

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-кваліфікаційний рівень)

на тему: Розробка конструкції автомобільного годинника на  
мікроконтролері

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

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

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

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Голіней Тарас Олегович

(прізвище та ініціали)

Керівник Ольга ВАСИЛИШИН

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова циклової комісії  
телекомунікацій та радіотехніки  
Ольга ВАСИЛИШИН  
“15” квітня 2024 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Голіней Тарас Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції автомобільного годинника на мікроконтролері

керівник кваліфікаційної роботи Ольга ВАСИЛИШИН,  
(прізвище, ім'я, по батькові)

КР затверджені наказом вищого навчального закладу від 08.04.2024 року №4/9-161.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 14.06.2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

- 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
  - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
  - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
  - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
  - 2.2.4 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
  - 3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
  - 3.2 Розрахунок собівартості продукції
  - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень
- Розділ 4 Охорона праці
  - 4.1 Основні причини виробничого травматизму та професійних захворювань.
  - 4.2 Основні причини виникнення пожеж на виробництві.
- 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	Ігор ОКІПНИЙ		

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	29.04	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	01.05	
3	Написання першого кваліфікаційної роботи	85.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	22.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	24.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	06.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	13.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 29 квітня 2024р.

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Тарас ГОЛІНЕЙ

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Ольга ВАСИЛИШИН

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

**АНОТАЦІЯ**.....

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

**РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА**.....

1.1 Розробка технічного завдання .....

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу .....

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

**РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА**.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

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

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції. ....

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази .....

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів .....

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу .....

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

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

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

					<i>2024.КВР.172.403.003.000.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Голіней</i>			<i>Автомобільний годинник на мікроконтролері Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Василишин</i>					<i>5</i>	
<i>Рецензент</i>						<i>ВСП ТФК ТНТУ ТР-403ск</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Задорожний</i>				<i>м. Тернопіль</i>		
<i>Затверд.</i>								

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

**РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....**

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень .....

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....

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

**РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....**

4.1 Основні причини виробничого травматизму та професійних захворювань..

4.2 Основні причини виникнення пожеж на виробництві.....

**ВИСНОВКИ.....**

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....**

**ДОДАТКИ.....**

					2024.КВР.172.403.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## АНОТАЦІЯ

Голіней Т.О. Розробка конструкції автомобільний годинник на мікроконтролері: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2024.

За будовою корпус складається з двох коритоподібних кришок: нижньої та верхньої кришок. До верхньої кришки кріпиться друкована плата, на верхній кришці місце для встановлення скла під індикатор також в корпусі є гніздо. Пластмаса має хороші електроізоляційні властивості, забезпечуючи їх стабільність при підвищенні температури і вологості. Корпус виготовлений з пластмаси чорного кольору методом лиття.

В даній роботі спроектовано двосторонню плату друковану, на якій розміщені більшість електрорадіоелементів. Для керування пристроєм не потрібні висококваліфіковані фахівці, оскільки він має нескладне управління і призначений для широкого використання в побутових умовах з невеликими змінами температури. Це дозволяє використовувати елементи з не високою стабільністю параметрів.

Ключові слова: мікроконтролер, управління, мікросхема часу, кварцевий резонатор.

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABSTRACT

Holinei T.O. Development of a Car Clock Design Based on a Microcontroller: qualification work for the Educational and Professional Degree of Junior Specialist, Specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2024.

The structure of the case consists of two trough-like covers: the lower and upper covers. A printed circuit board is attached to the top cover, there is a place for installing glass under the indicator on the top cover, and there is also a socket in the case. Plastic has good electrical insulating properties, ensuring their stability at increased temperature and humidity. The body is made of black plastic by casting method.

In this work, a double-sided printed circuit board is designed, on which most of the electro-radio elements are placed. Highly qualified specialists are not needed to operate the device, as it has simple management and is intended for wide use in domestic conditions with small temperature changes. This allows you to use elements with low parameter stability.

Keywords: microcontroller, control, time chip, quartz resonator.

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВСТУП

Запропонований годинник має компактні розміри та мінімальну кількість деталей. Його легко встановити в будь-який автомобіль. Для керування пристроєм не потрібні висококваліфіковані фахівці, оскільки він має нескладне управління і призначений для широкого використання в побутових умовах з невеликими змінами температури. Це дозволяє використовувати елементи з не високою стабільністю параметрів.

Проектований пристрій характеризується відносно простою схемою, низькою вартістю конструкції та широким вибором комплектуючих. Крім того, пристрій є доцільним не тільки з точки зору схемотехніки та конструкції, але й з економічної точки зору, що відповідає вимогам дипломного проектування. Отже, тема цього проекту є важливою та актуальною.

Актуальність цієї теми полягає в необхідності створення доступних і простих у використанні пристроїв, які можуть бути легко інтегровані в різні автомобілі, забезпечуючи користувачам зручність і надійність. Сучасні тенденції розвитку технологій акцентують увагу на зменшенні розмірів і вартості електронних пристроїв, що робить цей проект особливо значущим. Крім того, враховуючи зростаючий попит на економічно вигідні рішення для автомобільної індустрії, розробка такого годинника відповідає поточним потребам ринку [1].

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

Діапазон робочих температур, °С.....-20...+50.

Напруга живлення, В.....12;

Струм, А, .....0,1;

Габаритні розміри, мм .....120x115x40;

Маса, г..... .250;

Формат відображення часу:.....ГОДИНА, ХВ, С.

## 1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Структурна схема складається з наступних блоків: живлення +12В, стабілізатора, транзисторного ключа, мікроконтролера, який виконує основні функції пристрою, кварцового резонатора, емітерних повторювачів, індикатора та блоку управління.

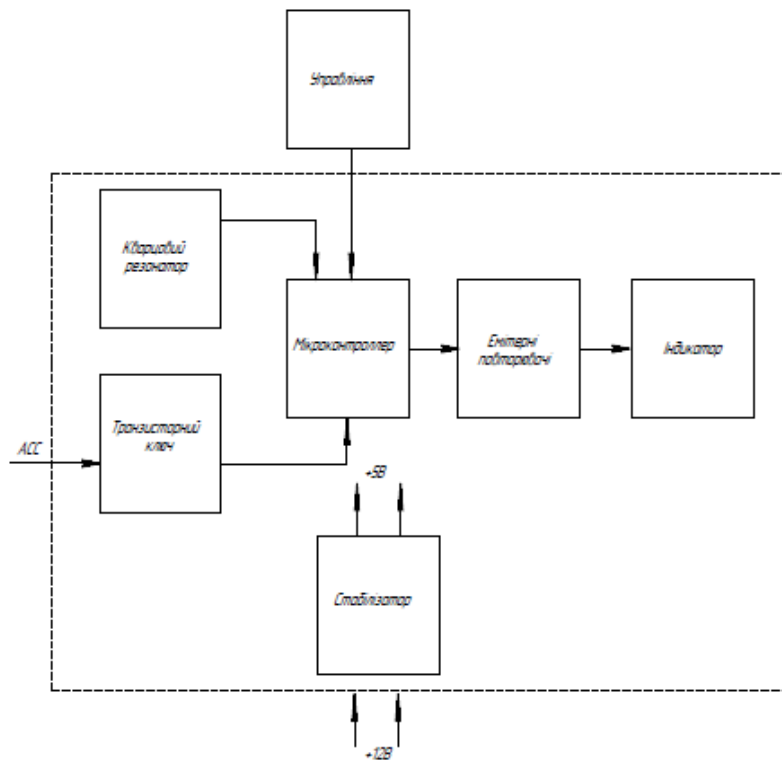


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна автомобільного годинника

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

6

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

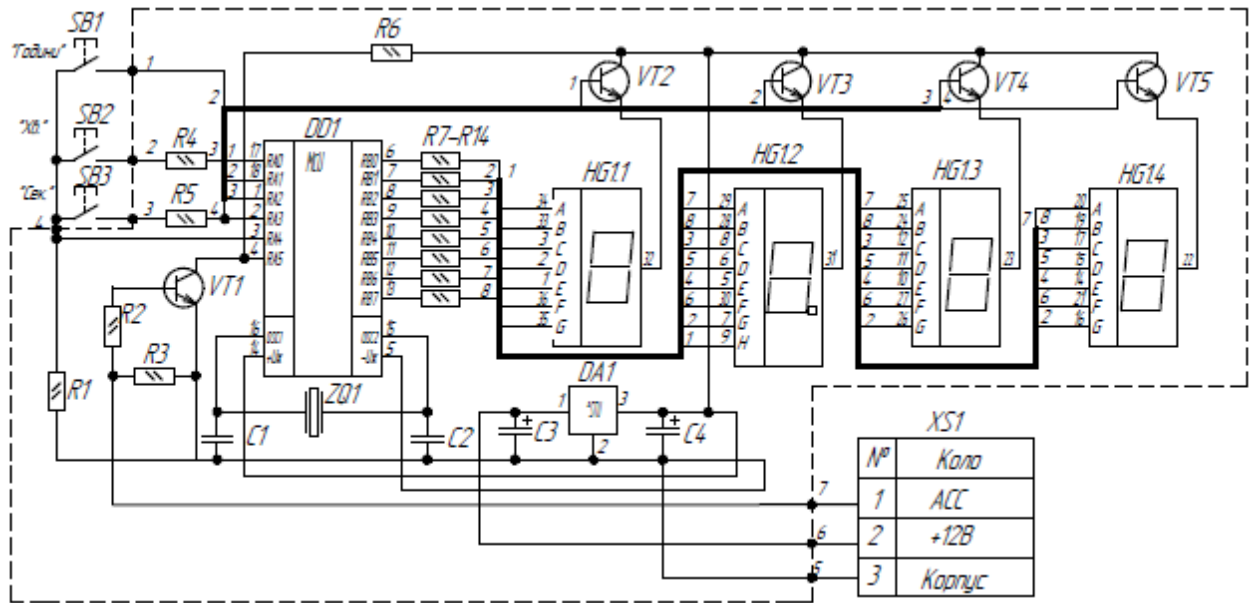


Рисунок 1.2-Схема електрична принципова автомобільного годинника

Автомобільний годинник складається з мікроконтролера PIC16F628A та світлодіодного індикатора CA56-11U. Його основні функціональні блоки та їх взаємодія описані нижче.

Мікроконтролер працює на частоті 32768 Гц, яка забезпечується кварцовим резонатором DA1. Ця частота є типовою для годинникових пристроїв і забезпечує високу точність хронометражу.

Світлодіодний індикатор складається з декількох розрядів, аноди яких підключені до висновків RA0-RA3 мікроконтролера через емітерні повторювачі на транзисторах VT2-VT5. Це забезпечує стабільне керування індикатором при відносно низькому споживанні струму мікроконтролером.

Катоди елементів індикатора підключені до порту В мікроконтролера через струмообмежувальні резистори R7-R14. Таке підключення дозволяє обійтися без додаткових підсилювачів, що знижує складність і вартість пристрою.

Для економії енергії передбачена можливість відключення індикації. Це досягається за рахунок подачі високого рівня напруги на вхід RA5 мікроконт-

ролера. У цьому режимі споживання струму пристроєм не перевищує 4 мА, що значно знижує загальне енергоспоживання.

Керування відключенням індикації здійснюється через ключ на транзисторі VT1. Напряга на базу цього транзистора подається з виведення "ACC" замка запалювання автомобіля через резистор R2. Коли запалювання вимкнене і напруга на цьому висновку нульова, транзистор VT1 закритий, і індикація відключена.

Кнопки SB1-SB3 призначені для установки точного часу. Вони підключені до висновків RA1-RA3 мікроконтролера. Для захисту порту А мікроконтролера від пошкодження при випадковому одночасному натисканні на дві кнопки, послідовно з кнопками SB2 і SB3 встановлені резистори R3 і R4.

Завдяки простоті конструкції, невеликій кількості деталей і ефективному використанню мікроконтролера, цей автомобільний годинник є надійним і економічним рішенням для точного хронометражу в автомобільних умовах [1].

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахунково-конструкторська частина

#### 2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкторських матеріалів і покриттів.

Компонування друкованого вузла автомобільного годинника є важливим аспектом його дизайну, оскільки впливає на функціональність, довговічність та простоту обслуговування. Основними компонентами друкованого вузла автомобільного годинника є друкована плата (РСВ), яка є основою, на якій монтуються всі електронні компоненти, і може мати один або кілька шарів провідних доріжок для електричних з'єднань. Мікроконтролер, головний процесор, який керує всіма функціями годинника, розташовується в центральній частині плати для зручності з'єднання з іншими компонентами. Кварцовий генератор забезпечує точне відлічування часу і зазвичай розміщується поблизу мікроконтролера для мінімізації втрат сигналу.

Живлення, яке може бути у вигляді батареї або іншого джерела живлення, та коннектори для підключення до електромережі автомобіля розташовуються на краю плати для зручності підключення та заміни. Резистори, конденсатори та діоди підтримують роботу мікросхем, стабілізують напругу, захищають від перенапруг і розміщуються рівномірно по платі відповідно до схеми. Дисплей, РК або світлодіодний екран для відображення часу та інших даних, розташовується на фронтальній частині плати, часто на окремій панелі, підключеній до основної плати. Кнопки керування для налаштування часу та інших функцій годинника розміщуються на краю плати для зручного доступу ззовні корпусу. Підсвітка, що може бути у вигляді світлодіодів або інших елементів, розташовується навколо дисплея для рівномірного освітлення.

Принципи компонування включають забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) для зменшення взаємних перешкод між компонентами і захисту від зовнішніх електромагнітних впливів; тепловідведення з урахуванням теплових зон і використанням теплових відводів та спеціальних матеріалів для

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розсіювання тепла; механічну стабільність з надійним кріпленням всіх компонентів для запобігання їхньому зміщенню або пошкодженню при вібраціях та ударах; сервісопридатність з легким доступом до важливих компонентів для обслуговування або заміни; ергономіку з зручним розташуванням кнопок керування та дисплея для користувача.

Приклад компоновання: центральна частина плати відведена для мікроконтролера та кварцового генератора, краї плати займають конектори для живлення та кнопки керування, фронтальна частина - дисплей з підсвіткою, а навколо мікроконтролера розміщуються резистори, конденсатори та інші пасивні компоненти. Ці принципи та компоненти забезпечують ефективне функціонування автомобільного годинника, його надійність та зручність у використанні та обслуговуванні [11].

### 2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

За будовою корпус складається з двох коритоподібних кришок: нижньої та верхньої кришок, а по кутах розміщені стійки для закріплення одна до одної за допомогою саморізів. До верхньої кришки кріпиться друкована плата приладу за допомогою чотирьох гвинтів. На верхній кришці також передбачене місце для встановлення скалп під індикатор. Також в корпусі є гніздо, яке закріплюється у місці з'єднань двох кришок за допомогою гвинтів. Пластмаса має хороші електроізоляційні властивості, забезпечуючи їх стабільність при підвищенні температури і вологості.

Корпус виготовлений з пластмаси чорного кольору методом лиття. Цей метод все частіше застосовується для виготовлення корпусів сучасних конструкцій.

Навісні елементи такі з'єднуються між собою та друкованою платою за допомогою навісного монтажу.

Корпус являється дуже важливою складовою частиною виробу і він визначає його експлуатаційні і техніко-економічні характеристики.

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція корпусу забезпечує мінімальні паразитні зв'язки між елементами схеми. Таке зменшення рівня паразитних зв'язків досягається раціональним взаємним розміщенням радіокомпонентів.

Корпус має жорстку міцну конструкцію і захищає усі розміщені в ньому елементи від механічних впливів, як в процесі експлуатації так і в процесі транспортування виробу.

Корпус забезпечує легкий доступ до розміщених в ньому складових для заміни, огляду і ремонту.

Конструкція забезпечує мінімальні розміри і масу. Це забезпечується і передбачається при виготовленні друкованого вузла.

Корпус захищає виріб від проникнення пилу і вологи в середину.

Конструкція корпусу даного пристрою забезпечує доступ до елементів, регулювання параметрів пристрою, а також здійснення контрольних вимірювальних робіт. Апарат є зручним в користуванні [11].

Даний корпус РЕА задовольняє такі вимоги:

- 1) Однозначно визначає взаємне розміщення частин виробу.
- 2) Корпус РЕА забезпечує заданий тепловий режим роботи його вузлів та частин виробу.
- 3) Конструкція корпусу забезпечує мінімальні паразитні зв'язки та впливи частин виробу між собою.
- 4) Даний корпус має міцну конструкцію, що забезпечує механічний захист, як в процесі експлуатації так і при транспортуванні.
- 5) Конструкція корпусу забезпечує мінімальну масу і габарити.
- 6) Корпус просто і бажано без пайок забезпечує підключення зовнішніх пристроїв.
- 7) Конструкція корпусу забезпечує захист від вологи, брисків води, туманів.
- 8) Корпус повинен забезпечити під'єднання внутрішніх вузлів один до другого без використання пайок [13].

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

### 2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР [2]

Позиційне позначення	С3-С4	
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР	
Виробник	Epcos	
Критерії вибору	Діапазон ємностей, максимальна напруга, відхилення від номіналу □	
Параметри та характеристики		
Параметри конструкції	Див.рис.2.1	
Номінальна напруга	16 В	
Номінальна ємність	100мкФ, 47мкФ	
Допуск ємності	± 20%	
Термін служби	2000 г	
Робоча температура	-55 ... 105 ° С	
Тангенс кута втрат, %	0,14	



Рисунок 2.1- Зовнішній вигляд конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2- Конденсатор RDE5C1H [3]

Позиційне позначення	C1-C2	
Назва компонента	Конденсатор RDE5C1H	
Виробник	Murata	
Критерії вибору	електричні параметри, вхідна напруга	
Параметри та характеристики		
Параметри конструкції	Див.рис.2.2	
робоча напруга	50В	
відхилення ємності від номінального значення	±10%	
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C	
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%	
відносна вологість	до 98%	
діапазон тиску	6,6-2942гПа	
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ	
група ТКЄ	H20	



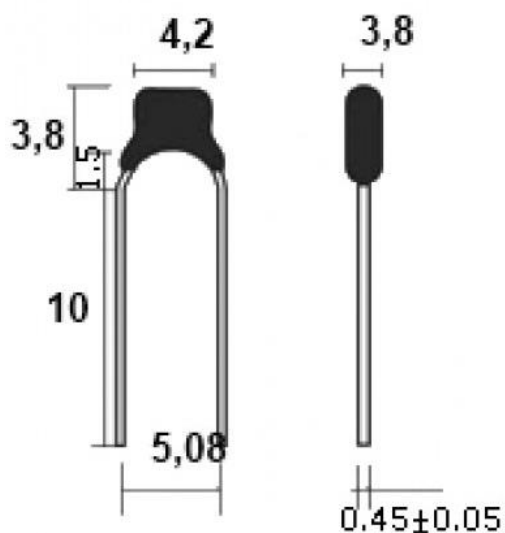
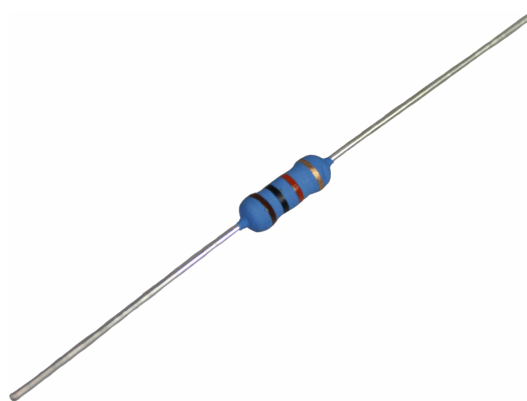


Рисунок 2.2- Вигляд керамічного конденсатора RDE5C1H-"Murata"

Таблиця 2.3- Резистор MFP [4]

Позиційне позначення	R1-R14
Назва компонента	Резистор MFP
Виробник	"Yageo"
Критерії вибору	для роботи в електричних колах постійного, змінного та імпульсного струмів
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.3
номінальна потужність, Вт	0,125, 0,25, 0,5, 1
діапазон номінальних опорів, Ом	$1 \dots 10 \cdot 10^6$
допустиме відхилення опору, %	$\pm 10$
максимальна робоча напруга, В	200
діапазон робочих температур, °С	-60.....+70



Рисинок 2.3- Зовнішній вигляд резисторів MFP-"Yageo"

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

13

Таблиця 2.4- Мікросхема 7805 [5]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема 7805
Виробник	"Yageo"
Критерії вибору	інтегральний стабілізатор напруги
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.4
Вихідна напруга	5 В
Вихідний струм	2,2 А
Регулювання в лінії	100 мВ
Регулює навантаження	100 мВ
Відключення живлення (макс.)	2 V
Максимальна робоча температура	125 С
Мінімальна робоча температура	- 40 С

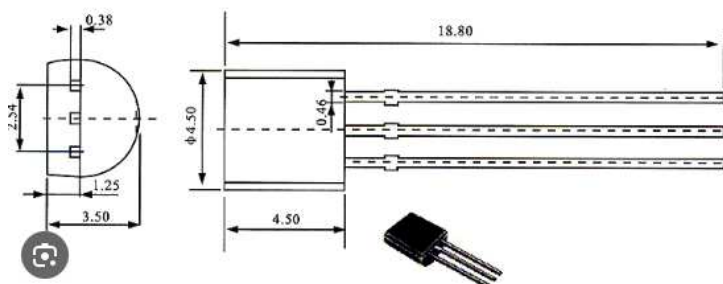


Рисунок 2.4- Габаритні розміри та зовнішній вигляд мікросхеми 7805

Таблиця 2.5- Мікросхема PIC16F628A [6]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема PIC16F628A
Виробник	"Yageo"
Критерії вибору	високопродуктивні 8-розрядні КМОП мікроконтролери з Flash пам'яттю, виготовлені за наноаттної інтегральної технології
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.5
Ядро	pic16fx
Розрядність	8
Тактова частота, МГц	20
Обсяг ROM-пам'яті	2k
Обсяг RAM-пам'яті	224
Температурний діапазон, С	-40 ... 85
Тип корпусу	dip18

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

14

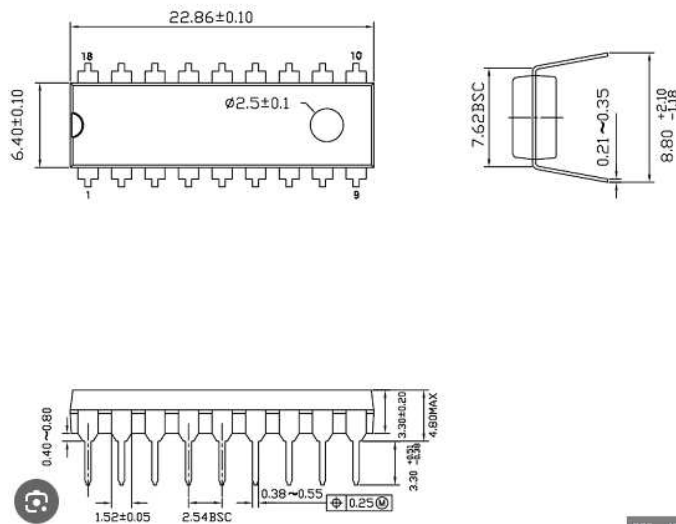


Рисунок 2.5- Зовнішній вигляд мікросхеми PIC16F628A

Таблиця 2.6- Індикатор CA56-11YWA [7]

Позиційне позначення	HG1	
Назва компонента	Індикатор CA56-11YWA	
Виробник	"NRC"	
Критерії вибору	7-сегментний чотир. світлодіодний індикатор	
Параметри та характеристики		
Параметри конструкції	Див.рис.2.6	
Довжина хвилі, нм	568	
Мінімальна сила світла Іv хв., Мкд	3	
Максимальна сила світла Іv макс., Мкд	10.5	
Кількість сегментів	7	
Кількість розрядів	4	
Висота знака, мм	14.2	
Максимальна пряма напруга, В	2.5	
Максимальна зворотна напруга, В	5	
Максимальний прямий струм, мА	25	
Максимальний імпульсний прямий струм, мА	140	
Робоча температура, С	-40 ... 85	



Рисунок 2.6- Зовнішній вигляд індикатора CA56-11YWA

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

15

Таблиця 2.7- Кварцевий резонатор [8]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	Кварцевий резонатор КХ-3НТ-32768 Гц
Виробник	Geyen Electronic"
Критерії вибору	частота, габарити, параметри
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.7
Резонансна частота, Гц	32768
Номер гармоніки	1
Точність настройки $dF / F_x$	10-6 100
Здатність навантаження ємність, пФ	16
Робоча температура, С	-40 ... 85
Корпус	kx-3ht
Довжина корпусу L., мм	11.3
Діаметр (ширина) корпусу, D (W), мм	5



Рисунок 2.7- Зовнішній вигляд кварцового резонатора КХ-3НТ-32768 Гц

Таблиця 2.8- Транзистор BC546A [9]

Позиційне позначення	VT1-VT5
Назва компонента	Транзистор BC546A
Виробник	"ON Semiconductor"
Критерії вибору	кремнієві епітаксійно-планарні біполярні транзистори
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	див.рис.2.8
структура	npn
Максимально допустимий струм до ( $I_k$ макс.)	0.15
Статичний коефіцієнт передачі струму $h_{21e}$ хв	40
Гранична частота коефіцієнта передачі струму $f_{гр}$ .МГц	350
Максимальна потужність, що розсіюється, Вт	0.35
Корпус	kt-26
Макс. напр. к-б при заданому зворотному струмі до і розімкнутої ланцюга е. ( $U_{кбо}$ макс), В	80

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

16



Рисунок 2.8- Зовнішній вигляд транзистора BC546A "ON Semiconductor"

Таблиця 2.9- Кнопка РВ-14ВР [10]

Позиційне позначення	SB1-SB3	
Назва компонента	Кнопка РВ-14ВР	
Виробник	"Switronic Industrial"	
Критерії вибору	кремнієві епітаксійно-планарні біполярні транзистори	
Параметри та характеристики		
Параметри конструкції	Див.рис.2.9	
Робоча напруга, В	250	
Робочий струм, А	5	
Опір ізолятора не менш, МОм	1000	
Опір контактів не більше, Ом	0.01	
Робоча температура, С	-25 ... 70	
Спосіб монтажу	під пайку	



Рисунок 2.9- Зовнішній вигляд кнопки РВ-14ВР "Switronic Industrial"

### 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги  $U_{ст\ вих\ ном}$ ; граничні значення вихідної напруги  $U_{ст\ вих\ min}$ ,  $U_{ст\ вих\ max}$ ; мінімальний і максимальний струми навантаження  $I_{H\ min}$ ,  $I_{H\ max}$ ; температурна нестабільність напруги вхідної  $\alpha_U$ ; нестабільність вихідної напруги  $K_{нстU}$  або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги  $K_{п}$ ; коефіцієнт стабілізації напруги  $K_{стU}$ ; внутрішній опір стабілізатора  $R_{ст\ вих}$ ; температурний коефіцієнт  $\gamma$  [14].

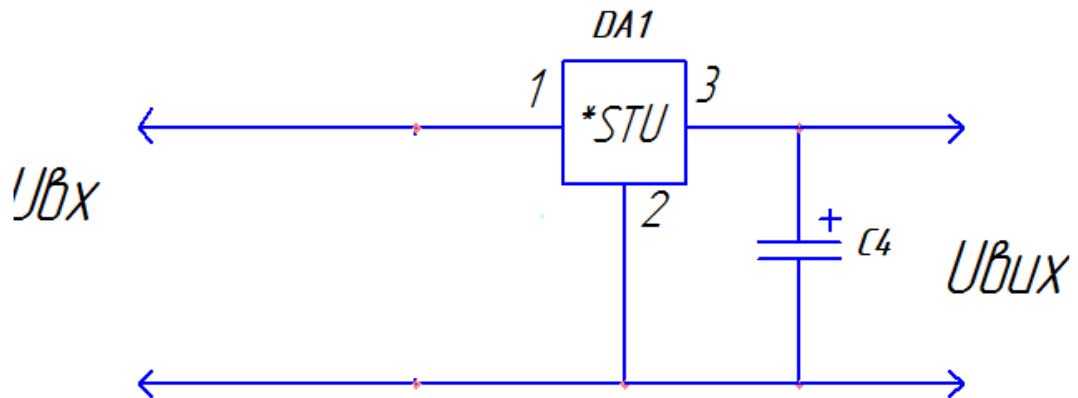


Рисунок 2.10– Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими  $U_{ст\ вих}$ ,  $I_{ст\ вих\ max}$ ,  $K_{стU}$ ,  $\gamma$ ,  $R_{ст\ вих}$  із рисунку 2.10. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{ІМС\ вих} \geq U_{ст\ вих}$$

$$I_{ІМС\ вих\ max} \geq I_{H\ max}$$

$$K_{ІМС\ стU} \geq K_{стU}$$

Таблиця 2.10 Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{CT BX}$ , В (min...max)	$U_{CT BIX}$ , В (min...max)	$K_{уст}$ , % $\frac{B}{A}$ не більше за	$K_{уст}$ , % $\frac{A}{B}$ не більше за	$K_{ст.ст.}$ , дБ на ІкГц не більше за	$\alpha_U$ , % °С не більше за	$I_{ст.внх}$ , А (max)	$P_{ст.роз.}$ , Вт без радіатора/з радіатором	$I_{стсп}$ , мА	$U_{стпд}$ , В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EHА	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
K142EH1В	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
K142EH2А	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
K142EH2В	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
K142EH3	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
K142EH5А	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
K142EH5В	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
KP142EH5А	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
KP142EH5В	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
KP142EH6А	...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
K142EH6В	...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
142EH8А	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 L7805 "Texas Instrument", який має параметри такі як в KP142EH5В.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

19

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

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

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{\Pi 0}}$$

де  $C_0$  – ємність, мкФ;

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

$r$  – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{14}{10 \cdot 0,03} = 46,6(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

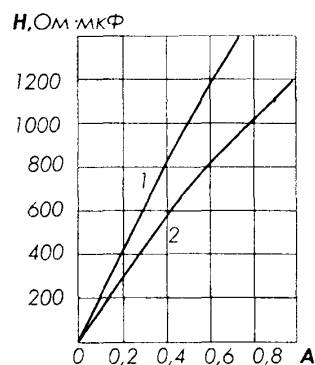


Рисунок 2.11 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

					2024.КВР.172.403.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20



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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 11 = 15,4(B)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами  $C_{0\text{ ном}}$  і  $U_{роб}$ .  
Вибираємо електролітичний конденсатор типу b41828-16 В-47 мкФ 10% "Epcos" номінальною ємністю 47 мкФ та на робочу напругу 16 В.

### 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{0,1A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 0,036\text{мм} = 0,04\text{мм}, \quad (2.8)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми,  $I_{\max} = 0,1A$ ;

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,1A * 0,4\text{м}}{0,5B * 0,035\text{м}} = 0,04\text{мм}, \quad (2.9)$$

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

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

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

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

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

					2024.КВР.172.403.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

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

$\Delta d_{H.B.}$  – 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 резисторів, конденсаторів, транзисторів, кварца, мікросхем.

$d_{E2} = 1,0$  -для підпаювання провідників та індикатора.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{H.B.}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,1 = 1,1 \text{ мм}$$

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

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;

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

$\delta d$  і  $\delta p$  - 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:  $\Delta d$  - допуск на отвір.

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

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

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

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

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

$$D_{\min 1} = 2,72 + 1,3 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,82 \text{ мм}$$

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

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

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

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

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

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

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

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

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

де:  $L_0$  - відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

					2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

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

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

Під час електричного розрахунку друкованого монтажу було розраховано мінімальну ширину провідника (0,18 мм), мінімальну відстань між двома провідниками (-0,42 мм), мінімальну відстань між провідником і контактною площадкою (-0,01 мм), мінімальна відстань між двома контактними площадками (-1,12 мм). Оскільки майже всі значення вийшли від'ємними, то контактні площадки є нестандартної форми, а провідники виконані із звуженням. Крім того, плата відноситься до 4-го класу точності, тому мінімальна ширина провідника і мінімальна відстань між елементами провідного малюнку повинні знаходитись в межах 0,5...0,6 мм, а густина монтажу невисока.

### 2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD\_Release [1] :

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.11 - Вихідні дані для розрахунку надійності

№п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	К <sub>нопр</sub>	I <sub>відм</sub> · 1e-06	К-сть · К <sub>нав</sub> від · 1e-06
1	ІМС	2	1	0,03	0,06
2	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
3	Резонатори кварцові	1	1	0,2	0,2
4	Резистори постійні 0.125 - 0.5 Вт	15	0,42	0,8	5,04
5	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	2,88
6	Конденсатори керамічні	2	0,1	1,4	1,82
7	Транзистори НЧ кремнієві	5	0,35	4	7
8	Індикатор	1	1	1,5	1,5
9	Гніздо	1	1	0,02	0,02
10	Кнопка	4	1	2,2	8,8

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 1.6984e-005 1/год

Середня наробка до відмови: 58878.9 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи P(t):

t = 10 год. P(t) = 0.999830

t = 100 год. P(t) = 0.998303

t = 1000 год. P(t) = 0.983159

t = 10000 год. P(t) = 0.843800

t = 100000 год. P(t) = 0.182976

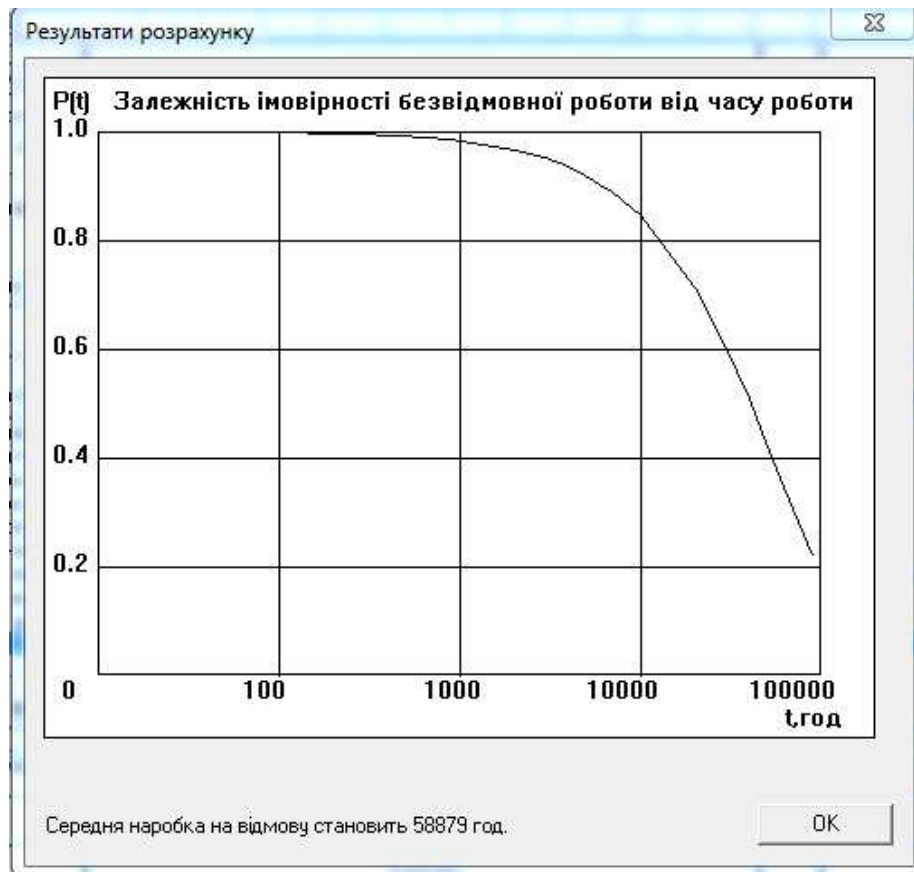


Рисунок 2.12 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 58879 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

При виконанні друкованої плати обиралася елементна база із дешевих та найпоширеніших електрорадіоелементів, які мають не надто великий розкид параметрів, але при цьому вони можуть забезпечити хорошу роботу та надійність пристрою. Також даний пристрій призначений для роботи в нормальних кліматичних умовах і не призначений для роботи при низьких температурах, або при високих.

Отже виготовили пристрій, який має низьку ціну, тому буде мати хороший попит серед людей з середнім та низьким рівнем забезпеченості, також при

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

26

цьому пристрій буде мати хороші електричні параметри при нормальних режимах роботи.

Розрахуємо споживану потужність пристрою:

Для розрахунку споживаної потужності, яка носить активний характер використовується формула:

$$P = U \cdot I \cdot \cos, \quad (2.19)$$

де  $U$  – напруга живлення пристрою, становить 12В;

$I$  – струм споживання пристрою, становить 100мА;

$$P = 12\text{В} \cdot 0,1\text{А} \cdot 1 = 1,2\text{Вт}$$

Проектований пристрій живиться від внутрішньо схемного блока живлення, який перетворює напругу мережі електроживлення 220В в постійну напругу +12В, яка необхідна для живлення пристрою. Споживана потужність при максимальному навантаженні в даному пристрої становитиме 1,2Вт. Це пікова споживана потужність, яка буде проявлятися тільки при критичних навантаженнях, а в нормальному режимі роботи пристрій буде споживати на багато меншу потужність, отже при цьому буде дуже економічним [15].

## 2.2 Технологічна частина

### 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Основною складовою частиною виробу є друкована плата. Дана друкована плата являється двосторонньою і виготовлена з фольгованого склотекстоліту СФ2–35–1,5ІКП ГОСТ 10316-78. Плата виготовляється комбінованим методом, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат [11].

Друковану плату виготовляємо комбінованим методом. Цей метод включає в себе наступні операції:

1. Різання заготовок .
2. Пробивання базових отворів.

					<i>2024.КВР.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Підготовка поверхні заготовок.
4. Нанесення сухого плівкового фоторезисту.
5. Нанесення захисного лаку.
6. Свердління отворів.
7. Хімічне міднення.
8. Зняття захисного лаку.
9. Гальванічне напилення .
10. Електролітичне міднення та нанесення захисного покриття.
11. Зняття фоторезисту.
12. Травлення друкованої плати.
13. Промивання друкованої плати.
14. Механічна обробка [13].

Після виготовлення друкованої плати проводимо складання друкованого вузла.

Процес складання поділяється на такі основні операції:

- Комплектування, маркування.
- Захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці латексом, при цьому використовується дозатор латексу.
- Сушка плати в сушильних шафах.
- Формування виводів електрорадіоелементів здійснюється автоматизовано за допомогою установок для формування.
- Лудження радіоелементів. Здійснюється автоматизованим методом припоєм ПОС – 61.
- Установка ЕРЕ, що будуть запаюватись автоматизовано. Встановлення ЕРЕ проводиться вручну оскільки є велика кількість типів елементів і використовувати автоматизований метод установки для серійного виробництва не доцільно.
- Автоматизована пайка ЕРЕ. Здійснюється методом пайки хвилею

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



(припой ПОС-61), що значно зменшує трудомісткість виготовлення друкованого вузла.

- Рихтування пайки – це виправлення пайок, здійснюється вручну.
- Регулювання і технічний контроль. Здійснюється на пульті згідно інструкції [14].

Наступний етап це виготовлення корпусу. Він повинен відповідати умовам нормального зовнішнього вигляду з врахуванням розміщених в ньому різних деталей. Корпус проектного пристрою виготовляється з термопластичної пластмаси. Корпус виготовляється методом лиття під тиском, цей метод виконується таким чином: пластмаса під тиском подається у холодну прес форму, що дає змогу підвищити ефективність процесу та більшу швидкість виготовлення корпусу, так як пластмаса швидко розтікається, заповнює всі камери форми і швидше застигає тому, що форму не підігрівають, і залишається там до повного вистигання. Корпус буде складатися з нижньої і верхньої кришки [15].

Технологічний процес виготовлення кришок буде складатися з наступних операцій:

Виготовлення форми кришок згідно типової операції з допомогою станків з ЧПК, виконують працівники середньої кваліфікації.

Вибір матеріалу пластмаси, яка буде забезпечувати корпус проектного виробу будуть проводити працівники вищої кваліфікації.

Наступною операцією є процес лиття під тиском, де виготовляють корпус для виробу.

Після цього проходить операція охолодження, де відбувається охолодження корпусу до повного вистигання.

Механічні доробки. В даній операції проводиться зняття літнікових каналів, на станках з ЧПК проводиться свердління отворів і їх фрезерування, і інші доробки також проводиться нарізання різьби [14].

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Конструкцію виробу вважають технологічною, якщо в прийнятих конструктивних рішеннях враховано можливість оптимальних витрат праці та коштів на його проектування, виготовлення, технічне обслуговування і ремонт при заданій якості та умовах експлуатації. Відпрацювання конструкції на технологічність (якісну оцінку технологічності) розпочинається вже на етапі технологічного контролю креслень виробу або складальної одиниці та аналізу їхнього службового призначення [11].

Ця робота повинна вирішити такі основні завдання:

- зниження трудомісткості та собівартості виготовлення виробу;
- зниження трудомісткості та вартості експлуатації виробу, його профілактичного технічного обслуговування та ремонту.

Порядок і правила відпрацювання конструкції виробу та складальної одиниці на технологічність регламентуються державним стандартом. Цей стандарт також встановлює кількісні показники технологічності, які розраховуються для даного виробу і порівнюються з показниками базового виробу, що використовується як еталон.

Якісна оцінка технологічності узагальнює конструкцію на підставі досвіду виконавця і проводиться на всіх стадіях проектування, характеризуючи показники на зразок "добре-погано" [15].

Оцінка технологічності виробу проводиться для забезпечення ефективного опрацювання і аналізу конструкції на зниження затрат часу і засобів на її розробку, технологічну підготовку, виготовлення, експлуатацію і ремонт. При якісній оцінці проводиться конструктивно-технологічний аналіз конструкції з точки зору пристосовуваності виробу до умов виробництва та затрат при виготовленні і експлуатації.

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Комбінований метод виготовлення друкованих плат (ПКБ) використовує різні технології для створення електронних пристроїв на основі ПКБ. Цей підхід поєднує переваги різних процесів, що дозволяє досягти високої якості, ефективності та економії часу при виробництві друкованих плат. Основні етапи комбінованого методу виготовлення ПКБ включають:

Проектування електричної схеми за допомогою спеціалізованих програм для схемотехнічного проектування.

Створення макету ПКБ на основі електричної схеми за допомогою програмного забезпечення для проектування друкованих плат. На цьому етапі вирішуються питання розташування компонентів, трасування з'єднувальних доріжок та визначення розмірів плати.

Створення фотошаблону на основі макету друкованої плати. Цей шаблон використовується для створення маски, яка визначає розташування і форму мідних доріжок на платі.

Нанесення шарів матеріалів, таких як мідь і паяльна маска, на базову плату. Мідні доріжки та з'єднувальні площадки створюються методом фотошаблонування, де мідь наноситься на відповідні ділянки плати, а потім відбувається її етапирування.

Монтаж компонентів, таких як резистори, конденсатори, інтегральні мікросхеми, на плату. Цей процес може виконуватися як вручну, так і автоматично.

Пайка компонентів до з'єднувальних доріжок для створення електричних з'єднань між ними.

Після завершення монтажу та пайки, ПКБ проходить процедуру тестування для перевірки працездатності та відповідності електричних параметрів.

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цей метод забезпечує високу якість виготовлення, ефективність процесу та економію часу, що є важливими факторами в сучасному виробництві друкованих плат.

#### 2.2.4 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу виробу

Маршрутно-операційна технологія складання і монтажу описує в собі послідовність виконання операцій спочатку для виготовлення друкованого вузла, а потім для складання корпусу всього пристрою. Виконується на спеціальних технологічних картах з дотриманням відповідних вимог.

Також в технологічних картах розраховується кількість витрачених на виробництво матеріалів та затрата часу на складання виробу.

Докладна маршрутної технології складання і монтажу друкованого вузла приведена в додатках до даного дипломного проекту.

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення роз'єму у місці з'єднання двох кришок;
- кріплення скла під дисплей та кнопок на верхню кришку;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів та ніжок.

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

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [15].

					<i>2024.КВР.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						33
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/м<sup>2</sup> за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1000 \times 120 = 120000 \text{ (грн.)}$$

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

$C_{\text{буд}}$  – орендна плата за 1м<sup>2</sup> будівлі, грн./м<sup>2</sup>;

$S_{\text{буд}}$  – площа будівлі, м<sup>2</sup> (приймається 120м<sup>2</sup>).

Будівлі орендуються разом із обладнанням, тобто :

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

де  $K_o$  – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ( $K_o = 0,4 \div 0,6$ ).

2) Вартість інструментів та приладів ( $V_{\text{інстр}}$ ) складає 2% від вартості обладнання. При цьому витрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

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

$N_a$  - 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

					2024.КВР.172.403.003.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 -Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

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

### 3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

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

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

$$B_M = 353 \times 1,04 = 367,12 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	30	30
2	Кришка нижня	1	25	25
3	Кришка верхня	1	25	25
4	Мікросхеми	2	50	100
5	Кварц	1	5	5
6	Конденсатори електrolітичні	8	5	10
7	Конденсатори керамічні	2	0,5	1
8	Резистори постійні	14	0,5	7
9	Індикатор	1	100	100
10	Роз'єми	1	10	10
11	Кнопка	3	5	15
12	Транзистори	5	5	25
				353

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 ( $V_{o.z.pl.}$ ): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

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

$$P_{від} = \frac{35}{60} \times 117 = 68,3(\text{грн})$$

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

$C_r$  – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт.

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт, хв.}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, ( $C_r$ ),грн/год
1	Пайка	12	V	117
2	Регулювання	11	V	117
3	Складання	12	V	117
	Всього	35		

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

$$V_{дод.z.pl.} = P_{від} \times 0.11 \quad (3.10)$$

$$V_{дод.z.pl.} = 68,3 \times 0,11 = 7,5 (\text{грн})$$

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

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (68,3 + 7,5) = 16,7 \text{ (грн)}$$

де  $\alpha$  - відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

б) 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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{60}{100} \times (68,3 + 7,5) = 45,48 \text{ (грн.)}$$

де  $\alpha_{\text{уео}}$  - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 50÷100%);

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:

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{115}{100} \times (68,3 + 7,5) = 87,17 \text{ (грн.)}$$

де  $\alpha_{\text{зв}}$  - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 60÷200%).

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

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

					2024.КВР.172.403.003.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{\text{вир}} = 367,12 + (68,3 + 7,5 + 16,7) + 45,48 + 87,17 = 592,27 \text{ (грн.)}$$

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	367,12
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	68,3
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	7,5
4	Відрахування на соціальні заходи	16,7
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	45,48
6	Загальновиробничі витрати	87,17
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		592,27
7	-змінні ( сума 1-4) $V_{\text{зм.од}}$	459,62
8	-умовно-постійні ( сума 5-6) $V_{\text{уп.од}}$	132,65

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

$$C_{\text{од.пр}} = S_{\text{пов}} \times \frac{100 + \alpha_{\text{пр}}}{100} \quad (3.15)$$

$$C_{\text{од.пр}} = 592,27 \times \frac{100 + 36}{100} = 805,49 \text{ (грн.)}$$

де  $\alpha_{\text{пр}}$ —відсоток запланованого прибутку (36%);

### 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:

$$P_p = (C_{\text{од.пр.}} - S_{\text{пов.}}) \times N_p, \quad (3.16)$$

					2024.KBP.172.403.003.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_p = (805,48-592,27) \times 1900 = 405099 \text{ (грн.)},$$

де  $P_p$  - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$C_{одпр}$ - 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:

$$ЧП = P_p - P_p \times \frac{П_p}{100}, \quad (3.17)$$

$$ЧП = 405099 - 405099 \times \frac{18}{100} = 332181,18 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повв} = 592,27 \times 1900 = 1125313 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{332181,18}{1125313} \times 100\% = 29,52 \%$$

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

$S_{повв}$  - 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:

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (3.20)$$

$$ГП = 332181,18 + 825 = 333006,18 \text{ (грн.)},$$

де  $ГП_t$  - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

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

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024.КВР.172.403.003.000.000.ПЗ				

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

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

$$\text{ЧТВ} = 302732,89 - 183300 = 119432,89 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{333006,18}{(1 + 0,1)^1} = 302732,89 \text{ (грн.)}$$

де ГП<sub>t</sub>- 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:

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

					2024.КВР.172.403.003.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$ІП = \frac{302732,89}{183300} = 1,65$$

де ІП- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{183300}{302732,89} = 0,6р$$

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

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

$$ГП_{диск} = \frac{302732,89}{1} = 302732,89(\text{грн.})$$

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.	592,27
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	805,48
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	183300
5	Чистий прибуток	грн.	332181,18
6	Рентабельність виробу	%	29,52
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	119432,89
9	Індекс прибутковості	-	1,65
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,6

					2024.КВР.172.403.003.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Основні причини виробничого травматизму та професійних захворювань

Успішна профілактика виробничого травматизму та професійно! захворюваності можлива лише за умови ретельного вивчення причин їх виникнення. Для полегшення цього завдання прийнято поділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на наступні основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, психофізіологічні.

Організаційні причини: відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів щодо охорони праці; порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням.

Технічні причини: несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисних загороджень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

Санітарно-гігієнічні причини: підвищений (вище ГДК) вміст в повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни.

Психофізіологічні причини: помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; монотонність праці; хвороб-

					2024.КВР.172.403.003.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



ливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі.

Основні заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму і професійної захворюваності поділяються на технічні та організаційні.

До технічних заходів належать заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки.

Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих факторів. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря; теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного устаткування; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації; установлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарно-го та побутового обслуговування.

Заходи з техніки безпеки передбачають систему організаційних та технічних заходів та засобів, що запобігають дії на працюючих небезпечних виробничих факторів. До них належать: розроблення та впровадження безпечно-го устаткування; механізація та автоматизація технологічних процесів; використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокуючих засобів; правильне та зручне розташування органів керування устаткуванням; розроблення та впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та керування технологічними процесами, принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів.

До організаційних заходів належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці;

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації і пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів та випробувань транспортних та вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском.

## 4.2 Основні причини виникнення пожеж на виробництві

На виробництві пожежі можуть виникати з різних причин, і вони часто є результатом комбінації декількох факторів. Ось деякі з основних причин виникнення пожеж на виробництві:

Електричні недоліки та коротке замикання: Неправильне встановлення, обслуговування або використання електричного обладнання може призвести до перегріву, короткого замикання та виникнення пожежі.

Несправні машини та обладнання: Старе, необслуговане або несправне обладнання може бути джерелом пожежі через перегрів, тертя, руйнування або іскри.

Пожежонебезпечні речовини: Використання та зберігання пожежонебезпечних речовин, таких як легкозаймисті рідини, гази, легкоплавкі матеріали тощо, може призвести до їх неправильного розуміння або обробки, що створює ризик пожежі.

Несправність систем пожежогасіння: Недоліки в системах пожежогасіння, таких як несправні димові детектори, автоматичні пожежні спринклери, можуть призвести до недостатньої реакції на пожежу або невідповідності при її гасінні.

Порушення правил безпеки: Недодержання правил безпеки, таких як куріння на робочому місці, займання в запальних зонах, несанкціоноване використання електрообладнання тощо, може призвести до пожежі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ	Арк.

Недбале поводження з вогнем: Несанкціоноване використання відкритого вогню, неправильне зберігання сміття або горючих матеріалів, а також необережне поводження з вогнем можуть стати причиною пожежі.

Поганий стан будівель та інфраструктури: Старість, погана якість будівель та інфраструктури, недоліки в системах вентиляції та електропроводки можуть збільшити ризик пожежі.

Це лише деякі з основних причин виникнення пожеж на виробництві. Важливо вживати відповідні заходи запобігання та мінімізації цих ризиків для забезпечення безпеки працівників та майна.

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## ВИСНОВКИ

При виконанні даної кваліфікаційної роботи було здійснено розробку конструкції «Автомобільний годинник на мікроконтролері». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить складна, конструкція корпусу виробу є також дуже складною. Корпус має такі розміри 120x115x40, 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 кваліфікаційної роботи 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.

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Дипломне проектування URL:  
<https://eguru1.tk.te.ua/course/view.php?id=390>
2. Конденсатор типу ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу:  
URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.05.2024).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу:  
URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.05.2024).
4. Діод FR207 [електронний ресурс] – Режим доступу:  
URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.05.2024).
5. Мікросхема CD4030BE [електронний ресурс] – Режим доступу:  
URL:[https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator\\_2404.html](https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html)(дата звернення 15.05.2024).
6. Транзистор IRF3205 "BLUEROCK" [електронний ресурс] – Режим доступу:  
URL:<https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html>(дата звернення 15.05.2024).
7. Мікросхема L7812CP "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180>(дата звернення 15.02.2024).
8. Мікросхема IR4427PBF "Infineon" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<http://hardelectronics./diod-1n4148.html>(дата звернення 15.02.2024).
9. Оптопара TLP504A "Toshiba" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php>(дата звернення 15.02.2024).

					<i>2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Радіотехнічні системи (Основи проектування. Частина 1) : навч. посіб. / В. М. Кичак, А. Ю. Воловик, М. А. Шутило, О. П. Червак – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 122 с.

11. 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.

12. 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.

13. Денисюк В.О.,Цирульник С.М. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: [https://projecthub.arduino.cc/?\\_gl=1\\*4147w4\\*\\_ga\\*OTkyMzkzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.\\*\\_ga\\_NEXN8H46L5\\*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..\\*\\_fplc\\*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0ZlM3hubEElM0QlM0Q](https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzkzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0ZlM3hubEElM0QlM0Q)(дата звернення 28.05.2024).

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

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

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ					

# ДОДАТКИ

## Додаток А Друкована плата

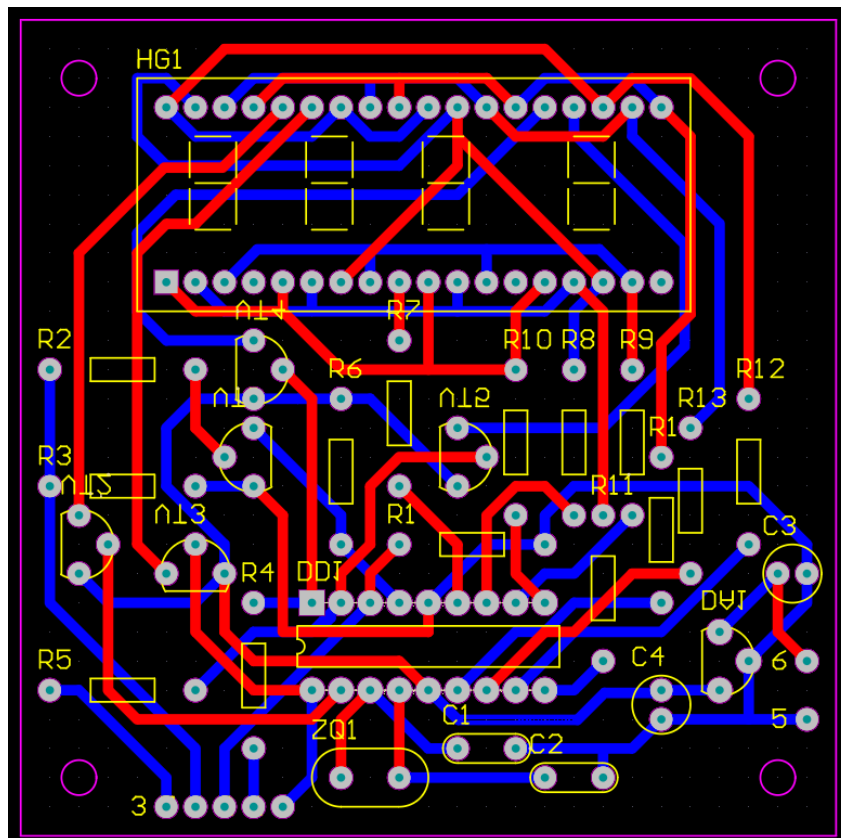


Рисунок А.1 – Друкована плата

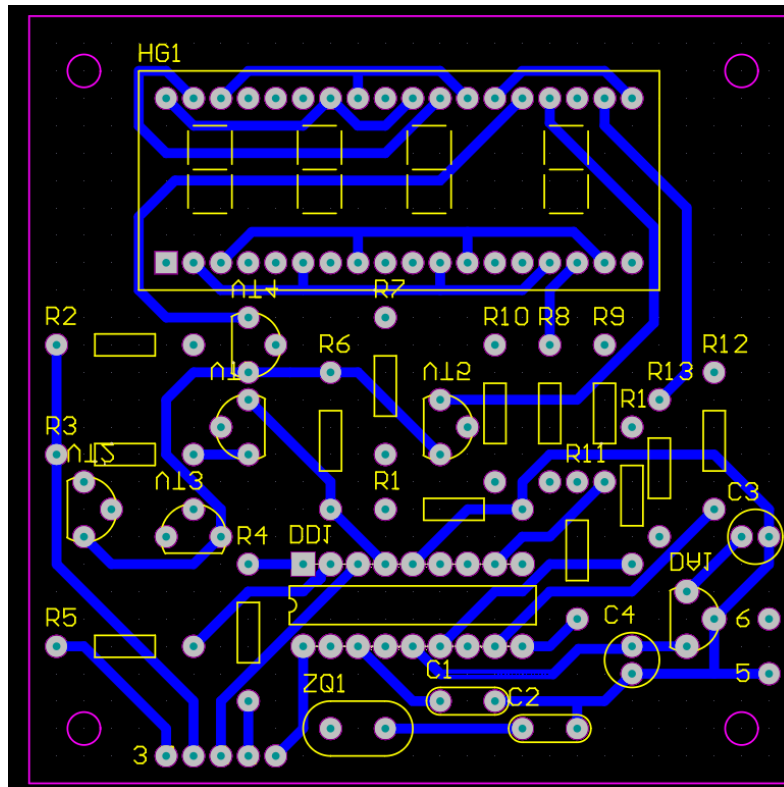


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Bottom

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.



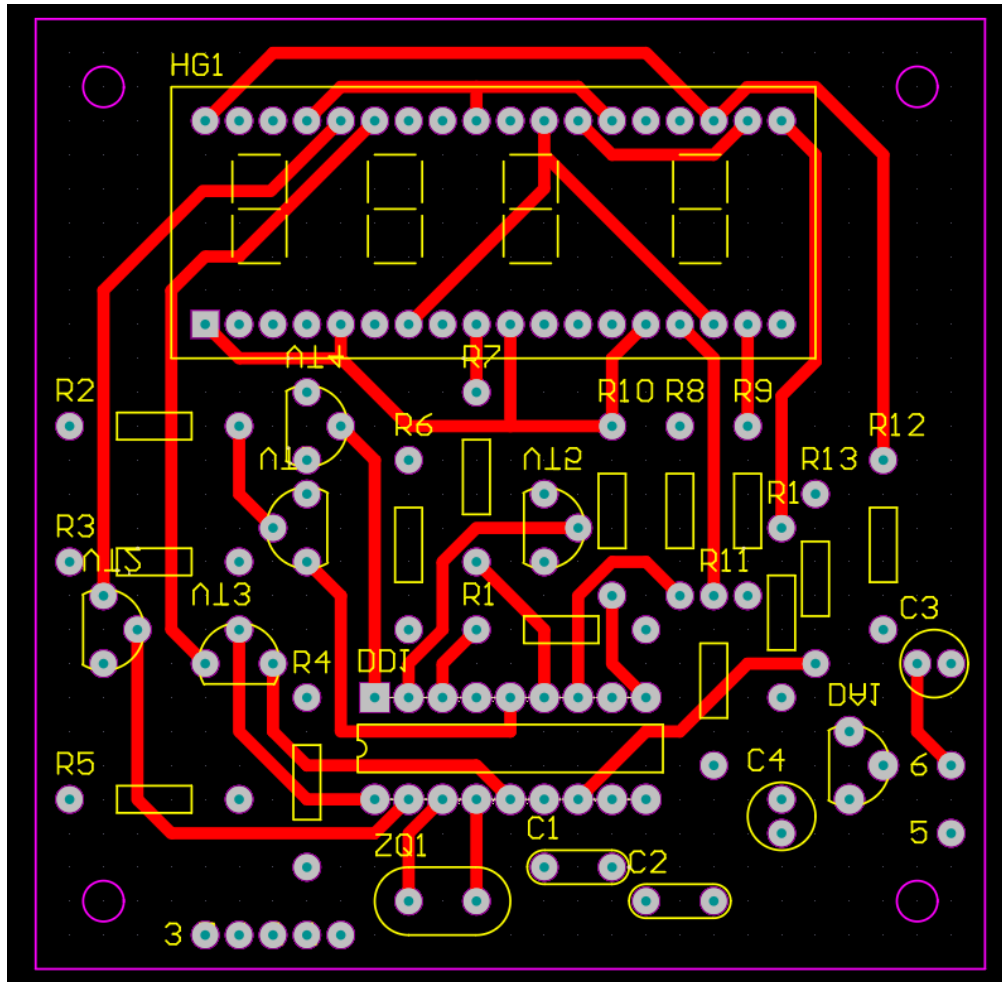


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

## Додаток Б 3D модель пристрою

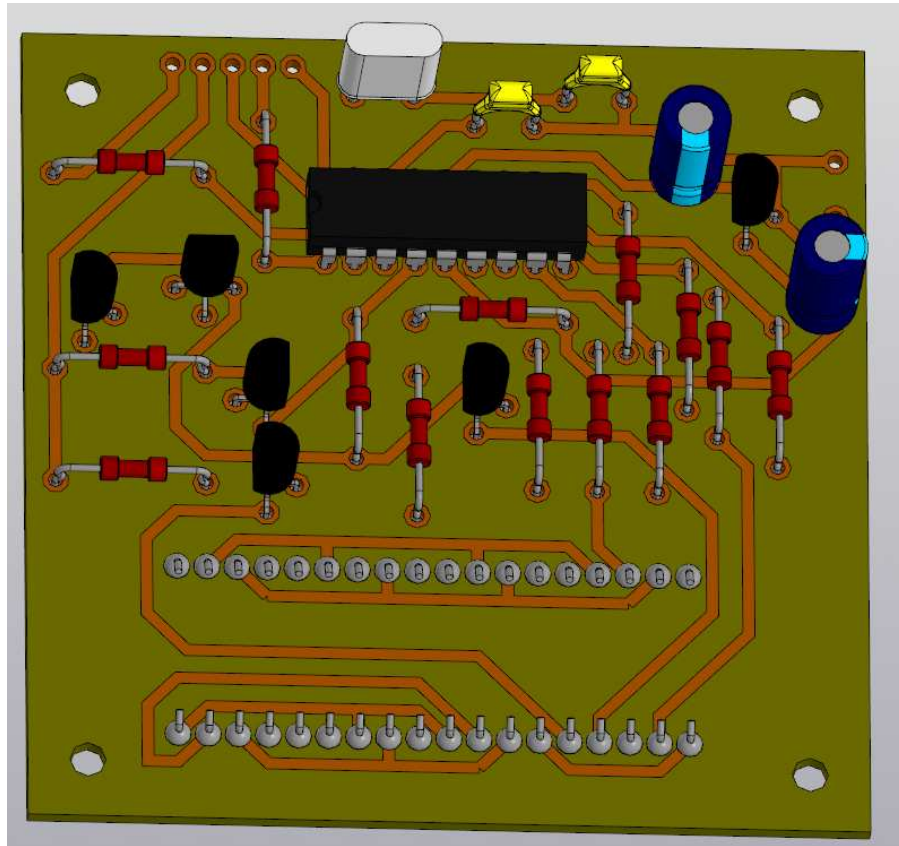


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

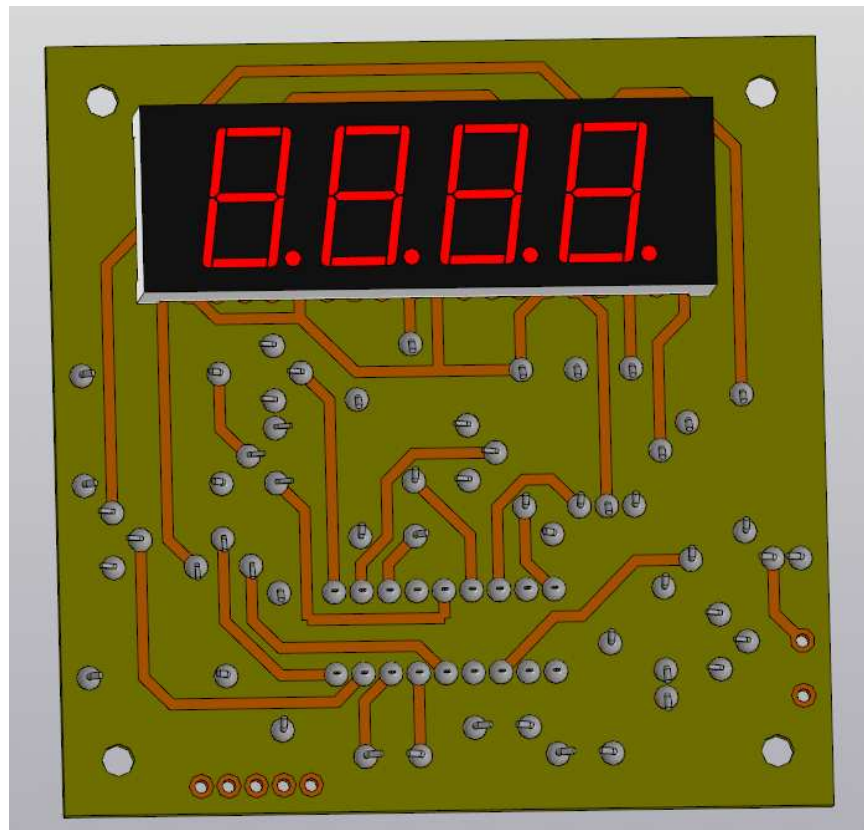


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

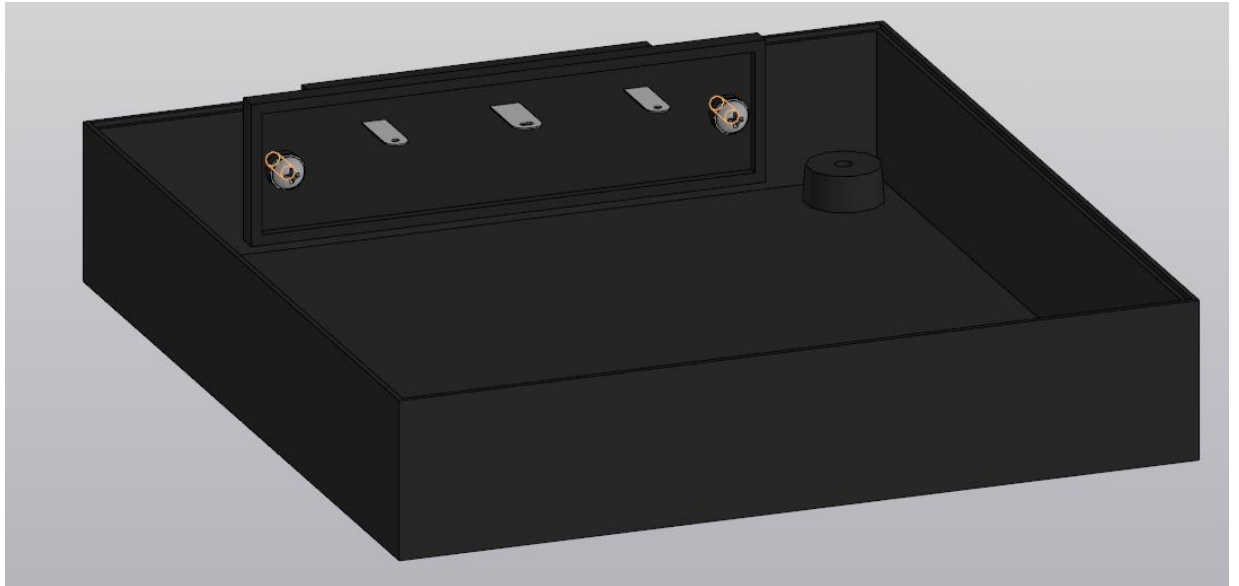


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

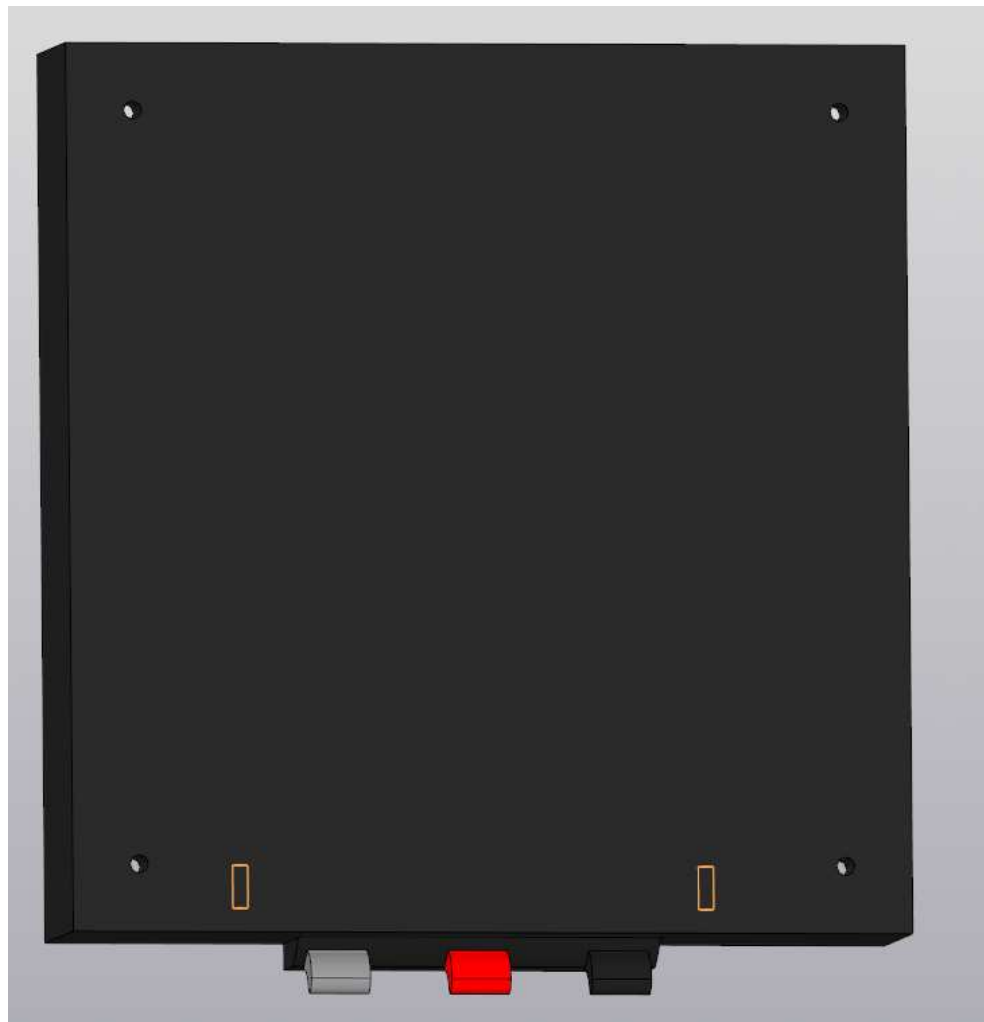


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

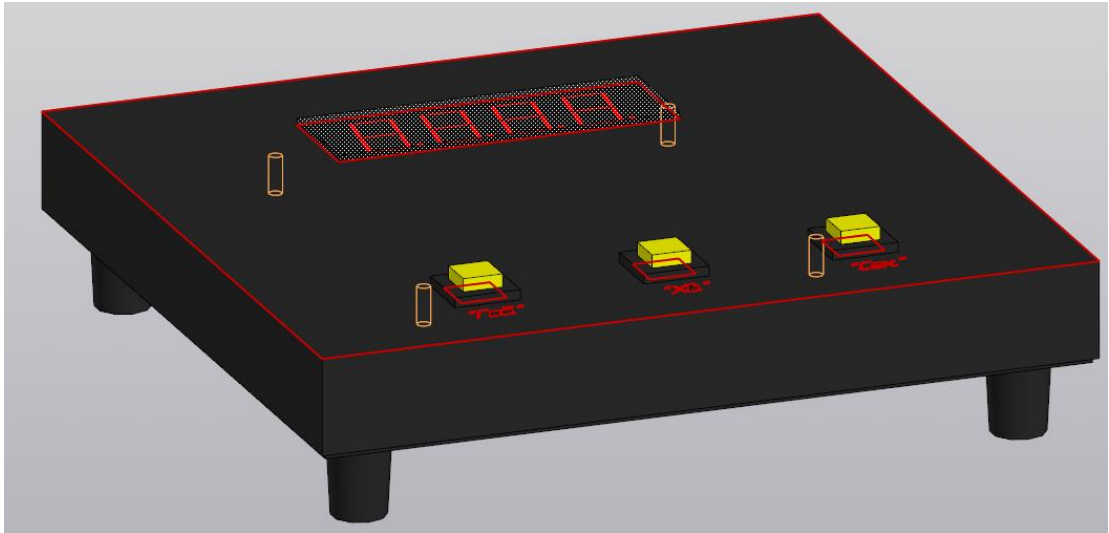


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, вигляд верхньої кришки

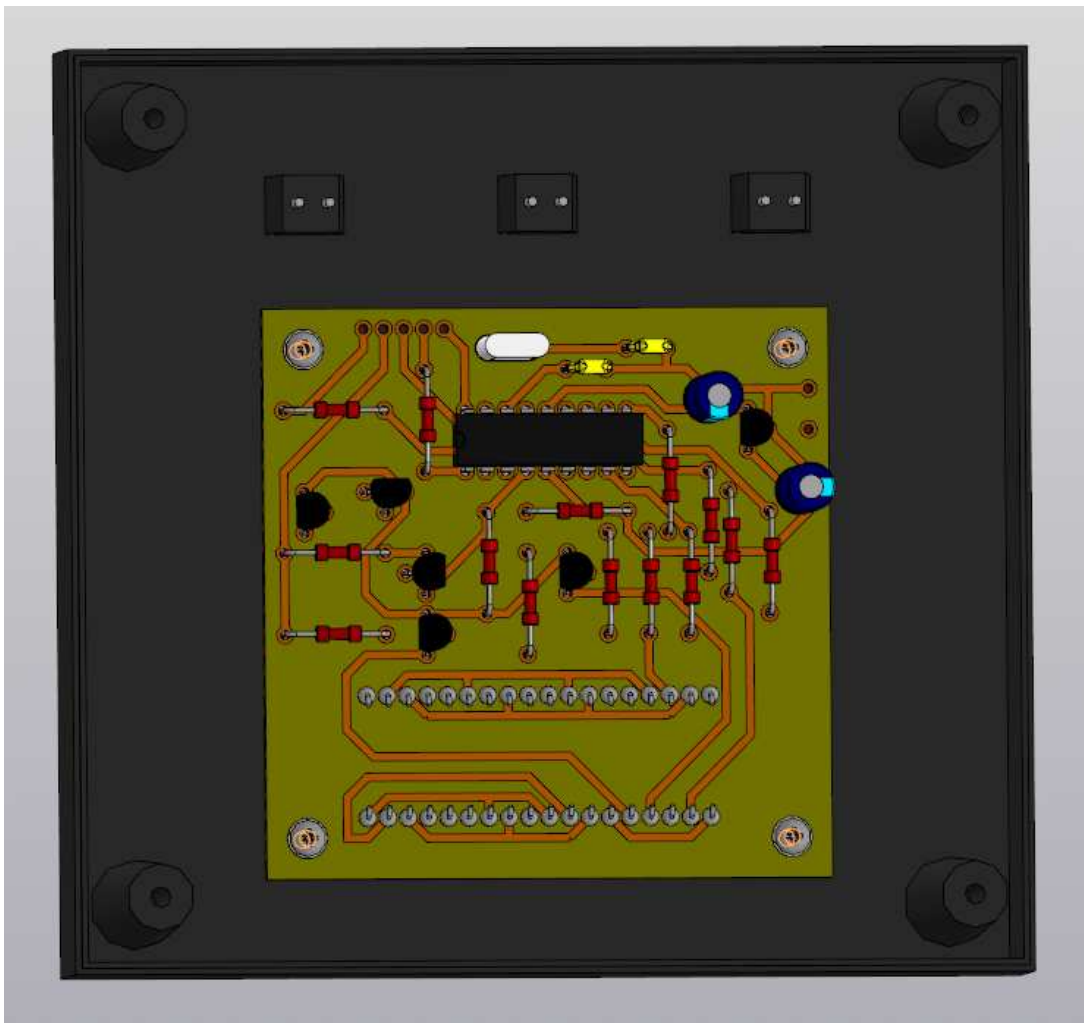


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, вигляд верхньої кришки знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

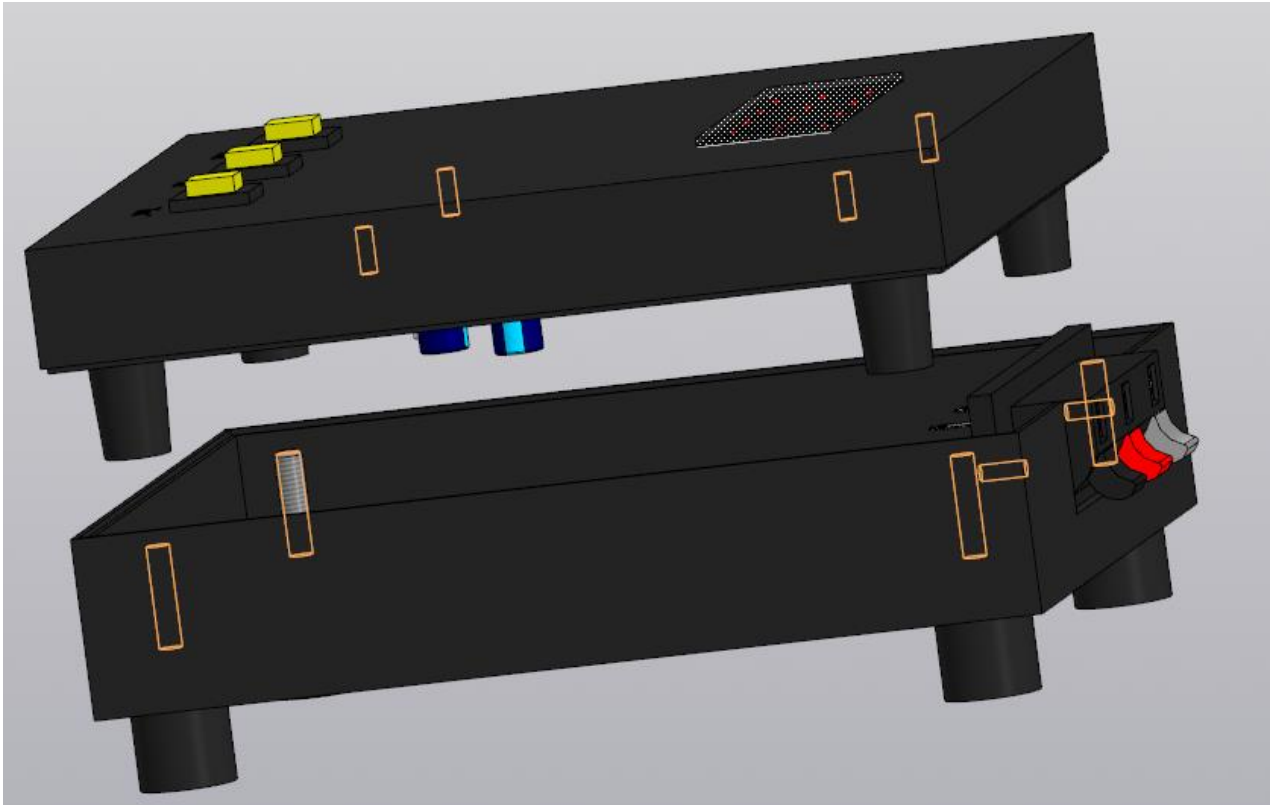


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

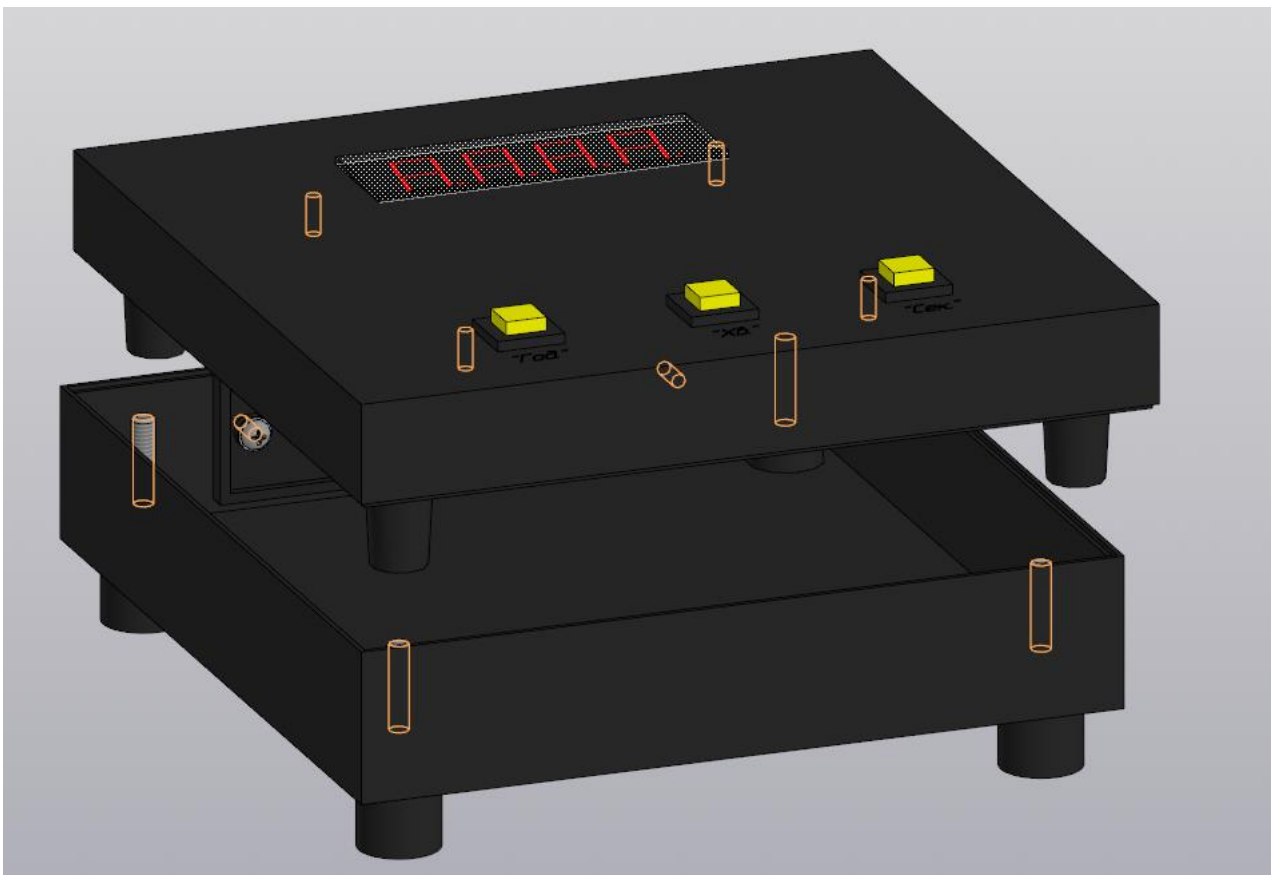


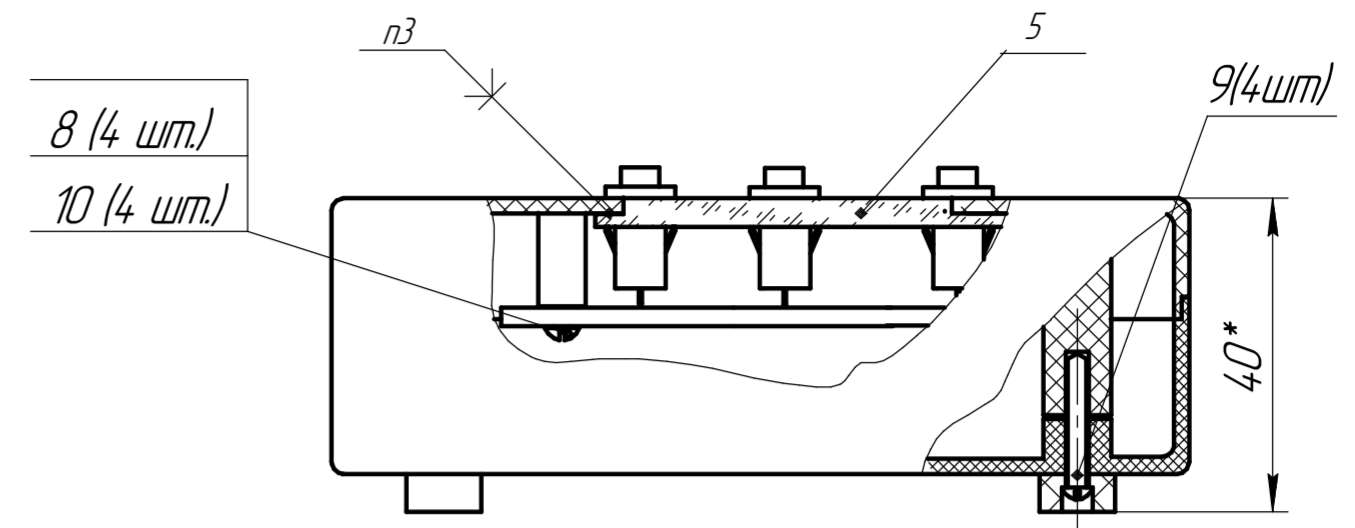
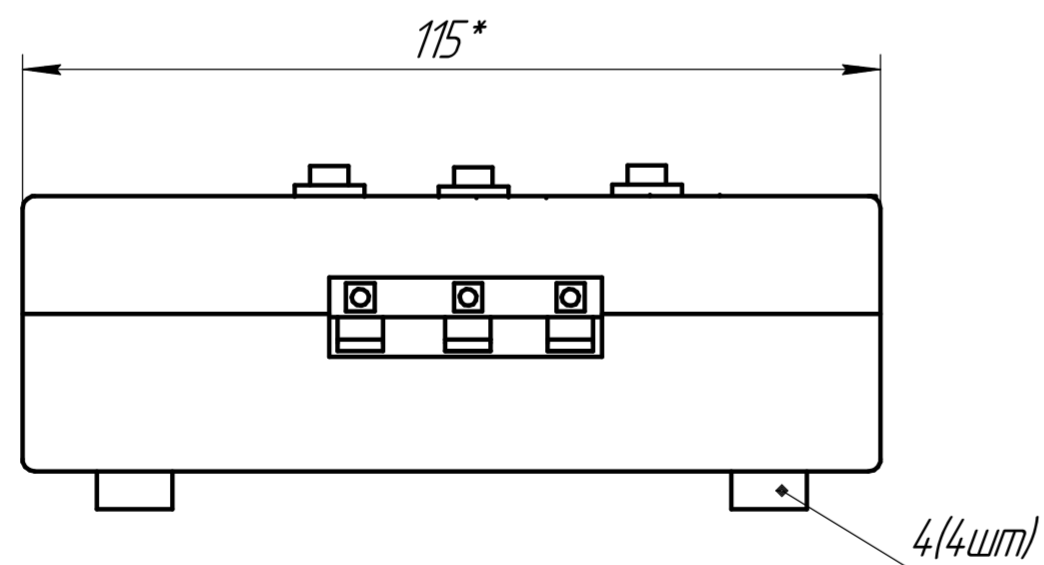
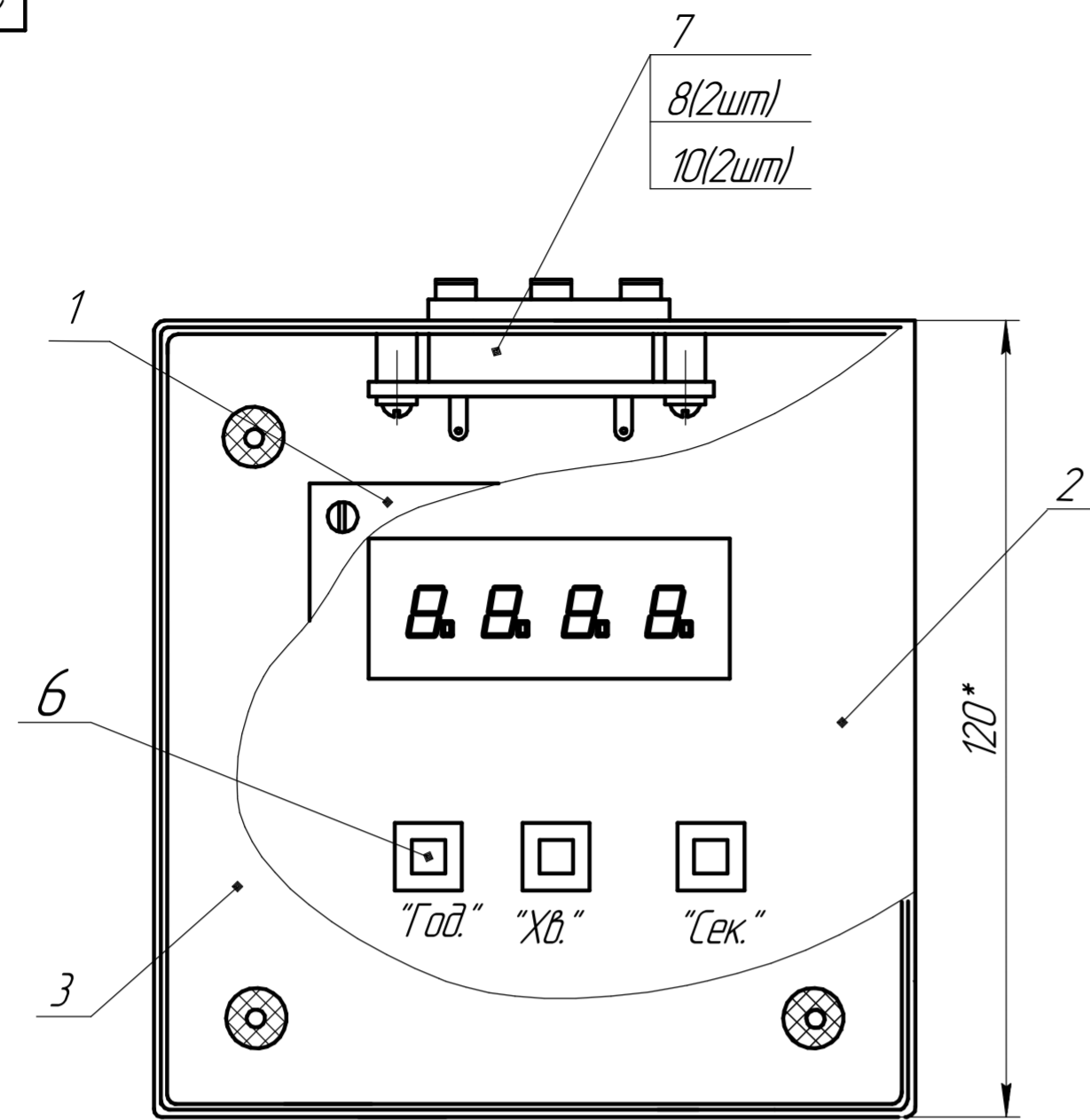
Рисунок Б.8 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.003.000.000 ПЗ

Арк.

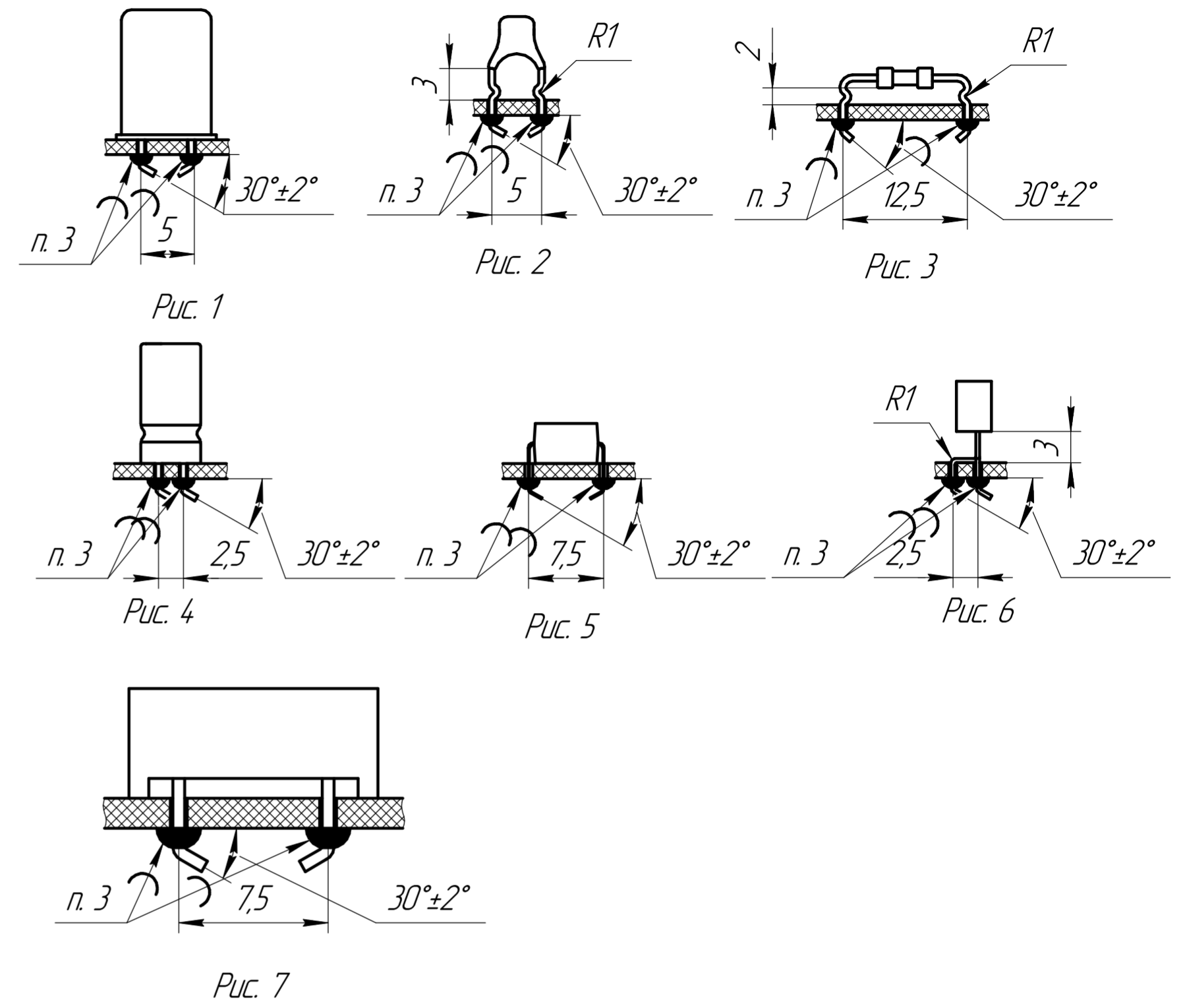
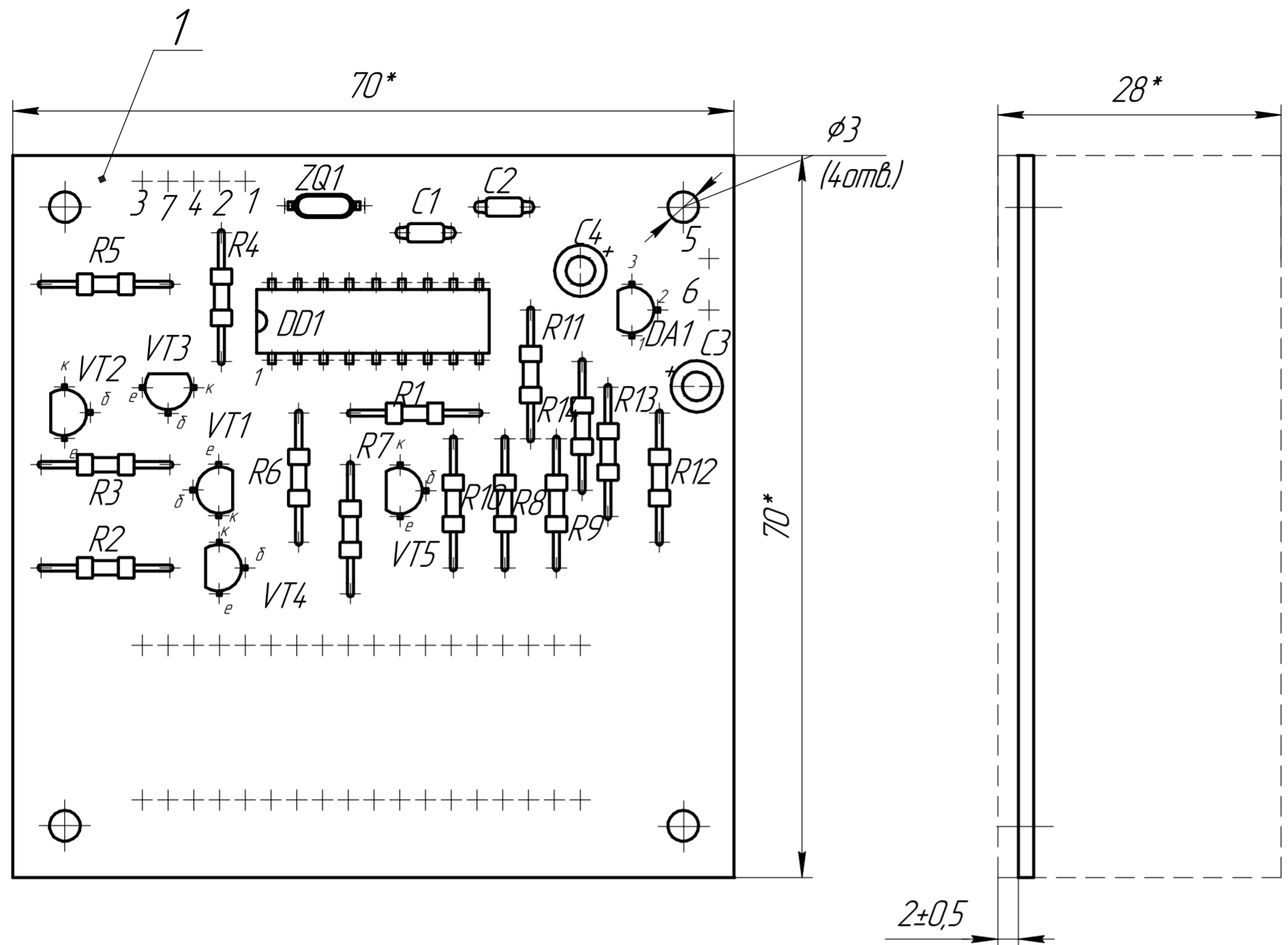
2024.KBP.172.403.003.004.000 СК



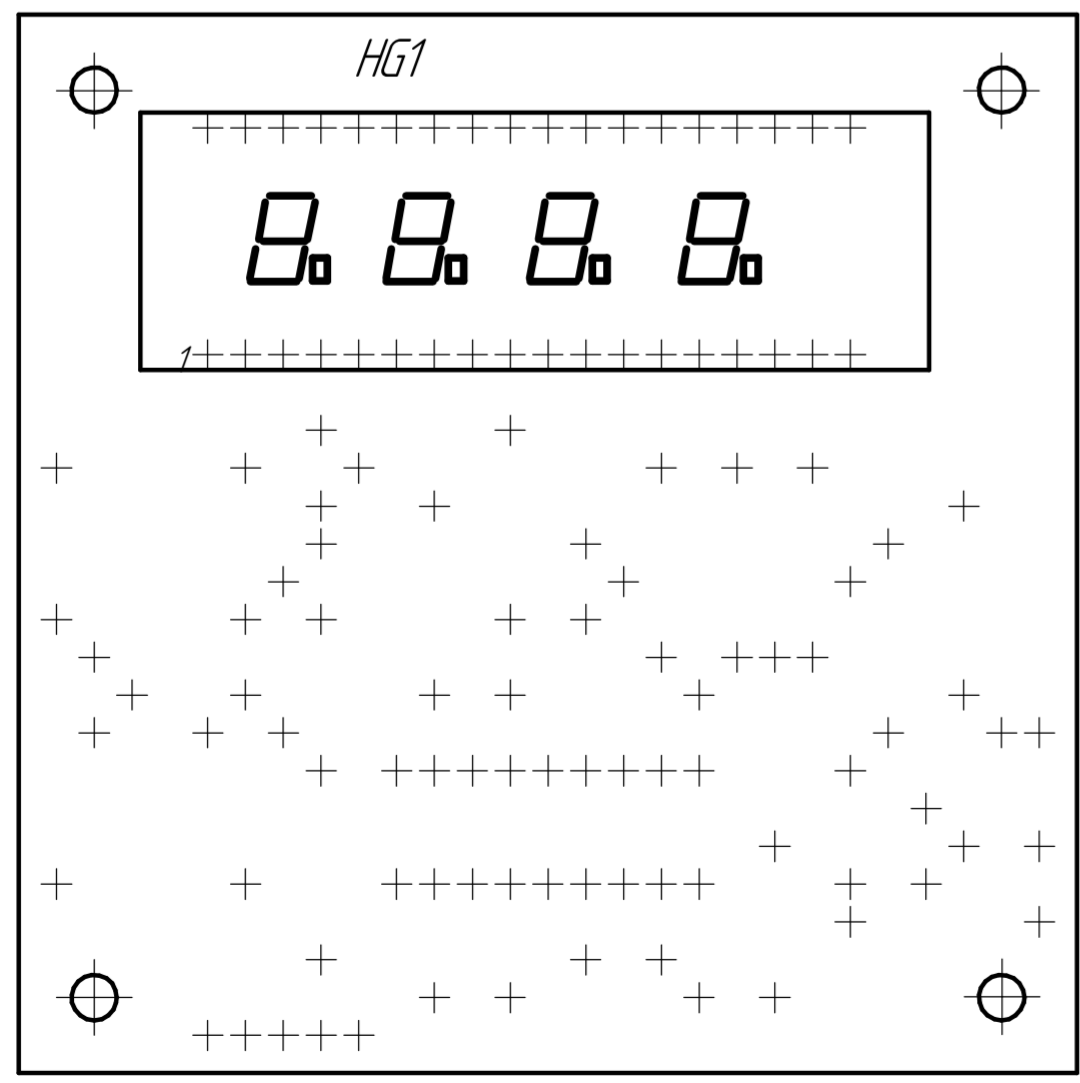
1. Електромонтаж здійснювати по схемі електричній принципів 2024.KBP.172.403.003.001.000 ЕЗ
- 2\* Розміри для довідок.
3. Клеїти клеєм MAPEI ADESILEX G19.
4. Інші технічні вимоги по ОСТЧ.ГО.070.015.

Перш. викорис.	
Додат. №	
Підпис і дата	
Інв. № докл.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № аркуш.	

2024.KBP.172.403.003.004.000 СК				
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Автомобільний годинник на мікроконтролері
Розроб.	Голіней			Лит.
Перевір.	Василишин			Маса
Т.контр.				Масштаб
Н.контр.	Задорожний			н - - 0,25 1:1
Затверд.				Аркцш Аркцш 1
ВСП ТФК ТР-403СК				
м. Тернопіль				
Формат А2				



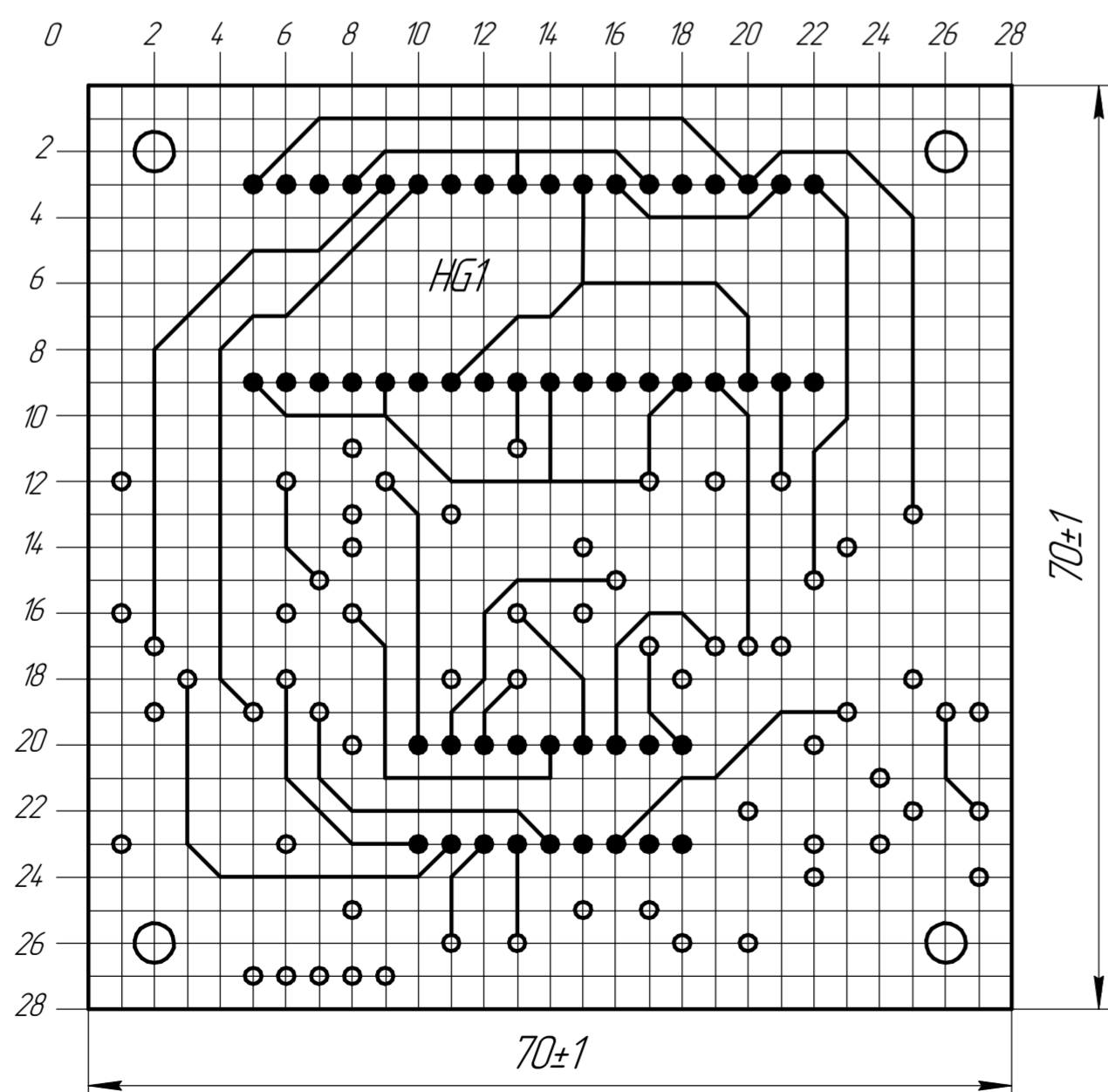
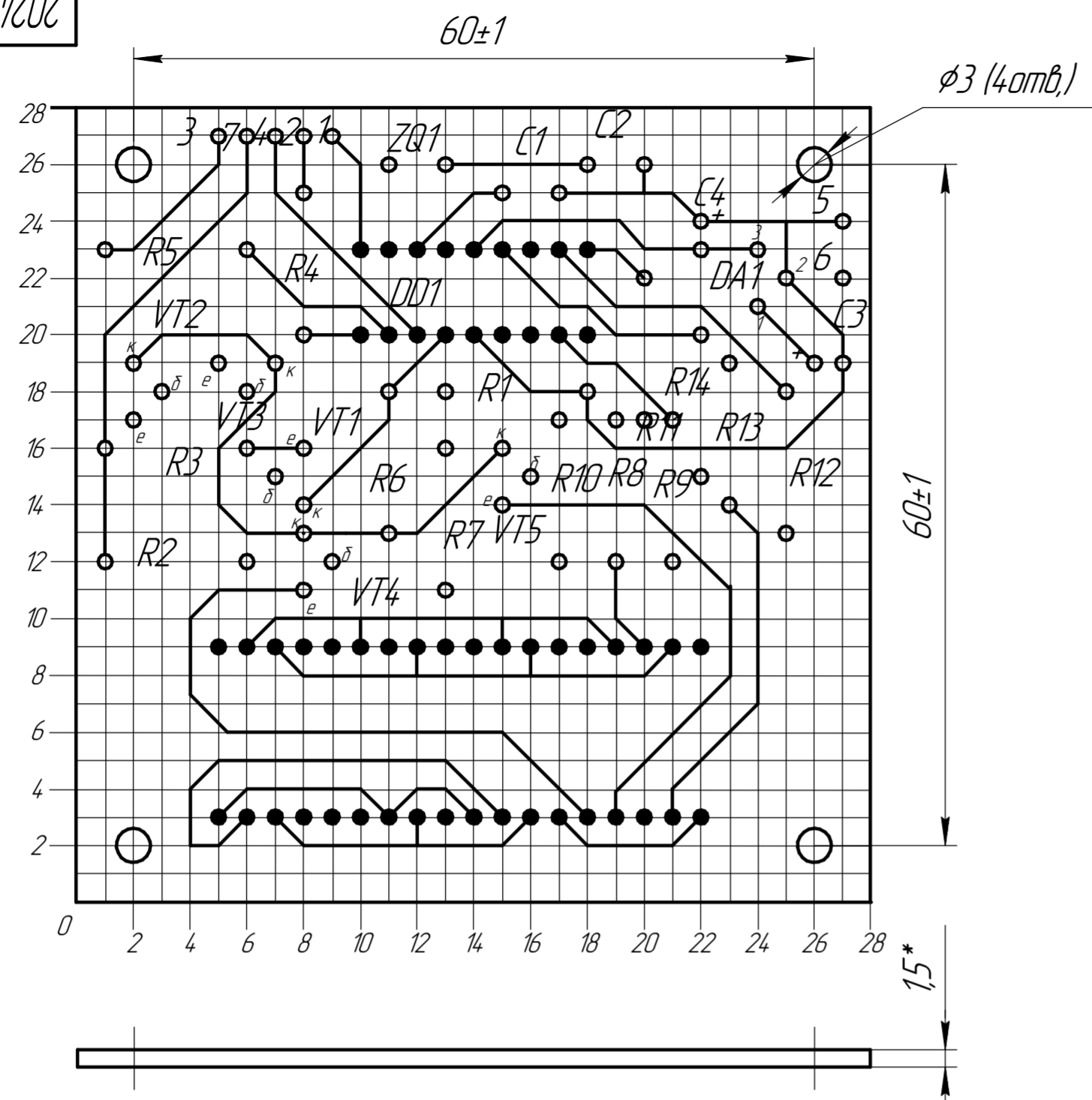
1. Позначення елементів показано умовно.
2. \*Разміри для довідок.
3. Паяти припаєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
4. Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1..R12 - на рис.3; C1,C2- на рис.2; C3,C4- на рис.4; VT1-VT5,DA1- на рис.6; DD1- на рис.5; HG1- на рис.7; ZQ1- на рис.1.
5. Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна, БМ, діла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО. 010. 007.
6. Лакувати лаком АКА-113.
7. Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.



Перш. Викорис.  
 Додат. №  
 Підпис і дата  
 Інв. № докл.  
 Зам. інв. №  
 Підпис і дата  
 Інв. № аркуш.

2024.КВР.172.4.03.003.001.000 СК				Лит.	Маса	Масштаб
Вузол друкований				н	0,3	2:1
Складальне креслення				Аркциш	Аркциш 1	
ВСП ТФК ТР-403СК				м. Тернопіль		
Формат А2				Копіював		

Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Голіней		
Перевір.	Василишин		
Т.контр.			
Н.контр.	Задорожний		
Затверд.			



Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
○	0,8	ε	1,0	54	
●	1,0	ε	2,2	54	

1. Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
2. \*Розмір для довідок.
3. Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
4. Крок координатної сітки 2,5 мм.
5. Плату виготовити комбінованим методом.
6. Параметри отворів дивись в таблиці.
7. Мінімальна ширина провідників не менше 0,1 мм.
8. Мінімальна відстань між провідниками не менше 0,1 мм.
9. Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
10. Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 діла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
11. Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

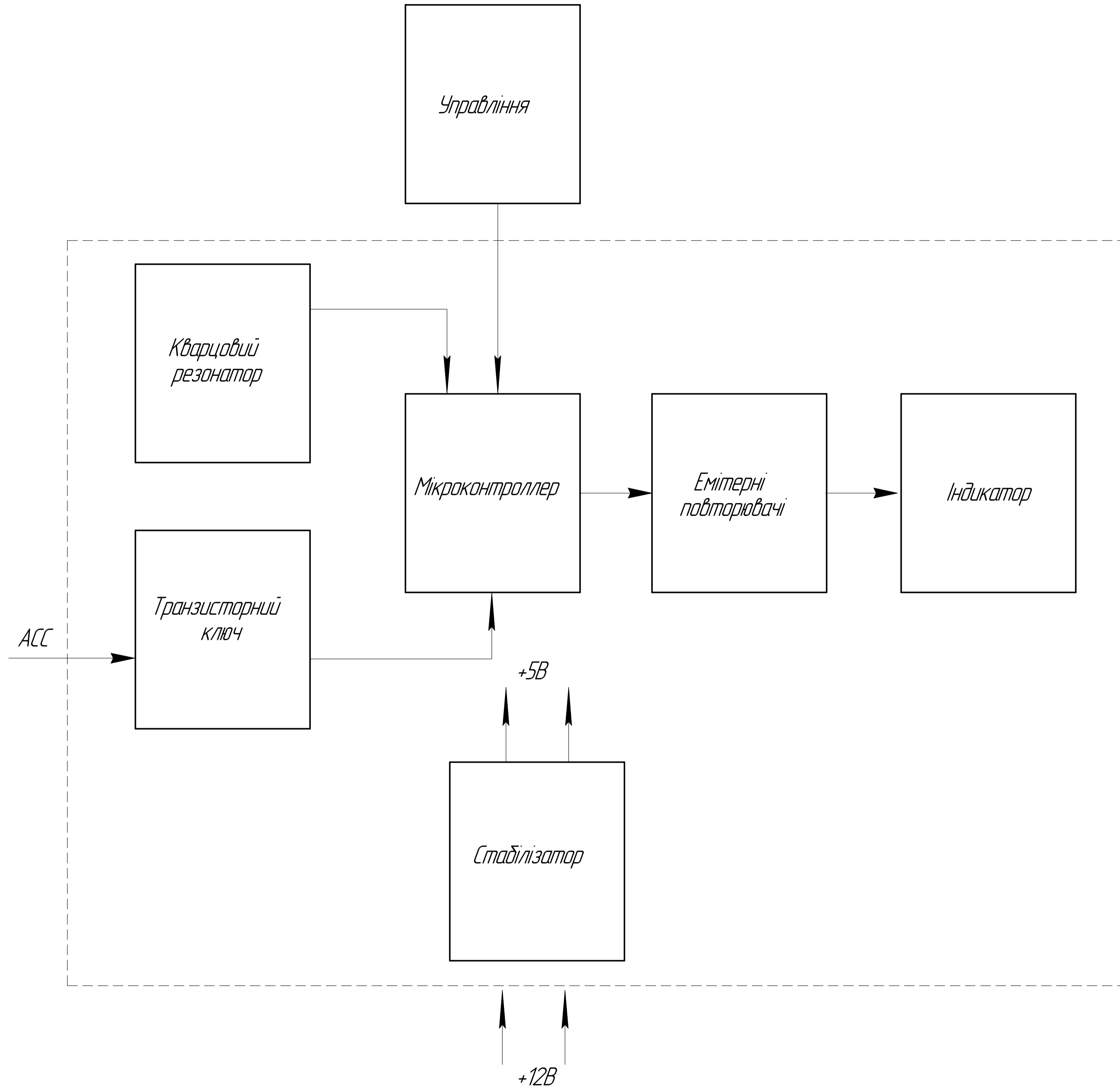
Перш. Викорис.  
Додат. №  
Підпис і дата  
Інв. № докл.  
Зам. інв. №  
Підпис і дата  
Інв. № опис.

2024.KBP.172.403.003.001.001				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Голіней			
Перевір.	Василишин			
Т.контр.				
Н.контр.	Задорожний			
Затверд.				
Плата друкована			Лит.	Маса
			н	0,03
			Аркциш	Аркциш
				1
СФ2-35-15КП			ВСП ТФК ТР-403ск	
ГОСТ 10316-78			м. Тернопіль	
Копіяваб			Формат А2	



Поз. познач.	Найменування		Кіл.	Примітка
<i>Конденсатори</i>				
C1, C2	RDE5C1H-33 пФ ±10% "Murata"		2	
C3	ECAP-16 B-100 мкФ ±20% "Epcos"		1	
C4	ECAP-16 B-47 мкФ ±20% "Epcos"		1	
<i>Мікросхеми</i>				
DA1	L7805 "Texas Instrument"		1	
DD1	PIC16F628A "Texas Instrument"		1	
HG1	Індикатор символний CA56-11YWA "NRC"		1	
<i>Резистори</i>				
R1	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"		1	
R2	MFP-0,125-30 кОм ±10% "Yageo"		1	
R3	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"		1	
R4, R5	MFP-0,125-150 Ом ±10% "Yageo"		2	
R6	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"		1	
R7...R14	MFP-0,125-150 Ом ±10% "Yageo"		8	
SB1...SB3	Кнопка PB-14BR "Switronic Industrial"		3	
VT1...VT5	Транзистор BC546A "ON Semiconductor"		5	
XS1	Гніздо CS-212 "SPEAKON"		1	
<b>2024.KBP.172.403.003.001.000 ПЕЗ</b>				
Зм. Арк.		№ докум.	Підпис	Дата
Розрод.		Голіней		
Перевір.		Василишин		
Н.контр.		Задорожний		
Затверд.				
Автомобільний годинник на мікроконтролері Перелік елементів			Літ.	Аркцш
			н	1
			Аркцшів	
			2	
			ВСП ТФК ТР-403ск	
			м. Тернопіль	
			Формат А4	





Лист № 1  
Листів 1  
Зем. № 1  
Листів 1  
Листів 1

2024.KBP.172.403.003.001.000 . E1					Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Автомобільний годинник на мікроконтролері	-	-
Розроб.	Голівець				Електрична структурна схема	-	-
Перевір.	Василишин				Архив	Архив	1
Т.контр.					ВСТ ТФЖ ТНТУ ТР-403СК		
Рецензент					м. Тернопіль		
Інженер	Задорожний				Формат А1		
Затверд.					Копія		

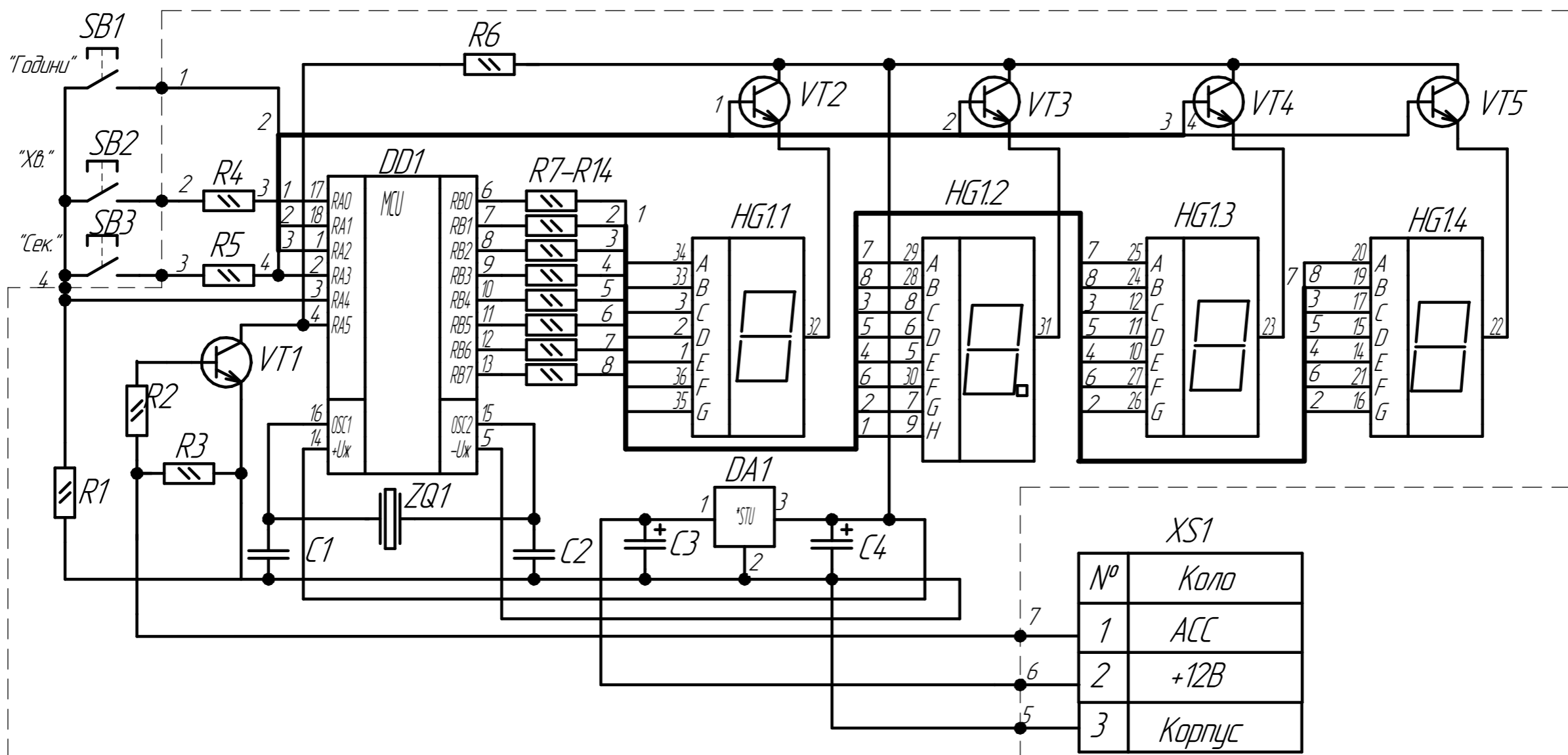
Перш. викорис.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.	
Довід. №						<u>Документація</u>			
		A4			2024.КВР.172.403.003.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів			
		A2			2024.КВР.172.403.003.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1		
		A2			2024.КВР.172.403.003.004.000 СК	Складальне креслення	1		
							<u>Складальні одиниці</u>		
		A2	1		2024.КВР.172.403.003.001.000 СК	Вузол друкований	1		
							<u>Деталі</u>		
		БК	2		2024.КВР.172.403.003.004.001	Верхня кришка	1		
		БК	3		2024.КВР.172.403.003.004.002	Нижня кришка	1		
		БК	4		2024.КВР.172.403.003.004.003	Ніжка	1		
БК	5		2024.КВР.172.403.003.004.004	Скло під індикатор	2				
					<u>Інші вироби</u>				
			6		Кнопка PB-14BR "Switronic Industrial"	3	SB1...SB3		
			7		Гніздо СС-212 "SPEAKON"	1	XS1		
					<u>Стандартні вироби</u>				
			8		Гвинт Г2,5-6dх5 ГОСТ 17473-80	6			
			9		Гвинт Г3,5-6dх25 ГОСТ 17475-80	4			
			10		Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	6			
		<b>2024.КВР.172.403.003.004.000</b>							
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Інв. № ориг.		Розрод.	Голіней				Літ.	Аркцш	Аркціш
		Перевір.	Василишин				Н		1
		Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-403ск		
		Затверд.					м. Тернопіль		
		Копіював							
		Формат А4							

*Техніко – економічні показники автомобільний годинник на мікроконтролері*

<i>Технічні показники</i>			<i>Економічні показники</i>		
<i>1</i>	<i>Напруга живлення</i>	<i>+12В</i>	<i>1</i>	<i>Річний обсяг виробництва</i>	<i>1900шт.</i>
<i>2</i>	<i>Габаритні розміри</i>	<i>120*115 *40мм</i>	<i>2</i>	<i>Трудомісткість виробу</i>	<i>35хв</i>
<i>3</i>	<i>Діапазон робочих температур</i>	<i>-20...+50°С</i>	<i>3</i>	<i>Заробітня плата на виріб</i>	<i>68,3грн.</i>
<i>4</i>	<i>Маса</i>	<i>250г</i>	<i>4</i>	<i>Повна собівартість на виріб</i>	<i>592,27грн.</i>
<i>5</i>	<i>Максимальний струм споживання</i>	<i>0,1А</i>	<i>5</i>	<i>Ціна одиниці виробу</i>	<i>805,48грн.</i>
<i>6</i>	<i>Відносна вологість повітря</i>	<i>87%</i>	<i>6</i>	<i>Рентабельність виробу</i>	<i>29,52%</i>
<i>7</i>			<i>7</i>	<i>Термін окупності</i>	<i>0,6р</i>
<i>8</i>			<i>8</i>	<i>Індекс придатковості</i>	<i>1,65</i>

2024.КВР.172.403.003.001.000 ЕЗ

Перш. використ.  
Додат. №  
Підпис і дата  
Інв. № докл.  
Зам. інв. №  
Підпис і дата  
Інв. № ориг.



XS1	
№	Коло
1	ACC
2	+12В
3	Корпус

Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата
Разроб.		Голіней		
Перевір.		Василишин		
Т.контр.				
Н.контр.		Задорожний		
Затверд.				

2024.КВР.172.403.003.001.000 ЕЗ

Автомобільний годинник  
на мікроконтролері  
Схема електрична принципова

Літ.	Маса	Масштаб
Н - -	-	-
Аркцш	Аркцшів	1

ВСП ТФК ТР-403ск  
м. Тернопіль  
Формат А3

Копіював

Перш. викорис.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.	
Довід. №						<u>Документація</u>			
		A4			2024.КВР.172.403.003.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів			
		A3			2024.КВР.172.403.003.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова			
		A2			2024.КВР.172.403.003.001.000 СК	Вузол друкований			
							<u>Деталі</u>		
		A2	1	2024.КВР.172.403.003.001.001	Плата друкована	1			
		БК	2	2024.КВР.172.403.003.001.002	Перемичка	7			
Підпис і дата						<u>Інші вироби</u>			
						<u>Конденсатори</u>			
				4		RDE5C1H-33 нФ ±10% "Murata"	2	C1, C2	
				5		ECAP-16 B-47 мкФ ±20% "Epcos"	1	C4	
				6		ECAP-16 B-100 мкФ ±20% "Epcos"	1	C3	
Зам. інв. №						<u>Мікросхеми</u>			
				8		L 7805 "Texas Instrument"	1	DA1	
				9		PIC16F628A "Texas Instrument"	1	DD1	
Підпис і дата									
				11		Індикатор символний CA56-11YWA "NRC"	1	HG1	
Інв. № ориг.						<u>Резистори</u>			
				13		MFP-Q,125-150 Ом ±10% "Yageo"	10	R4,R5,R7...R14	
					<b>2024.КВР.172.403.003.001.000</b>				
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Розрод.	Голіней				Літ.	Аркцш	Аркцшів
		Перевір.	Василишин				Н	1	2
		Н.контр.	Задорожний				<b>ВСП ТФК ТР-403ск</b>		
		Затверд.					м. Тернопіль		
					Копіював		Формат А4		

