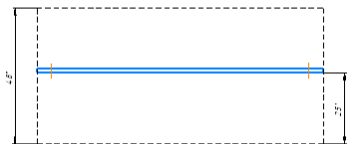
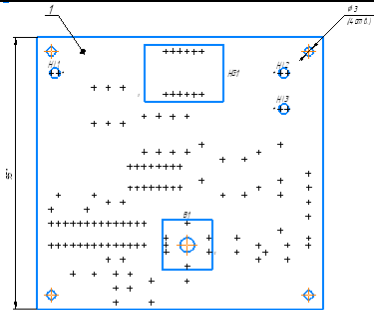
[illegible]

[illegible]

Дудл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 7	Аркуш 7	
Розробив	Вар'ян				ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.006.03.000		
Перевірів	Задорожний						26 КР 172.402.006.03.118	
Нормував					Вузол друкований			
Затвердив								
Н. контр.	Задорожний							

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



1. Назва документа.
2. Назва документа.
3. Назва документа.
4. Назва документа.
5. Назва документа.
6. Назва документа.
7. Назва документа.
8. Назва документа.

Дубл.																					
Замість																					
Підпис																					
														Аркушів 5			Аркуш 1				
Розробив		Вар'ян							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.402.006.001 СК						26 КР 172.402.006.001			
Перевірів		Задорожний							Кухонний таймер з енкодером									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																					
03	402		006	005	402.006.01 Комплектування															0,005	
04					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (35шт)																
05																					
06	402		006	010	402.006.02 Слюсарно-складальна															0,02	
07					Пневмоверт РТ 532964																
08					Складання проводити по ТТП 231587																
09					1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз. 3 гвинтами поз.15 (4шт) через шайбу поз.17(4шт)згідно карти ескізів																
10					2. Кріпити друкований вузол поз.2 до нижньої кришки поз. 4 гвинтами поз.15 (4шт) через шайбу поз.17(4шт)згідно карти ескізів																
11					3. Кріпити запобіжник поз.9(FU1) та тримач запобіжника до верхньої кришки поз. 3 гайкою поз.14 (1шт) через шайбу поз.18(1шт)згідно карти																
12					4. Кріпити шнур мережевий поз.11(XP1) розетку поз.13(XS1) між двома кришками у спеціальний паз згідно карти ескізів																
13					5. Кріпити скло для індикатора поз.5, ручку для енкодера поз.6 згідно карти ескізів																
К 14	1				Вузол друкований					26 КР 172.402.006.001.000 СК								796	100	100	

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 2			

[illegible]

[illegible]

Дубл.																						
Замість																						
Підпис																						
												Аркушів 5		Аркуш 5								
Розробив		Вар'ян						ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.006.001 СК				26 КР 172.402.006.001								
Перевірів		Задорожний																				
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

1 - Рамка для дисплея
2 - Електроніка з дисплеєм зовнішнім з'єднанням з 20-жильним кабелем
3 - Поліамідний корпус з 20-жильним кабелем
4 - Кнопка клавіша напівкільця
5 - Кнопка клавіша напівкільця
6 - Кнопка клавіша напівкільця
7 - Кнопка клавіша напівкільця
8 - Кнопка клавіша напівкільця
9 - Кнопка клавіша напівкільця
10 - Кнопка клавіша напівкільця
11 - Кнопка клавіша напівкільця
12 - Кнопка клавіша напівкільця
13 - Кнопка клавіша напівкільця
14 - Кнопка клавіша напівкільця
15 - Кнопка клавіша напівкільця
16 - Кнопка клавіша напівкільця
17 - Кнопка клавіша напівкільця
18 - Кнопка клавіша напівкільця
19 - Кнопка клавіша напівкільця

Техніко – економічні показники кухонного таймера з енкодером

	<i>Технічні показники</i>			<i>Економічні показники</i>	
1	<i>Напруга живлення вхідна</i>	<i>~220..240В</i>	1	<i>Річний обсяг виробництва</i>	<i>1900шт.</i>
2	<i>Струм споживання</i>	<i>0,2А</i>	2	<i>Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту</i>	<i>305500 грн</i>
3	<i>Габаритні розміри</i>	<i>133*132 *86мм</i>	3	<i>Чистий прибуток</i>	<i>44 7364,12 грн</i>
4	<i>Маса</i>	<i>0,3кг</i>	4	<i>Повна собівартість на виріб</i>	<i>1104,38 грн</i>
5	<i>Крок встановлення часу</i>	<i>1хв</i>	5	<i>Ціна одиниці виробу</i>	<i>1391,52 грн.</i>
6	<i>Відносна вологість</i>	<i>87%</i>	6	<i>Рентабельність виробу</i>	<i>18,04 %</i>
7	<i>Значення вимірювального вольтметра</i>	<i>від 85В...265В</i>	7	<i>Термін окупності</i>	<i>0,75р</i>
8			8	<i>Індекс продуктивності</i>	<i>1,33</i>