

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Стереопідсилювач з низьким рівнем завад

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Огненко С. О.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Химич Г. П.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Консультант роботи	<u>Дунець В.Л.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Марценюк А. С.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Дунець В. Л.</u> (підпис) (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u></u> (підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дунець В. Л.

(підпис) (прізвище та ініціали)

«03» червня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Огненку Сергію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Стереопідсилювач з низьким рівнем завад

Керівник роботи Химич Григорій Петрович, старший викладач кафедри РТ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «03» червня 2024 року № 4/7-581

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13.06.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

1. Основна частина

2. Спеціальна частина

3. Охорона праці та безпека життєдіяльності

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Електрична структурна схема стереопідсилювача

2. Схема електрична принципова стереопідсилювача

3. Плата друкована стереопідсилювача

4. Друкований вузол стереопідсилювача

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка та затвердження технічного завдання		
2.	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи		
3.	Розробка електричної структурної схеми стереопідсилювача		
4.	Розробка схеми електричної принципової стереопідсилювача		
5.	Розробка плати друкованої стереопідсилювача		
6.	Розрахунок основних вузлів у схемі стереопідсилювача		
7.	Вибір компонентної бази для стереопідсилювача		
8.	Компоновка друкованого вузла стереопідсилювача		
9.	Створення допоміжної документації		
10.	Оформлення розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони»		
11.	Нормоконтроль		
12.	Перевірка роботи на плагіат		
13.	Попередній захист КРБ		
14.	Захист КРБ		

Студент

(підпис)

Огненко С. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Химич Г. П.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Огненко С.О. «Розробка стереопідсилювача з низьким рівнем завад». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41, //Тернопіль, 2024. //с.-55, рис.-30, бібліог,-25 , додат.- 7.

Ключові слова: ЗВУКОВА ЧАСТОТА, ПІДСИЛЮВАЧ, ВИХІДНИЙ КАСКАД, ТРАНЗИСТОРНИЙ КАСКАД, КОЕФІЦІЄНТ ПІДСИЛЕННЯ.

Дана робота присвячена розробці конструкції стереопідсилювача, що включає в себе детальний аналіз технічного завдання, проектування та розрахунок електричних параметрів, вибір компонентної бази та створення 3D моделі друкованої плати. Основна частина охоплює кілька ключових етапів проектування: аналіз технічного завдання, аналіз структурної схеми виробу, опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз, проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.

В процесі аналізу технічного завдання визначаються вимоги до стереопідсилювача, його функціональні та технічні характеристики, а також обмеження і умови експлуатації. Аналіз структурної схеми виробу включає розгляд основних блоків пристрою, їх функціонального призначення та взаємодії між собою. Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз передбачає розбір основних принципів роботи стереопідсилювача, функціонування його каскадів та аналіз ефективності схеми.

Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою включає розрахунок електричних параметрів окремих каскадів, детальний розрахунок параметрів кожного з каскадів підсилювача для забезпечення оптимальної роботи, а також розрахунок параметрів друкованого монтажу, який включає розрахунок фізичних параметрів друкованої плати, трасування та розміщення компонентів. Вибір і обґрунтування компонентної бази передбачає вибір компонентів, що

відповідають технічним вимогам, обґрунтування їх використання та забезпечення надійності і довговічності пристрою. Компонівка друкованого вузла пристрою включає оптимальне розміщення компонентів на друкованій платі з урахуванням мінімізації перехресних завад та забезпечення ефективного охолодження.

Спеціальна частина фокусується на використанні сучасних засобів автоматизованого проектування (САПР): обґрунтування використання та вибору САПР для проектування включає огляд доступних систем автоматизованого проектування, вибір оптимальної з них для даного проекту з врахуванням специфіки завдання. Опис створення 3D плати виробу передбачає процес моделювання друкованої плати в 3D середовищі, що дозволяє візуалізувати кінцевий продукт, виявити потенційні помилки на етапі проектування та оптимізувати конструкцію.

ANNOTATION

Ogненко S.O. "Development of a low-interference stereo amplifier." Bachelor's qualification work// Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, faculty of applied information technologies and electrical engineering, group RAs-41, //Ternopil, 2024. //p.-55, fig.-30, bibliography,-25, add. - 7.

Key words: AUDIO FREQUENCY, AMPLIFIER, OUTPUT CASCADE, TRANSISTOR CASCADE, GAIN FACTOR.

This work is devoted to the development of the design of the stereo amplifier, which includes a detailed analysis of the technical task, design and calculation of electrical parameters, selection of the component base and creation of a 3D model of the printed circuit board. The main part covers several key stages of design: analysis of the technical task, analysis of the structural diagram of the product, description of the principle of operation of the electrical schematic diagram and its analysis, design and calculation of the nodes of the electrical schematic diagram of the device.

In the process of analyzing the technical task, the requirements for the stereo amplifier, its functional and technical characteristics, as well as limitations and operating conditions are determined. The analysis of the structural diagram of the product includes consideration of the main blocks of the device, their functional purpose and interaction with each other. The description of the principle of operation of the circuit of the electrical principle and its analysis involves the analysis of the main principles of operation of the stereo amplifier, the functioning of its cascades and the analysis of the efficiency of the circuit.

The design and calculation of the nodes of the electrical schematic diagram of the device includes the calculation of the electrical parameters of individual stages, the detailed calculation of the parameters of each of the amplifier stages to ensure optimal operation, as well as the calculation of the parameters of the printed circuit board, which includes the calculation of the physical parameters of the printed circuit board, tracing and placement of components. The selection and

justification of the component base involves the selection of components that meet the technical requirements, justification of their use and ensuring the reliability and durability of the device. The layout of the printed unit of the device includes the optimal placement of components on the printed circuit board, taking into account the minimization of cross interference and ensuring effective cooling.

The special part focuses on the use of modern automated design tools (CAD): the rationale for the use and choice of CAD for design includes an overview of available automated design systems, choosing the optimal one for a given project, taking into account the specifics of the task. The description of the creation of a 3D product board involves the process of modeling a printed circuit board in a 3D environment, which allows you to visualize the final product, identify potential errors at the design stage, and optimize the design.

Зміст

Вступ.....	
1. Основна частина	
1.1 Аналіз технічного завдання	
1.2 Аналіз структурної схеми виробу	
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	
1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.....	
1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	
1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу.....	
1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази.....	
1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою.....	
1.7 Висновок до розділу 1.....	
2. Спеціальна частина.....	
2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	
2.2 Опис створення 3D плати виробу.....	
2.3 Висновок до розділу 2.....	
3. Охорона праці та безпека життєдіяльності	
3.1 Класифікація небезпек за джерелом походження	
3.2 Вплив вібрації на організм людини.....	
3.3 Висновок до розділу 3.....	
Висновки.....	
Список використаних джерел.....	
Додатки.....	

					ОСО 2.002.001 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Стереопідсилювач з низьким рівнем завад Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушіє
Розроб.		Огненко						
Перевір.		Химич					5	
Рецензент						ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр.РАС-41 м. Тернопіль		
Н. Контр.								
Затверд.								

Вступ

Актуальність роботи у сучасному світі аудіотехніка займає важливе місце в житті багатьох людей. Від домашніх аудіосистем до професійного звукового обладнання, потреба в якісному відтворенні звуку постійно зростає. Розробка стереопідсилювача відповідає на цей попит, дозволяючи покращити якість звукового сигналу.

Технологічні інновації: Технології, що використовуються в аудіопідсилювачах, постійно розвиваються. Включення новітніх компонентів, цифрових технологій та інноваційних схемотехнічних рішень може значно покращити продуктивність і функціональність стереопідсилювачів. Дослідження в цій галузі можуть призвести до створення більш енергоефективних та високопродуктивних пристроїв.

Ступінь наукової розробки. Розробка стереопідсилювача вимагає знань з різних областей електроніки, включаючи аналогову схемотехніку, цифрові технології, обробку сигналів та електромагнітну сумісність.

Проектування стереопідсилювача включає як теоретичне обґрунтування (аналіз технічного завдання, розрахунки параметрів), так і практичну частину (створення прототипу, тестування, оптимізація).

З розвитком ринку персональної електроніки та підвищенням попиту на якісні аудіосистеми зростає актуальність розробки нових моделей стереопідсилювачів, які забезпечують високоякісне відтворення звуку.

Метою кваліфікаційної роботи є виконання пакету креслень таких як Е1, Е3, плати друкованої та вузла друкованого, а також пояснювальної записки до проєктованого пристрою та розрахунок його собівартості та економічної ефективності.

Об'єкт є схема принципова стереопідсилювача та опис принципу його роботи та удосконалення даної схеми шляхом доробки схеми принципової.

Предмет є схема електрична принципова пристрою та опис схеми згідно завдання.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практичне значення одержаних результатів стереопідсилювачі мають широке практичне застосування в різних сферах, від домашніх аудіосистем до професійного звукового обладнання, концертної техніки, автомобільної аудіосистеми та багатьох інших областей. Розробка ефективного стереопідсилювача може знайти застосування в різних галузях, що підвищує цінність такої дипломної роботи.

					<i>ОСО 2.002.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

Напруга живлення В	50;
Струм навантаження А.....	3;
Коефіцієнт корисної дії %	90;
Номінальна потужність Вт	200;
Напруга живлення мікросхем В	5;
Кількість каналів.....	1;
Опір навантаження Ом	4/8;
Маса,кг	1;
Габаритні розміри,мм	273x165x65;
Середньорічне значення відносної вологості, при 15°C ,%.....	75;
Діапазон робочих температур°C.....	-60...+40;
Атмосферний тиск, не більше кПа.....	106,7.

1.2 Аналіз структурної схеми виробу

Даний прилад живиться напругою ~220-240В. Напруга поступає на блок живлення. Після чого напруга надходить на попередній та вихідний каскади. Також прилад має вхід та вихід навантаження. З двополярного блока живлення надходить напруга на схему +50В, на вхід поступає сигнал з відтворюючого пристрою та надходить на попередній каскад підсилення VT3, VT7. Вихідний каскад VT9, VT10. До виходу підключається навантаження в якості динаміка або гучномовця.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

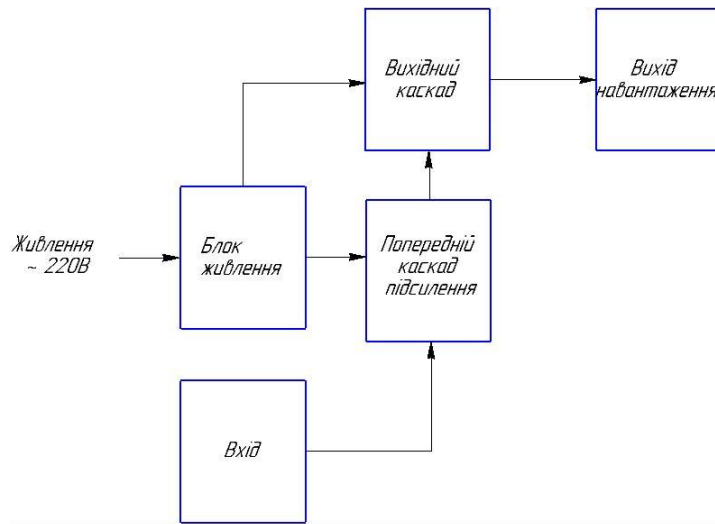


Рисунок 1.1-Схема стереопідсилювача

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Схема даного підсилювача - це одна з версій професійного підсилювача для озвучування концертів і відкритих майданчиків IRAUDAMP. Вихідна потужність підсилювача безпосередньо залежить від напруги живлення і може досягати 200 Вт з одного каналу.

Схема складається з двох частин:

- 1) Підсилювача звукової частоти;
- 2) Блока живлення.

Плавний запуск в даній схемі служить для гасіння великих струмів при включенні джерела живлення в мережу.

При включенні в мережу, починається зарядка великої місткості електролітичного конденсатора C24, а також електролітів у вихідному каскаді C36-C37, C42-C45. Суть роботи плавного запуску наступна, при включенні джерела харчування в мережу, весь струм протікає через резистор R24, тим самим розсіюючи надлишки у вигляді тепла в атмосферу. Як тільки всі ємності зарядилися (пройшли перехідні процеси), замикаються контакти реле K1, і весь струм починає текти що через резистор R24 а через замкнуті контакти реле K1. Тимчасова затримка спрацювання реле задається тимчасовозадаючим конденсатором C18. VD5 є випрямним мостом для живлення плавного запуску. VD9 стабілітрон на 13 В для живлення реле K1.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перейдемо до самого джерела живлення. Резистор R13 обмежує струм живлення самого драйвера ir2153, тобто через нього живиться драйвер. VD10 є однопівперіодним випрямлячем живлення драйвера.

Ємність C17 і резистор R14 задають частоту генерації драйвера ir2153. Номінали C17 і R14 зазначені на схемі сприяють генерації прямокутних імпульсів з частотою 43-44кГц.

На транзисторах VT1, VT2, R9, R10 зібраний тригер захисту. R34 є датчиком струму. На ньому зовсім невелике падіння напруги, і при збільшенні струму у вторинній обмотці, струм первинної обмотки теж збільшується, збільшується і падіння напруги на резисторі R34. Через підлаштування резистор R31 струм надходить на базу транзистора VT1, і при досягненні певної напруги база-емітер приблизно 0,6 Вольт транзистор відкривається. Через відкритий транзистор VT1 і резистор R9 починає протікати невеликий струм, який відкриває транзистор VT2, через даний транзистор і резистор R10 живлення драйвера зашунтує. Драйвер припиняє роботу, струм падає в обмотках трансформатора, транзистор VT1 закривається. Живлення на драйвері знову з'являється, так як закритий транзистор VT1, а отже і VT2, і живлення драйвера вже не зашунтуване.

Варистор RK1 захищає схему від стрибків напруги. При стрибку напруги (напруга спрацьовування MYG14-431 становить 430В при струмі 1 мА) опір варистора миттєво зменшується, відключає ланцюг живлення схеми, перегорає запобіжник, обриваючи мережеве живлення. Дросель T1 служить для придушення високочастотних перешкод на вході.

Підсилювач має захист від короткого замикання на виході, спрацьовує вона за рахунок падіння напруги на резисторі R39-R41.

Захист від постійного струму на виході, а трапитися це може при виході одного з транзисторів VT9 або VT10, організувати по засобом розриву контакту шляхом перегорання запобіжника, через який напруга подається на динамічну головку (динамік).

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спрацьовує вона наступним чином:

В разі якщо з'являється постійна складова на виході даного підсилювача, то відкривається один з тиристорів VS1 або VS2, в залежності від полярності прикладеної напруги, тим самим відкривається симістор VS3, який замикає вихід підсилювача на загальний, запобіжник перегорає і ланцюг розмикається, як правило згорають відразу два запобіжники, один на виході підсилювача FU2 і один з FU1 або FU3.

Несуча частота виставляється підлаштуванням резистором R15, вона повинна бути не вище 450кГц, так як домогтися стійкої роботи підсилювача на цій і більших частотах вельми не просто, схема стає не стійкою, а так само зростають похибки динамічних втрат. В результаті підсилювач може працювати на невеликій вихідній потужності стабільно, а при збільшенні - самозбуджуватися і вийти з ладу. Так що настійно не рекомендую перевищувати цей поріг по частоті. Оптимальною є частота в межах 200кГц-400кГц.

Використання підсилювачів класу D розв'язує питання підвищення коефіцієнта корисної дії, проте виникає ряд труднощів, а саме :

1) забезпечення роботи підсилювального елемента у ключовому режимі вимагає введення до структури підсилювача блоку широтної або частотної модуляції підсилювального сигналу;

2) прямокутні імпульси, сформовані модулятором, займають досить широкий спектр, отже, діапазон підсилюваних частот підсилювачів імпульсів повинен бути достатньо широким;

3) робота підсилювального елемента у ключовому режимі приводить до збільшення величини нелінійних спотворень;

4) комутація потужних сигналів ключовим елементом зумовлює виникнення значного рівня перешкод, що погіршує роботу самого підсилювача й погіршує умови електромагнітної сумісності з іншими приладами. На структурному рівні підсилювач класу D має наступний вигляд :

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

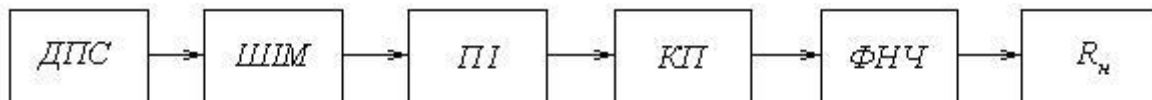


Рисунок 1.2- Структурна схема підсилювача потужності класу D.

ДПС – джерело підсилюваного сигналу; ШІМ – широтно-імпульсний модулятор; ПІ – підсилювач імпульсів; КП – ключовий підсилювач; ФНЧ – фільтр низької частоти; R_n - навантаження.

Широтноімпульсний модулятор перетворює вхідний сигнал у послідовність прямокутних імпульсів однакової амплітуди, але різної тривалості. Підсилюваний сигнал, відразу після широтнімпульсної модуляції (ШІМ), подається на підсилювач імпульсів який підсилює амплітуду прямокутних імпульсів до необхідного значення. Для ефективного керування потужним транзистором використовують підсилювач імпульсів. Крім збільшення амплітуди імпульсної послідовності за допомогою ПІ можна покращити фронт та зріз імпульсу, що сприяє зростанню ККД оскільки транзистори ключового підсилювача меншу частину часу будуть знаходитись в активній області тобто області в якій розсіювана на транзисторах КП потужність суттєво зростає.

ФНЧ виконує функцію своєрідного демодулятора, тобто функцію виділення корисного сигналу з послідовності прямокутних імпульсів[1].

1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.

В даному пункті виконуємо електричний розрахунок випрямляючого моста на діодах VD1-VD4 та ємнісного згладжувального фільтра на конденсаторі C2. Нижче приведена схеми електрична принципова випрямляча і ємнісного фільтра, який зображений на рисунку 1.3:

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

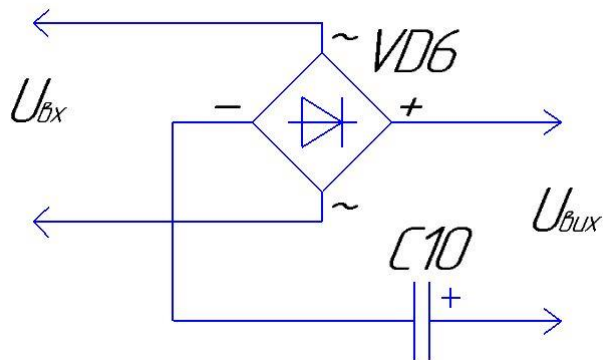


Рисунок 1.3- Схема електрична принципова випрямляча та ємнісного фільтра

Вихідні дані для розрахунку:

- Номінальна випрямлена напруга $U_0=45\text{В}$;
- Номінальний струм навантаження $I_0=3\text{ А}$;
- Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03\text{ \%}$;

Визначення основних параметрів і вибір діодів.

$U_{зв}$ – зворотна напруга;

$I_{пр.сер}$ – середнє значення прямого струму;

I_m – амплітуда імпульсного струму.

В подальшому процесі розрахунку випрямлячів ці значення параметрів діодів уточнюються.

Таблиця 1.1 -Формули для розрахунку мостового випрямляча

$U_{зв.}$	$I_{пр.сер.}$	I_m	U_{2x}
$1,4U_{2x} \approx 1,5U_0$	$\frac{I_0}{2}$	$0,5FI_0 \approx 3,5I_0$	$\frac{1,5U_0}{1,4}$

$$U_{зв} = 1,5 \cdot U_0, \quad (1.1)$$

$$U_{зв} = 1,5 \cdot 45 = 67,5(\text{В}).$$

$$I_{пр.сер} = \frac{I_0}{2} \quad (1.2)$$

$$I_{np.cер} = \frac{3}{3} = 1(A)$$

$$I_m = 3,5 \cdot I_0 \quad (1.3)$$

$$I_m = 3,5 \cdot 1 = 3,5(A)$$

З довідника по напівпровідникових діодах вибираємо тип діода, параметри якого $U_{зв.мах}$ – максимально-допустима зворотна напруга і $I_{пр.сер.мах}$ – максимально-допустимий прямий середній струм трохи перевищують розраховані значення: $U_{зв.мах} > U_{зв}$; $I_{пр.сер.мах} > I_m$.

За розрахованими значеннями параметрів вибираємо з довідника чотири діоди типу 1N4007.

Розрахунок прямого опору випрямляючого діода за наближеною формулою:

$$r_{np} \approx \frac{U_{np.cер}}{3 \cdot I_{np.cер}}, \quad (1.4)$$

де $U_{пр.сер.}$ – середня пряма напруга діода, В (з довідника).

$$r_{np} \approx \frac{1,2}{3 \cdot 1} = 0,4(Ом) \quad (1.5)$$

Визначення активного опору фази випрямляча r за формулою:

$$r = 0,7 + 2 \cdot 0,4 = 1,5(Ом) \quad (1.6)$$

Визначення ємності конденсатора фільтра за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I_0}} \quad (1.7)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{1}{1,5 \cdot 0,03} = 22,2(мкФ)$$

Розраховуємо робочу напругу:

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{роб} = \sqrt{2}U_{2x} \quad (1.8)$$

$$U_{роб} = 2,5 \cdot 40 = 100(B)$$

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

1.4.2 Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{3A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 1,8\text{мм} \quad (1.9)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 3A$;

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 3A * 0,4\text{м}}{0,5B * 0,035\text{м}} = 2\text{мм} \quad (1.10)$$

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

$L = 0,4\text{м}$ – довжина провідника,

$U_{\text{доп}} = 0,5B$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r \quad (1.11)$$

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)

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

$d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем;

$d_{E2} = 0,9$ - для конденсаторів, резисторів, діодів, світло діодів.

$d_{E3} = 1,1$ -для підпаювання провідників, транзисторів та підстроювальних резисторів.

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d = d_{E3} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,1 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,5 \text{ мм}$$

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi \quad (1.12)$$

де $h\phi$ – товщина фольги;

$D_{1\min}$ – мінімальний ефективний діаметр площадки.

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (1.13)$$

де b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки.

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

де 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.

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

де Δd - допуск на отвір.

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

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

$$d_{\max 3} = 1,5 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

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

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

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

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

$$D_{\max 3} = 3,2 + 0,02 = 3,22 \text{ мм}$$

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

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h\phi$$

$$(1.14)$$

де $b_{1\min}$ - мінімальна ефективна ширина провідника, мм.

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

$$b_{\min} = 0,15 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,2 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (1.15)$$

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

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

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

де L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (1.16)$$

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_1) \quad (1.17)$$

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

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

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

1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Конденсатор типу b41828 "Epcos"- C1, C12, C14, C23, C25, C30..C32, C39, C41, C48, C49. Електролітичний конденсатор типу B41828 виробництва компанії Epcos (яка зараз є частиною TDK Corporation) є високоякісним компонентом, призначеним для використання в різних електронних пристроях, включаючи аудіоапаратуру, джерела живлення та інші пристрої, де потрібне стабільне і надійне згладжування напруги.

Основні характеристики електролітичного конденсатора типу B41828 "Epcos" включають:

Ємність: Електролітичні конденсатори цього типу зазвичай мають номінальні ємності, що варіюються від декількох мікрофард (μF) до декількох тисяч мікрофард, залежно від конкретної моделі та застосування.

Робоча напруга: Конденсатори цієї серії здатні працювати при різних номінальних напругах, що можуть коливатися від 6.3 В до 450 В, що дозволяє їх використовувати в широкому спектрі додатків.

Температурний діапазон: Конденсатори B41828 можуть працювати в широкому температурному діапазоні, зазвичай від -40°C до $+105^\circ\text{C}$, що робить їх придатними для використання в жорстких умовах навколишнього середовища.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміри: В залежності від номінальної ємності та напруги, розміри конденсаторів можуть варіюватися. Вони зазвичай мають циліндричну форму з висотою та діаметром, що змінюються для відповідності конкретним вимогам монтажу та застосування.

Внутрішня структура: Як і інші алюмінієві електролітичні конденсатори, моделі B41828 мають електроліт всередині та алюмінієві електроди. Вони також обладнані запобіжним вентилем або іншими засобами для запобігання пошкодженню у випадку перенапруги або перевищення температури.

Паразитні параметри: Ці конденсатори мають низький еквівалентний серійний опір (ESR), що робить їх ефективними для фільтрації та згладжування високочастотних сигналів.

Надійність і довговічність: Конденсатори серії B41828 розроблені для довготривалої надійної роботи. Вони проходять суворі випробування на витривалість та стабільність характеристик протягом всього терміну експлуатації.

Застосування: Завдяки своїм характеристикам, електролітичні конденсатори типу B41828 часто використовуються в аудіоапаратурі для згладжування і фільтрації звукових сигналів, в джерелах живлення для стабілізації напруги, а також в інших електронних схемах, де важлива стабільність і надійність електролітичних конденсаторів.

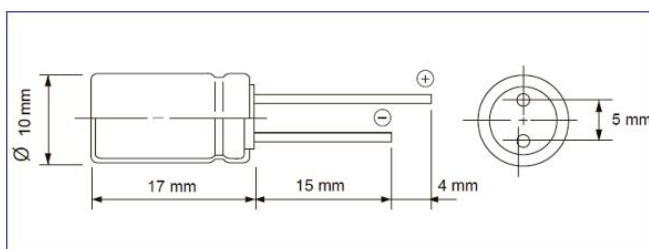


Рисунок 1.4- Габаритні розміри конденсатора типу b41828"Еrcos"

Постійні резистори типу MFP "Yageo", R1-R3, R5-R14, R16-R47. Постійні резистори типу MFP виробництва компанії Yageo є високоякісними компонентами, призначеними для використання в різних електронних пристроях. Вони широко використовуються завдяки своїм стабільним

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеристикам, високій надійності та довговічності. Нижче наведені основні характеристики та властивості постійних резисторів типу MFP "Yageo":

Резистори MFP виготовлені з металоплівкового матеріалу, що забезпечує високу точність та стабільність опору.

Металоплівкова структура дозволяє досягти низького температурного коефіцієнта опору (TCR), що означає мінімальні зміни опору при зміні температури.

Доступні в широкому діапазоні опорів, зазвичай від декількох омів до декількох мегаомів, що дозволяє використовувати їх у різних електронних схемах.

Резистори MFP мають високу точність номінальних значень опору з допуском, зазвичай $\pm 1\%$, $\pm 0.5\%$ або навіть $\pm 0.1\%$, що забезпечує точність і стабільність роботи електронних схем.

Залежно від розміру і конструкції, ці резистори можуть розсіювати різні рівні потужності, зазвичай від 1/8 Вт до 1 Вт. Це дозволяє використовувати їх в схемах з різними вимогами до розсіюваної потужності.

Металоплівкові резистори типу MFP мають низький TCR, зазвичай в діапазоні від ± 50 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ до ± 100 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, що означає високу стабільність опору при зміні температури.

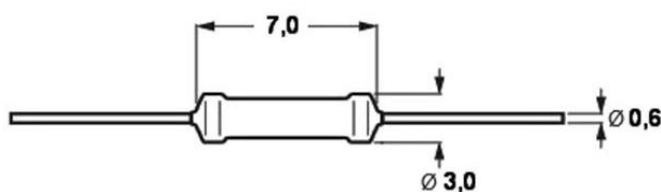


Рисунок 1.5- Габаритні розміри резисторів

Конденсатор B37979 "Epcos"- C2-C11, C13, C15, C20, C22, C26, C27, C29, C33, C34, C38, C40, C46, C47. Конденсатор B37979 від Epcos (тепер частина TDK Corporation) є високоякісним керамічним (Surface Mount Device) конденсатором, призначеним для широкого спектра застосувань в електроніці.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

B37979 є багатошаровим керамічним конденсатором (MLCC), який характеризується своєю компактністю і високою ємністю в порівнянні з іншими типами конденсаторів.

Конденсатори серії B37979 доступні в різних номінальних ємностях, зазвичай від декількох пікофарад (pF) до кількох мікрофарад (μF).

Допуск на ємність може бути різним, зазвичай в діапазоні $\pm 5\%$, $\pm 10\%$, $\pm 20\%$ або навіть більш точні варіанти для спеціалізованих застосувань.

Номінальна робоча напруга для конденсаторів B37979 варіюється залежно від конкретної моделі, зазвичай від 16 В до 100 В, що дозволяє використовувати їх у широкому діапазоні електронних схем.

Керамічні конденсатори типу B37979 мають стабільний температурний коефіцієнт, що забезпечує надійні електричні характеристики в широкому діапазоні температур.

Зазвичай ці конденсатори можуть працювати в температурному діапазоні від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$, що дозволяє використовувати їх у багатьох промислових і комерційних додатках.

Мають низький еквівалентний серійний опір (ESR) і низькі втрати, що робить їх придатними для високочастотних застосувань і згладжування пульсацій.

Використовуються у фільтрах, резонансних схемах, обробці сигналів, в джерелах живлення для згладжування напруги, в схемах розподілу живлення, а також в різних цифрових і аналогових додатках.

Ідеальні для використання в мобільних пристроях, побутовій електроніці, медичному обладнанні, автомобільній електроніці та телекомунікаційному обладнанні.

Конденсатори серії B37979 відзначаються високою надійністю і довговічністю завдяки якості матеріалів і технології виробництва.

Вони проходять суворі тести на витривалість і стабільність, що гарантує їх тривалу стабільну роботу.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

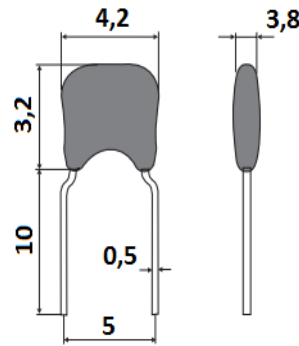


Рисунок 1.6- Габаритні розміри b37979 "Epcos"

Перемикач - PSM7-1-0 -SA1. Перемикач PSM7-1-0 є компонентом, який використовується для управління електричними схемами шляхом відкриття або закриття електричних контурів. Ось деякі характеристики та властивості цього перемикача:

PSM7-1-0 - це однополюсний однострунний мікроперемикач, що має одну контактну групу.

Цей перемикач має компактну конструкцію, що дозволяє легко встановлювати його на друкованих платах або в корпусах пристроїв.

PSM7-1-0 має номінальний струм і напругу, які визначаються конкретним варіантом перемикача. Ці значення можуть варіюватися залежно від виробника та моделі.

Зазвичай цей перемикач має один пересувний контакт, який перемикається між двома фіксованими контактами для відкриття або закриття електричного контуру.

Цей перемикач може бути змонтований на друкованій платі (SMD або THT), або він може мати кінцеві виводи для монтажу за допомогою кабелю або проводів.

PSM7-1-0 може мати різні механізми перемикання, такі як кнопки, ручки або рукоятки, залежно від призначення та застосування.

Цей перемикач може використовуватися в широкому спектрі електричних пристроїв та схем, включаючи аудіоапаратуру, електроніку автомобілів, побутові пристрої, вимикачі та багато іншого.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Узагальнюючи, перемикач PSM7-1-0 є однополюсним однострунним мікроперемикачем, який забезпечує зручне управління електричними схемами в різних пристроях та застосуваннях. Він доступний у різних конфігураціях і може бути легко інтегрований в різні типи електроніки.

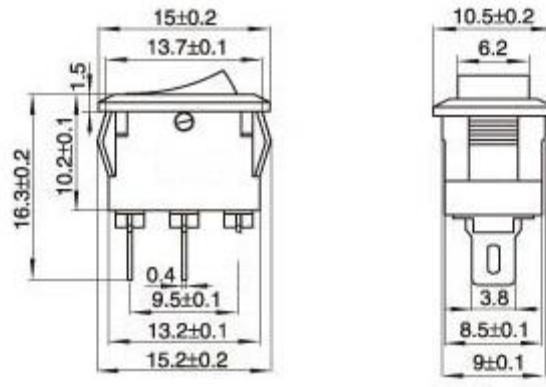


Рисунок 1.7- Габаритні розміри перемикача

Запобіжник ZH214-015-FU1-FU3.

Запобіжник ZH214-015 - це електричний захистний пристрій, який використовується для захисту електричних схем від перевищення струму або короткого замикання. Ось основні характеристики та властивості цього запобіжника:

ZH214-015 - це плавкий (плавкий) запобіжник, який складається з провідного дроту або стрічки, вкленої в трубку з кераміки або скла, яка розривається при перевищенні струму.

Запобіжник ZH214-015 має номінальний струм, який визначається його розмірами та характеристиками. Номінальний струм вказує на максимальний струм, при якому запобіжник залишиться цілим.

Запобіжник також має номінальну напругу, яка визначає максимальну напругу, яку він може безпечно вимкнути або перервати.

Запобіжники можуть мати різні специфікації та розміри в залежності від виробника і моделі. Розміри можуть бути вказані в стандартних одиницях вимірювання, таких як міліметри або дюйми.

Запобіжники ZH214-015 використовуються в електричних схемах для захисту від перевищення струму або короткого замикання. Вони можуть бути

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використані у широкому спектрі пристроїв та застосувань, від домашньої електроніки до промислових систем.

Запобіжники розроблені для забезпечення безпеки електричних схем і пристроїв, що вони захищають. Вони проходять випробування на надійність та відповідають відповідним стандартам безпеки.

Загалом, запобіжник ZH214-015 є важливим компонентом для захисту електричних схем від перевантажень та коротких замикань, і його вибір залежить від конкретних потреб і характеристик електричної системи.

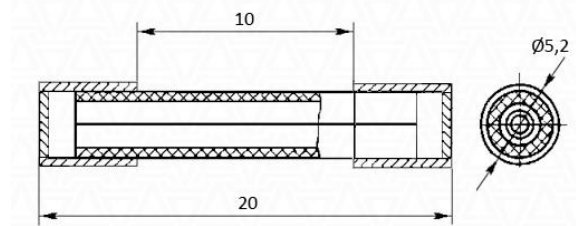


Рисунок 1.8- Габаритні розміри запобіжника ZH214-015

Світлодіод L-1503GT -HL 1-HL2 (рисунок 1.9). Світлодіод L-1503GT - це світлодіодний елемент, який випускається виробником Kingbright Corporation. Ось деякі основні характеристики та властивості цього світлодіода:

L-1503GT є світлодіодом зеленого кольору. Колір зазначається в коді "GT", що вказує на зелений колір (Green).

Цей світлодіод може мати тип монтажу Surface Mount Device (SMD) або Through-Hole (THT), в залежності від конкретної моделі та застосування.

L-1503GT має робочий діапазон температур, в якому він може ефективно працювати. Це може бути від -40°C до +85°C або інші значення, вказані в технічних характеристиках.

Світлодіоди зеленого кольору, подібні до L-1503GT, застосовуються у широкому спектрі пристроїв та застосувань, таких як світлодіодні індикатори, дисплеї, підсвічування, сигнальні лампи тощо.

Виробники зазвичай надають дані про сертифікацію та тести на відповідність, що свідчить про надійність і довговічність світлодіода. Важливо враховувати ці параметри при виборі компонентів для проектів.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загалом, світлодіод L-1503GT є компактним, яскравим та енергоефективним елементом, який може бути успішно використаний у різних електронних пристроях і системах для підсвічування та сигналізації.

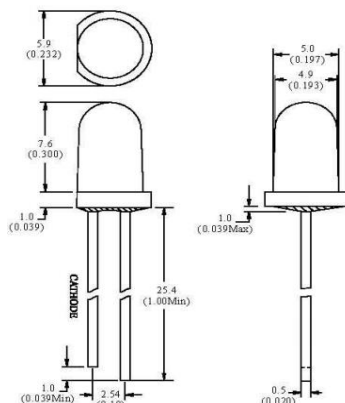


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри світлодіода L-1503GT

У прилад входить підстроювальний резистор R4, R15 -3296P-1-102LF для регулювання та підстроювання напруги пристрою.

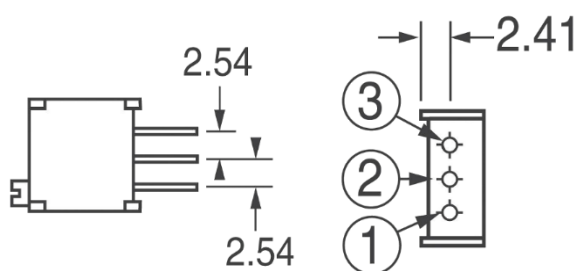


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри резистора 3296P-1-102LF

Резистор 3296P-1-102LF є потенціометром, який має наступні основні параметри:

1. Опір: 1 кОм (1000 Ом)
2. Точність: $\pm 10\%$
3. Максимальна потужність розсіювання: 0.5 Вт
4. Максимальна робоча напруга: 250 В
5. Робоча температура: від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$
6. Форм-фактор: Триммер-потенціометр (регулюється за допомогою викрутки)

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Розміри: 9.53 мм x 4.83 мм x 8.89 мм
8. Кількість повних обертів для налаштування: 25
9. Тип монтажу: Через отвори (through-hole)
10. Матеріал корпусу: Пластик з металевими контактами
11. Модельний номер: 3296P-1-102LF

Цей резистор часто використовується для точного налаштування опору в електронних схемах.

Оптрон МОС3023-U1 застосовується для управління сімісторний і тиристорними ключами.

Оптрон МОС3023 є оптопарою з тиристором (тріаком) на виході, яка використовується для керування змінним струмом. Основні параметри цього оптрона включають:

1. Максимальна напруга ізоляції: 7500 В
2. Тип виходу: Тріак (TRIAC)
3. Максимальна напруга навантаження: 400 В (V_{DRM})
4. Максимальний струм навантаження: 100 мА (I_{TSM})
5. Вхідний струм для увімкнення (I_F): 10 мА
6. Максимальна вхідна напруга (V_F): 1.3 В
7. Час увімкнення та вимкнення: Макс. 100 мкс
8. Робоча температура: від -40°C до +85°C
9. Тип монтажу: Поверхневий монтаж (SMD) або крізь отвори (DIP-6)
10. Пакет: 6-контактний DIP (Dual Inline Package)
11. Ізоляційна напруга: 7500 В
12. Чутливість: Можливість керування тріаком при низькому струмі вводу

МОС3023 використовується для безконтактного керування потужними змінними навантаженнями, такими як лампи, двигуни, нагрівачі і інші пристрої, що працюють на змінному струмі.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

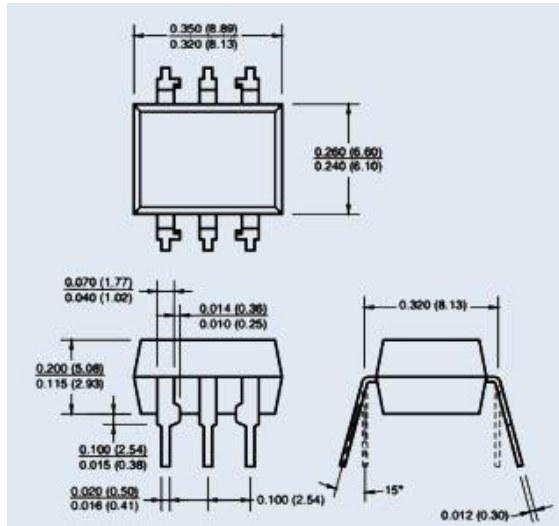


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри оптрона

TL072CN - DA1. TL072CN - це високоякісний біполярний операційний підсилювач (операційний підсилювач) з двома незалежними, низькопотвореними, високоімпедансними входами та низьким струмом споживання. TL072CN широко використовується в аудіоелектроніці, вимірювальних приладах, функціональних генераторах, фільтрах, імпедансних перетворювачах та багатьох інших схемах, де потрібен точний та стабільний підсилювач.

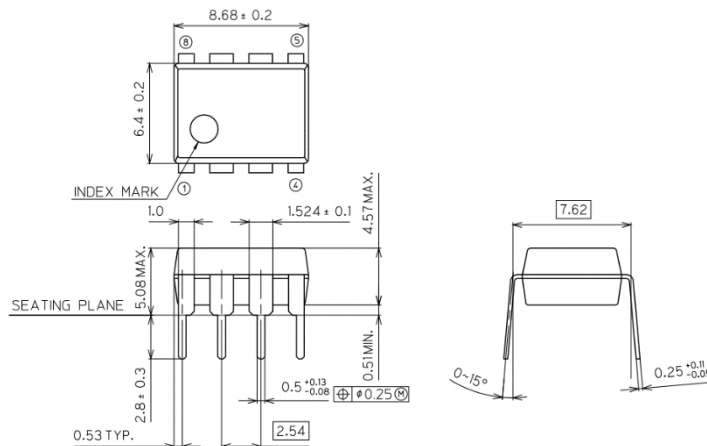


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри мікросхеми TL072CN

Мікросхема sn74ac00n "texas instruments" - DA2,DA4- представляють собою 4 логічних елемента 2і-не. Мікросхема SN74AC00N є логічною схемою, що містить чотири двовходових елементи NAND. Ось основні параметри цієї мікросхеми:

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Тип мікросхеми: Чотири двовходові логічні елементи NAND
2. Технологія: Advanced CMOS (AC)
3. Напруга живлення (V_{CC}): 2 В до 6 В
4. Максимальна напруга на вході (V_I): -0.5 В до $V_{CC} + 0.5$ В
5. Максимальний вихідний струм (I_O): ± 50 мА
6. Розсіювана потужність (P_d): 750 мВт
7. Час затримки поширення (t_{pd}):
 - При $V_{CC} = 5$ В: 5.5 нс (типово)
8. Вхідний струм при високому рівні (I_{IH}): 1 μ А макс.
9. Вхідний струм при низькому рівні (I_{IL}): -1 μ А макс.
10. Вихідний струм при високому рівні (I_{OH}): -24 мА при $V_{CC} = 5$ В
11. Вихідний струм при низькому рівні (I_{OL}): 24 мА при $V_{CC} = 5$ В
12. Робочий температурний діапазон: від -40°C до +85°C
13. Тип корпусу: 14-контактний DIP (Dual Inline Package)
14. Поточне споживання (I_{CC}):
 - При $V_{CC} = 5.5$ В: 8 мкА макс.

Мікросхема SN74AC00N широко використовується в цифрових схемах для виконання базових логічних операцій. Завдяки низькому споживанню потужності та високій швидкості роботи, вона є ефективним рішенням для різних застосувань у цифровій електроніці.

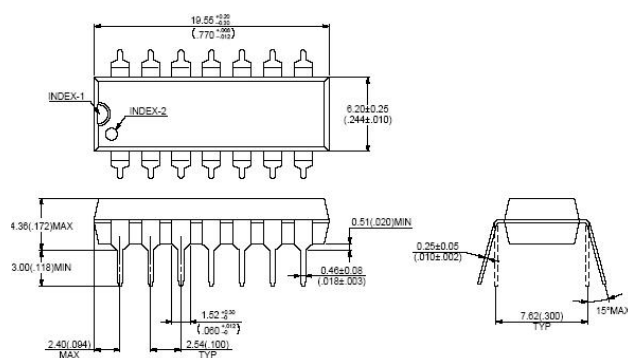


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри мікросхеми SN74AC00N

Мікросхема L78L05ABZ – DA3. Мікросхема L78L05ABZ - це лінійний стабілізатор напруги, який забезпечує постійну напругу на виході незалежно

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

від змін напруги живлення. Ось деякі ключові характеристики та властивості цієї мікросхеми:

L78L05ABZ забезпечує сталу вихідну напругу 5 Вольт. Ця напруга відповідає стандартному значенню для джерел живлення логічних схем та інших електронних пристроїв.

Мікросхема має вбудовані заходи захисту, такі як захист від перевантаження, захист від короткого замикання та захист від перенапруги.

L78L05ABZ може працювати в широкому діапазоні температур, зазвичай від -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$, що робить його придатним для використання в різноманітних умовах.

Мікросхема L78L05ABZ широко використовується в електронних пристроях, які потребують стабільного джерела живлення з фіксованою напругою, таких як вбудовані джерела живлення, аудіо пристрої, мікроконтролери, інтегровані схеми та інші електронні пристрої.

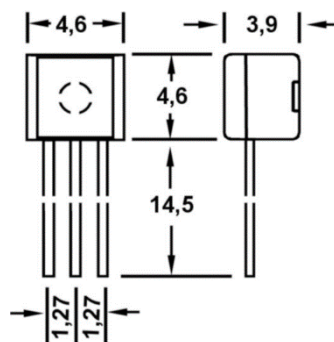


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри мікросхеми L78L05ABZ

Діод VD1-VD3 -1N4148. Діод 1N4148 - це швидкий кремнієвий діод з прямим зворотним напруговим порогом (forward voltage drop) приблизно 0.7 вольт. Ось деякі ключові характеристики та властивості цього діода:

1N4148 відомий своєю високою швидкодією, що робить його ідеальним для використання в швидкочутливих застосуваннях, таких як високочастотні вимикачі та високочастотні детектори.

Цей діод має низький прямий зворотний напруговий поріг, приблизно 0.7 вольт. Це означає, що для включення діода потрібна напруга близько 0.7 В у прямому напрямку.

1N4148 зазвичай має номінальний струм до 200 мА і напругу до 100 В, що робить його придатним для використання в багатьох різних електронних схемах.

Діод 1N4148 широко використовується у різноманітних електронних пристроях та схемах, включаючи вимикачі, випрямлячі, підсвічування, перетворювачі, генератори, фільтри, модуляційні схеми тощо.

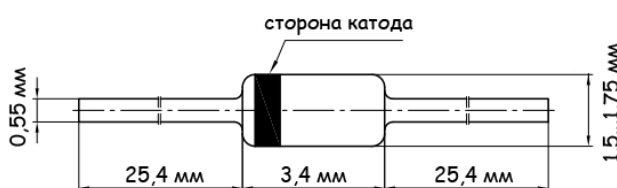


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри діода 1N4148

BZX79-C5V6.143- VD7, VD8. BZX79 - це серія стабілізованих напругових діодів з різними значеннями напруги стабілізації, які використовуються для захисту електронних схем від перевищення напруги та забезпечення стабільного живлення. Ось деякі ключові характеристики та властивості цієї серії діодів:

Діоди серії BZX79 призначені для стабілізації напруги в електричних схемах. Вони забезпечують стабільну вихідну напругу під різними умовами навантаження та змін напруги живлення.

Ця серія діодів доступна з різними значеннями напруги стабілізації, наприклад, 3.3 В, 5.1 В, 6.2 В тощо. Вибір конкретного діода залежить від потрібної напруги в конкретній електричній схемі.

Ці діоди характеризуються високою стабільністю та точністю напруги стабілізації під різними умовами температури та навантаження.

Діоди серії BZX79 мають компактний корпус, що дозволяє ефективно використовувати їх в різних електронних пристроях з обмеженим простором.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці діоди широко використовуються в електронних схемах для стабілізації напруги та захисту від перенапруги, таких як блоки живлення, перетворювачі напруги, датчики, фільтри та інші.

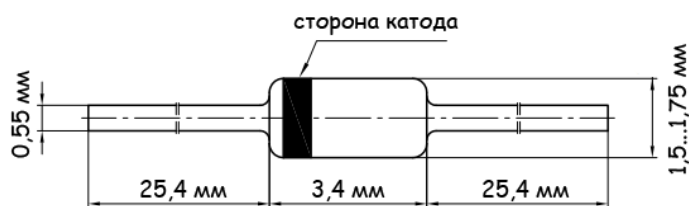


Рисунок 1.16– Габаритні розміри стабілітрона BZX79-C5V6.143

Діод 1N4007-VD13. Діод 1N4007 - це високовольтний кремнієвий діод, який часто використовується як випрямляч для перетворення змінного струму (AC) в постійний струм (DC) в електронних схемах. Він має велику напругову стійкість до 1000 вольт у зворотному напрямку та може пропускати великі струми у прямому напрямку (номінальний струм прямого проведення зазвичай становить 1 або 1.5 ампер).

Цей діод характеризується достатньою швидкодією та має компактний корпус, що полегшує монтаж на печатних платах. Він широко використовується в блоках живлення, випрямлячах, вимикачах, зарядних пристроях, датчиках тощо, де потрібно перетворення змінного струму в постійний. Діод 1N4007 є популярним та доступним компонентом для різних електронних схем, завдяки своїм високим характеристикам та надійності.

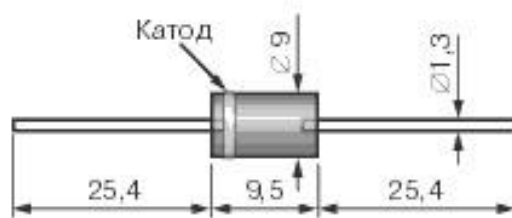


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри діода 1N4007

Діод HER157-VD14- випрямний кремнієвий. Діод HER157 - це швидкий випрямний діод, призначений для використання в високочастотних схемах. Він має високу швидкодію та низьку зворотну ємність, що дозволяє досягти ефективного використання в умовах високих частот. HER157 має велику напругову стійкість, що робить його підходящим для застосувань з високими напругами. Великий прямий струм дозволяє використовувати його в вимогливих електронних пристроях. Загальне низьке пряме напругове падіння сприяє мінімізації втрат енергії. HER157 знаходить застосування в різних електронних пристроях, таких як блоки живлення, перетворювачі, регулятори напруги та інші, де потрібно надійне та ефективне випрямлення струму.

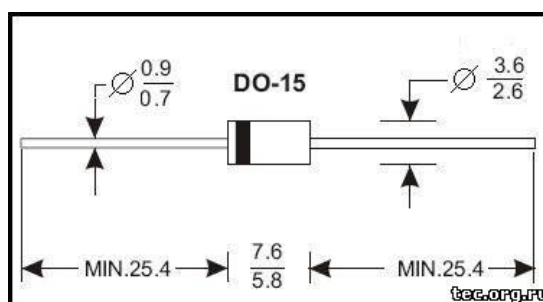


Рисунок 1.18 – Габаритні розміри діода HER157

2N5064G "ON Semiconductor"-VS1,VS2. Транзистор 2N5064G виробництва компанії "ON Semiconductor" є триаком, який використовується для управління електричним струмом у вимикачах, диммерах та інших пристроях, де необхідно керувати великими електричними навантаженнями. Основні характеристики цього триака включають високу надійність, здатність працювати з великими струмами та високими напругами, а також широкий діапазон температурного режиму роботи. Він застосовується у вимикачах світла, диммерах, регуляторах швидкості моторів та інших пристроях, де потрібно ефективне керування потужністю.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

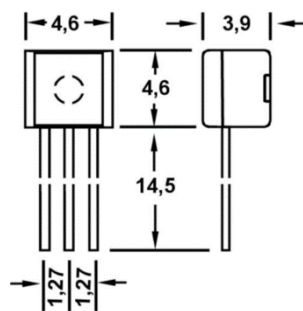


Рисунок 1.19 – Габаритні розміри тиристора 2N5064G

ВТА41-600BRG- VS3. Триак ВТА41-600BRG - це високовольтний електронний пристрій, який використовується для керування електричним струмом у різноманітних застосуваннях, таких як вимикачі, диммери, регулятори напруги та інші пристрої управління потужністю. Він має високу напругову стійкість, великий струм пропускання та низьке спадання напруги в увімкненому стані, що дозволяє ефективно використовувати його в різноманітних умовах. Завдяки широкому діапазону робочих температур та високій надійності, триак ВТА41-600BRG є популярним компонентом для застосувань, де потрібно керувати великими електричними навантаженнями.

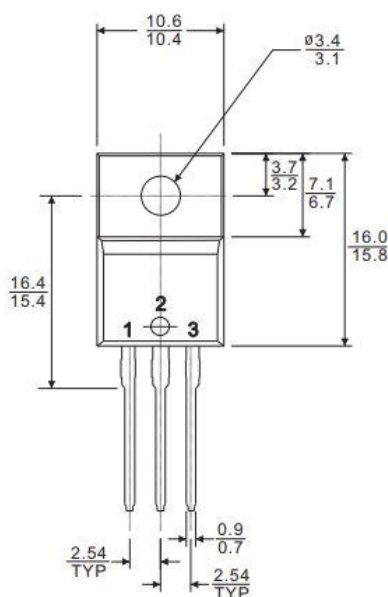


Рисунок 1.20 – Габаритні розміри симистора ВТА41-600BRG

2N5401YBU –VT3, VT8, VT11- транзистор . Транзистор 2N5401YBU - це PNP біполярний транзистор, який використовується для підсилення та комутації електричних сигналів. Він здатний підсилювати слабкі сигнали, змінюючи величину струму або напруги на виході в порівнянні з входом.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зазвичай використовується для комутації невеликих струмів та напруг, що робить його популярним у вимикачах, підсилювачах, генераторах сигналів та інших пристроях. Транзистор має типовий корпус ТО-92 або подібний, що полегшує його монтаж. Узагальнюючи, 2N5401YBU є надійним та універсальним компонентом для різноманітних електронних пристроїв.

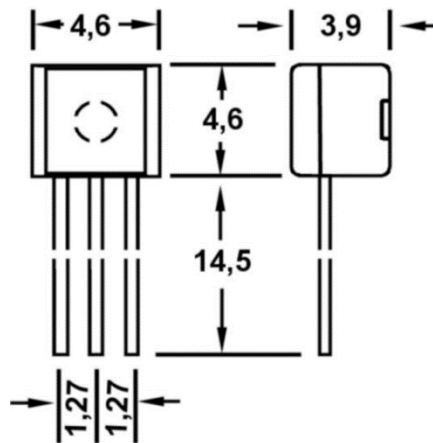


Рисунок 1.21 – Габаритні розміри транзистора 2N5401YBU

MJE13007G "ON Semiconductor"-VT7- транзистор. Транзистор MJE13007G є силовим NPN біполярним транзистором, який зазвичай використовується в додатках з високою напругою і потужністю, таких як імпульсні джерела живлення та інші схеми перетворення енергії. Ось основні параметри цього транзистора:

1. Тип транзистора: NPN біполярний транзистор
2. Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce0}): 400 В
3. Максимальна напруга колектор-база (V_{cb0}): 700 В
4. Максимальна напруга емітер-база (V_{eb0}): 9 В
5. Максимальний постійний струм колектора (I_c): 8 А
6. Піковий колекторний струм (I_{cm}): 16 А
7. Максимальна потужність розсіювання (P_{tot}): 80 Вт
8. Посилення струму постійного струму (h_{FE}):
 - При $I_c = 2$ А і $V_{ce} = 5$ В: 8 - 40
9. Час вимкнення (T_f): 0.5 мкс (типово)
10. Час увімкнення (T_{on}): 0.4 мкс (типово)

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Максимальна робоча температура переходу (T_j): 150°C
12. Корпус: TO-220
13. Тепловий опір переход-корпус (R_{thJC}): 1.56°C/Вт

Цей транзистор MJE13007G призначений для застосувань, що вимагають високої надійності і стабільності при роботі з високими струмами та напругами. Він часто використовується в схемах комутації, джерелах живлення, а також в схемах підсилення потужності.

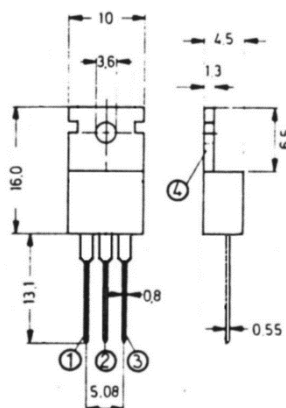


Рисунок 1.22 – Габаритні розміри транзистора MJE13007G

IRFB38N20DPBF "IR" -VT9,VT10 N канальний польовий транзистор. Транзистор IRFB38N20DPBF є силовим N-канальним MOSFET-транзистором, який широко використовується в різних додатках, включаючи імпульсні джерела живлення, моторні приводи, та інші високопотужні схеми. Ось основні параметри цього транзистора:

1. Тип транзистора: N-канальний MOSFET
2. Максимальна напруга стік-витік (V_{ds}): 200 В
3. Максимальна напруга затвор-витік (V_{gs}): ± 20 В
4. Максимальний безперервний струм стоку (I_d): 38 А при температурі корпусу 25°C
5. Максимальний імпульсний струм стоку (I_{dm}): 152 А
6. Максимальна потужність розсіювання (P_{tot}): 200 Вт

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Опір стік-витік ($R_{ds(on)}$): 0.060 Ом при $V_{gs} = 10\text{ В}$
8. Порогова напруга затвора ($V_{gs(th)}$): 2 В - 4 В
9. Заряд затвора (Q_g): 110 нКл (типово) при $V_{gs} = 10\text{ В}$
10. Час увімкнення (T_{on}): 45 нс (типово)
11. Час вимкнення (T_{off}): 39 нс (типово)
12. Робочий температурний діапазон: від -55°C до $+175^{\circ}\text{C}$
13. Корпус: TO-220AB
14. Тепловий опір перехід-корпус (R_{thJC}): 0.75°C/Вт .

Цей MOSFET транзистор IRFB38N20DPBF є високоефективним та надійним компонентом, який підходить для застосувань, що вимагають високої потужності та швидкої комутації. Завдяки низькому опору $R_{ds(on)}$ та високій пропускній здатності струму, він забезпечує мінімальні втрати енергії і високу ефективність у широкому діапазоні застосувань.

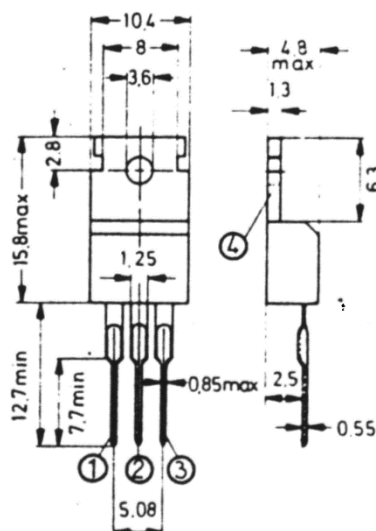


Рисунок 1.23— Габаритні розміри транзистора IRFB38N20DPBF

1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою

Компонування друкованої плати (ДП) стереопідсилювача є критичним етапом проектування, що впливає на функціональність, надійність і якість звукового сигналу. Нижче наведено ключові аспекти компонування ДП стереопідсилювача. Розміщення компонентів має велике значення для зменшення шумів і перешкод. Вхідні та вихідні сигнальні шляхи повинні

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бути якомога коротшими, щоб мінімізувати втрати та спотворення сигналу. Вхідні підсилювачі (передпідсилювачі) слід розташувати близько до входів для зменшення впливу зовнішніх перешкод. Високочастотні компоненти, такі як транзистори чи мікросхеми, повинні бути розміщені так, щоб забезпечити ефективне відведення тепла, використовуючи теплові відводи та спеціальні зони на платі.

Живлення та заземлення є важливими аспектами, що потребують особливої уваги. Шини живлення та заземлення мають бути широкими, щоб зменшити опір і запобігти падінню напруги. Роздільні шини живлення для аналогових і цифрових компонентів допомагають уникнути перехресних завад. Конденсатори фільтрації живлення слід розташувати якомога ближче до відповідних компонентів для забезпечення стабільного живлення та зменшення шумів. Компоненти слід розташовувати в логічному порядку відповідно до схеми, що забезпечить легкість монтажу та подальшого обслуговування. Наприклад, підсилювальні каскади слід розташувати послідовно, від входу до виходу.

Електромагнітна сумісність є ще одним важливим аспектом. Високочастотні та низькочастотні компоненти слід розділяти, щоб уникнути електромагнітних завад. Використання екранованих кабелів та розміщення чутливих компонентів далеко від джерел електромагнітного випромінювання допомагає зменшити рівень шумів. Тепловідведення повинно бути забезпечене для потужних компонентів, таких як вихідні транзистори або мікросхеми.

Використання радіаторів, теплових зон на платі та правильне розміщення компонентів для оптимального повітряного потоку сприяють ефективному охолодженню.

Маркування компонентів і трас дозволяє легко ідентифікувати компоненти та їх розташування на платі. Це особливо важливо для налагодження та ремонту пристрою.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання сучасних програм для автоматизованого проектування (САПР) допомагає оптимізувати компонування, мінімізуючи перехресні завади та забезпечуючи оптимальне розташування всіх елементів.

У результаті правильне компонування друкованої плати стереопідсилювача забезпечує високу якість звуку, надійність роботи та ефективне охолодження компонентів, що є ключовими факторами успішного проекту [21].

Компоновка друкованого вузла пристрою — це процес розташування електронних компонентів на печатній платі (PCB) з метою забезпечення оптимального функціонування пристрою. Основні правила та вимоги компоновки включають:

1. Електричні вимоги: Компоненти повинні бути розташовані таким чином, щоб забезпечити ефективну електричну з'єднаність між ними. Це означає мінімізацію довжини доріжок ізоляції і забезпечення низького опору внутрішнього струму.

2. Теплові вимоги: Компоненти, які генерують значну кількість тепла, повинні мати достатній простір для розсіювання тепла. Такі компоненти можуть бути розташовані ближче до радіаторів або теплових відводів.

3. Механічні вимоги: Компоненти повинні бути розташовані таким чином, щоб забезпечити мінімальний ризик механічних пошкоджень, таких як зіткнення, вібрації тощо. Крім того, потрібно враховувати монтажні отвори та розташування кріпильних елементів.

4. Ергономічні вимоги: Якщо пристрій призначений для використання людиною, то важливо розмістити компоненти так, щоб забезпечити зручний доступ до роз'ємів, перемикачів, дисплеїв тощо.

5. Електромагнітна сумісність (ЕМС): Компоненти повинні бути розташовані з урахуванням мінімізації взаємного перешкодження та електромагнітних випромінювань.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Виробничі вимоги: Компоненти повинні бути розташовані так, щоб спростити процес монтажу та тестування. Наприклад, групування компонентів за функціональністю може зменшити час монтажу.

7. Вимоги щодо витрат: Компоновка повинна бути ефективною з точки зору витрат матеріалів і виробничих процесів.

Ці вимоги повинні бути враховані на кожному етапі дизайну РСВ, від розробки схеми до остаточного розміщення компонентів на платі. Крім того, важливо проводити тестування та оптимізацію компоновки для досягнення оптимальних результатів.

1.7 Висновок до розділу 1

У розділі 1 виконано детальний аналіз технічного завдання, структурної схеми виробу та принципової схеми електричного пристрою, а також проведено проектування та розрахунок ключових вузлів схеми. Проведено всебічний розгляд вимог до пристрою, визначено основні функціональні характеристики та критерії ефективності. Встановлено, що технічне завдання охоплює всі необхідні аспекти для розробки надійного та ефективного виробу. Розглянуто структурну схему пристрою, визначено основні компоненти та їх взаємозв'язок.

Аналіз показав, що структурна схема відповідає вимогам технічного завдання і забезпечує оптимальну роботу пристрою. Детально описано принцип роботи кожного елементу схеми, проведено аналіз надійності та ефективності роботи. Встановлено, що схема є працездатною та відповідає встановленим вимогам. Виконано розрахунки основних електричних параметрів окремих каскадів, підтверджено їх відповідність технічним вимогам. Проведено розрахунки параметрів друкованого монтажу, що забезпечують оптимальну роботу пристрою при мінімальних втратах. Проведено детальний аналіз ринку компонентів, вибрано оптимальні варіанти з точки зору надійності, вартості та доступності. Обґрунтовано вибір кожного компонента з врахуванням всіх необхідних параметрів. Розроблено

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компоновку друкованого вузла, яка забезпечує мінімальні габарити та зручність монтажу.

Перевірено відповідність компоновки вимогам ергономіки та технічного завдання. Таким чином, виконані в розділі 1 аналізи та розрахунки підтверджують, що розроблений пристрій відповідає вимогам технічного завдання, має надійну та ефективну конструкцію, а обрані компоненти забезпечують його стабільну роботу.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Спеціальна частина

2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування

Посадочні місця можуть бути скопійовані з редактора ПП, скопійовані з іншої бібліотеки ПТМ або створені з ескізу за допомогою Майстра PCB Component Wizard або інструментів для малювання. Якщо у вас є проект друкованої плати з розміщеними посадочними місцями, то можна створити бібліотеку ПТМ, що містить ці посадочні місця за допомогою команди Design → Make PCB Library.

Altium Designer містить велику бібліотеку готових посадочних місць компонентів як для монтажу "в отвір", так і поверхневого монтажу. Ці ПТМ можна використовувати в своїх проектах. Бібліотеки ПТМ знаходяться в каталозі Library \ Pcb установочного каталогу Altium Designer.

Посадочні місця в цьому посібнику створюються тільки ілюстрації процесу створення і не враховують потреб, з'являється, якщо модель правильная.p / strong / рія до точності. При самостійному створенні посадочних місць користуйтеся специфікацією виробника.

При додаванні моделі до компоненту в редакторі схемних бібліотек, модель не копіюється і не зберігається в схемному компоненті, а тільки зв'язується по посиланню. Це означає, що модель повинна бути доступна не тільки під час редагування схемного компонента, а й при додаванні компонента в схему.

Під час роботи в редакторі бібліотек, посилання може вказувати на модель, розташовану в одному з наступних місць:

1. Спочатку проводиться пошук в бібліотеках, включених в поточний проект.
2. Далі пошук проводиться в встановлених і підключених бібліотеках ПТМ (крім інтегрованих бібліотек). Примітка: змінюючи порядок бібліотек в списку, можна визначати порядок пошуку.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формування посадочного місця компоненту полягає у визначенні його конструкції і розміщенні в робочому просторі редактора PCB Component Editor контактних майданчиків для електричного під'єднання, а також кресленні ліній контуру компонента.

Зазвичай лінії контуру розміщуються на шарі шовкографії Top Overlay. Контактні майданчики для монтажу компонентів зі штырьовими виводами формуються на шарі Multi-Layer. Контактні площадки для поверхнево-монтованих компонентів створюються на верхньому сигнальному шарі Top Layer.

Перед початком формування посадочних місць слід встановити потрібну систему вимірювання і налаштувати сітки проектування. Для цього активуйте команду Tools > Library Options у головному меню. Відкриється діалогове вікно Board Options. Для формування посадочних місць вітчизняних компонентів встановіть метричну систему одиниць виміру і налаштуйте три типи сіток:

Component Grid - сітка для розміщення компонентів. Виберіть значення кроку сітки по горизонталі і по вертикалі зі списку або введіть вручну.

Snap Grid - сітка захоплення. Вона призначена для розміщення графічних об'єктів, таких як лінії або вирізи. Встановіть крок цієї сітки так, щоб він був у дробовому співвідношенні з кроком сітки компонентів.

Visible Grids - дві видимі сітки, краще кратні. Вони використовуються для візуального контролю дій при розміщенні об'єктів та їх вирівнюванні.

Перейменуйте порожнє посадочне місце PCBCOMPONENT1 у панелі PCB Library.

Встановіть точку прив'язки графіки в центр графічного листа редактора посадочних місць, скориставшись комбінацією клавіш J, R.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

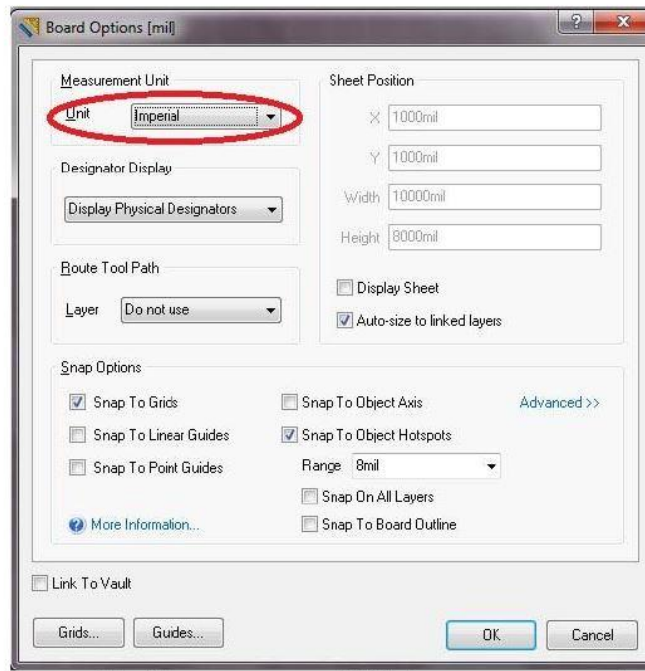


Рисунок 2.1-Налаштування редактора посадочних місць

Для створення контактної площадки (КП) в графічному редакторі, відкрийте команду Place > Pad (або скористайтесь гарячими клавішами P, P). Перш ніж зафіксувати КП на полі редактора, натисніть клавішу Tab, щоб відкрити діалогове вікно редагування параметрів. Це вікно покаже властивості контактного майданчика, Pad.

Вказуйте координати КП на полі редактора у полі Location. Зазвичай це координати 0, 0.

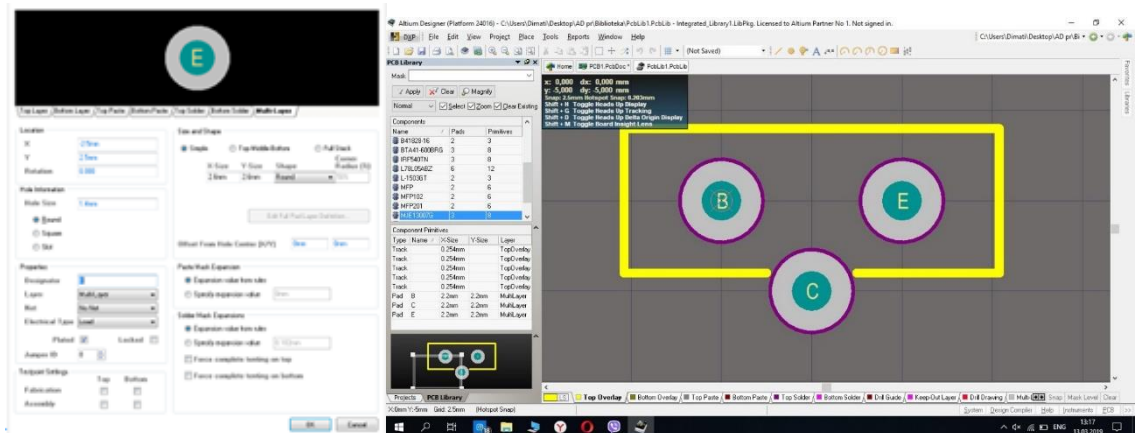
У полі Hole Information оберіть тип і розмір отвору для КП. Можливі варіанти: Round (круглий), Square (квадратний), або Slot (щілина). Наприклад, для діаметра отвору 1,4 мм оберіть Round. Це дозволить встановити стрічкове виведення транзисторів в корпусі КТ-13 без проблем.

У розділі Size and Shape виберіть форму і розміри металізації КП. Наприклад, для компонента MJE13007G оберіть круглу форму з розмірами 2,8 мм по осях X і Y.

Призначте цокольовочне позначення КП (Designator) у розділі Properties. Наприклад, висновок колектора можна позначити цифрою 1.

					ОСО 2.002.001 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Зафіксуйте сформовану КП на полі редактора, клацнувши мишею або натиснувши клавішу Enter. Після фіксації першої КП, друга та третя будуть автоматично переміщуватися за курсором, і їх можна також зафіксувати на полі редактора.



а)

б)

Рисунок 2.2 Формування ТПМ: а) властивості КП, б) результат.

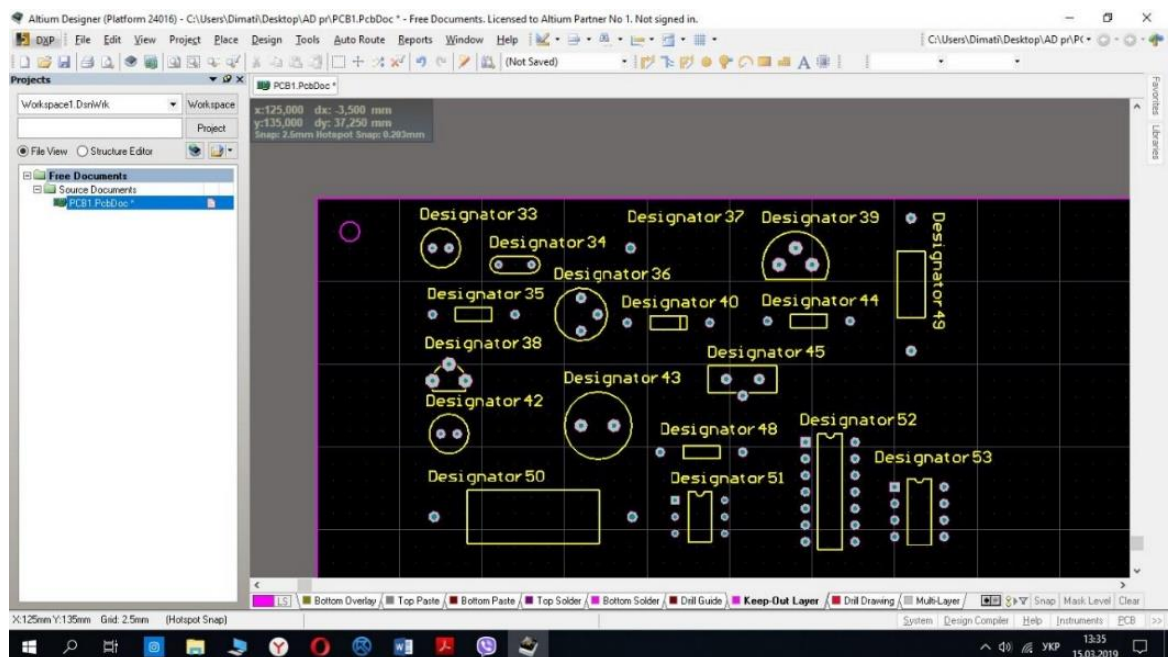


Рисунок 2.3. Зовнішній вигляд посадочних місць в AD

Необхідно відзначити, що у програмі Altium Designer процес розробки бібліотек значно спрощений, оскільки не потрібно заповнювати таблицю відповідності висновків. Однак процес розробки символу трохи ускладнений, оскільки потрібно малювати кожну клітинку складної мікросхеми окремо.

В результаті виконаної роботи були отримані посадочні місця для елементів, які будуть використовуватися при розробці друкованих плат.

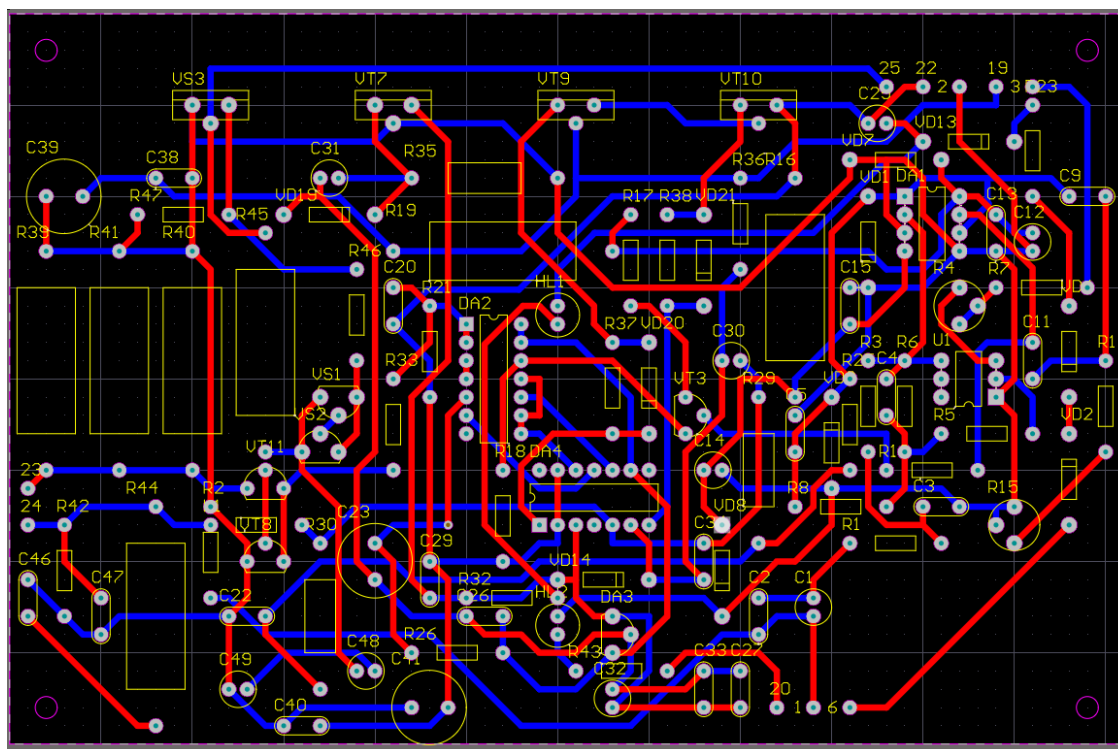


Рисунок 2.4- Друкована плата виконана в програмі Altium Designer

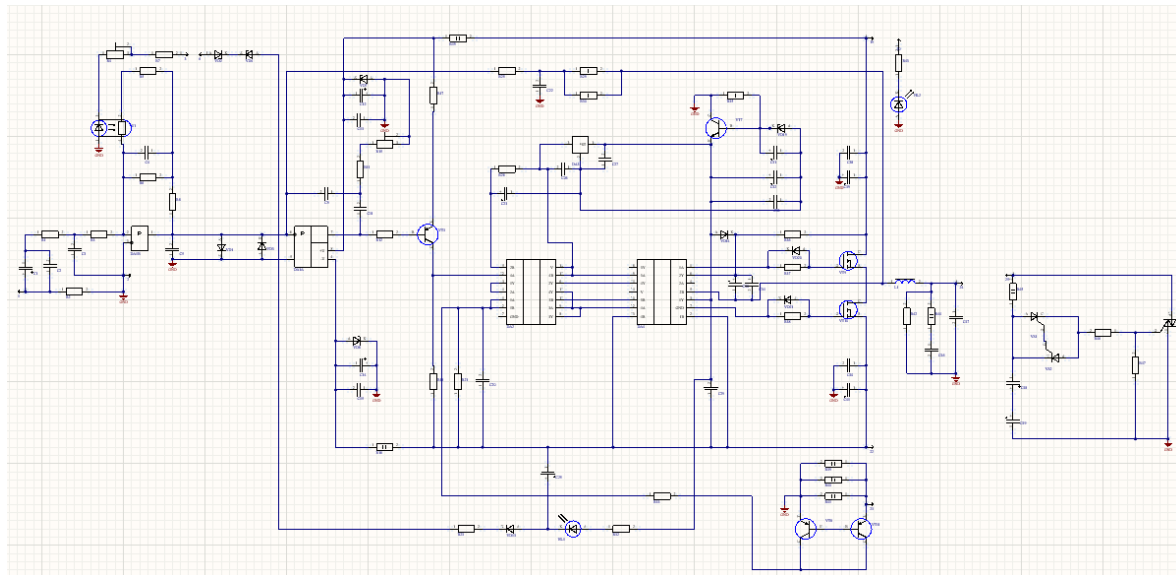


Рисунок 2.5- Схем принципова виконана в програмі Altium Designer

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ОСО 2.002.001 ПЗ

Арк.

2.2 Опис створення 3D плати виробу

3D модель друкованої плати зображена на рисунку 2.6 та рисунку 2.7 [24].

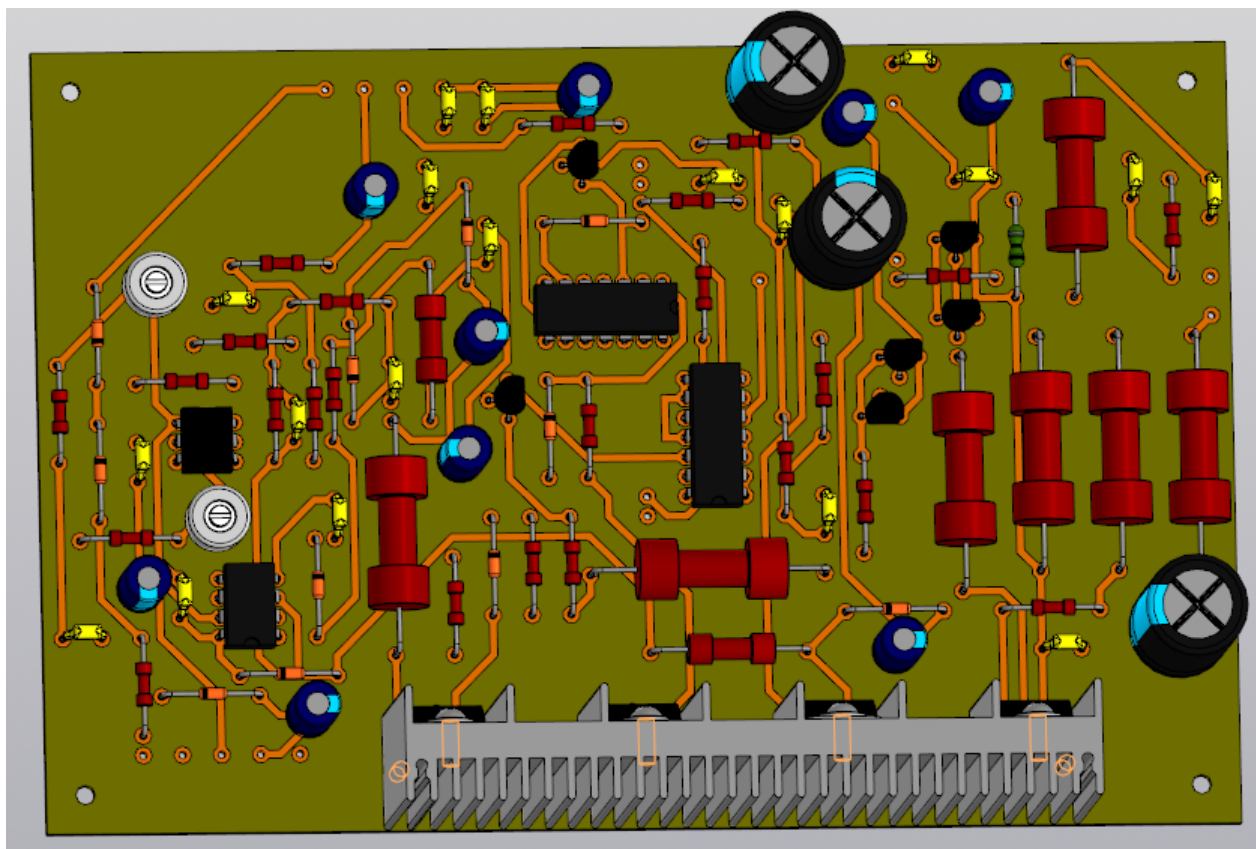


Рисунок 2.6 - 3D зображення вузла друкованого приладу основна сторона

Вигляд плати друкованої з вигляду пайки і елементів. Плата двостороння та виготовлена комбінованим методом.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

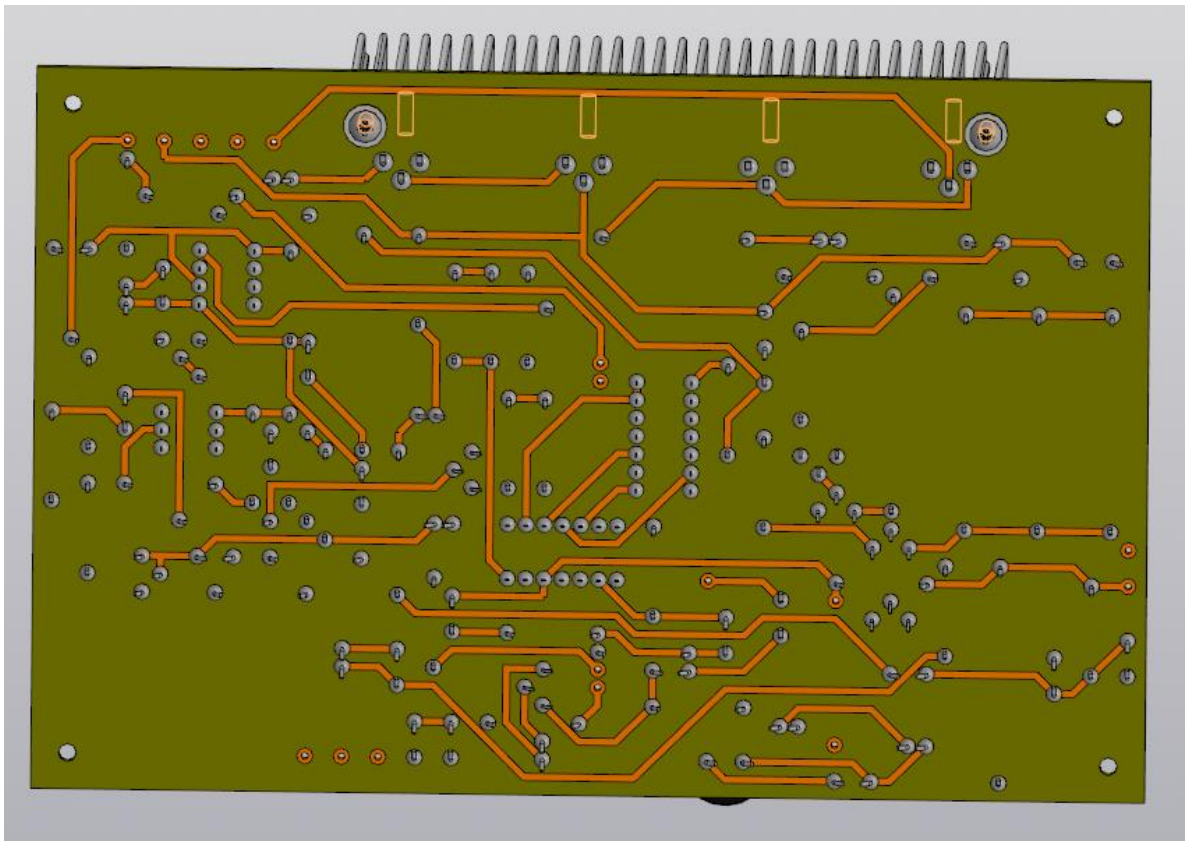


Рисунок 2.7- 3D зображення вузла друкованого приладу

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Висновки до розділу 2

У розділі 2 розглянуто спеціальні аспекти проектування, включаючи обґрунтування вибору систем автоматизованого проектування (САПР) та створення 3D-моделі плати виробу.

Спершу обґрунтовано вибір САПР для проектування. Проведено аналіз різних САПР, їх можливостей, переваг та недоліків. Вибір конкретної САПР базувався на таких критеріях, як функціональність, зручність користування, сумісність із вимогами проекту та вартість. Обрано САПР, яка забезпечує повний цикл проектування, від створення схеми до розробки 3D-моделі, що дозволяє мінімізувати помилки та оптимізувати процес проектування.

Далі описано процес створення 3D-моделі плати виробу. Детально розглянуто етапи моделювання, включаючи розміщення компонентів, трасування доріжок та перевірку на наявність помилок. Застосування 3D-моделі дозволяє візуалізувати кінцевий виріб, перевірити відповідність конструкції технічним вимогам та виявити можливі проблеми на ранніх етапах проектування.

Таким чином, у розділі 2 показано, що обґрунтований вибір САПР та створення 3D-моделі плати є ключовими етапами, які забезпечують високу якість проектування та надійність кінцевого виробу. Використання сучасних інструментів проектування дозволяє ефективно реалізувати технічні завдання та досягти оптимальних результатів.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Безпека життєдіяльності та охорона праці

3.1 Опис потенційних небезпек, які виникають при проектуванні об'єкта дослідження

Проектування пристроїв у сфері телекомунікацій пов'язане з низкою потенційних небезпек, які можуть виникнути на різних етапах розробки, впровадження та експлуатації. До технічних небезпек належать перешкоди та шум, які можуть викликати збій у роботі пристрою або погіршення якості сигналу, а також ненадійність компонентів, що може призвести до відмови пристрою. Недостатня продуктивність через неправильне проектування може стати причиною неспроможності пристрою обробляти дані в реальному часі або при високих навантаженнях.

Безпекові небезпеки включають уразливості в програмному забезпеченні або прошивці, що можуть стати мішенню для хакерів, призводячи до витоку даних або несанкціонованого доступу. Недостатній захист переданих даних може призвести до їх перехоплення або втрати конфіденційності. Крім того, фізичний доступ до пристрою без належного захисту може дозволити зловмисникам отримати доступ до внутрішніх компонентів або даних.

Електричні небезпеки включають перенапругу, яка може призвести до виходу з ладу пристрою або навіть пожежі, якщо неправильно спроектована система захисту. Електростатичний розряд (ESD) також може пошкодити чутливі електронні компоненти, якщо не забезпечено належний захист.

Радіаційні небезпеки виникають через випромінювання, яке може бути шкідливим для здоров'я людини, особливо якщо пристрій працює на високих частотах. Потрібно враховувати нормативні вимоги щодо обмеження рівнів випромінювання, щоб забезпечити безпеку користувачів.

Екологічні небезпеки включають роботу пристрою в широкому діапазоні температур, де перегрів або переохолодження можуть викликати

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

його відмову. Також необхідно забезпечити захист від вологи та пилу, що є критичним для надійної роботи пристрою в різних умовах.

Виробничі та експлуатаційні небезпеки пов'язані з можливістю виникнення виробничих дефектів через неправильне складання, що може призвести до відмови пристрою. Недостатня можливість технічного обслуговування та ремонту може скоротити термін служби пристрою і збільшити витрати на його експлуатацію. Недотримання стандартів і сумісності з іншими пристроями та системами може викликати проблеми в роботі телекомунікаційної мережі.

Правові та нормативні небезпеки включають порушення нормативних вимог, що може призвести до штрафів або заборони на використання пристрою, а також необхідність отримання ліцензій та сертифікатів, що може затримати впровадження пристрою на ринок.

Проектувальники телекомунікаційних пристроїв повинні враховувати ці небезпеки та розробляти відповідні стратегії для їх мінімізації, що дозволить забезпечити надійну, безпечну та ефективну роботу пристроїв у мережах зв'язку.

3.2 Вплив освітлювання на робоче місце

Фактором, що визначає сприятливі умови праці, є раціональне освітлення робочої зони і робочих місць. Коли правильно розраховано і підібрано освітлення виробничих приміщень, очі працюючого протягом тривалого часу зберігають здатність добре розрізняти предмети і знаряддя праці. Такі умови освітлення сприяють зниженню виробничого травматизму і професійного захворювання очей.

Погане освітлення виробничої зони може призвести до погіршення якості виконуваних робіт, наприклад, можуть залишитися непоміченими розриви, що з'явилися, потертості, витік палив і олій, механічні домішки в паливі й інше, що, у свою чергу, призводить до зниження безпеки праці.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Погане освітлення виробничих територій може стати причиною багатьох важких і смертельних випадків, таких, як наїзд самохідних засобів механізації, що рухаються.

Природне освітлення має велике гігієнічне значення, що виявляється в значній тонізуючій дії на організм людини внаслідок того, що організм людини мільйони років пристосовувався до такого освітлення. Тривала відсутність природного (сонячного) світла гнітюче діє на психіку людини. Санітарні норми передбачають обов'язкове безпосереднє природне освітлення виробничих, адміністративних, підсобних і побутових приміщень.

Природне освітлення не використовується у виняткових випадках (використовується електричне штучне освітлення), наприклад, у приміщеннях, де обслуговуючий персонал перебуває короткочасно і де не проводяться спостереження за виробничим процесом: у складах, що розташовуються в підвалах та інш.

Погане освітлення робочих місць є однією з причин низької продуктивності праці. При недостатньому освітленні очі працюючого напружені, при цьому складно відрізнити оброблювані предмети, знижується темп роботи, погіршується загальний стан організму людини.

Утомлюваність ока залежить від інтенсивності процесів, які проходять у ньому, – акомодатії, конвергенції, адаптації.

Акомодатія – це здатність ока змінювати кривизну кришталика, для того, щоб ясно бачити предмети, що знаходяться на різних відстанях від нього. Стомлюваність м'язів, керуючих кришталиком, може призвести до короткозорості і далекозорості.

Конвергенція – це здатність ока при розгляданні предметів, що близько знаходяться, приймати положення, при якому зорові промені перетинаються на закріпленому предметі.

Адаптація – зміна чутливості ока залежно від яскравості освітлення. Адаптація обумовлена зміною діаметра зіниці. З цієї причини різка і часта

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зміна яскравості чи освітленості предметів, що викликають переадаптацію, призводить до стомлюваності органів зору.

Раціональне освітлення повинно задовольняти ряд вимог і умов. Воно повинно бути:

- достатнім, щоб очі без напруги могли розрізняти деталі, що розглядаються;
- стабільним – для цього напруга в електричній мережі не повинна коливатися більше ніж на 4 %;
- рівномірно розподіленим на робочих поверхнях, щоб очам не доводилося потрапляти з дуже темного місця у світле і навпаки;
- таким, що не викликає сліпучої дії на око людини, як від самого джерела світла, так і від відбиваючих поверхонь, що знаходяться в полі зору робітника. Зменшення відзеркалювання джерел світла досягається шляхом застосування світильників;
- таким, щоб не виникали різкі тіні на робочих місцях, у проїздах, проходах. Цього можна уникнути при правильному розташуванні світильників, прожекторів (на стоянці ПК, пероні та інш.);
- безпечним – не призводити до вибуху, пожежі у виробничих приміщеннях.

3.3 Висновки до розділу 3

У цьому розділі досліджено дві ключові теми: потенційні небезпеки, що виникають при проектуванні об'єкта, та вплив освітлення на робоче місце. В першій частині визначено різноманітні види небезпек та їх можливий вплив на проектування, а також розглянуто заходи безпеки для їх уникнення. У другій частині розглянуто важливі аспекти освітлення, які впливають на комфорт та продуктивність робочого місця, зокрема його важливість для запобігання втоми та інших негативних наслідків для здоров'я. Цей розділ надає важливі вказівки щодо забезпечення безпеки та комфорту на робочому місці через правильне проектування об'єктів та належне освітлення.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Основна частина роботи представляє собою комплексний аналіз та розробку стереопідсилювача з точки зору електронної схемотехніки та інженерії. Аналіз технічного завдання дозволив чітко визначити вимоги до пристрою, що сприяло подальшій ефективній роботі над проектом. Аналіз структурної схеми виробу дозволив глибше розібратися в принципах функціонування пристрою та визначити його ключові компоненти.

Опис принципу роботи схеми електричної принципової та аналіз її ефективності допомогли зрозуміти, як кожен елемент впливає на роботу в цілому та як можна оптимізувати схему для підвищення її продуктивності. Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою, вибір і обґрунтування компонентної бази, компоновка друкованого вузла та розрахунок собівартості розробленого пристрою виконані з високою точністю та з урахуванням найсучасніших підходів в електронній та інженерній сферах.

Спеціальна частина присвячена обґрунтуванню використання та вибору систем автоматизованого проектування для реалізації проекту, а також детальному опису створення моделі плати виробу, що сприяє визначенню оптимального розташування компонентів та покращенню загального дизайну пристрою.

Враховуючи високий рівень професійної підготовки та уважність при розробці, можна зробити висновок, що отриманий результат відповідає всім вимогам інженерного завдання та може бути використаний у практичних цілях.

					<i>ОСО 2.002.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Сайт схеми пристрою [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub.com/page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.04.2024).
2. Програма для розрахунку [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057> (дата звернення 4.04.2024).
3. Конденсатор ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary.com/reference/transformers-tn/tn20.html> (дата звернення 1.04.2024).
4. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip.com/product/elc10d101e> www.cityradio.narod.ru (дата звернення 3.04.2024).
5. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.ru www.vprl.ru (дата звернення 1.04.2024).
6. Світлодіод L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan.com/shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.04.2024).
7. Змінний резистор 16к1 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct.com/catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.04.2024).
8. Резистор підстроювальний 3329Н [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html> (дата звернення 4.04.2024).
9. Перемикач ASV-09-102 "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip.com/product/asw-09-102-red> (дата звернення 1.04.2024).

					<i>ОСО 2.002.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Кнопка PBS-11A "Jietong Switch" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.04.2024).

11. Діод 1N4448 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.04.2024).

12. Кварцовий резонатор ZTB-6,5МГц [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.platan.com/cgi-bin/qwery.pl/id=995635956>(дата звернення 1.04.2024).

13. Мікросхема CD4093BE "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/l7812cp/stabilizatory-napriazheniia-nereguliruemye/stmicroelectronics/>(дата звернення 1.04.2024).

14. Мікросхема bt91531 "NXP" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://relecom.com.ua/Home/Product?nomenclatureId=70460>(дата звернення 1.04.2024).

15. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи радіоелектроніки". Ч.1. Для студентів напряму підготовки 6.050902 - Радіоелектронні апарати : . / . — Тернопіль : ТНТУ , 2014 — 89 с.

16. Дунець В. Л. Математична модель та метод опрацювання електрокардіосигналу при фізичному навантаженні для підвищення точності кардіодіагностичних систем / Дунець В.Л. . — Тернопіль , 2013 — 20 с. — Режим доступу: <http://>

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

18. Дунець В.Л. Математична модель та метод опрацювання електрокардіосигналу при фізичному навантаженні для підвищення точності кардіодіагностичних систем. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 01.05.02 — математичне моделювання та обчислювальні методи / В.Л.Дунець — Тернопіль, 2013. — 22 с.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Дунець В.Л., Хвостівський М.О., Сверстюк А.С., Хвостівська Л.В. Математичне та алгоритмічно-програмне забезпечення опрацювання електрокардіосигналів при фізичному навантаженні у кардіодіагностичних системах: наукова монографія. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2022. 136 с.

20. Dunets V. L. Алгоритм оцінювання завадозахищеності каналу зв'язку / В. Л. Дунець, Н. І. Шилівський, О. Ю. Щирба, Д. О. Гуменюк, Т. В. Чирський // XI Міжнародна науково-практична конференція молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 7-8 грудня 2022 року. — Т. : ТНТУ, 2022. — С. 162. — (Комп'ютерно-інформаційні технології та системи зв'язку).

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

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

23. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів” для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / укл. : Л. В. Хвостівська, В. Л. Дунець. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. - 109 с.

24. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни ”Основи радіоелектроніки”. Ч.1. Для студентів напряму підготовки 6.050902 - Радіоелектронні апарати : . / . — Тернопіль : ТНТУ , 2014 — 89 с.

25. Дунець В. Л. Математична модель та метод опрацювання електрокардіосигналу при фізичному навантаженні для підвищення точності кардіодіагностичних систем / Дунець В.Л. . — Тернопіль , 2013 — 20 с.

					ОСО 2.002.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ ____ ” _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Стереопідсилювач з низьким рівнем завад»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Химич Г.П. _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Огненко С.О. _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Стереопідсилювач з низьким рівнем завад”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № _____ від “___” _____ 20__ р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Огненко Сергій Олександрович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка пристрою стереопідсилювач, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного приладу ;
- вибір компонентної бази стереопідсилювача ;
- розрахунок і вибір компонентів для стереопідсилювача;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Стереопідсилювач з низьким рівнем завад повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 220 В.

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Стереопідсилювач з низьким рівнем завад повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на лабораторний блок живлення конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Стереопідсилювач з низьким рівнем завад повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Стереопідсилювач з низьким рівнем завад повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами повинен відповідати ДСТУ 22261 (група 4).

Граничні умови транспортування та зберігання - 5 по ДСТУ 15150. Час витримки в нормальних умовах - 24 год.

4.2.7. У комплект приладу повинно входити: лабораторний блок живлення, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 20000 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 1 год.

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 6 років. Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Стереопідсилювач з низьким рівнем завад повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів зарядне висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше кожного типу, що пройшли випробування. Періодичні випробування на відповідність всім пунктам даного стандарту проводять при випуску настановних партій і періодично один раз на два роки. При отриманні незадовільних результатів випробувань з'ясовують причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування на подвоєному числі виробів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження синтезаторів частоти припиняють. Рішення про подальше виготовленні виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

4.3.4. Випробування на надійність проводять не рідше одного разу на три роки. Вихідні дані при проведенні випробувань:

- Приймальний рівень $P_{\alpha} = 0.95$;
- Бракувальний рівень $P_{\mu} = 0.8$;
- Ризик виробника $\alpha = 0.1$;
- Ризик споживача $\beta = 0.2$.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації:

- пояснювальна записка;
- структурна схема пристрою;
- електрична принципова схема пристрою;
- друкована плата пристрою;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Формування технічного завдання	10.03-20.03
2	Збір інформації	15.03-1.04
3	Аналіз технічного завдання	15.03-22.03
4	Створення структурної схеми	22.03-2.04
5	Аналіз структурної схеми	25.03-5.04
6	Проектування схеми електричної принципової	5.04-20.04
7	Аналіз схеми електричної принципової	15.04-25.04
8	Підбір та формування електричної бази і компонентів	20.04-1.05
9	Опис схеми електричної принципової, її принцип роботи	25.04-5.05
10	Розрахунок електричних параметрів елементів	1.05-10.05
11	Компоновка друкованого вузла	10.05-15.05
12	Розрахунок та компоновка друкованої плати	12.05-18.05
13	Розрахунок собівартості пристрою	18.05-25.05
14	Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	25.05-28.05
15	Опис шляхів збереження працездатності і підвищення продуктивності на підприємстві	25.05-3.06
16	Формування висновків	3.06-4.06
17	Компонування кваліфікаційної роботи	3.06-9.06
18	Направлення роботи на перевірку "антиплагіат"	10.06
19	Захист роботи	22.06

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

7.1 Під час виконання дипломного проекту в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка			
		A1	Блок живлення					
		Конденсатори						
		C6	b37979-100 нФ ±5% "Epcos"	1				
		C7	b37979-14 70 нФ ±5% "Epcos"	1				
		C8	b37979-100 нФ ±5% "Epcos"	1				
		C10	b4 1828-100 В-22 мкФ ±10% "Epcos"	1				
		C16	b4 1828-100 В-220 мкФ ±10% "Epcos"	1				
		C17	b37979-1 нФ ±5% "Epcos"	1				
		C18	b4 1828-100 В-220 мкФ ±10% "Epcos"	1				
		C19	b37979-1 нФ ±5% "Epcos"	1				
		C21, C24	b4 1828-100 В-330 мкФ ±10% "Epcos"	2				
		C28, C35	b37979-1 мкФ ±5% "Epcos"	2				
		C36, C37, C42, C43	b4 1828-100 В-1000 мкФ ±10% "Epcos"	4				
		C44, C45	b37979-100 нФ ±5% "Epcos"	1				
		DD1	Мікросхема IIR21531PBF "IR"	1				
		HL1	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	1				
		L1	Дросель AL T3232M-151-T001 "TDK"	1				
		K1	Реле RT424110 "TE Connectivity"	1				
		Резистори						
		R9	MFP-0,25-8,2 кОм ±10% "Yageo"	1				
		R10	MFP-0,25-100 Ом ±10% "Yageo"	1				
		ОСО 2.22.062.000 ПЕЗ						
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
		Розроб.	Огненко					
		Перевір.	Химич					
		Н.контр.						
		Затверд.						
		Стереопідсилювач				Літ.	Аркуш	Аркушів
						н	1	6
						ТНТУ ФПТ РТ зр.РАС-41		
						м. Тернопіль		

Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка
С2		b37979-1 мкФ ±5% "Epcos"			1	
С3		b37979-15 нФ ±5% "Epcos"			1	
С4		b37979-100 нФ ±5% "Epcos"			1	
С5		b37979-2,2 мкФ ±5% "Epcos"			1	
С9		b37979-1 нФ ±5% "Epcos"			1	
С11		b37979-1 нФ ±5% "Epcos"			1	
С12		b41828-16 В-47 мкФ ±10% "Epcos"			1	
С13		b37979-100 нФ ±5% "Epcos"			1	
С14		b41828-16 В-47 мкФ ±10% "Epcos"			1	
С15		b37979-100 нФ ±5% "Epcos"			1	
С20		b37979-220 нФ ±5% "Epcos"			1	
С22		b37979-220 нФ ±5% "Epcos"			1	
С23		b41828-100 В-47 мкФ ±10% "Epcos"			1	
С25		b41828-16 В-22 мкФ ±10% "Epcos"			1	
С26, С27		b37979-100 нФ ±5% "Epcos"			2	
С29		b37979-100 нФ ±5% "Epcos"			1	
С30...С32		b41828-16 В-47 мкФ ±10% "Epcos"			3	
С33, С34		b37979-100 нФ ±5% "Epcos"			2	
С38		b37979-470 нФ ±5% "Epcos"			1	
С39		b41828-100 В-1000 мкФ ±10% "Epcos"			1	
С40		b37979-470 нФ ±5% "Epcos"			1	
С41		b41828-100 В-1000 мкФ ±10% "Epcos"			1	
С46		b37979-220 нФ ±5% "Epcos"			1	
С47		b37979-1 мкФ ±5% "Epcos"			1	
С48, С49		b41828-16 В-47 мкФ ±10% "Epcos"			2	
		Мікросхеми				
DA1		TL072CN "ST Microelectronics"			1	
DA2		SN74AC00N "Texas Instruments"			1	
DA3		L78L05ABZ "ON Semiconductor"			1	
DA4		SN74AC00N "Texas Instruments"			1	
Інв. № орг.					ОСО 2.22.062.000 ПЕЗ	Арк. 3
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Поз. познач.		Найменування	Кіл.	Примітка
L2		Котушка індуктивності B8214 1A1333K000 "Epcos"	1	
		Резистори		
R1		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R2		MFP-0,25-100 кОм ±10% "Yageo"	1	
R3		MFP-0,25-8,2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R4		3329H-1-50 кОм "Bourns"	1	
R5		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R6		MFP-0,25-22 кОм ±10% "Yageo"	1	
R7		MFP-0,25-180 Ом ±10% "Yageo"	1	
R8		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R11		MFP-0,25-180 Ом ±10% "Yageo"	1	
R12		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R15		3329H-1-2,2 кОм "Bourns"	1	
R16		MFP-2-8,2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R17		MFP-0,25-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
R18		MFP-0,25-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1	
R19		MFP-2-8,2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R21		MFP-0,25-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R23		MFP-0,25-100 Ом ±10% "Yageo"	1	
R25		MFP-0,25-47 кОм ±10% "Yageo"	1	
R26		MFP-0,25-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R29, R30		MFP-1-2 кОм ±10% "Yageo"	2	
R32		MFP-0,25-500 Ом ±10% "Yageo"	1	
R33		MFP-0,25-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R35		MFP-1-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R36		MFP-0,25-200 кОм ±10% "Yageo"	1	
R37, R38		MFP-0,25-20 Ом ±10% "Yageo"	2	
R39, R40		MFP-2-1 Ом ±10% "Yageo"	2	
R41		MFP-2-22 Ом ±10% "Yageo"	1	

Підпис і дата		Інв. № докл.		Зам. інв. №		Підпис і дата		Інв. № орг.	
						</			

Поз. познач.		Найменування	Кіл.	Примітка
R42		MFP-2-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R43		MFP-0,25-22 кОм ±10% "Yageo"	1	
R44		MFP-2-10 Ом ±10% "Yageo"	1	
R45		MFP-2-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R46		MFP-0,25-10 Ом ±10% "Yageo"	1	
R47		MFP-0,25-100 Ом ±10% "Yageo"	1	
TV1		B78386-P1116-A "Epcos"	1	
U1		Оптомара МОС3023М "Fairchild"	1	
		Діоди		
VD1		1N4148 "NXP"	1	
VD2		BZX384-C15 "NXP"	1	
VD3		1N4148 "NXP"	1	
VD4		BZX384-C15 "NXP"	1	
VD7, VD8		BZX79-C5V6.143 "NXP"	2	
VD13		1N4007 "NXP"	1	
VD14		HER157 "Kingtronics"	1	
VD19		BZX85C13 "Vishay"	1	
VD20...VD21		1N5819 "NXP"	2	
		Сумістори		
VS1...VS2		2N5064G "ON Semiconductor"	2	
VS3		BTA41-600BRG "ST Microelectronics"	1	
		Транзистори		
VT3		2N5401YBU "Fairchild"	1	
ОСО 2.22.062.000 ПЕЗ				
Арк. 5				

Інв. № орг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дідл.	Підпис і дата
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Перш. викорис.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
Довід. №										
						Документація				
		A4			ОСО 2.22.062.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A1			ОСО 2.22.062.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			ОСО 6.22.062.000 СК	Вузол друкований	1			
						Деталі				
		A1	1	ОСО 7.22.062.000	Плата друкована	1				
		БК	2	ОСО 6.22.062.000.001	Перемичка	10				
		БК	3	ОСО 6.22.062.000.002	Радіатор	1				
						Інші вироби				
Підпис і дата						Конденсатори				
			5		b37979-100 нФ ±5% "Ерcos"	2	С4, С15			
			6		b37979-220 нФ ±5% "Ерcos"	2	С20, С22			
			7		b37979-1 нФ ±5% "Ерcos"	2	С9, С11			
			8		b37979-15 нФ ±5% "Ерcos"	1	С3			
Інв. № докл.			9		b37979-100 нФ ±5% "Ерcos"		С13,С26,С27			
						6	С29,С33,С34			
			10		b37979-220 нФ ±5% "Ерcos"	1	С46			
			11		b37979-470 нФ ±5% "Ерcos"	2	С38, С40			
			12		b37979-1 мкФ ±5% "Ерcos"	2	С2, С47			
Зам. інв. №			13		b37979-2,2 мкФ ±5% "Ерcos"	1	С5			
			14		b41828-16 В-22 мкФ ±10% "Ерcos"	2	С1, С25			
			15		b41828-16 В-47 мкФ ±10% "Ерcos"		С12,С14,С30...С32			
Підпис і дата						ОСО 6.22.062.000				
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Розроб.	Огненко				Вузол друкований	Літ.	Аркуш	Аркушів
		Перевір.	Химич					н	1	2
					ТНТУ ФПТ РТ зр.РАС-41					
Н.контр.					м. Тернопіль					
Затверд.										
Інв. № орг.										

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
					7	С48, С49
		16		b41828-100 В-47 мкФ ±10% "Epcos"	1	С23
		17		b41828-100 В-1000 мкФ ±10% "Epcos"	2	С29, С41
				Мікросхеми		
		19		L78L05ABZ "ON Semiconductor"	1	DA3
		20		SN74AC00N "Texas Instruments"	2	DA2, DA4
		21		TLO72CN "ST Microelectronics"	1	DA1
		25		Котушка індуктивності B82141A1333K000 "Epcos"	1	L2
				Резистори		
		27		MFP-2-1 0м ±10% "Yageo"	2	R39, R40
		28		MFP-0,25-10 0м ±10% "Yageo"	1	R46
		29		MFP-2-10 0м ±10% "Yageo"	1	R44
		30		MFP-0,25-20 0м ±10% "Yageo"	2	R37, R38
		31		MFP-2-22 0м ±10% "Yageo"	1	R41
		32		MFP-0,25-100 0м ±10% "Yageo"	2	R47, R23
		33		MFP-0,25-180 0м ±10% "Yageo"	2	R7, R11
		34		MFP-0,25-500 0м ±10% "Yageo"	1	R32
		35		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"	4	R1,R5,R8,R12
		36		MFP-2-1 кОм ±10% "Yageo"	1	R42
		37		MFP-0,25-2 кОм ±10% "Yageo"	1	R33
		38		MFP-1-2 кОм ±10% "Yageo"	2	R29,R30
		39		MFP-0,25-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	R17
		40		MFP-0,25-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1	R18
		41		MFP-0,25-8,2 кОм ±10% "Yageo"	1	R3
		42		MFP-2-8,2 кОм ±10% "Yageo"	2	R16, R19
		43		MFP-0,25-10 кОм ±10% "Yageo"	2	R21, R26
		44		MFP-1-10 кОм ±10% "Yageo"	1	R35
			ОСО 6.22.062.000			
			Арк.			
			2			

Інв. № ориг.	Підпис і дата		Зам. інв. №	Інв. № одобр.	Підпис і дата	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

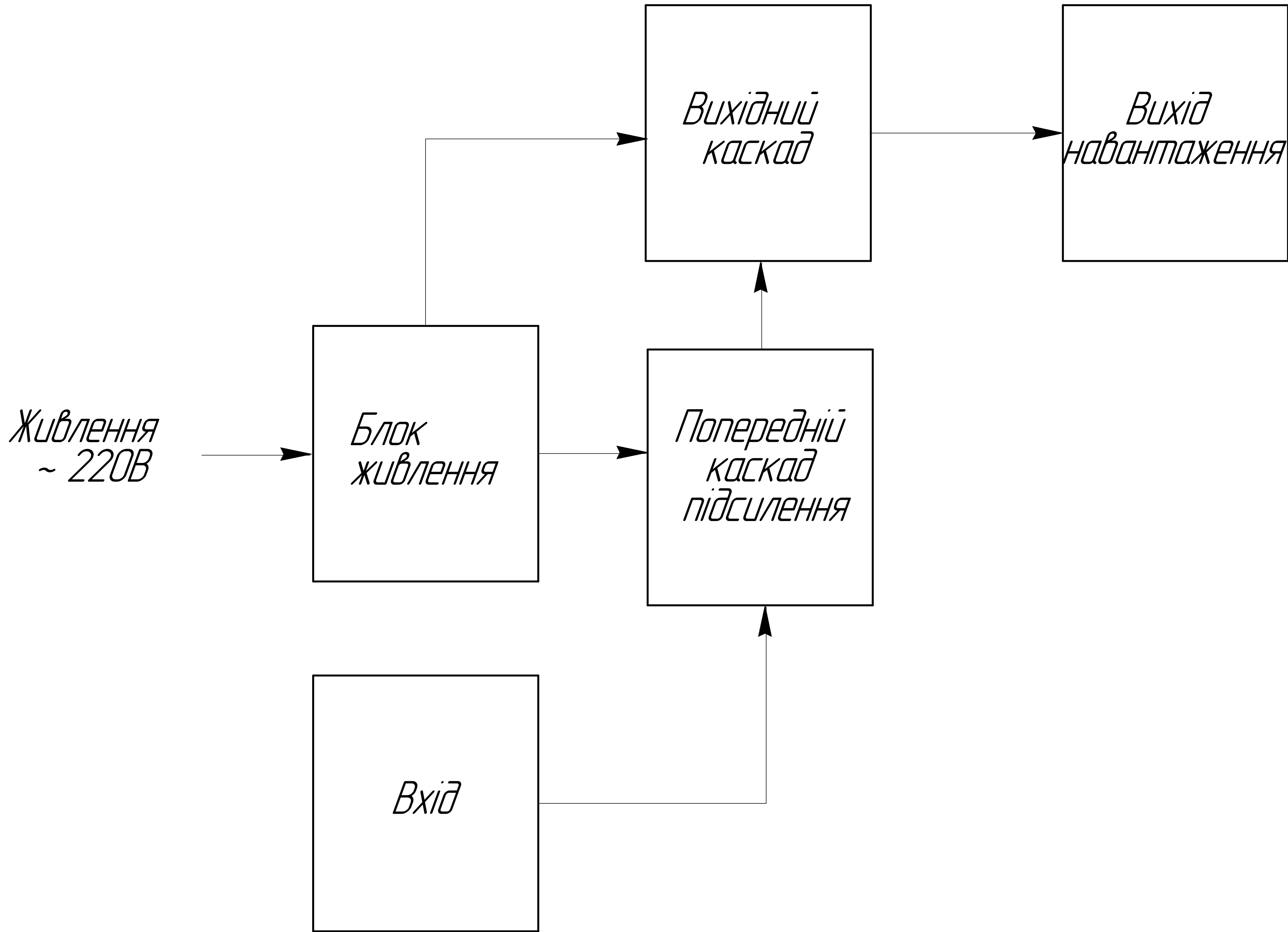
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		45		MFP-2-10 кОм ±10% "Yageo"	1	R45
		46		MFP-0,25-22 кОм ±10% "Yageo"	1	R6, R43
		47		MFP-0,25-47 кОм ±10% "Yageo"	1	R25
		48		MFP-0,25-100 кОм ±10% "Yageo"	1	R2
		49		MFP-0,25-200 кОм ±10% "Yageo"	1	R4
		50		3329H-1-2,2 кОм "Bourns"	1	R15
		51		3329H-1-50 кОм "Bourns"	1	R4
		53		Оптомара МОС3023М "Fairchild"	1	U1
				Діоди		
		55		BZX384-С15 "NXP"	2	VD2, VD4
		56		BZX79-С5V6.143 "NXP"	2	VD7, VD8
		57		BZX85C13 "Vishay"	1	VD19
		58		HER157 "Kingtronics"	1	VD14
		59		1N4007 "NXP"	1	VD13
		60		1N4148 "NXP"	2	VD1, VD3
		61		1N5819 "NXP"	2	VD20, VD21
				Тристоры		
		63		BTA41-600BRG "ST Microelectronics"	1	VS3
		64		2N5064G "ON Semiconductor"	2	VS1, VS2
				Транзисторы		
		66		IRFB38N20DPBF "IR"	2	VT9, VT10
		67		MJE13007G "ON Semiconductor"	1	VT7
		68		2N5401YBU "Fairchild"	3	VT3, VT8, VT11
				Стандартні вироби		
		69		Гвинт Г2,5-6gx5 ГОСТ 17473-80	6	
		70		Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	6	

Інв. № ориг.	Підпис і дата		Зам. інв. №		Інв. № відбл.		Підпис і дата		ОСО 6.22.062.000		Арк.
											3
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

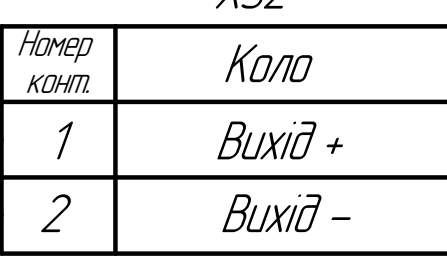
Спроб. №	Перв. примен.

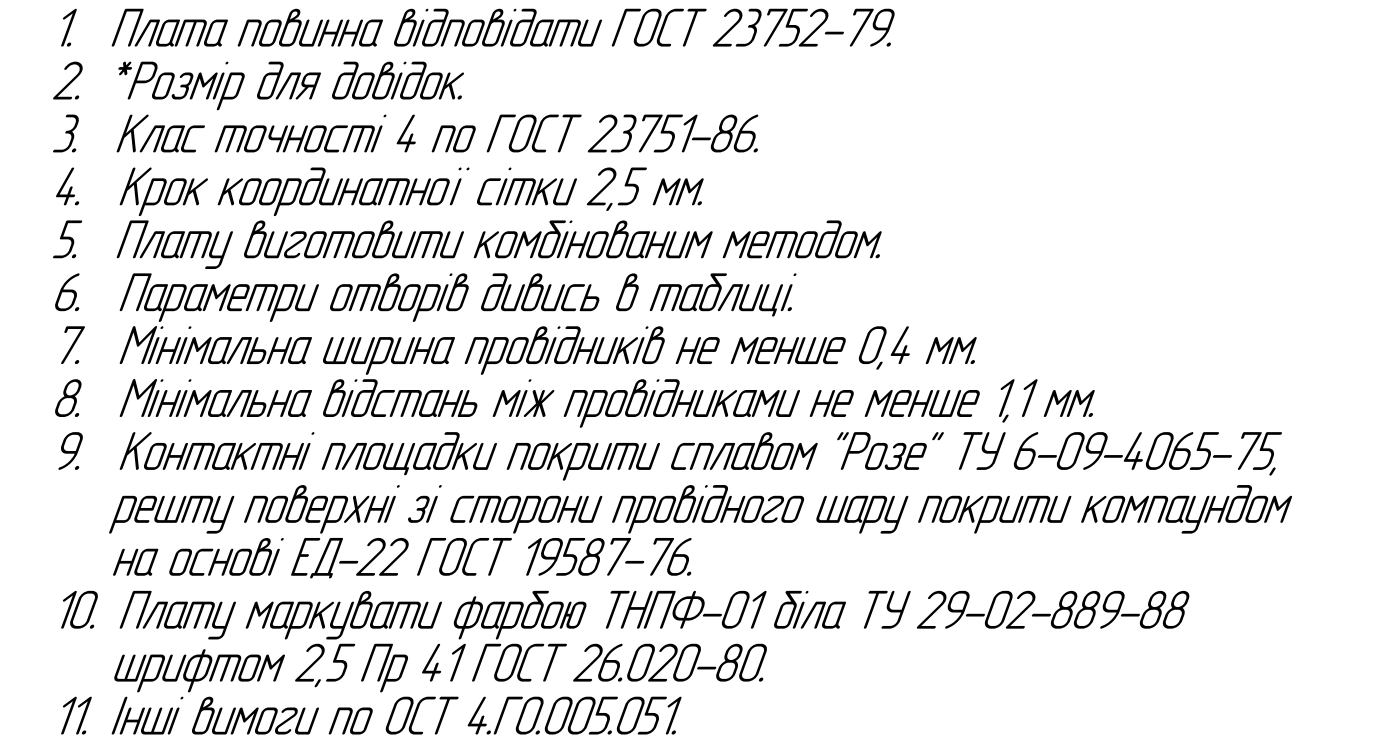
Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
Инд. № подл.		

ОСО 2.22.062.000 Е1

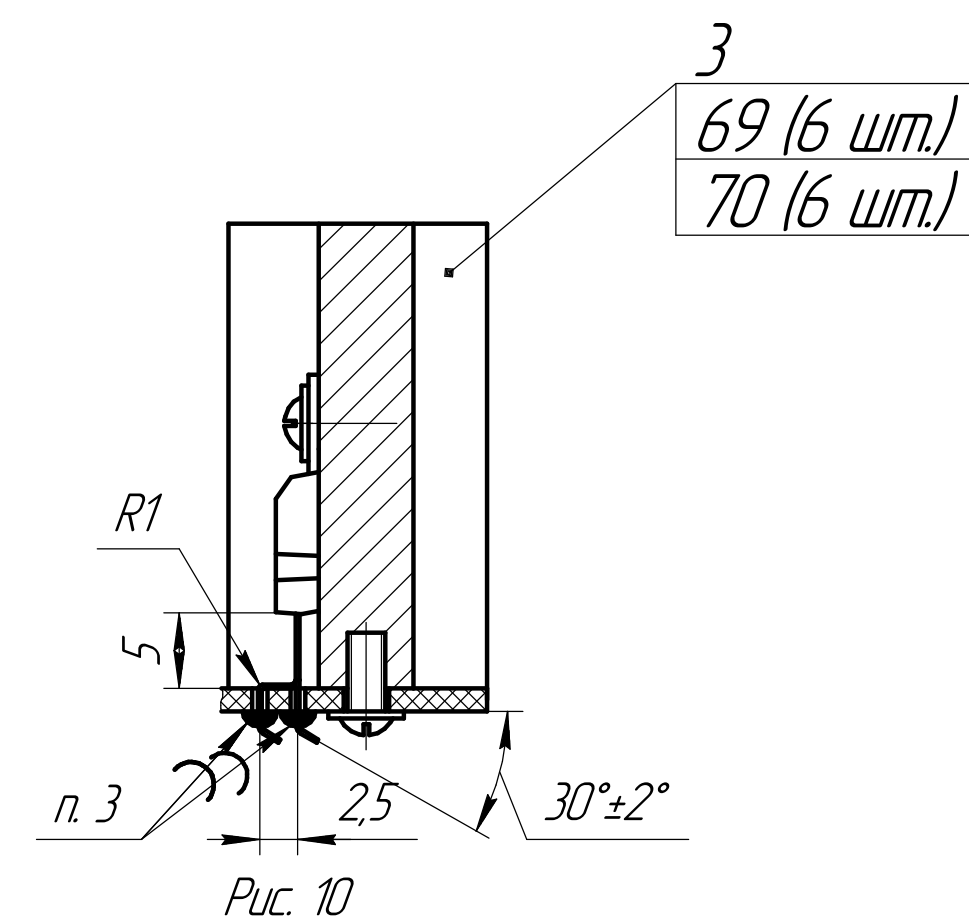
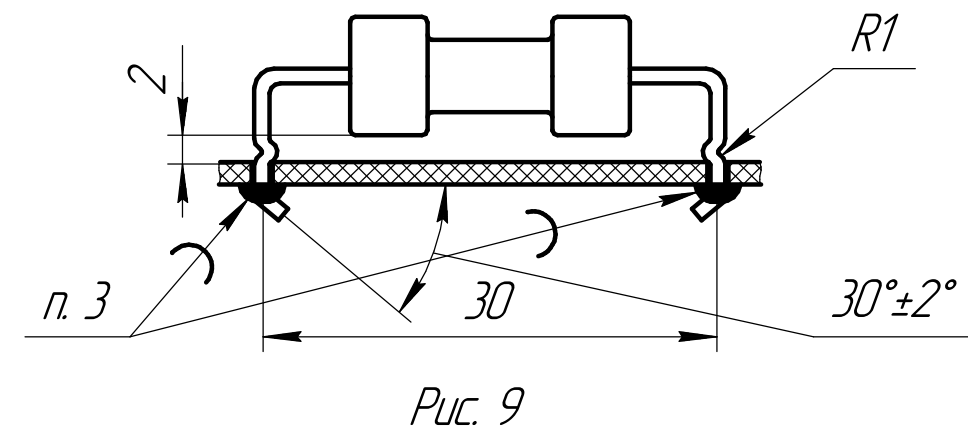
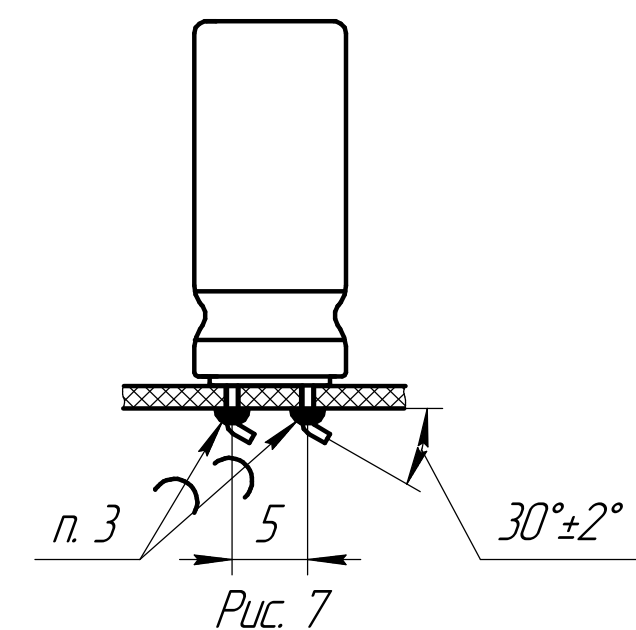
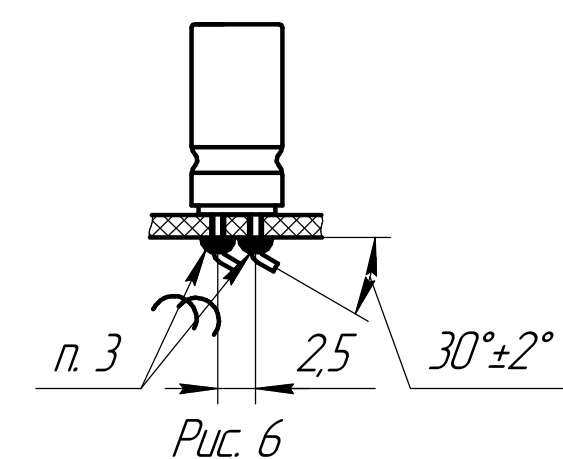
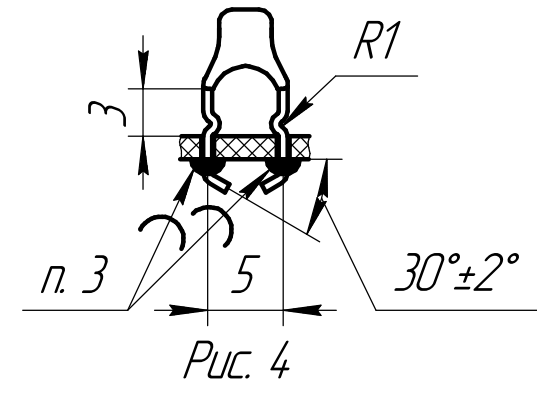
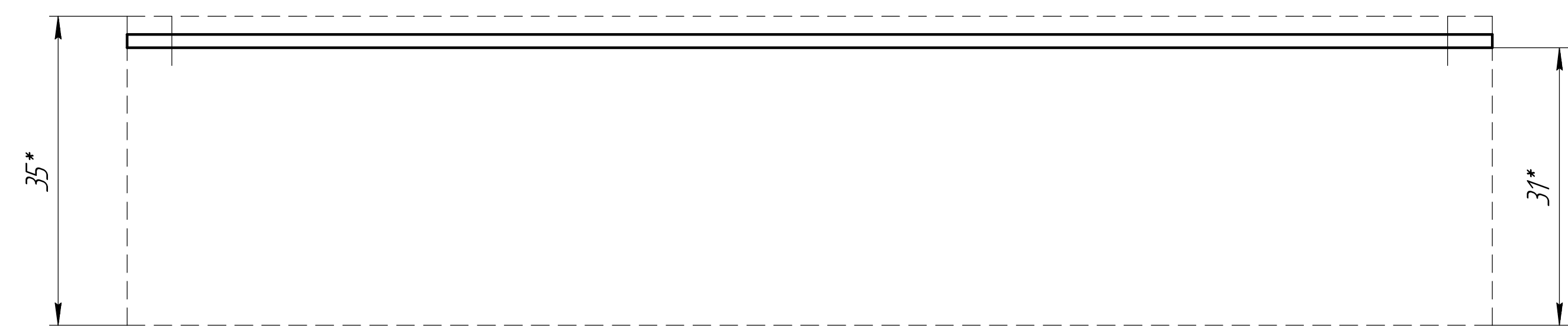


						ОСО 2.22.062.000 Е1			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Стереопідсилювач	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Овченко						- Н -	-	-
Проб.	Химич					Електрична структурна схема	Лист	Листов	1
Т.контр.						ТНТУ ФПТ РТ зр.РАС-41	м. Тернопіль		
Рецензент							Формат А2		
Н.контр.							Копіював		
Утв.									





					ОСО 7.22.062.000				
Изм/Лист	№ докум	Подп	Дата	Плата друкована		Лист	Масса	Масштаб	
Разраб	Оценки					н		0,03	2:1
Проект	Химич					Лист	Листов	1	
Технпр				СФ-25-15КП ГОСТ 10316-78		ТНЧУ ФПТ РТ здрАС-4 м. Тернопіль			
Аконпр									
Умб									



					ОСО 6.22.062.000 СК				
					Вузол друкований		Лист	Масса	Масштаб
Мем./Лист	№ док-м	Підп.	Дата	н				0,11	2:1
Разраб.	Оценко				Складальне креслення		Лист	Листов	1
Проб.	Химич			ТНТУ			ФПТ РТ зр.РАС-41		
Т.контр.					м. Тернопіль				
Н.контр.									
Утв.									