

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Приладів і контрольно-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: "Оптимізація схеми малопотужного підсилювача високих частот"

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи РВс-41

спеціальності (напряму підготовки) 175

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка
(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Павлик А.В

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(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 приладів і контрольно-вимірювальних систем
(повна назва кафедри)

				ЗАТВЕРДЖУЮ
				Завідувач кафедри
			(підпис)	(прізвище та
			« »	2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 175 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Павлику Андрію Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Керівник роботи Стрембіцький Михайло Олексійович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «___» _____ 2024 року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Загальнотехнічна частина.
Конструкторсько технологічна частина. Спеціальна частина. Охорона праці та безпека в
надзвичайних ситуаціях

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка		
1	Загальнотехнічна частина		
2	Конструкторсько-технологічна частина		
3	Спеціальна частина		
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація		
5	Висновки		
	Графічний матеріал		

Студент

(підпис)*Павлик А.В.*_____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)*Стрембіцький М.О.*_____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У даній кваліфікаційній роботі бакалавра проведена розробка конструкції студійного підсилювача звуку потужністю 80 Вт.

В роботі проведено підбір сучасної елементної бази, опис принципу роботи пристрою на рівні структурної та електричної принципової схем, опис і обґрунтування конструкції, конструкційних матеріалів, опис алгоритму роботи програми мікроконтролера, конструкції друкованої плати та друкованого вузла, проведений розрахунок надійності виробу, техніко- економічний аналіз конструкції, проведена якісна оцінка технологічності, описана технологія складання друкованого вузла. Окрім цього був проведений розрахунок економічної ефективності, та розглянуті питання з охорони праці.

В результаті розроблено комплект документації на виріб та діючий демонстраційний макет. Результати подано у вигляді пояснювальної записки та креслень.

Пояснювальна записка викладена на 4-49 сторінках, вона містить 4 розділи, 15 ілюстрацій, 20 таблиць і 25 джерел в переліку посилань. Графічна частина складається із трьох аркушів формату А3.

У додаток до пояснювальної записки та графічної частини, розроблений також комплект технічної документації, який включає в себе креслення деталей, електричні схеми, специфікації компонентів, інструкції зі складання та експлуатації пристрою.

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
						1
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА.....	5
1.1 Розробка технічного завдання.....	5
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу.....	5
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	6
1.4 Технологічне обґрунтування конструкції проектного виробу врахуванням технологічності.....	7
1.5 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	9
1.6 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.....	10
1.7 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів.....	11
1.8 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів.....	12
1.9 Обґрунтування вибору конструкції.....	13
2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	15
2.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	15
2.2 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.....	17
2.3 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....	22
2.4 Розрахунок надійності проектного виробу.....	23
2.5 Проектування друкованої плати в САПР.....	25
2.5.1 Опис одного з етапів проектування друкованої плати в САПР.....	25

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

2

2.6	Результати проектування друкованої плати в САПР.....	33
2.7	Створення 3D моделей компонентів РЕА.....	34
2.8	Створення 3D-моделі пристрою.....	38
3	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	41
3.1		41
3.2	Опис і обґрунтування вибору елементної бази.....	44
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	45
	ВИСНОВКИ.....	46
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	47
	ДОДАТКИ.....	57

ВСТУП. ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОПРИСТРОЮ

У процесі розвитку радіотехніки та вивчення її основ, люди досягають значних вдосконалень, які вирішують багато життєвих проблем і сприяють поліпшенню якості життя. Застосування засобів радіоелектронної апаратури (РЕА) дозволяє вирішувати різноманітні завдання та забезпечує ефективне функціонування різних систем.

Розроблений пристрій є ефективним засобом підсилення малопотужних електричних сигналів звукового діапазону, від 20 Гц до 20 кГц, що відповідає чутним акустичним коливанням людини. Його функціональні можливості включають підвищення рівня сигналу до необхідного для роботи акустичних систем або гучномовців, виступаючи кінцевим активним елементом у системі отримання, обробки та підсилення звукового сигналу.

Цей пристрій відмінно підходить для використання як у домашніх умовах, де він може покращити якість звуку у домашньому кінотеатрі або аудіосистемі, так і у музичних студіях, де він забезпечить чітке та потужне звучання музичних композицій. Його універсальність і висока ефективність робить його цінним інструментом у сфері аудіотехніки.

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		4

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Вихідна потужність.....	80 Вт
Напруга живлення.....	220 В
Опір навантаження.....	4-8 Ом
Відношення сигнал/шум.....	95 Дб
Коефіцієнт гармонік.....	0.01%
Маса.....	2 кг
Габаритні розміри.....	175x54x123 кг

Проектований виріб - студійний підсилювач звукової частоти, призначений для підсилення потужності низької частоти (ПНЧ) і призначений для використання як в домашніх, так і в студійних умовах.

Цей пристрій є стаціонарним, призначений для розміщення на плоскій поверхні і призначений для роботи в приміщеннях при нормальних кліматичних умовах: температурний діапазон від +5 до +30°C, відносна вологість повітря від 30% до 75%, атмосферний тиск від 580 до 750 мм рт. ст.

Для забезпечення доступності та зниження вартості конструкції, виріб має бути виконаний у пластмасовому корпусі. Для регулювання звуку використовується змінний резистор, що дозволяє зручно налаштовувати звукові параметри в залежності від потреб користувача.

Такий підсилювач звукової частоти відповідає сучасним стандартам звукової техніки та може бути використаний як для аудіоусилення вдома, так і для професійного застосування у студійних умовах.

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		5

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

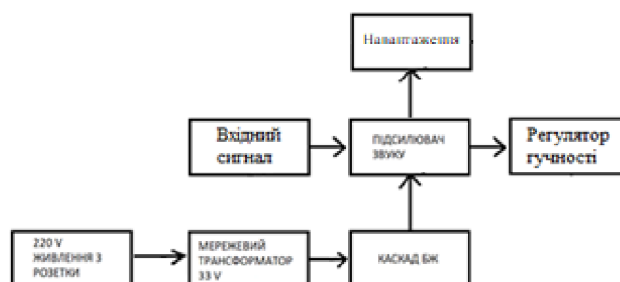


Рисунок 1.1 - Структурна схема студійного підсилювача звуку

Пристрій живиться від мережі «220 Вольт», або стандартної домашньої електричної мережі. Ця напруга спочатку проходить через трансформатор, який здійснює перетворення напруги з 220 Вольт до 33 Вольт, що необхідно для подальшої роботи пристрою. Далі в дію вступає каскад блоку живлення, який виконує функцію згладжування напруги з трансформатора. Цей блок використовує діоди і конденсатори для перетворення вхідного змінного струму на стабільний постійний струм.

Вже випрямлена постійна напруга поступає в каскад підсилювача звуку, де відбувається підсилення звукового сигналу. Під час цього процесу також враховується вхідний сигнал, який передається від джерела звуку. Нарешті, відпрацьований сигнал виводиться на навантаження, яке може бути вже гучномовцем або іншим акустичним пристроєм.

Пристрій також обладнаний регулятором гучності, який дозволяє користувачеві зручно налаштовувати рівень звукового відтворення згідно з власними вимогами і передбаченнями. Такий процес живлення і підсилення забезпечує ефективну та стабільну роботу пристрою, забезпечуючи якісне звучання звукових сигналів у будь-яких умовах використання.

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

6

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Схема живлення підсилювача складається з понижувального трансформатора, мостового випрямляча на чотирьох діодах (діодний міст). На виході стоять електролітичні конденсатори для згладження пульсацій 100 Гц.

На вході і виході підсилювача включені ємнісні конденсатори для фільтрації. Вхідна частина C1, C2, R1, R2. Диференціальний підсилювач DA1. Живлення DA1 поступає через резистори R7 і R10, обмежується стабілітронами VD1 і VD2 і шунтується конденсаторами C5 і C6 по НЧ, C7 і C8 по ВЧ. Колом R3, C3, R4, C4 утворений зворотній негативний зв'язок. Далі каскад струму спокою і термостабілізації на VT1, резисторами 25 и 26 задається робоча точка. Після неї каскад ПН (підсилювач напруги) на VT2 и VT3, емітери яких підключені до спільного через R11 і R12, і на які подається напруга через R14 і R15 з вихідних резисторів R17 і R18, разом з навантажкою працюючої як струмовий шунт відносно спільного. Вихідний каскад зібраний на VT4 і VT5, базовий струм яких обмежений резисторами R13 і R16. На виході підсилювача стандартне коло Цобеля R19, C13. По живленню стоять шунтуючі конденсатори C10 і C11 по ВЧ, C12 і C14 по СЧ. Сигнал з вхідного роз'єму проходить через роздільний конденсатор C1 і поступає на подільник R2-R1 і вже з них на не інвертуючий вхід DA1. Конденсатор C2 шунтує вхід і подавляє ВЧ перешкоди. Різниця на базах транзисторів після підключення ними дозволяє позбавитись від ефекту сходінки и залежить від струму спокою, який задається транзистором VT1. Чим більше відкритий VT1, тим менше струм спокою. Це відбувається завдяки тому, що VT1 з'єднання бази транзисторів VT2 і VT3 при відкриванні притягує їх один до одного, тобто напруга на кожній базі стає більш приближеним до емітера, а значить транзистор поступово закривається. Напруга на базі VT1 формується подільником R5-R6, на який поступає з полюсів живлення через резистори R8 і R10. З транзисторів VT2 і VT3 сигнал поступає на бази VT4 і VT5 через

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		7

обмежуючі резистори R13 і R16. В емітерних колах VT2 и VT3 відносно спільного стоять 2 резистора R11 і R12, за допомогою яких через R14 і R15 задається негативний зворотній зв'язок через струм, де шунтом є R17 і R18. Саме цей зворотній зв'язок задає підсилювачу класу А. Чим більша вихідна І потужність, тим менше струм спокою. Це значить, що на малопотужних сигналах підсилювач працює в класі А, а з її збільшенням переходить в клас АБ. Зворотній зв'язок у класі А дозволяє підсилювачу працювати з великою лінійністю на малих сигналах, оскільки струм спокою лише дещо змінюється зі збільшенням сигналу. Однак при збільшенні сигналу вище певного рівня, підсилювач переходить в клас АБ, де струм спокою збільшується, щоб забезпечити більшу потужність без спотворень.

У цілому, ця схема живлення та підсилювача забезпечує високу якість звуку, зберігаючи лінійність на низьких рівнях сигналу та забезпечуючи достатню потужність для роботи з великими амплітудами. Це робить її ідеальним варіантом для використання в аудіоапаратурі, яка вимагає якісного відтворення звуку на різних рівнях гучності, таких як підсилювачі для домашнього кінотеатру або аудіо систем для студій запису.

1.4 Технологічне обґрунтування конструкції проектного виробу врахуванням технологічності

Корпус студійного підсилювача звуку є основним елементом конструкції, який захищає виріб від дії механічних факторів. Він виконаний із пластмаси. Конструкція типова, універсальна, тобто корпус складається з двох кришок П-подібної форми. По краях кришок передбачено планки для кріплення однієї кришки до другої. Корпус є чотирикутним. Спереду розміщений змінний резистор, який кріпиться за допомогою кріпильної гайки, яка передбачена його конструкцією. На корпусі є надпис, що градування змінного резистора змінюється плавно. Ззаду корпуса знаходиться роз'єм живлення 220 вольт та

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		8

аналоговий роз'єм для виводу звуку. Верхня кришка має отвори для забезпечення оптимального теплового режиму пристрою. Низ корпусу обладнаний кріпильними стійками для друкованої плати та трансформатора. Кришки корпусу кріпляться між собою за допомогою самонарізних гвинтів Г2.5-6НХ (4шт.). Він може бути пофарбований від сірого до чорного кольору і повинен бути матовим. Надписів повинно бути два, - маркування входу і виходу. У виробі є один друкований вузол. Плата двостороння, двошарова, мінімальна ширина друкованих провідників - 0,6 мм, мінімальна відстань між друкованими провідниками. Розміри плати 115х70мм. Гнізда розміщені на корпусі і припаюються до плати перемичками. Для забезпечення оптимальної довжини друкованих провідників, мікросхема знаходиться в центрі плати, а всі інші елементи навколо неї. Транзистори знаходяться на краю плати, тому, що їм потрібен радіатор. Використані стандартні варіанти встановлення, інформування, крок координатної сітки - 1,25мм. Паяти припоєм ПОС-61.

У студійному підсилювачі звуку корпус виконує важливу функцію захисту від механічних впливів, а також забезпечує зручне розташування всіх компонентів. Виготовлений з пластмаси, він має стандартну конструкцію з двома кришками П-подібної форми, які з'єднуються планками по краях. Корпус має чотирикутну форму і передбачає розташування змінного резистора на передній частині, а також роз'ємів живлення та для виводу звуку на задній стороні. Верхня кришка має отвори для забезпечення оптимального теплового режиму, а нижня частина обладнана кріпильними стійками для друкованої плати та трансформатора. Крім того, корпус може мати пофарбоване покриття від сірого до чорного кольору, з маркуванням входу та виходу контрастною фарбою для зручності використання. Плата має один друкований вузол, з двошаровим, двостороннім дизайном і мінімальною шириною друкованих провідників 0,6 мм. Щоб забезпечити оптимальну довжину проводів, мікросхема розташована в центрі плати, з іншими елементами

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		9

розташованими навколо неї. Транзистори розміщені на краю плати для забезпечення ефективного охолодження за допомогою радіатора.

Загальна конструкція забезпечує ефективну роботу підсилювача звуку в студійних умовах, з урахуванням мінімізації зовнішніх впливів і оптимізації розташування елементів для підвищення його продуктивності.

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

Для технологічного процесу складання виробу вибрано маршрутно-операційну технологію. Маршрутно описуються типово-технологічні операції такі, як: маркування, нанесення захисного шару, сушка. Операційна технологія використана для операції – встановлення елементів, пайка.

Для складання виробу використовуються такий автомат: пайка хвилею припою. Використовуються електро-вимірювальні пристрої: осцилограф, блок живлення.

При виробництві виробу використовуються універсальні технологічні процеси, наприклад: виготовлення друкованої плати методом хімічного травлення, пайка автоматизована, встановлення елементів вручну.

Пристрій може складатись на конвеєрі як операційно, так і 100%. Використовується тип виробництва на одному робочому місці.

Вибір маршрутно-операційної технології для складання виробу дозволяє систематизувати та описати всі технологічні операції, необхідні для виготовлення виробу, включаючи маркування, нанесення захисного шару, сушку, встановлення елементів та пайку. Операційна технологія застосовується для конкретних операцій, таких як встановлення елементів та пайка. Для пайки використовується автоматизований метод - пайка хвилею припою, що дозволяє ефективно і швидко здійснювати пайку друкованих плат. Електро-вимірювальні

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		10

пристрої, такі як осцилограф та блок живлення, застосовуються для контролю якості та вимірювання параметрів під час виробництва. У виробництві використовуються універсальні технологічні процеси, такі як виготовлення друкованої плати методом хімічного травлення та встановлення елементів вручну. Це дозволяє забезпечити ефективність та якість виробництва, а також пристосувати процес до потреб конкретного проекту. Складання пристрою може здійснюватися як на конвеєрі, так і на робочому місці, в залежності від обсягу виробництва та характеристик виробу. Тип виробництва на одному робочому місці дозволяє забезпечити контрольований та ефективний процес збирання пристроїв.

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

Оскільки корпус проектного виробу виконаний з пластику, то технологія виготовлення може бути: лиття, друк на 3D принтері. Корпус складається з двох коритоподібних подібних кришок, які скріплюються між собою за допомогою самонарізних гвинтів.

Для виготовлення даного корпусу буде використовуватись литтєве пресування, яке відрізняється від компресійного тим, що завантажувальна камера відокремлена від пресформи і матеріал доводиться в ній до текучого стану під дією температури. За допомогою каналів для лиття матеріал подається в гнізда пресформи. Цей метод використовується для пресування деталей складної форми, з глибокими отворами і різною товщиною стінок. [5]

Для кріплення до передньої кришки корпусу змінного резистора слугує комплектна гайка.

Спочатку до нижньої кришки кріпиться плата з елементами, згодом трансформатор за допомогою кріпильної гайки і гвинта, потім роз'єми XS1-XS3 та резистор R1 кріпиться до верхньої кришки

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		11

кріпильними гайками і в кінцевому результаті дві кришки з'єднуються між собою за допомогою гайок(4шт.).

Прилад складається за допомогою викрутки і паяльника.

Для виготовлення друкованої плати застосовується комбінований позитивний метод, який є найбільш поширеним та доцільним для двосторонніх плат. В процесі використовується фольгований склотекстоліт СФ2–35–1,5ІКП за ГОСТ 10316-78. Цей матеріал відомий своєю високою якістю та стійкістю до механічних та термічних впливів, що робить його ідеальним для різних електронних пристроїв.

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

Друкована плата є двосторонньою, з DIP монтажем, тому було використано металізацію отворів та більш компактне встановлення ЕРЕ, ці методи дозволили спростити конструктивну розробку плати. [8]

Виготовлятися плата буде з фольгованого склотекстоліту СФ2–35–1,5ІКП ГОСТ 10316-78. Плата виготовляється комбінованим позитивним методом, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат, також даний метод вимагає значно дорожчого технологічного процесу виготовлення друкованої плати, оскільки потрібно проводити металізацію отворів, що підвищує вартість розробки, та ускладнює сам технологічний процес, але при цьому можна виготовити складні друковані плати і зробити їх більш компактними. Найточніше буде якщо ці плати будуть паяти станки. В якості матеріалів використовується також мідь, припой ПОС-61, лак АК-113. В якості захисту використовується латекс.

Порядок виготовлення друкованого вузла

- 1) Маркування
- 2) Захист плати друкованої

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		12

- 3) Сушка
- 4) Формування виводів
- 5) Лудження виводів
- 6) Встановлення ЕРЕ
- 7) Автоматична пайка

1.8 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

Підсилювач складається з одного функціонального вузла (плата підсилювача). Всі елементи розміщені таким чином, щоб скоротити довжину друкованих провідників. Тобто всі елементи, які виконують одну функцію розміщені на як найменшій відстані відносно один одного. Вхідні каскади знаходяться на протилежній стороні до вихідних каскадів. Регулятор гучності розміщений на задній частині корпусу для ергономічності пристрою.

Враховуючи умови експлуатації матеріалом для корпусу буде слугувати пластмаса, тому, що вона здешевлює вартість пристрою, зменшує завади та вагу, та має естетичний вигляд.

До додаткових матеріалів відноситься покриття корпусу світло-сірою фарбою, надписи на корпусі будуть виконані контрастною (чорною) фарбою. Ручка регулювання звуку також є пластмасовою з рифленою поверхнею для тактильної зручності.

З метою оптимізації функціональності та ефективності пристрою, всі елементи розташовані таким чином, щоб мінімізувати довжину друкованих провідників. Це дозволяє зменшити втрати сигналу і сприяє поліпшенню якості звуку. Наприклад, вхідні каскади розташовані на протилежній стороні від вихідних каскадів, щоб уникнути перешкод в сигнальному шляху. Регулятор гучності стратегічно розміщений на задній частині корпусу, що підвищує ергономічність пристрою і забезпечує зручний доступ для користувача. Такий підхід дозволяє забезпечити комфортне користування підсилювачем звуку. Матеріалом

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

13

для корпусу обрана пластмаса з огляду на її переваги: зниження вартості пристрою, зменшення ваги і завад, а також естетичний вигляд. Додатково, корпус покритий світло-сірою фарбою, що підкреслює його сучасний дизайн, а надписи на корпусі виконані контрастною (чорною) фарбою для зручного розпізнавання. Ручка регулювання звуку також виготовлена з пластмаси і має рифлену поверхню для поліпшення тактильної зручності під час користування. Такий підхід до дизайну та матеріалів допомагає забезпечити якісне і зручне використання підсилювача звуку в будь-яких умовах.

1.9 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус підсилювача звуку — це основний елемент конструкції, котрий надає жорсткості конструкції, та захищає пристрій від зовнішніх чинників. Корпус повинен бути виготовлений із пластмаси. Конструкція корпусу є типовою, універсальною, тобто складається з двох кришок коритоподібної форми. По краях кришок передбачені планки для кріплення кришок одна до другої. Корпус є прямокутним, з заокругленими кутами робоча панель — передня кришка (вигляд спереду). Попереду розміщений змінний резистор, який кріпиться за допомогою кріпильної гайки, яка передбачена його конструкцією. На корпусі є надпис, що градування змінного резистора змінюється плавно. На задній кришці розміщені 2 роз'єми RCA і роз'єм живлення 220 V. Нижня кришка оснащена кріпильними стійками для трансформатора і друкованої плати кришки кріпляться одна з одною за допомогою гвинтів Г2.5-6НХ (4шт.). Він може бути пофарбований від сірого до чорного кольору і повинен бути матовим. На корпус наноситься маркування входу та виходу. Проектований пристрій має лише один друкований вузол. Плата друкованого вузла двостороння, мінімальна ширина друкованого провідника 0,6 мм. Розміри плати 152-81 мм.

Гнізда припаюються до плати перемичками та виводяться на

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		14

корпус. Транзистори розміщаються на краю плати, оскільки їм потрібне охолодження. Використані стандартні варіанти встановлення, інформування, крок координатної сітки – 1.25мм. Паяти припоєм ПОС-61.

Плата друкованого вузла має стандартні розміри і використовується для ефективного розташування компонентів. Гнізда припаюються до плати за допомогою перемичок і виводяться на корпус, забезпечуючи зручний доступ для підключення зовнішніх пристроїв. Транзистори стратегічно розташовані на краю плати, оскільки вони потребують ефективного охолодження для забезпечення стабільної роботи. Стандартні методи встановлення та паяння припоєм ПОС-61 забезпечують надійність і довговічність з'єднань. Крім того, користувачеві надається можливість вибору колірної виконання корпусу від сірого до чорного, що дозволяє підлаштувати пристрій під індивідуальні вподобання. На корпусі чітко наноситься маркування для визначення входу та виходу, що спрощує його використання. Загальна конструкція пристрою забезпечує його надійність, ефективність та зручність в експлуатації.

Для забезпечення стабільної роботи підсилювача звуку, конструкція передбачає ефективне розташування компонентів і відведення тепла від транзисторів, які можуть нагріватися під час роботи. Це досягається завдяки розташуванню транзисторів на краю плати, що сприяє кращому теплообміну з навколишнім середовищем.

2. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Розрахунок каскаду підсилення проектного пристрою [24]

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		15

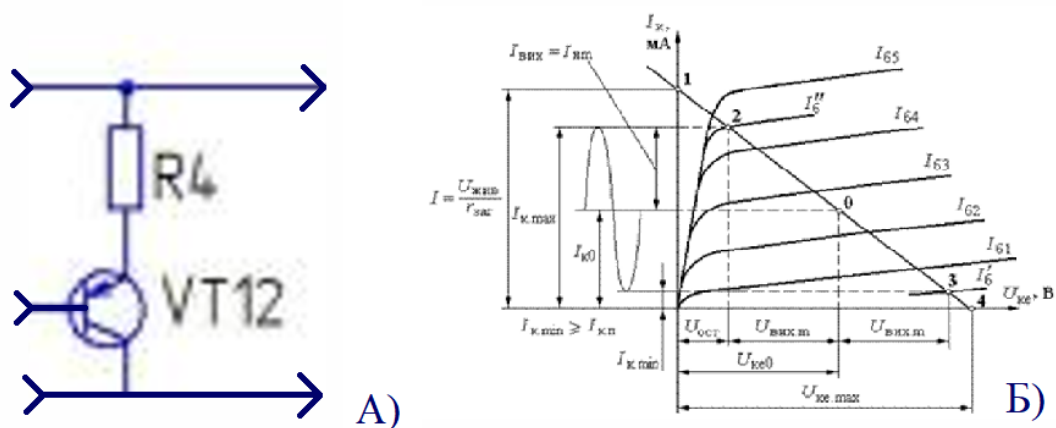


Рисунок 2.1 – А) Підсилювальний каскад; Б) Вихідні статичні характеристики

$$P \approx P_{\text{вих}} / \eta_T = 1/0,7 = 1,43 \text{ Вт};$$

$$P_0 = P \approx / \eta_k = 1,43/0,4 = 3,56 \text{ Вт}.$$

Падіння напруги на $r_{T1} + R_e$ приймається рівним

$$\Delta U = 0,25 \cdot U_{\text{жив}} = 0,25 \cdot 10 = 2,5 \text{ В, тоді}$$

$$U_{\text{ке.мах}} \approx (U_{\text{жив}} - \Delta U) / \eta_k = (10 - 2,5) / 0,4 = 18,8 \text{ В}.$$

2. Визначення положення точки спокою (точка 0 на вихідних статичних характеристиках для схеми СЕ):

$$U_{\text{ке0}} = U_{\text{жив}} - \Delta U = 10 - 2,5 = 7,5 \text{ В};$$

$$I_{\text{к0}} = P_0 / U_{\text{ке0}} = 3,56 / 7,5 = 0,48 \text{ А}.$$

Приймається $U_{\text{ост}} = 1 \text{ В}$. Навантажувальну пряму проводимо через точки $U_{\text{ке0}} = 7,5 \text{ В}$, $I_{\text{к0}} = 0,48 \text{ А}$ (точка 0) і $U_{\text{ке.мах}} = 18,8 \text{ В}$, $I_{\text{к}} = 0 \text{ А}$ (точка 4).

Найбільша можлива амплітуда напруги вихідного сигналу

$$U_{\text{вих.м}} = U_{\text{ке0}} - U_{\text{ост}} = 7,5 - 1 = 6,5 \text{ В}.$$

Такий амплітуді напруги вихідного сигналу будуть відповідати напруги:

$$U_{\text{к.мах}} = U_{\text{ке0}} + U_{\text{вих.м}} = 7,5 + 6,5 = 14 \text{ В};$$

$$U_{\text{к.мін}} = U_{\text{ке0}} - U_{\text{вих.м}} = 7,5 - 6,5 = 1 \text{ В}.$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

16

Для цих напруг на навантажувальній прямій знаходимо:

$$I_{k.max} = 0,75 \text{ A}; I_{k.min} = 0,2 \text{ A}.$$

Тоді подвоєна амплітуда струму вихідного сигналу

$$2I_{km} = I_{k.max} - I_{k.min} = 0,75 - 0,2 = 0,55 \text{ A}.$$

Перевіряємо правильність вибору режиму:

$$P'_{\Sigma} = \frac{2U_{вих.м} \cdot 2I_{км}}{8} = \frac{2 \cdot 6,5 \cdot 0,55}{8} = 0,89 < \frac{P_{вих}}{\eta_T} = 1,43 \text{ Вт}.$$

Отже, необхідно вибрати нову точку спокою і, можливо, змінити нахил навантажувальної прямої. Оскільки $I_{k.min}$ великий, то переміщуючи точку спокою по побудованій навантажувальній прямій вправо, будемо збільшувати $U_{вих.м}$. Для нового положення точки спокою (робочої) приймаємо $U_{ке0} = 10 \text{ В}$, $I_{к0} = 0,36 \text{ А}$. Тоді

$$U_{вих.м} = U_{ке0} - U_{ост} = 10 - 1 = 9 \text{ В};$$

$$U_{к.max} = U_{ке0} + U_{вих.м} = 10 + 9 = 19 \text{ В};$$

$$U_{к.min} = U_{ке0} - U_{вих.м} = 10 - 9 = 1 \text{ В};$$

$$I_{к.max} = 0,75 \text{ А}; I_{к.min} \approx 0 \text{ А};$$

$$2I_{км} = I_{к.max} - I_{к.min} = 0,75 - 0 = 0,75 \text{ А}.$$

Перевіряємо новий режим:

$$P'_{\Sigma} = \frac{2U_{вих.м} \cdot 2I_{км}}{8} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 0,75}{8} = 1,7 \text{ Вт}, \text{ що цілком достатньо.}$$

Визначаємо найбільше і найменше значення вхідного струму:

$$I_{б.max} = I_{к.max} / \beta_{min} = 0,75 / 20 \approx 0,04 \text{ А}; I_{б.min} = I_{к.min} / \beta_{min} = 0 / 20 = 0 \text{ А}.$$

По вхідній статичній характеристиці для схеми СЕ знаходимо

$$U_{бе.max} = 0,72 \text{ В}; U_{бе.min} = 0,6 \text{ В}.$$

Знаходимо подвоєні амплітудні значення вхідного сигналу:

$$2I_{бм} = I_{б.max} - I_{б.min} = 0,04 \text{ А};$$

$$2U_{бм} = U_{бе.max} - U_{бе.min} = 0,72 - 0,6 = 0,12 \text{ В};$$

$$P_{вх} = (2U_{бм} \cdot 2I_{бм}) / 8 = 0,12 \cdot 0,04 / 8 = 0,0006 \text{ Вт} = 0,6 \text{ мВт};$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

17

$$R_{BX} = (2U_{6m}) / (2I_{6m}) = 0,12 / 0,04 = 3,0 \text{ Ом.}$$

3. Приймавши $U_{Re} = 0,4 \cdot \Delta U = 0,4 \cdot 2,5 = 1 \text{ В}$, знайдемо

$$R_e = U_{Re} / I_{K0} = 1 / 0,48 = 2,1 \text{ Ом.}$$

4. Визначаємо ємність конденсатора:

$$C_e \geq 1 / (2\pi \cdot f_H R_e) = 1 / (6,28 \cdot 1000 \cdot 2,1) = 0,000076 \text{ Ф} = 76 \text{ мкФ.}$$

5. Знаходимо значення опорів ділянки. Приймавши $R_{1-2} = 10 \cdot R_{BX} \approx 10 \cdot 3,0 = 30 \text{ Ом}$, отримаємо:

$$R_4 \approx \frac{U_{BX} \cdot R_{1-2}}{I_{K0} R_e} = \frac{10 \cdot 30}{0,75 \cdot 2,1} \approx 120 \text{ Ом;}$$

Приймаємо найближчі стандартні значення: $R_4 = 120 \text{ Ом}$

Отримані значення: VT1 відповідає транзистору BD911, резистори $R_4 = 120 \text{ Ом}$.

2.2 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Плата двостороння, мінімальна ширина друкованих провідників — 0,6 мм. Розміри плати 152-81 мм. Для забезпечення найменшої довжини друкованих провідників основна більшість резисторів розміщена по центру плати, а транзистори для кращого охолодження на краю плати, біля радіатора. Радіатор встановлюється для охолодження транзисторів: VT1-VT5, VT7-VT10 та VT12. Маркування плати наноситься шовкографією, колір фарби білий. Плата лакується. Отвори металізовані. Основний провідний матеріал – мідь, допоміжні матеріали – флюс і припій ПОС-61. Кріпильних отворів 4 по периметру плати.

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибираю метод

виготовлення і клас точності друкованої плати (ОСТ 4.010.022 – 85). [6]

Двостороння друкована плата.

Метод виготовлення: комбінований позитивний.

Клас точності 3.

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		18

Визначаєм мінімальну ширину друкованого провідника, по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

А

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{I_{\text{доп}} \cdot t} = \frac{15}{50 \cdot 0,035} = 0.85 \text{ мм} \quad (1.1)$$

де $I_{\max}$ – максимальний постійний струм, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми;

$j_{\text{доп}}$ – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу

виготовлення плати з табл.1

t – товщина провідника, мм.

Таблиця 1.13 – Допустима густина струму в залежності від методу виготовлення

Метод виготовлення	товщина фольги t , мкм	Допустима густина струму, $j_{\text{доп}}$, А / мм ²	Питомий опір, ρ , Ом мм ² / м
Хімічний: внутрішні шари БДП, зовнішні шари ОДП, ДПП	20, 35, 50 20, 35, 50	15 20	0,050
Комбінований позитивний	20 35 50	75 48 38	0,0175
Електрохімічний	--	25	0,050

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{t * U_{\text{доп}}} = \frac{15}{50 * 35} = 0,85 \text{ мм}$$

(1.2)

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d:

Н Б

$$d = d_E + |\Delta d| + r \quad (1.3)$$

де d_E – максимальний діаметр виводу встановлюваного ЕРЕ

$\Delta d_{Н.В.}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору.

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм.

$d_1 = 1 + |0,05 + 0,1| + 0,2 = 1,3$ (VT1(BC546), VT3(BC546), VT7(BC546), VT87(BC556))

$d_2 = 0,64 + |0,05 + 0,1| + 0,2 = 1,1$ (VT9(BD139), VT10(BD140))

$d_3 = 0,45 + |0,05 + 0,1| + 0,2 = 0,9$ (R1-R26, C1-C5, C8-C15(K10-35 K10-17Б))

$d_4 = 0,356 + |0,05 + 0,1| + 0,2 = 0,7$ (VD1-VD4(1N4148) VD5-VD6(1N4007))

$d_5 = 0,5 + |0,05 + 0,1| + 0,2 = 0,9$ (C6, C7, C13-C14(K50-35 полярний))

Розраховані значення d зводять до нормалізованого ряду отворів:

0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5мм.

Розраховані значення d зводимо до нормалізованого ряду отворів:

$d_{\max 1} = 1,3 + 0,05 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$

$d_{\max 2} = 1,1 + 0,05 + 0,1 = 0,8 \text{ мм}$

$d_{\max 3} = 0,9 + 0,05 + 0,1 = 0,6 \text{ мм}$

$d_{\max 4} = 0,7 + 0,05 + 0,1 = 0,9 \text{ мм}$

$d_{\max 5} = 0,9 + 0,05 + 0,1 = 1,1 \text{ мм}$

Розраховуємо діаметр контактних площадок

$$D_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (1.4)$$

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		20

де

: Δd – допуск на отвір (див табл. 2.1)

$$D_{\max} = 1,3 + 0,05 + 0,15 = 1,5 \text{ мм}$$

1

$$D_{\max} = 1,5 + 0,05 + 0,15 = 1,7 \text{ мм}$$

2

Таблиця 2.1 – Допуски на розташування отворів і контактних площадок

Параметри	Клас точності ДП			
	1	2	3	4
Мінімальне значення номінальної ширини	0,60	0,45	0,25	0,15
провідника b , мм				
Номінальна відстань між провідниками s , мм	0,60	0,45	0,25	0,15
Відношення діаметра отвору до товщини	$\geq$ 0,5 0	$\geq$ 0,5 0	$\geq$ 0,3 3	$\geq$ 0,3 3
плати γ				
Допуск на отвір Δd , мм, без металізації,	$\pm$ 0,10	$\pm$ 0,10	$\pm$ 0,05	$\pm$ 0,05
$\varnothing \leq 1$ мм				
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	$\pm$ 0,15	$\pm$ 0,15	$\pm$ 0,10	$\pm$ 0,10
Допуск на отвір Δd , мм, з металізацією,	$+$ 0,10	$+$ 0,10	$+$ 0,05	$+$ 0,05
$\varnothing \leq 1$ мм	$-$ 0,15	$-$ 0,15	$-$ 0,10	$-$ 0,15
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	$+$ 0,15	$+$ 0,15	$+$ 0,10	$+$ 0,10
	$-$ 0,20	$-$ 0,20	$-$ 0,15	$-$ 0,15
Допуск на ширину провідника Δb ,	$\pm$	$\pm$	$+$	$\pm$

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

21

мм, без	0, 15	0, 10	0, 03	0, 03
покриття			0, 05	
Теж саме, з покриттям	+ 0, 25	+ 0, 15	+ 0, 10	± 0, 05
	- 0, 20	- 0, 10	- 0, 08	
Допуск на розташування отворів δd , мм, при розмірі плати менше 180 мм	0, 20	0, 15	0, 08	0, 05
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0, 25	0, 20	0, 10	0, 08
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0, 30	0, 25	0, 15	0, 10
Допуск на розташування контактних	0, 35	0, 25	0, 20	0, 15
площадок δp , мм, на ОДП і ДДП при розмірі плати менше 180 мм				
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0, 40	0, 30	0, 25	0, 20
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0, 45	0, 35	0, 30	0, 25
Допуск на підтравлення діелектрика БДП	0, 03	0, 03	0, 03	0, 03
$\Delta d_{\text{тр}}$, мм				
Допуск на розташування контактних	0, 40	0, 35	0, 30	0, 25
площадок δp , мм, на БДП при розмірі плати менше 180 мм				
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0, 50	0, 45	0, 40	0, 35
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0, 55	0, 50	0, 45	0, 40

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, виготовлених

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

22

комбінованим позитивним методом при сіткографічному способі отримання малюнку:

$$D_{\min} = d_{1\min} + 0.03$$

де: $b_{1\min}$ – мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1\min} = 0,18$ мм для плат 1-, 2- і 3- го класу точності

$$D_{\min} = 0,18 + 0,08 = 0,3 \text{ мм}$$

Мінімальний діаметр контактних площадок для ОДП і внутрішніх шарів БДП, виготовлених хімічним методом.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1.5h\phi$$

$$D_{1\min} = 2(0.035 + 1.45/2 + 0.08 + 0.20) = 1.3$$

$$D_{2\min} = 2(0.035 + 0.79/2 + 0.08 + 0.20) = 0.7$$

$$D_{3\min} = 2(0.035 + 0.6/2.28) = 0.6$$

$$D_{4\min} = 2(0.035 + 0.85/2.28) = 0,8$$

$$D_{5\min} = 2(0.035 + 1.05/2.28) = 1$$

$$B_{\min} = 0.18 + 0.03 = 0.2$$

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою
 $S_{1\min} = 1.25 - |(1.3/2 + 0,30| + (1.3/2 + 0.05)| = 0,6$

Мінімальна відстань між двома контактними площадками

$$S_{2\min} = 1.25 - |0.9 + 2 * 0.3| = 1.25 - 1.5 = 0.3$$

Мінімальна відстань між двома провідниками

$$S_{3\min} = 1.25 - |0.7 + 2 * 0.05| = 0,5$$

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

В схемі наведено транзистори великої потужності, тому виріб потребує радіатора. Розрахунок радіатора наведено нижче [25]:

Тепловий опір радіатора

$$Q = 50/\sqrt{S} \text{ (}^{\circ}\text{C/Вт)} \text{ (1),}$$

де S – площа поверхні тепловідведення, виражена у квадратних сантиметрах.

Звідси площа поверхні для теплового опору

$$S = (50/Q)^2 \text{ (см}^2\text{)} \quad (2).$$

Радіатор площею 2000 см² з розрахунку за формулою (1) має тепловий опір $Q = 0,8 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$. При допустимому перегріві $80 \text{ }^\circ\text{C}$ отримуємо потужність розсіювання $80/0,8 = 100 \text{ Вт}$.

Якщо потужність, що розсіюється, становить 80 Вт, при тому ж перегріві на 100°C , необхідний тепловий опір $Q = 100/80 = 1,25 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$. Тоді потрібна площа радіатора $S = (100/1,25)^2 = 160 \text{ см}^2$.

2.4 Розрахунок надійності проектного виробу

В даному пункті здійснюється розрахунок надійності по раптовим експлуатаційним відмовам естрадного підсилювача звуку з використанням комп'ютерної програми [12]. В якості вхідних даних використовуються показники надійності окремих радіоелементів. В результаті розрахунку отримується графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу та значення середнього напрацювання до відмови. В таблиці 1.15 представлені показники надійності груп радіоелементів - кількість елементів в групі, коефіцієнт навантаження та інтенсивність відмов. В таблиці 1.16 представлені коефіцієнти впливу у відповідності до умов експлуатації пристрою.

Таблиця 2.2 – Вхідні дані для розрахунку надійності

з/п	Назва групи радіоелементів	К-сть	Кнав	Івідм*10 ⁴ 5 1/год	К-сть* Кнав*Івідм *10 ⁴⁵
1.	Кондесатори електролітичні	4	0,4	2,4	3,84
2.	Транзистори Нч кремнієві	12	0,35	4	16,8
3.	Діоди випрямляючі великої потужності	4	0,71	6	17,04
4.	Стабілізатор Середньої потужності	2	0,81	6,2	10,04
5.	Друкована плата	1	1	0,1	0,1

6.	Рох'єм (на один контакт)	2	1		1
7.	Резистори постійні 0.125-0.5 Вт	25	0,42		8,4
8.	Конденсатори плівкові	11	0,49	3	16,17
9.	Резистори недротяні змінні	1	0,42	5	2,1
10.	Трансофрматори живлення	1	0,1	3	0,3
11.	Гніздо (один контакт)	1	1	0,2	0,2
12.	Пайки	135	1	0,02	2,7

Таблиця 2.2 – Коефіцієнт впливу

№ з/п	Назва коефіцієнту	Значення
1.	Коефіцієнт механічних впливів	1.36
2.	Коефіцієнт впливу вологості і температури	1
3.	Коефіцієнт атмосферних впливів	1

Знімок головного вікна програми із введеними даними зображення на рисунку 2.1

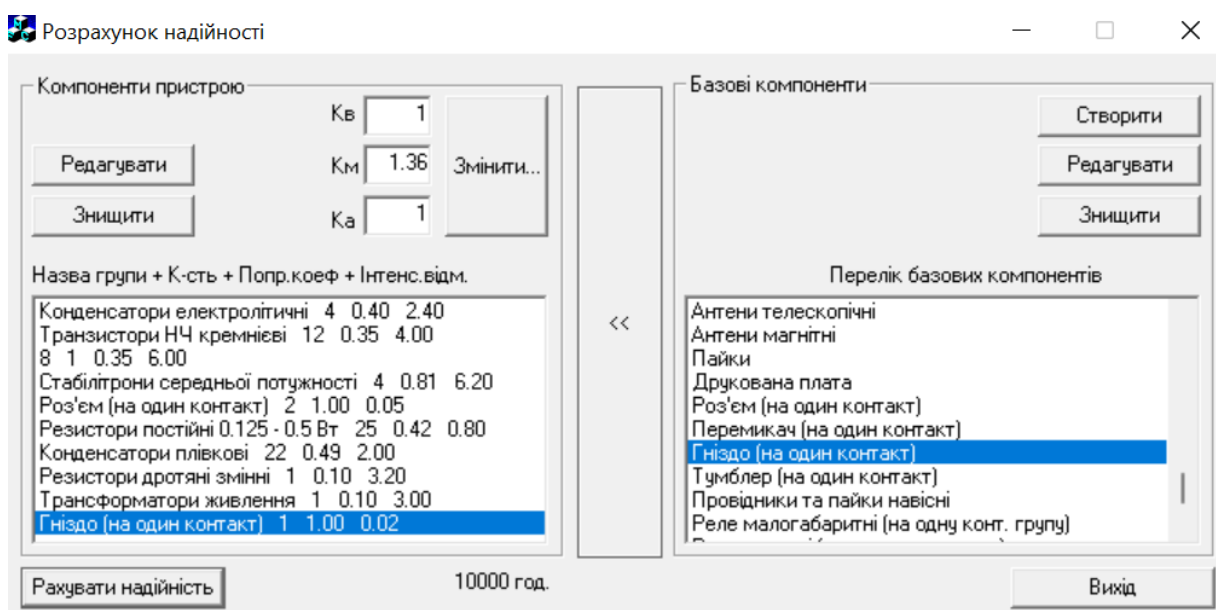


Рисунок 2.1 – головне вікно програми для розрахунку надійності

В результаті розрахунку отриманий графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу роботи, представлений на рисунку 2.15, при цьому ортимано значення середнього напрацювання до відмови 10000 год.

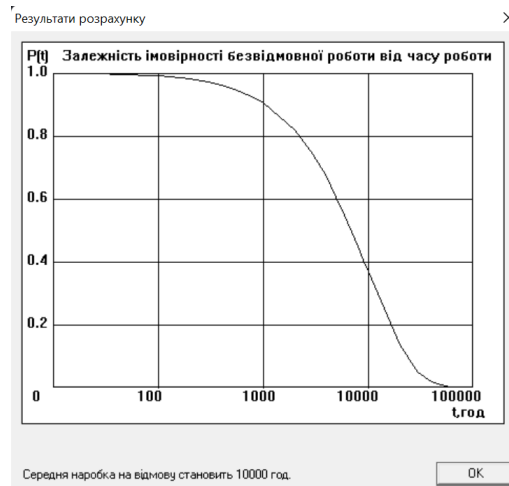


Рисунок 2.2 – Вікно програми з результатами розрахунку

2.5 Проектування друкованої плати в САПР

2.5.1 Опис одного з етапів проектування друкованої плати в САПР

Згідно завдання необхідно описати послідовність створення створення друкованої плати в програмі Altium Designer.

3) Намалювати прямокутний контур плати так, щоб всередині нього розмістились усі компоненти з деяким запасом по краях; 4) Виділити створений контур. Для того, щоб виділити об'єкти лише в одному шарі (активному на даний момент), необхідно натиснути Shift + S, а потім виділити контур, обхопивши його мишею при натиснутій лівій кнопці. 5) Встановити виділену область в якості контуру плати, для чого виконати команду Design→Board Shape→Define from selected objects (дизайн → форма плати → визначити з виділених об'єктів). 6) Повернутись до вікна документу і ще раз натиснути Shift + S, встановивши нормальний режим виділення (Рисунок 3.11).

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

26

6. Встановлення правил проектування	Встановити необхідні правила проектування: ширину друкованих провідників, мінімальну відстань між друкованими провідниками. Вікно викликається командою Design→Rules. Встановити ширину друкованих провідників 1 мм. Для цього в групі правил Routing вибрати підгрупу Width (ширина), а в ній виділити параметр Width. Після цього в правій частині вікна встановити значення 1мм для параметрів Min Width, Preferred Width та Max Width. Застосувати зміни кнопкою Apply (Рисунок 3.12). Встановити мінімальну відстань між елементами друкованого монтажу 0,8 мм. Для цього необхідно в дереві правил вибрати групу правил Electrical, в ній вибрати підгрупу Clearance (зазор) і виділити параметр Clearance. Тоді в правій частині вікна встановити значення 0,8 мм параметру Clearance. Застосувати зміни кнопкою Apply (Рисунок 3.13).
7. Автоматичне трасування зв'язків	Здійснити автоматичне трасування друкованих провідників. Спочатку необхідно виконати команду Auto Route → All... (Рисунок 3.14). Після чого з'явиться вікно Situs Routing Strategies трасувальника Situs. Для початку трасування треба натиснути кнопку Route All. Прогрес трасування відображається у вікні Messages (Рисунок 3.15). Після закінчення автоматичного трасування у вікні Messages з'являється повідомлення, в якому вказується кількість незавершених зв'язків та час виконання трасування. Після цього вікно Messages можна закрити (Рисунок 3.16).
8. Перевірка виконання правил проектування	Для перевірки виконання правил проектування в меню Tools треба вибрати команду Design Rule Check (перевірка правил проектування) (Рисунок 3.17). У вікні, що з'явиться, натиснути кнопку Run Design Rules Check (Рисунок 3.18). В результаті перевірки з'явиться вікно звіту, в якому будуть вказані усі порушення правил (Rule Violations) та застереження (Warnings), якщо вони є. Для того, щоб закрити це вікно, необхідно на відповідній вкладці у верхній частині вікна правою кнопкою миші вибрати Close Design Rule Check (Рисунок 3.19).

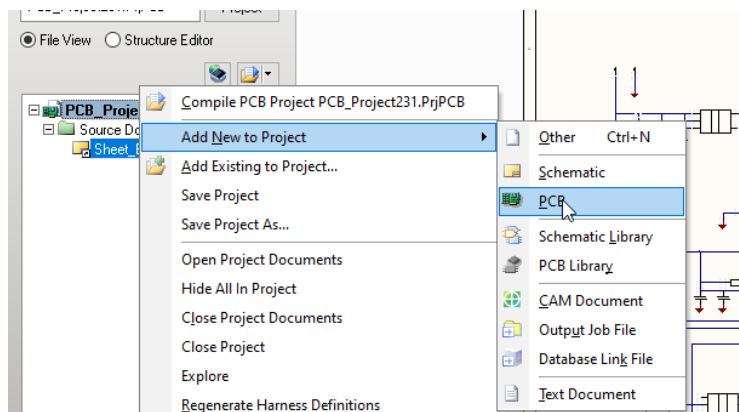


Рисунок 2.3 - Вікно створення проекту PCB

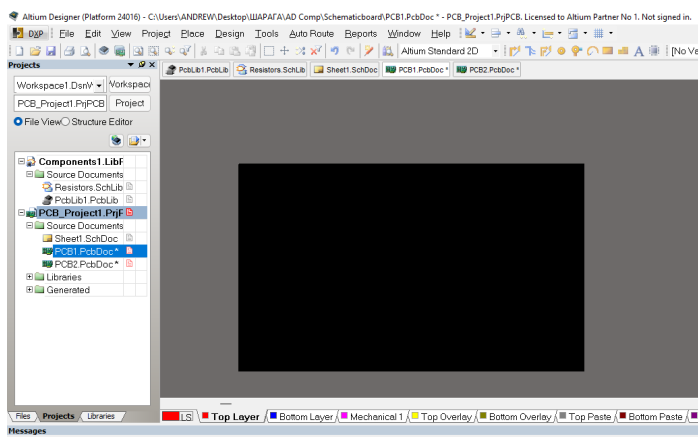


Рисунок 2.4 – Екран документа *.PcbDoc

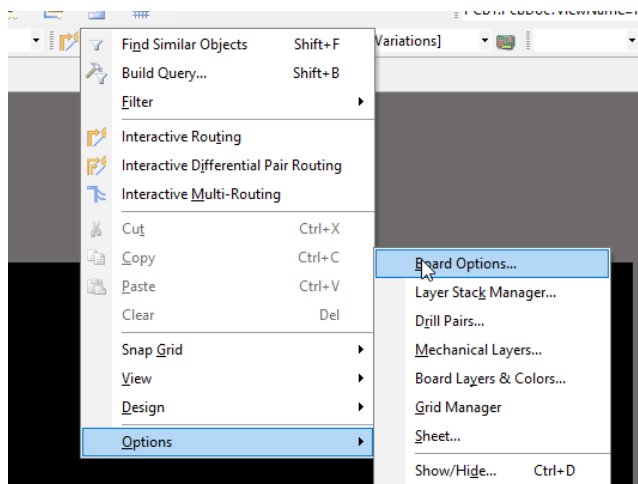


Рисунок 2.4 – Панель для відкривання вікна властивостей плати

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

28

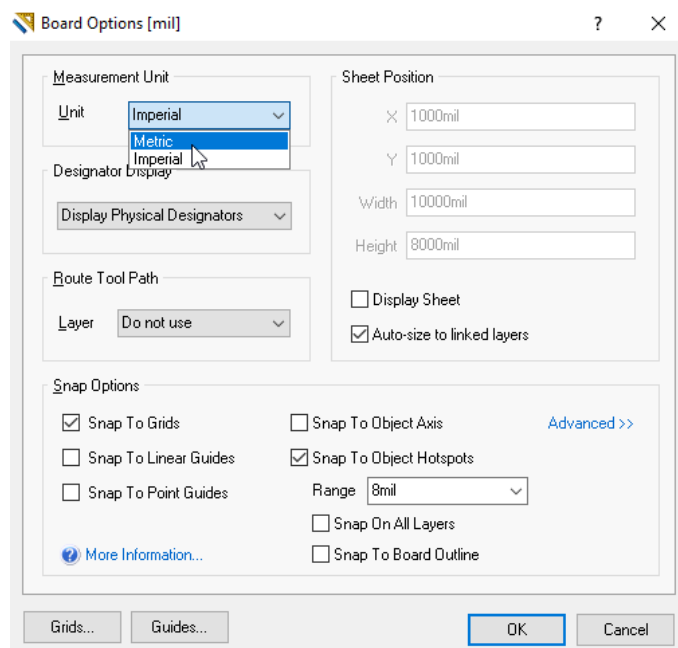


Рисунок 2.5 – Панель встановлення метричної одиниці вимірювання

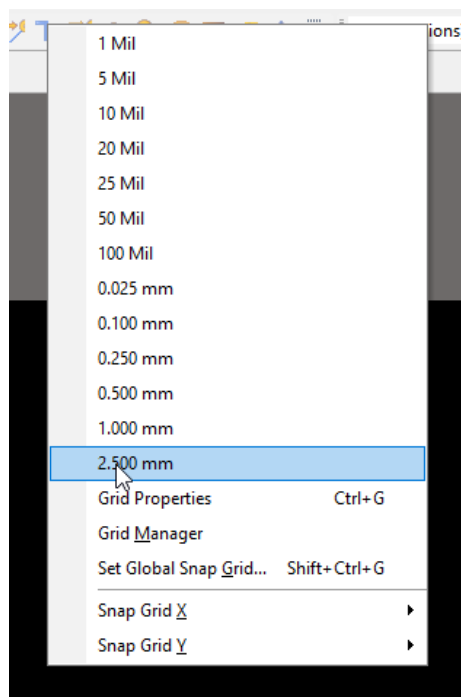


Рисунок 2.6 – Вікно меню вибору кроку координатної сітки

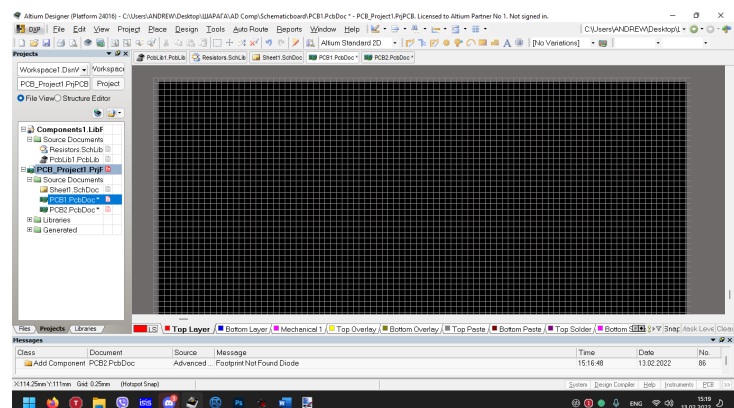


Рисунок 2.7 – Екран з координатною сіткою

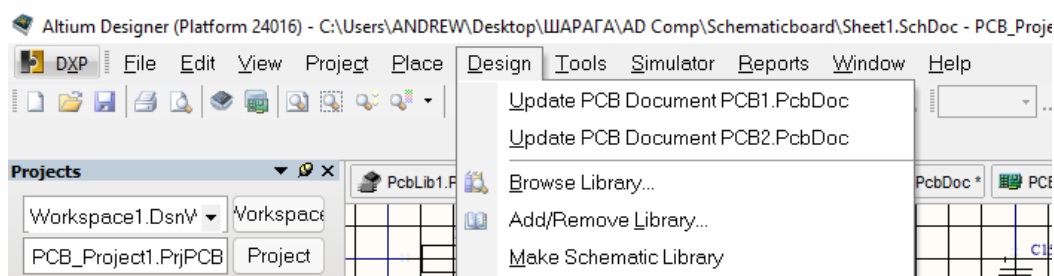


Рисунок 2.8 – Вікно вкладки для переносу даних з електричної принципової схеми до друкованої плати

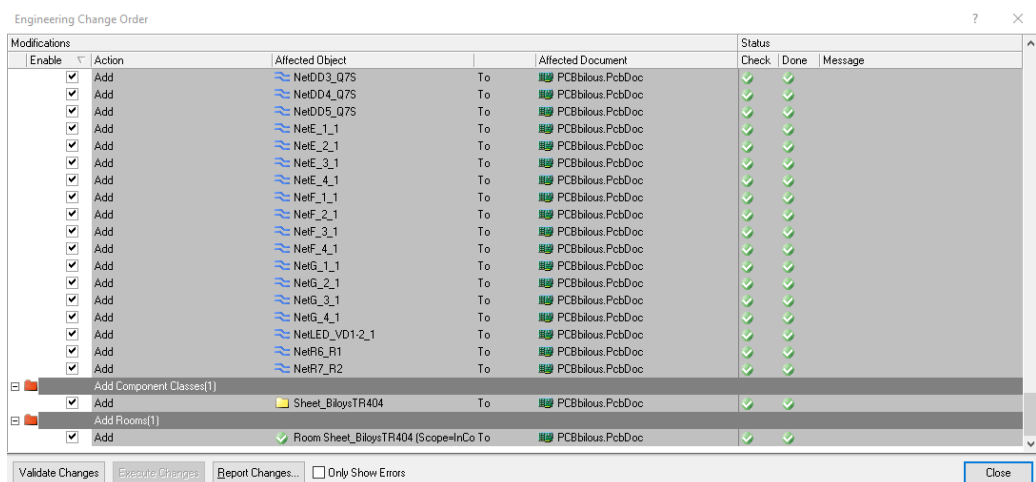


Рисунок 2.9 – Вікно імпорту даних Engineering Change Order

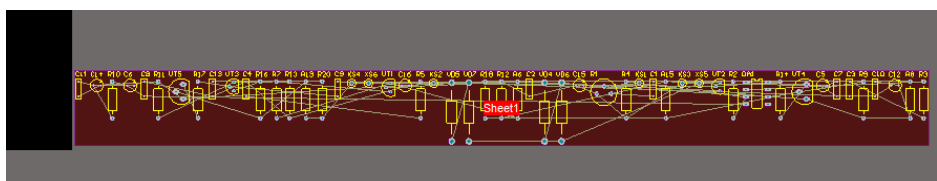


Рисунок 2.10 – Вікно робочої частини з перенесеними посадочними місцями компонентів та лініям електричних зв'язків між ними

Зм.	Арк.	Нодокум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

30

Рисунок 2.13 – Вікно встановлення ширини друкованих провідників 1 мм

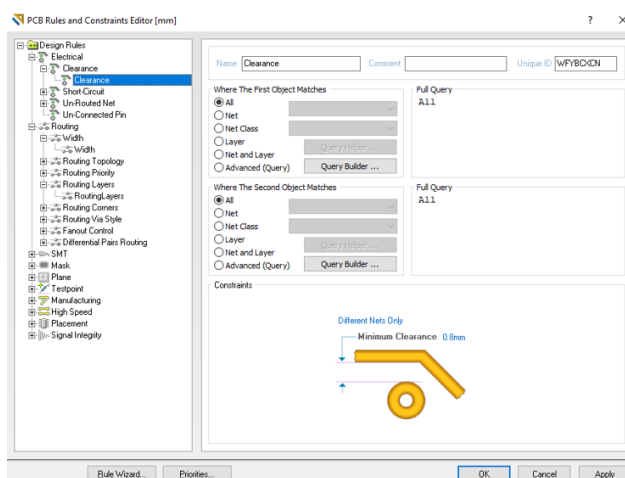


Рисунок 2.14 – Вікно встановлення мінімальної відстані між елементами друкованого монтажу 0,8 мм

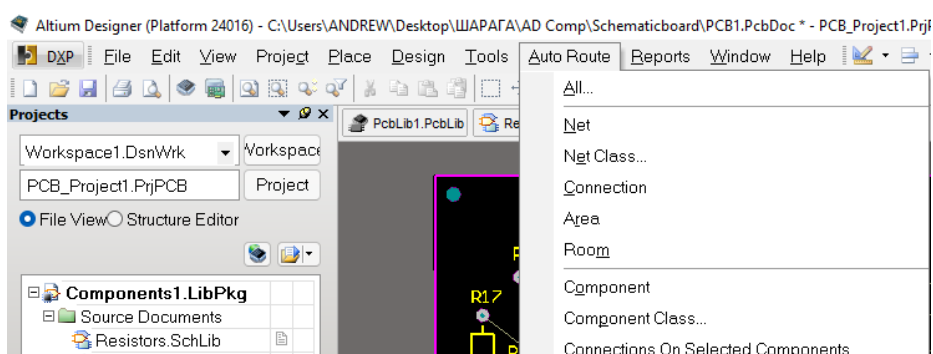


Рисунок 2.15 – Панель автоматичного трасування друкованих провідників

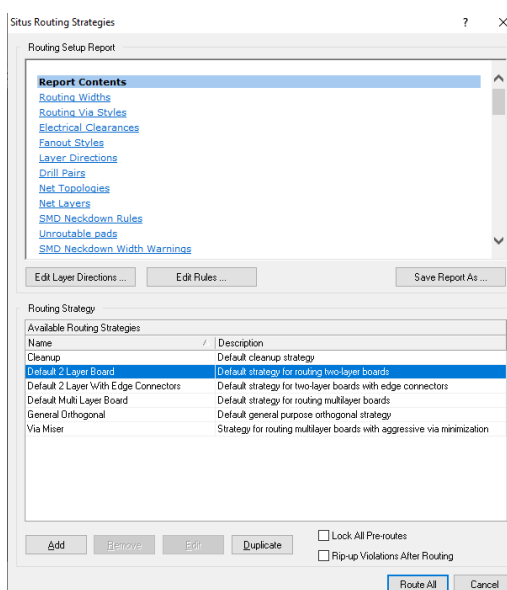


Рисунок 2.16 – Вікно трасування Situs Routing Strategies

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

32

Messages						
Class	Document	Source	Message	Time	Date	N..
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Fan out to Plane in 0 Seconds	18:48:38	09.02.20...	4
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Starting Memory	18:48:38	09.02.20...	5
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Memory in 0 Seconds	18:48:38	09.02.20...	6
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Starting Layer Patterns	18:48:38	09.02.20...	7
Ro...	PCB1.PcbD...	Situs	100 of 164 connections routed (60,98%) in 1 S...	18:48:39	09.02.20...	8
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Layer Patterns in 1 Second	18:48:39	09.02.20...	9
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Starting Main	18:48:39	09.02.20...	10
Ro...	PCB1.PcbD...	Situs	163 of 164 connections routed (99,39%) in 8 S...	18:48:45	09.02.20...	11
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Main in 6 Seconds	18:48:46	09.02.20...	12
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Starting Completion	18:48:46	09.02.20...	13
Ro...	PCB1.PcbD...	Situs	163 of 164 connections routed (99,39%) in 11 ...	18:48:48	09.02.20...	14
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Completion in 3 Seconds	18:48:49	09.02.20...	15
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Starting Straighten	18:48:49	09.02.20...	16
Ro...	PCB1.PcbD...	Situs	164 of 164 connections routed (100,00%) in 1...	18:48:50	09.02.20...	17
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Completed Straighten in 1 Second	18:48:51	09.02.20...	18
Ro...	PCB1.PcbD...	Situs	164 of 164 connections routed (100,00%) in 1...	18:48:51	09.02.20...	19
Sit...	PCB1.PcbD...	Situs	Routing finished with 0 contentions(s). Failed t...	18:48:51	09.02.20...	20

Рисунок 2.17 – Вікно проведення трасування

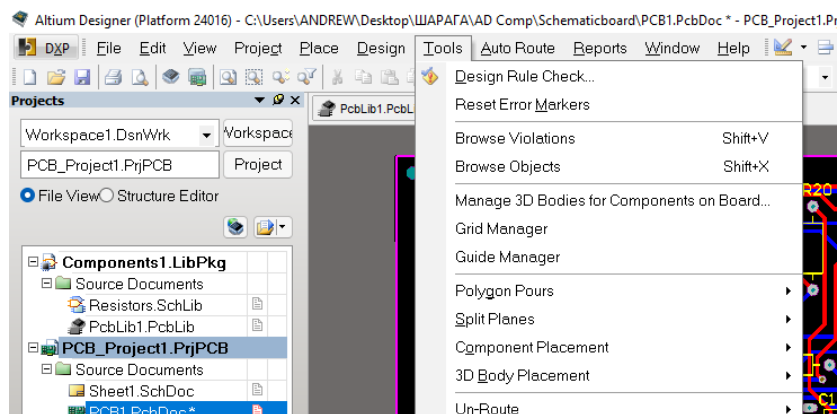


Рисунок 2.18 – Меню Tools команда для перевірки правил проектування Design Rule Check

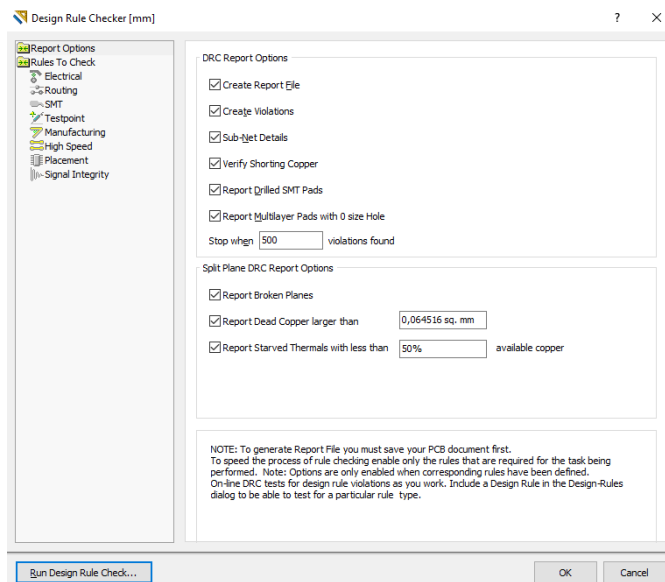


Рисунок 2.19 – Вікно перевірки правил проектування

Design Rule Verification Report

Date : 13.02.2022
 Time : 15:07:51
 Elapsed Time : 00:00:01
 Filename : C:\Users\ANDREW\Desktop\UAPAF\AD_Comp\Schematicboard\PCB1.PcbDoc

Warnings : 0
 Rule Violations : 0

Summary

Warnings	Count
Total	0

Rule Violations	Count
Net Antennae (Tolerance=0mm) (All)	0
Silk to Silk (Clearance=0.254mm) (All),(All)	0
Silkscreen Over Component Pads (Clearance=0.254mm) (All),(All)	0
Minimum Solder Mask Sliver (Gap=0.254mm) (All),(All)	0
Hole To Hole Clearance (Gap=0.254mm) (All),(All)	0
Hole Size Constraint (Min=0.025mm) (Max=2.54mm) (All)	0
Height Constraint (Min=0mm) (Max=25.4mm) (Preferred=12.7mm) (All)	0
Width Constraint (Min=0.6mm) (Max=0.6mm) (Preferred=0.6mm) (All)	0

Рисунок 2.20 – Вікно звіту з усіма помилками проектування

2.6 Результати проектування друкованої плати в САПР

В результаті використання САПР згідно вказівок [9] отримано друковану плату для проектованого студійного підсилювача класу А, вигляд якої зображено на рисунку 2.20. 3D модель друкованої плати зображена на рисунку 2.21. Для створення 3D моделей компонентів використана система КОМПАС-3D, моделі представлені в п 2.2.1, таблиця 2.3.

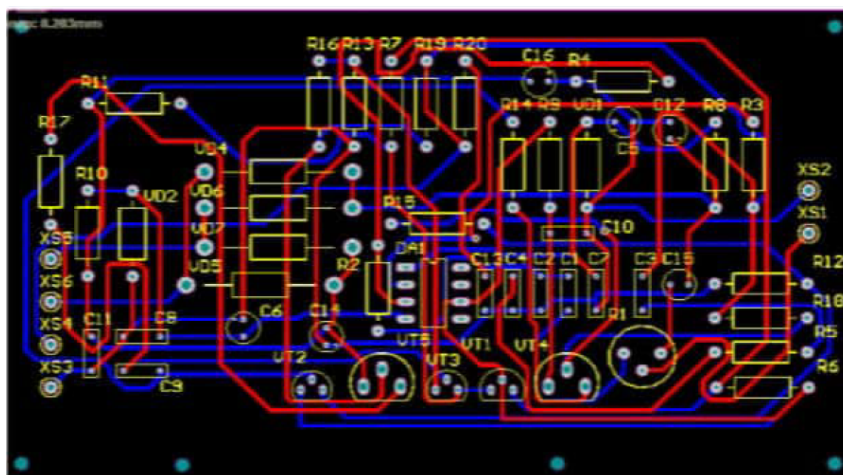


Рисунок 2.20 – Друкована плата студійного підсилювача класу А, розроблена в Altium Designer

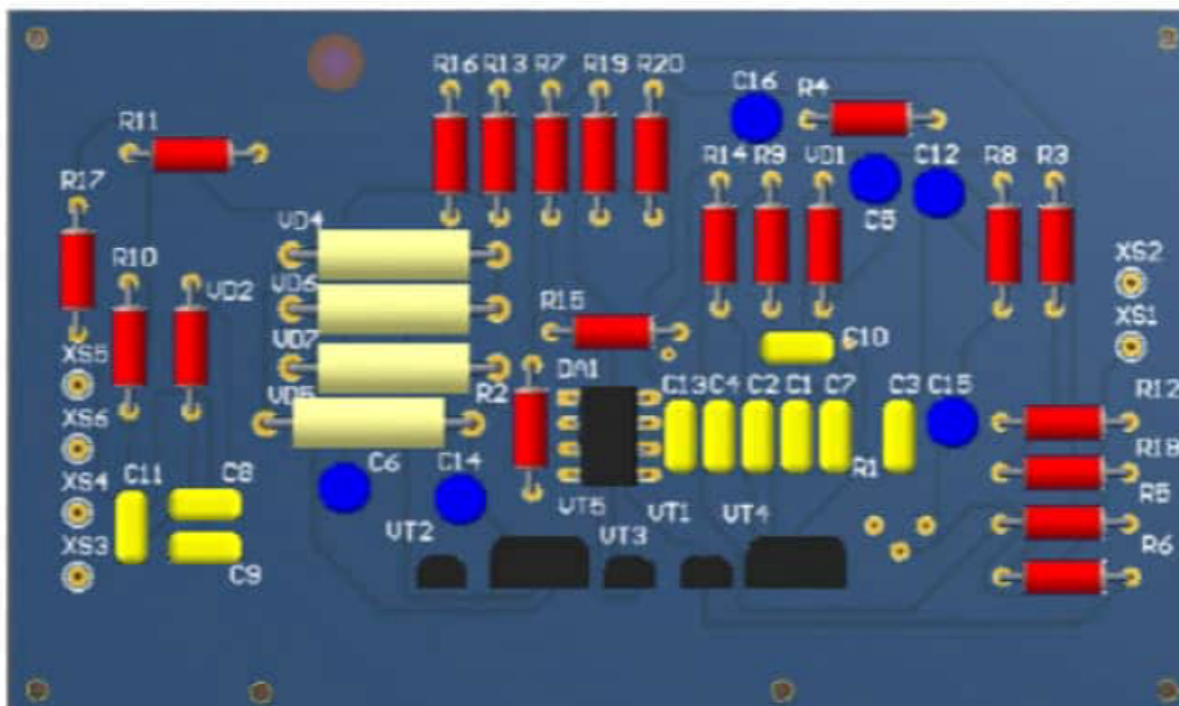
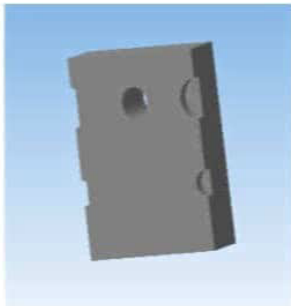
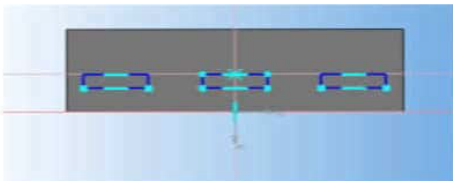
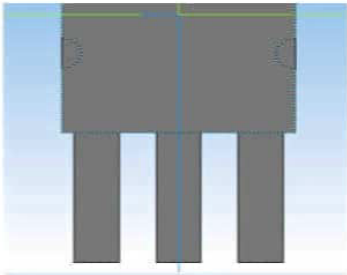
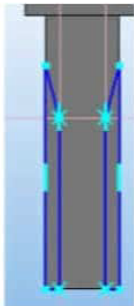


Рисунок 2.21 – 3D модель друкованої плати студійного підсилювача класу А в Altium Designer

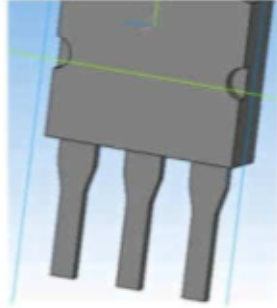
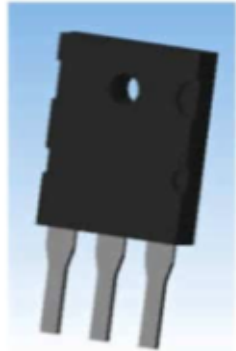
2.7 Створення 3D моделей компонентів РЕА

Згідно завдання необхідно описати створення 3D моделі р-п-р транзистора в корпусі TO264.

Таблиця 2.2 – Опис етапів створення 3D-моделі транзистора в корпусі TO264

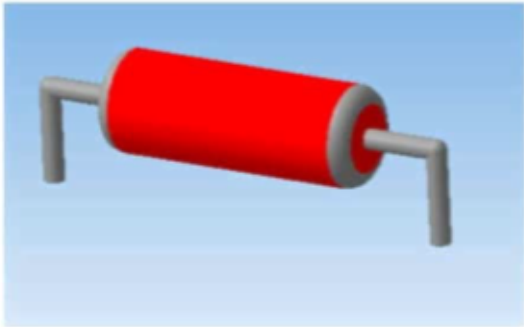
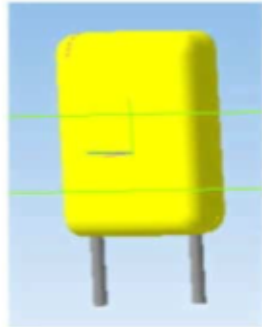
Дія	Результат виконання
Створення корпусу елемента	
Створення ескізу січення для всіх виводів	
Створення початкової конфігурації виводів	
Створення ескізу для надання виводу потрібної форми	

Продовження таблиці 3.2

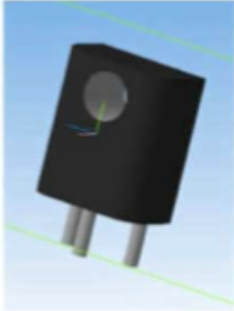
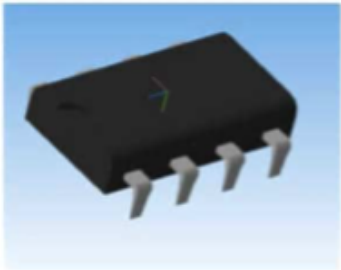
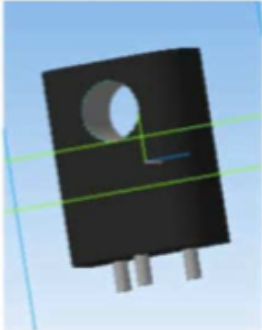
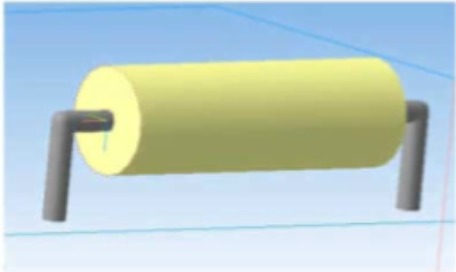
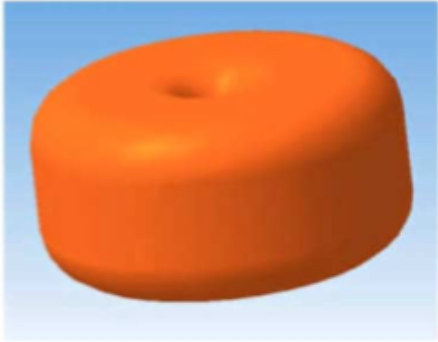
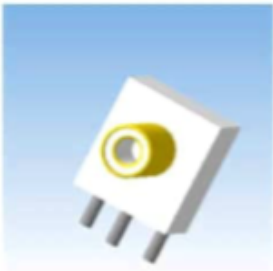
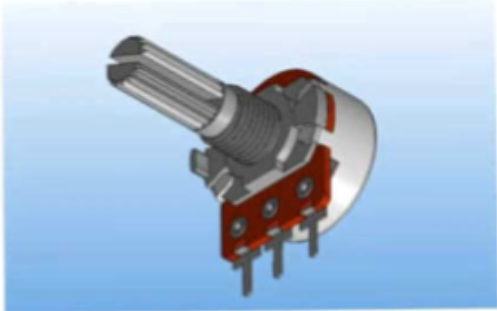
Завершення створення виводів	
Встановлення кольору окремих елементів моделі	

Для 3D моделювання проектного студійного підсилювача використані 3D моделі, які представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – 3D моделі радіоелементів студійного підсилювача

Резистор постійний (R2 – R20)	Конденсатор керамічний (C10-C14)
	

Продовження таблиці 3.3

Конденсатор електролітичний (C1-C9, C15-C16)	Транзистори MJE15032, MJE15033 (VT2, VT3)
	
Мікросхема TL081 (DD1)	Транзистор 2SA1943, 2SC5200 (VT4, VT5)
	
Діод (VD1-VD6)	Трансформатор
	
Роз'єм (XS1)	Змінний резистор (R1)
	

3.2.2 Створення 3D-моделі пристрою

Для створення 3D-моделі проектного студійного підсилювача необхідні: модель друкованої плати (рисунок 3.21), моделі верхньої та нижньої кришок корпусу (рисунок 3.22).

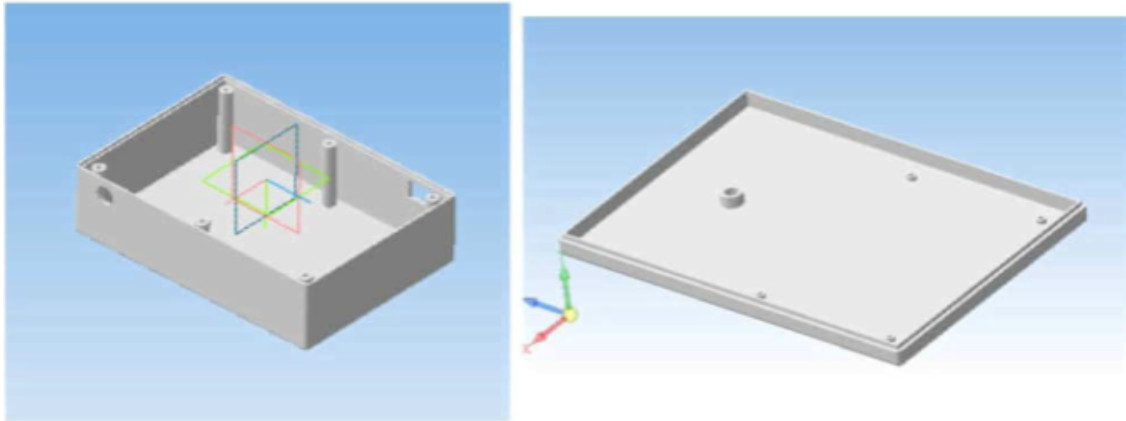


Рисунок 2.22 – 3D-моделі нижньої та верхньої кришок корпусу

Для створення 3D моделі студійного підсилювача усі вище зображені компоненти об'єднуються в зборку, результат проектування зображений на рисунках 2.23 та 2.24. Створена модель використана для автоматизованого генерування складального креслення виробу з подальшим доопрацюванням в режимі ручного редагування.

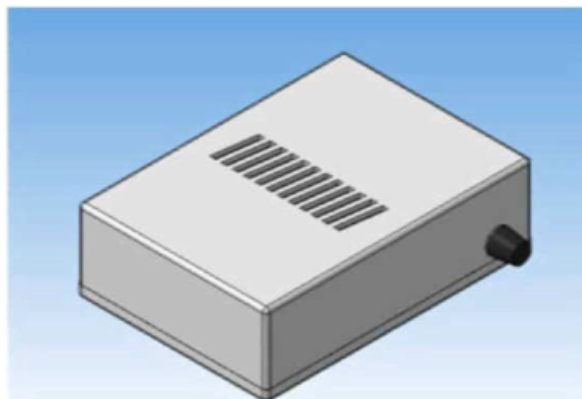


Рисунок 2.23 – 3D модель студійного підсилювача в зібраному вигляді

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

39

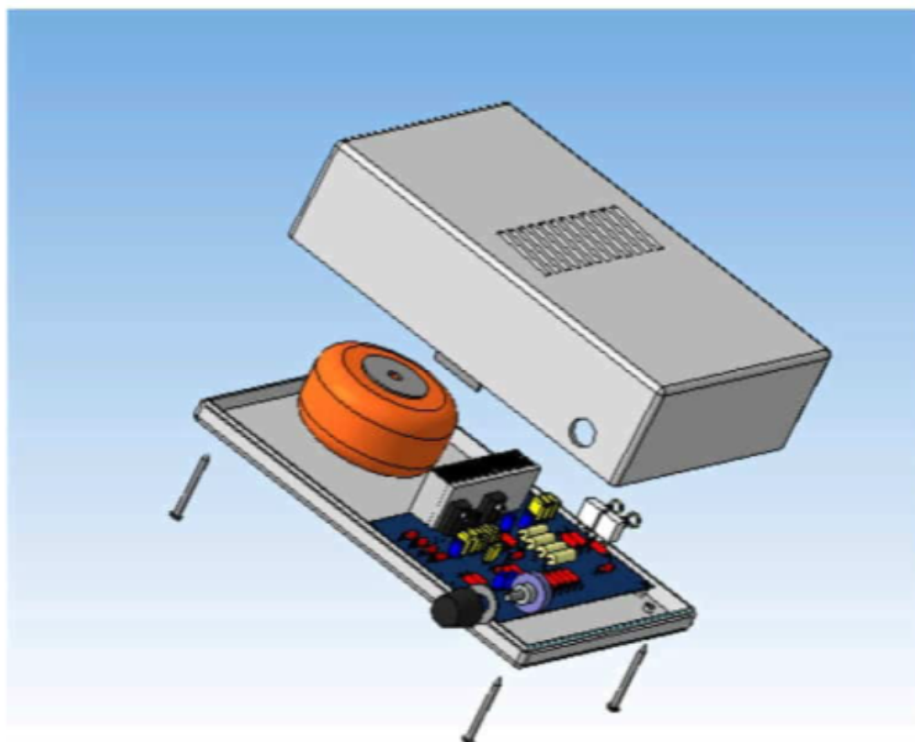


Рисунок 2.2.4 – 3D модель студійного підсилювача в режимі рознесення компонентів.

Таким чином в результаті застосування САПР при розробці конструкції студійного підсилювача було отримано друковану плату та її 3D модель в системі Altium Designer, а також створено 3D модель конструкції в системі КОМПАС-3D.

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

40

3 Спеціальна частина

3.1 Опис одного з етапів проектування одного вузла плати в середовищі Multisim

Згідно завдання необхідно описати послідовність створення створення каскаду живлення схеми друкованої плати в програмі Multisim.

1	Зібрати схему для зняття ВАХ (рисунок 3.3) випрямного діода при прямому і зворотному зсуві р – n переходу. Ввімкнути схему. Змінюючи напругу джерела живлення Е зняти пряму $I_{пр}$ і зворотну $I_{зв}$ гілки вольт-амперної характеристики випрямного діода. Результати вимірів занести в таблицю 3.1. За даними таблиці 3.1 побудувати вольт-амперну характеристику випрямного діода $I_{пр} = f(U)$
2.	За даними таблиць побудувати ВАХ діода і визначити опір діода при прямому і зворотному зсуві р-n переходу. ВАХ можна отримати шляхом вимірювання напруг на діоді у разі протікання різних струмів унаслідок зміни напруги джерела живлення. 1. Зібрати схему для дослідження ВАХ діода за допомогою осцилографа, наведену на рисунку 3.4. За умови такого підключення координата точки по горизонтальній осі осцилографа буде пропорційна напрузі, а по вертикальній - струму через діод. Оскільки напруга в вольтах на резисторі в 1 Ом чисельне дорівнює струму через діод в амперах ($I = U/R = U/I = U$), по вертикальній осі можна безпосередньо зчитувати значення струму. Якщо на осцилографі обраний режим В /А. то величина, що пропорційна струму через діод (канал В), буде відкладатися по вертикальній осі. а напруга (канал А) - по горизонтальній. Це дасть змогу отримати вольт-амперну характеристику безпосередньо на екрані осцилографа.

	У разі отримання ВАХ діода за допомогою осцилографа на канал А замість точної напруги на діоді подається сума напруги діода та напруги на резисторі в 1 Ом. Помилка через це буде мала, оскільки падіння напруги на резисторі буде значно менше, ніж напруга на діоді. Через нелінійність діода його не можна характеризувати величиною опору, як лінійний резистор. Відношення напруги на діоді до струму через нього U/I , яке називається статичним опором, залежить від величини струму. На ВАХ що з'явилася на екрані осцилографа, по горизонтальній осі зчитується напруга на діоді в мілівольтах (канал А), а по вертикальній - струм у міліамперах.
3.	Зібрати схему для зняття ВАХ стабілітрона (рисунок 3.5) при прямому і зворотному зсуві р – n переходу аналогічно схемі на рисунку 3.3. Результати вимірювань занести в таблиці
4.	За даними таблиці побудувати ВАХ стабілітрона і визначити диференціальний опір.
5.	Фіксую данні за допомогою осцилографа (рисунок 3.6)

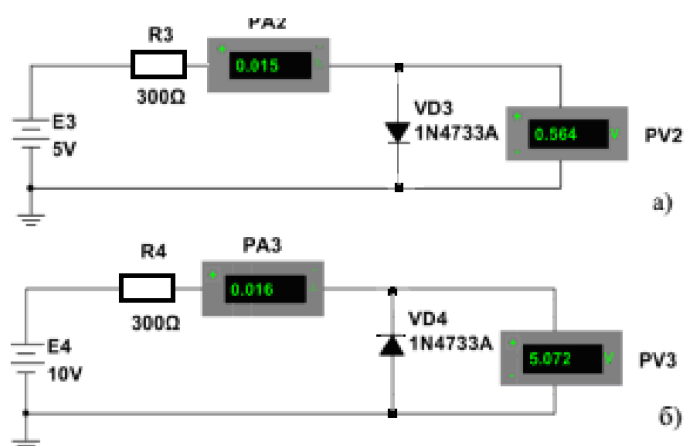


Рисунок 3.3-Схема для зняття вольт-амперної характеристики випрямного діода: (а) - прямої та б – зворотної гілки ВАХ

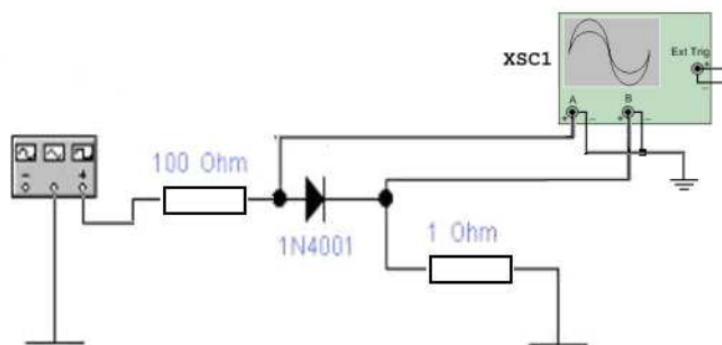


Рисунок 3.4 - Схема для дослідження ВАХ діода за допомогою осцилографа

Таблиця 3.1 Результати дослідження ВАХ діода

Пряма частина ВАХ випрямного діода							
E, В	0	0,5	1	2	3	4	5
$U_{пр}$, В							
$I_{пр}$, мА							
Зворотна частина ВАХ випрямного діода							
E, В	0	5	10	15	20		
$U_{зв}$, В							
$I_{зв}$, мА							

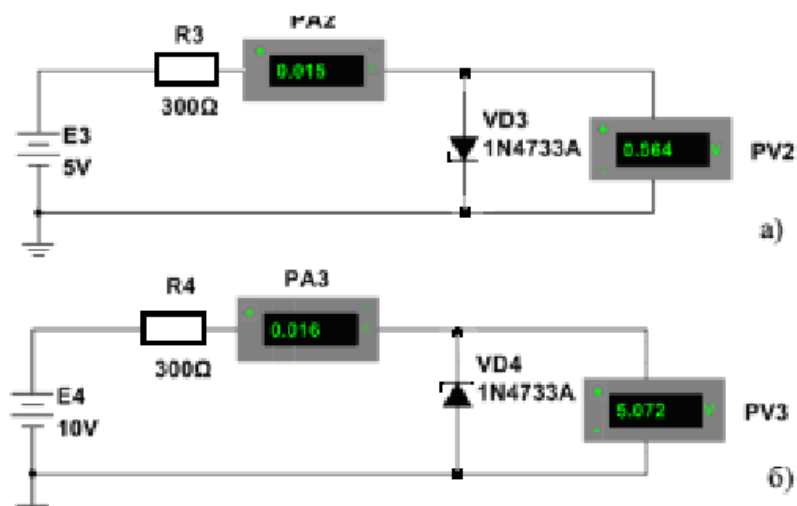


Рисунок 3.5-Схема для зняття вольт-амперної характеристики стабілітрона: (а) – при прямій, та (б) – при зворотній прикладеній до стабілітрона напрузі

Таблиця 3.2 Результати дослідження ВАХ стабілітрон

Пряма частина ВАХ стабілітрона							
E, В	0	0,5	1	2	3	4	5
U _{ПР} , В							
I _{ПР} , мА							
Зворотна частина ВАХ стабілітрона							
E, В	0	4	6	10	15	20	25
U _{ЗВ} , В							
I _{ЗВ} , мА							

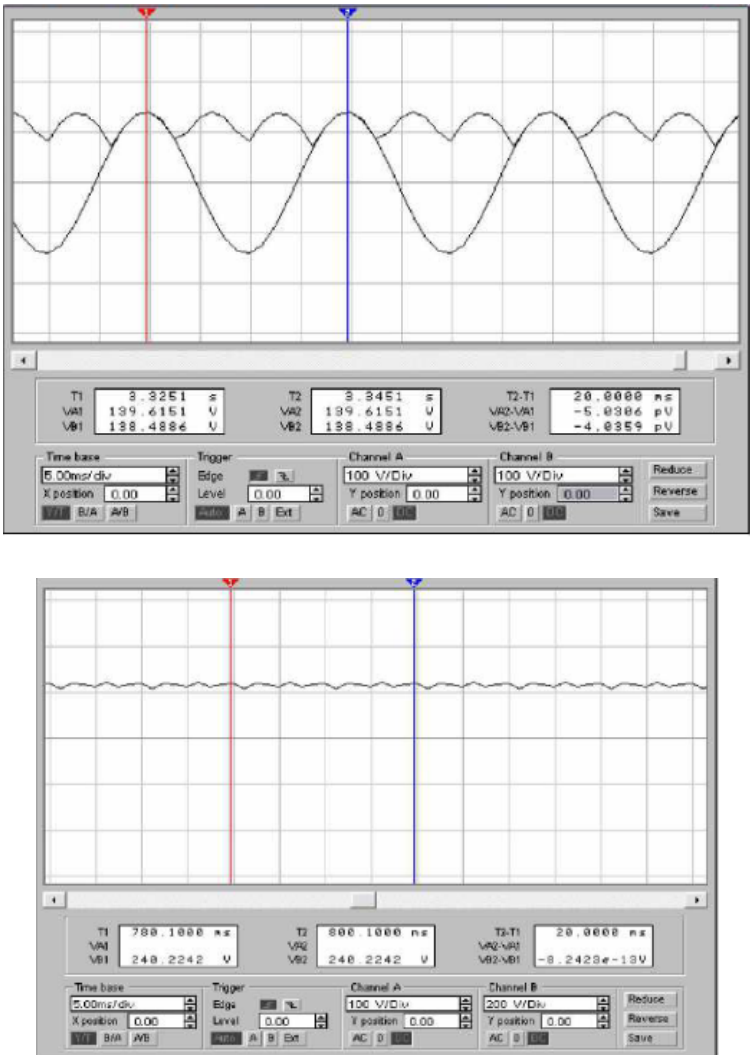


Рисунок 3.6 - Осцилограми напруг

3.2 Вибір елементної бази (див. в додаток)

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Служба охорони праці виконує такі основні функції:

- опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці;
- проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;
- складає разом зі структурними підрозділами підприємства комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- проводить для працівників вступний інструктаж з питань охорони праці;
- організовує: забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами з охорони праці;
- паспортизацію цехів, дільниць, робочих місць щодо відповідності їх вимогам охорони праці;
- облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій; підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці та ін.

4.1 Засоби компенсації впливу на працівників несприятливих умов праці.

Охорона здоров'я працівників, забезпечення сприятливих умов праці, ліквідація професійних захворювань і виробничого травматизму є однією з основних турбот уряду України. Це виявляється в комплексі економічних, технічних, санітарно-гігієнічних і правових заходів, спрямованих на прискорення технічного прогресу, автоматизацію та механізацію виробничих процесів, заміну ручної праці машинами, подальше поліпшення умов праці.

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

45

Разом з тим, рівень розвитку техніки поки що не може забезпечити створення в усіх випадках і всім працівникам належних умов праці, що виключають вплив шкідливих умов праці на людський організм. Тому для таких працівників

законодавством передбачено різні пільги і компенсації. Серед цих пільг — лікувально-профілактичне харчування для працівників, зайнятих на роботах з особливо шкідливими умовами праці, для зміцнення їх здоров'я і попередження професійних захворювань згідно з Переліком виробництв, професій і посад, робота в яких дає право на безкоштовне одержання лікувально-профілактичного харчування у зв'язку з особливо шкідливими умовами праці.

Витрати, пов'язані з безплатною видачею такого харчування працівникам, повинні проводитися за рахунок собівартості продукції, а в бюджетних організаціях — за рахунок асигнувань з бюджету. Працівникам, які зайняті на роботах із шкідливими умовами праці, передбачено видачу молока. Основна мета видачі молока — підвищення опору організму людини несприятливим факторам виробничого середовища. Таким працівникам надається додаткова відпустка до основної і встановлюється скорочений робочий день згідно зі Списком виробництв, цехів, професій і посад із шкідливими умовами праці, робота в яких дає право на додаткову відпустку та скорочений робочий день.

При скороченні робочого дня людина працює і відчуває на собі вплив шкідливих речовин не повний нормований робочий день (вісім годин), а на певний визначений час менше. Завдяки цьому часу відпочинку їй легше повернутися до нормального самопочуття. Такий вид компенсації, як додаткові відпустки, скорочений робочий день спрямовані на те, щоб людина, яка працює в умовах, небезпечних для її здоров'я та життєдіяльності, мала біль-ше часу на відтворення своїх життєвих сил.

Усі види компенсації (скорочений робочий день, додаткова відпустка, пенсії за віком на пільгових умовах) спрямовані на збільшення часу відпочинку від небезпечної, напруженої праці.

Грошовою компенсацією працівникам за роботу у шкідливих умовах є доплати за несприятливі умови праці, які можуть здійснюватися шляхом підвищення тарифних ставок та посадових окладів, урахування дійсного стану умов праці при їх встановленні.

Традиційний підхід до побудови тарифної системи передбачає використання кількох рівнів тарифних ставок першого розряду, що було введено в тарифну систему і в різних модифікаціях застосовується багатьма підприємствами, зокрема за умови праці передбачалися різні рівні тарифних ставок залежно від умов праці. У більшості ж галузей відхилення умов праці компенсується встановленням доплати.

З прийняттям Законів України «Про підприємства в Україні», «Про оплату праці» встановлені раніше обмеження з боку держави щодо застосування доплати і надбавок втратили чинність. Так, Законом України «Про підприємства в Україні», що підприємство самостійно встановлює форми, системи і розміри оплати праці, а також інші види доходів працівників. Закон України «Про оплату праці» конкретизує цю норму й передбачає, зокрема, що умови впровадження й розміри надбавок, доплат, винагород та інших заохочувальних, компенсаційних і гарантійних виплат установлюються в колективному договорі з дотриманням норм і гарантій, передбачених законодавством, генеральною та галузевими (регіональними) угодами.

Компенсаційні доплати за умови праці, що відхиляються від нормальних, включають доплати:

- за роботу у важких, шкідливих та особливо важких і особливо шкідливих умовах праці;
- за інтенсивність праці;
- за роботу у нічний час;

- за перевезення небезпечних вантажів.

Конкретні розміри доплат за умови праці визначаються на основі атестації робочих місць та оцінки фактичних умов зайнятості робітників на цих місцях. На підприємствах установлюють розміри доплат: від 4 до 24 % тарифної ставки (посадового окладу). Робота у нічний час оплачується у підвищеному розмірі, але не нижче 20 % тарифної ставки (окладу) за кожну годину роботи у нічний час.

Власник за свої кошти (з прибутку) може додатково встановлювати за колективним договором (угодою, трудовим договором) додаткові пільги і компенсації, не передбачені чинним законодавством (відпустки більшої тривалості, надбавки за особливі умови праці, додаткові перерви, безплатні обіди).

Слід зазначити, що застосування на виробництві застарілих технологій та матеріалів, нестача технічних засобів захисту працівників і відповідних коштів у підприємств для оптимізації умов праці спричиняють надання майже третині працівників промисловості, будівництва, транспорту, сільськогосподарського виробництва пільг та компенсацій за роботу в шкідливих і важких умовах праці.

Щорічно витрати на ці потреби становлять понад 700 млн грн.

4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні студійного підсилювача звуку.

1. При технічному обслуговуванні і ремонті побутових приладів користуються інструментами з ізольованими ручками.
2. Під час виконання робіт бути особливо пильним. Не відволікатися на сторонні справи та розмови, не заважати іншим.
3. Встановлювати побутовий прилад, що ремонтується, на робочий стіл так, щоб порушення центра тяжіння не призвело до його падіння.
4. До перевірки і ремонту побутового прилада необхідно пересвідчитись у відповідності номіналів запобіжників напрузі живлючої мережі та

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ

Арк.

48

номінального струму запобіжника, у відсутності замикання у шнурі живлення та його вилці.

5. Після зняття кришки корпусу слід користуватися перехідним шнуром живлення, обладнаним колодкою із запобіжниками.

6. Очистити від пилу електроелементи побутових приладів.

7. Ремонтувати і перевіряти побутовий прилад під напругою лише в тих випадках, коли інакше виконати роботу неможливо (настройка, регулювання, вибір режимів, знаходження несправних контактів в монтажі тощо). При цьому необхідно бути особливо уважним, щоб уникнути дотику до струмопровідних частин апарата.

8. Працювати слід однією рукою.

Забороняється:

1. Вмикати прилади в розетку за допомогою оголених проводів, без вилок.

2. Проводити ремонт ввімкненого в електромережу побутового приладу в безпосередній близькості від заземлених конструкцій, і батарей опалення,

водопровідних труб, що мають заземлені відкриті екрани, надійно захищаються діелектричними щитами або решітками.

3. Залишати без нагляду ввімкнені побутові прилади, вимірювальний прилад, електроінструмент, а також залишати після закінчення роботи побутові прилади без корпусу.

4. Здійснювати заміну вузлів і деталей, пайку монтажу, «продзвонку» проводів та інші операції, що виконуються двома руками, в побутових приладах без попереднього відключення їх від електромережі і зняття залишкових зарядів.

5. Вмикати побутові прилади, апаратуру в мережу при штучно замкнених запобіжниках, а також вмикати його шляхом безпосереднього з'єднання чи при обриві проводів.

6. Вмикати та вимикати обладнання, робота на якому не доручалась; за винятком аварійної ситуації.

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		49

7. Торкатися руками до обірваних та оголених проводів електромережі та монтажної схеми приладу ввімкненого в електромережу.
8. Працювати неізольованим та несправним інструментом.
9. Вмикати в електромережу побутові прилади, вимірювальні прилади, проводи живлення яких мають пошкоджені ізоляцію та електровилки.
10. Використовувати саморобні подовжувачі.
11. Вмикати побутові прилади в розетки, які не мають захисних направляючих контактів вилок.
12. Працювати електровимірювальними приладами, корпуси яких надійно не заземлені.
13. Користуватися пошкодженими розетками, відгалужувачами, з'єднувальними коробками, вимикачами та іншою електромережею.
14. Користуватись саморобними некаліброваними електрозапобіжниками.
15. Класти на щит електрообладнання, інструменти, одяг, пакунки.
16. Мати на одному робочому столі два ввімкнених в мережу побутових прилади зі знятими кришками.

4.3 Стационарні засоби гасіння пожеж

На промислових об'єктах, де пожежі дуже швидко розповсюджуються,

необхідно проектувати установки пожежогасіння, які спрацьовують в автоматичному і дистанційному режимі управління.

Автоматичні установки пожежогасіння класифікуються за: призначенням, принципом дії, режимом роботи, видом вогнегасної речовини, способом їх подавання в осередок пожежі і т. ін.

За призначенням установки автоматичного пожежогасіння поділяються на такі, що призначені для профілактики і гасіння пожеж, локалізації і блокування пожеж. За тривалістю приведення у дію, установки поділяються на: надшвидкодіючі (тривалість луску до 0,1 с); швидкодіючі (0,1-0,3 с); середньоінерційні (3-30 с); інерційні (понад 0,5

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		50

хв.). За тривалістю гасіння пожеж, установки можуть бути короткочасної дії (до 15 хв.), середньої тривалості (до 30 хв.) і тривалої дії (понад 30 хв.).

Установки для запобігання пожежам призначені для введення в осередок вогню вогнегасних речовин або зміни режиму роботи технологічного обладнання, щоб запобігти вибуху або загорянню.

Установки для гасіння пожеж призначені для повної їх ліквідації за допомогою вогнегасних речовин або створення умов, за яких горіння припиняється.

Установки ліквідації пожеж призначені для обмеження осередку горіння дією вогнегасних речовин до прибуття підрозділів пожежної охорони.

Установки блокування пожеж призначені для захисту об'єктів від дії високих температур, які виникають при пожежах. Такі установки забезпечують охолодження і не допускають перекидання вогню на інші об'єкти, виключають теплову дію на технологічне обладнання, що містить легкозаймисті речовини, горючі гази і ін.

Тривалість роботи установок по локалізації і блокуванню пожеж визначається часом, необхідним для ліквідації аварійних ситуацій та розгортання підрозділів пожежної охорони.

Як застосовуються стаціонарні установки водяного гасіння пожеж? Автоматичні стаціонарні установки водяного гасіння пожеж приводяться у дію в будь-який час виникнення пожежі. За характером дії вони поділяються на спринклерні та дренчерні. Обладнанню цими установками підлягають деревообробні цехи площею понад 2000 м², склади горючих матеріалів площею 700м², а склади целулоїду; кіноплівки й цехи для їх виготовлення обладнуються цими установками незалежно від їх площі і т.д.

Спринклерна установка - це спеціальна водяна мережа (система водяних трубопроводів), що розміщуються під (або над) стелею приміщення з розставленими штуцерами для спринклерів так, що під

одним спринклером знаходилась площа підлоги 9— 12 м². Вихідний отвір спринклерної головки закривається спеціальним клапаном, що утримується у закритому стані спеціальним легкоплавким замком. При підвищенні температури в приміщенні до 72 °С сплав замка розплавляється, пластинки, що утримували клапан зміщуються і через відкритий отвір головки виходить вода з мережі. Вода, вдаряючись об спеціальний пристрій головки розбризкується і зрошує відповідну площу підлоги, на якій виникла пожежа. Інтенсивність зрошення приблизно становить 0,1 л/(см²). При відкриванні хоча б одного спринклера, завдяки контрольносигнальному пристрою, що входить до складу системи, вмикається сигнальна сирена і сповіщає про появу осередку вогню і роботу спринклера.

Дренчерні установки відрізняються від спринклерних тим, що дренчерні головки не закриваються, а вода у системі перекрита клапаном групової дії. Від спеціального пристрою (сповіщувача), що спрацьовує при виникненні пожежі, клапан в системі відкривається і в усьому приміщенні одночасно працюють дренчерні головки, розбризкуючи воду. Застосовуються дренчерні установки для створення водяних завіс біля вікон, дверей, а також для запобігання розповсюдження вогню в цехах та інших виробничих приміщеннях.

Автоматичні установки пожежогасіння мають завжди бути готовими і справними для гасіння пожеж. Керівник об'єкта наказом призначає відповідальну особу, яка слідкує за справністю спринклерних і дренчерних установок. Відповідальна особа один раз на тиждень перевіряє стан і роботу всього автоматичного обладнання, а контрольно-сигнальну апаратуру - щоденно перед початком зміни.

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра була проведена ретельна розробка конструкції "Підсилювача звукової частоти потужністю 70 Вт". Основною метою було створення надійного та ефективного пристрою з можливістю подальшого впровадження у виробництво.

У процесі розробки вибиралися елементи електронної бази, що відповідали сучасним технологіям та мали оптимальні технічні характеристики. Для проектування друкованих вузлів використовувалась високопродуктивна система автоматизованого проектування Altium Designer. Це дозволило ефективно розмістити радіoelementи та трасувати друковані провідники на платі виробу, отримавши в результаті двосторонню друковану плату з мінімальними паразитними зв'язками.

Технологічний процес складання пристрою та його 3D моделювання були ретельно розроблені та описані. Корпус пристрою був спеціально виготовлений із пластмаси з метою оптимізації конструкції та зниження витрат.

Надійність розрахована пристрою виявилася на високому рівні, що підтверджує його готовність до впровадження у виробництво. З мінімальними доробками він може бути ефективно використаний у виробничих умовах, що робить його цікавим об'єктом для подальшої реалізації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стрембіцький М.О. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для спеціальності 152 "Метрологія і інформаційні технолог". – Тернопіль, ТНТУ, 2024

2. Стрембіцький М.О. Методичні вказівки до виконання графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТНТУ, 2024

3. Стрембіцький М.О. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 152 «Метрологія і інформаційні технолог». – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2024

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

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

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

7. Васишин О.З. Методичні вказівки для розробки маршрутноопераційної технології складання та монтажу вузлів РЕА для спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2014

8. Васишин О.З. Конспект лекцій "Поверхневий монтаж" для спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2013
52 2022.ДП.172.404.014.00.000 ПЗ

					<i>КРБ.00.00.00.22-045 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		54

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

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

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

11. 1n4001 General Purpose plactic rectifier [електронний ресурс] – Режим
доступу: URL: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/30/6-30-1178.pdf>
(05.02.2022)

12. 1n4148 Small Signal Fast Switching Diodes [електронний ресурс] – Режим
доступу: URL: <https://www.vishay.com/docs/81857/1n4148.pdf>
(05.02.2022)

13. bc546 Amplifilter Transistors [електронний ресурс] – Режим
доступу: URL: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/bc546-d.pdf>
(05.02.2022)

14. BC639 Amplifilter Transistors [електронний ресурс] – Режим
доступу: URL: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/bc556b-d.pdf>
(05.02.2022)

15. BC639 Switching and Apmlifilter Applications [електронний
ресурс] – Режим доступу: URL: <https://datasheetspdf.com/pdf-file/128602/FairchildSemiconductor/BC639/1> (05.02.2022)

16. bc640 Gigh Current Transistors [електронний ресурс] – Режим
доступу: URL: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/bc640-d.pdf>
(05.02.2022)

17. BD139 BD140 Complemetary low voltage transistor [електронний
ресурс]– Режим доступу: URL:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiW29P_8M_2AhVMpYsKHXMWDnsQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.st.com%2Fresource%2Fen%2Fdatasheet%2Fcd00001225.pdf&usg=AOvVaw1y7-G52L03pc8C9L8-XXTo (05.02.2022)

18. bd911, bd912 Complementary silicon power transistor [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi8tpy99M_2AhVDl4sKHafQCOsQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.st.com%2Fresource%2Fen%2Fdatasheet%2Fbd911.pdf&usg=AOvVaw26Z0R1GxFo4IbmSwiaY9Wb (05.02.2022)

19. MF-15 Carbon Film Fixed Resistor Axial Leaded [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://static.chipdip.ru/lib/168/DOC011168771.pdf> (05.02.2022)

20. k10-17i Конденсаторы керамические многослойные радиальные [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc.ru/pdf/kondensator/k10-17i.pdf> (05.02.2022)

21. MER ALUMINUM ELECTROLYTIC CAPACITORS [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://www.nichicon.co.jp/english/products/pdfs/e-rs.pdf> (05.02.2022)

22. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057> (05.02.2022)

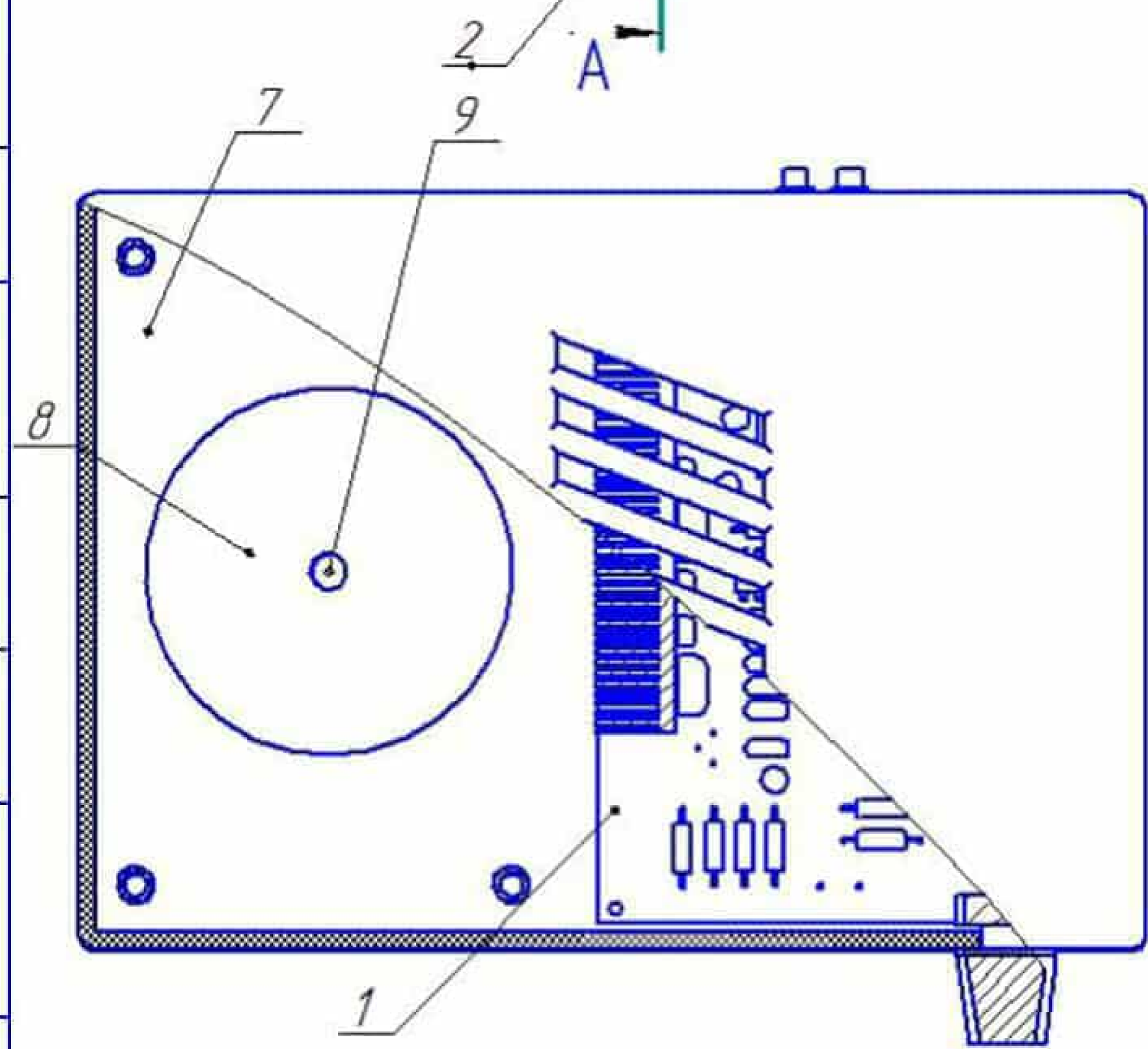
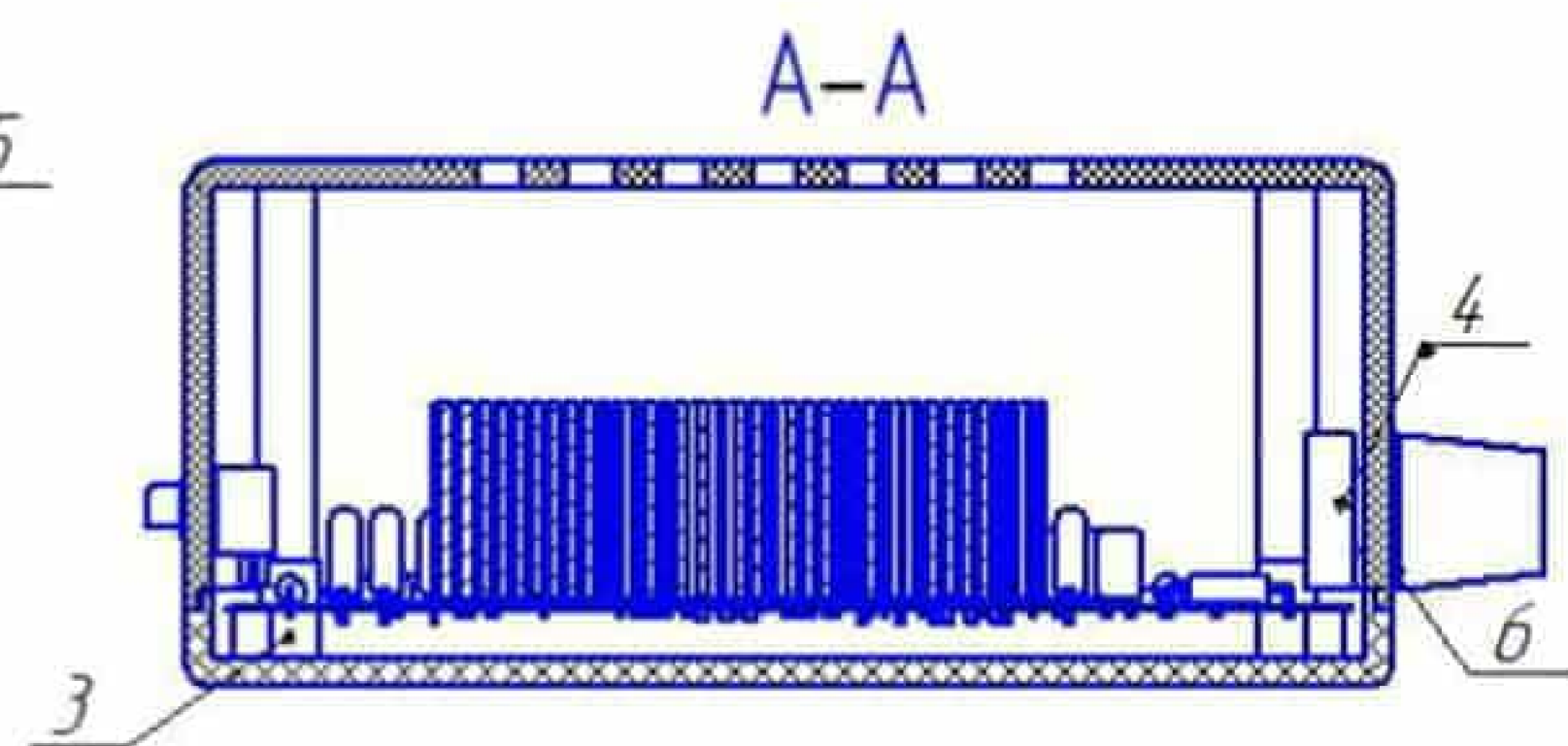
23. Методика розрахунку термічного трансформатора [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://msevm.ru/2010/03/trans2.htm> (05.02.2022)

24. Методи і засоби автоматизованого контролю - Модуль 1 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=61845>

25. Методи і засоби автоматизованого контролю - Модуль 2 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=63424>

ДОДАТКИ

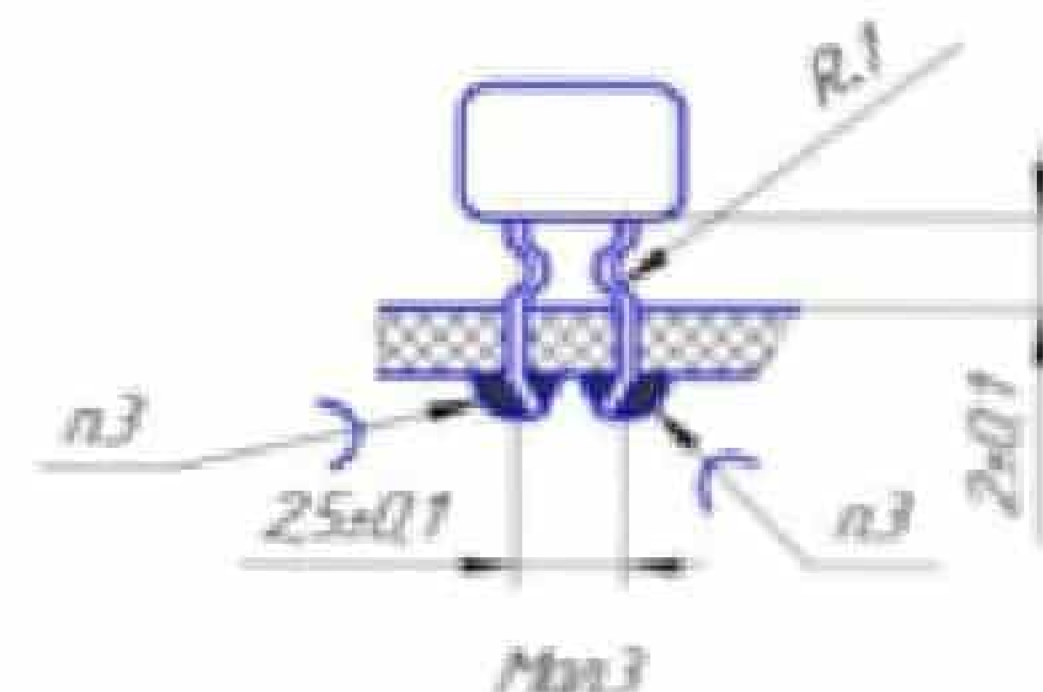
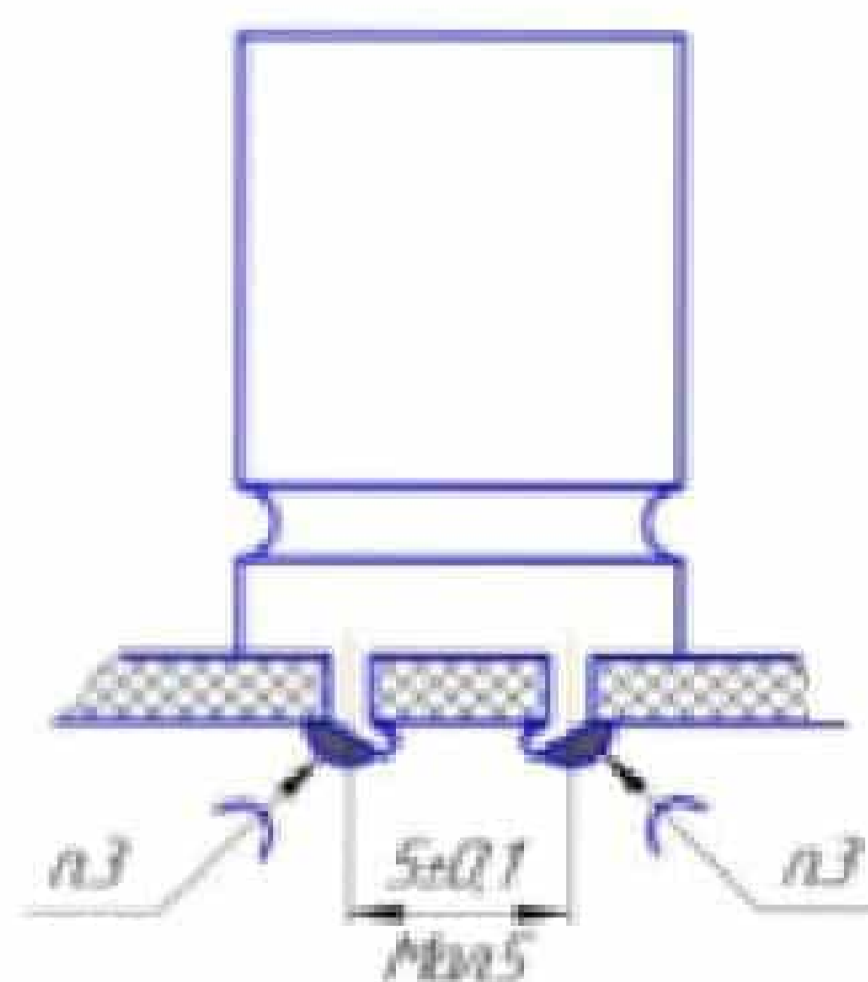
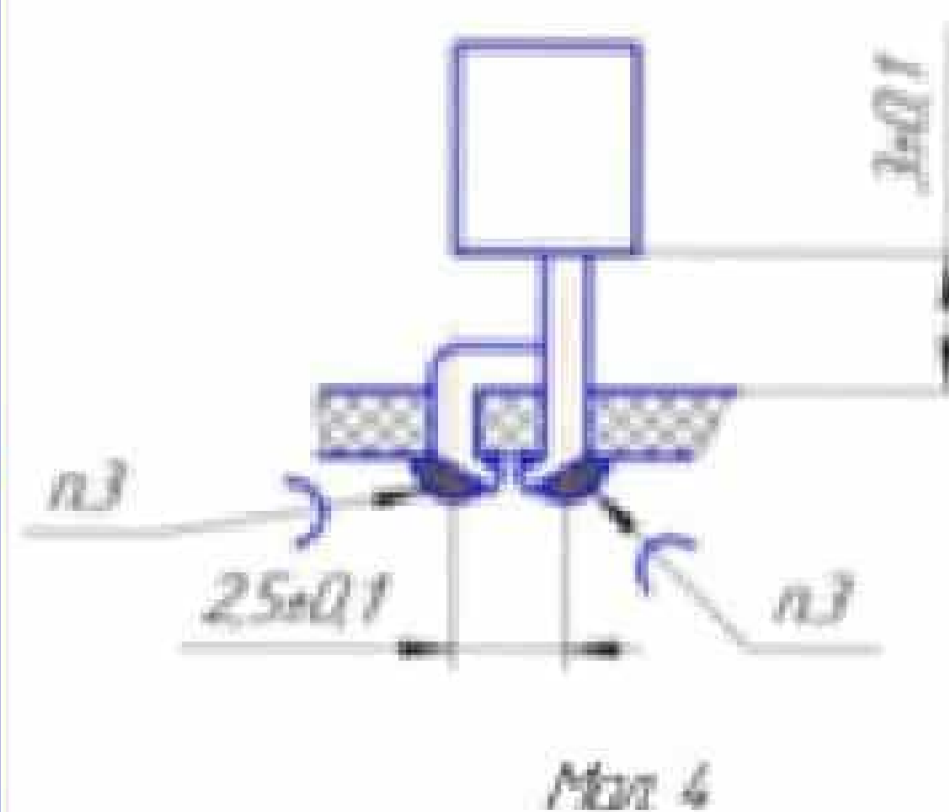
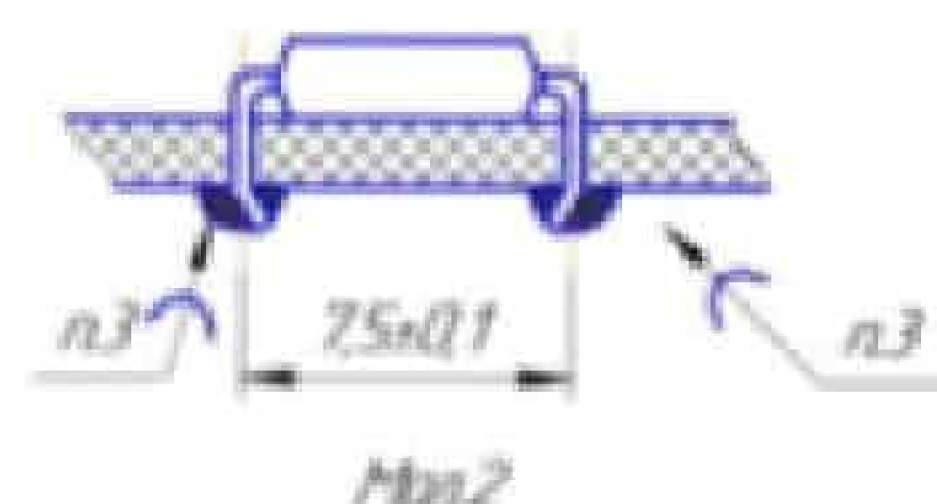
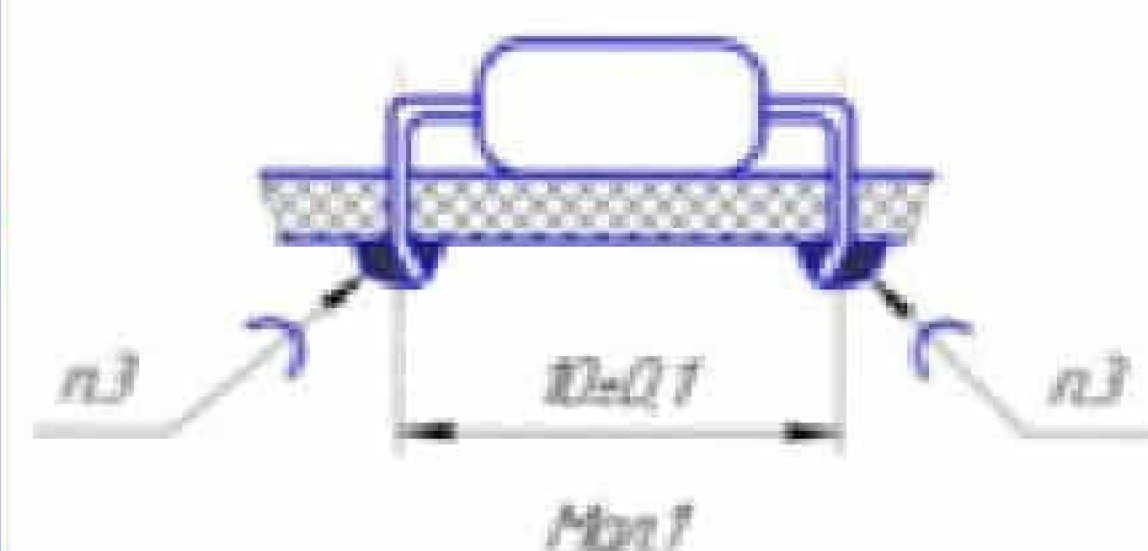
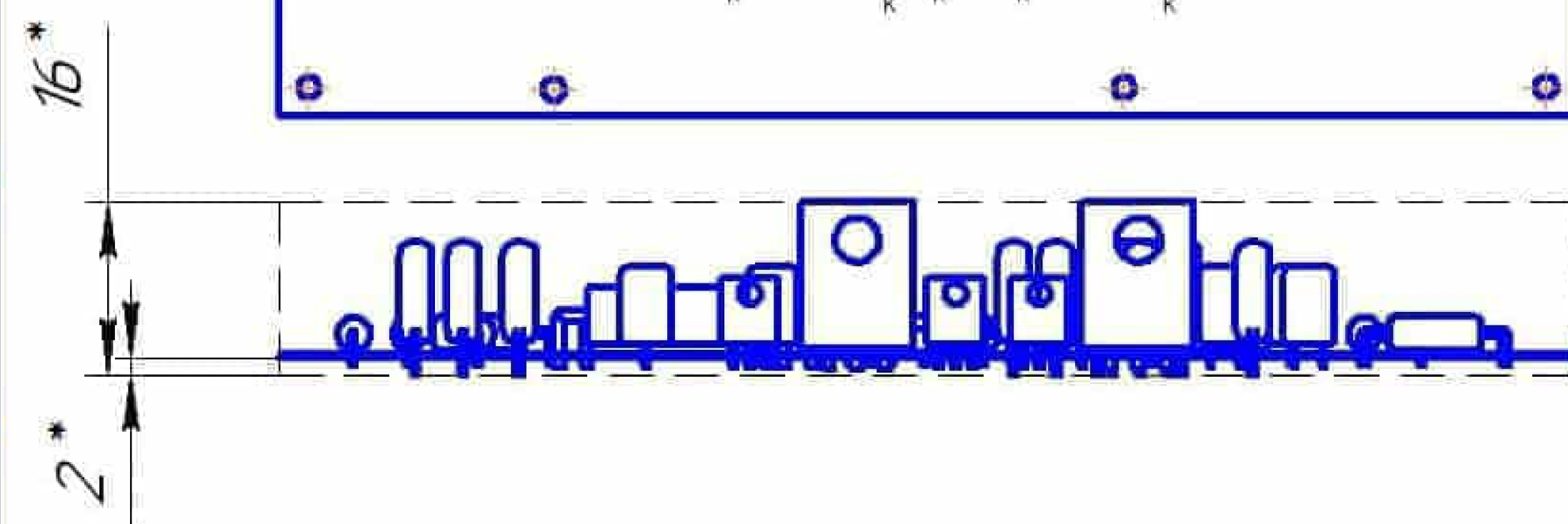
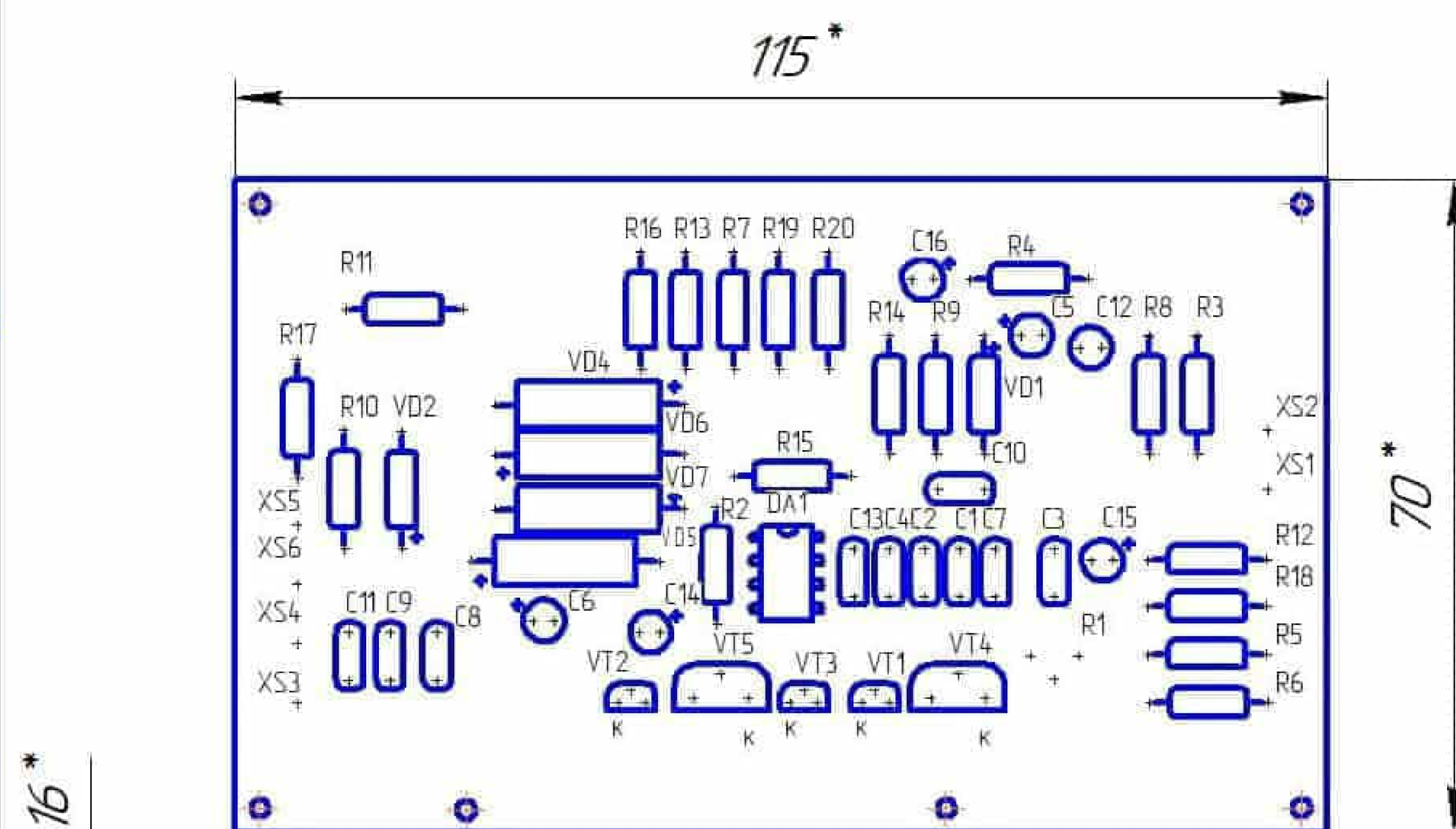
					2024.ДП.152.РВс-41.000	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		



1*. Розміри для довідок.
2. П'яти припоєм ПОС-61
ГОСТ 21931-76
4. Інші технічні вимоги по
ОСТ4.ГО.070.015

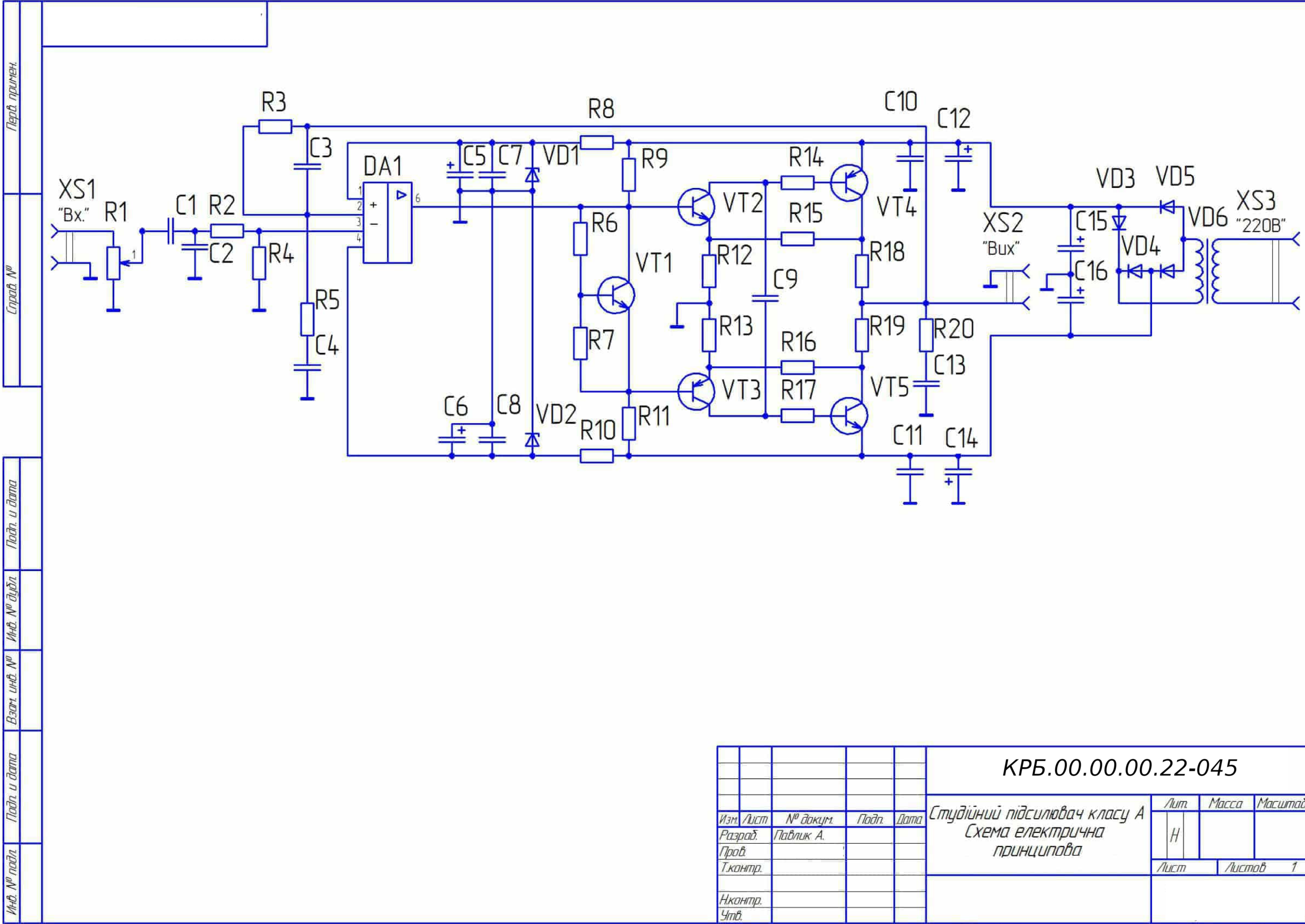
					КРБ.00.00.00.22-045			
					Студійний підсилювач класу А	Лист	Масштаб	Масштаб
Ізм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		Н	1:03	1:1
Розроб.	Павлик							
Проб.								
Т.контр.						Лист	Листа	1
Н.контр.					м. Тернопіль			
Утв.								

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №						Документация				
	A2				2024.ДП.172.001.00.001 ЕЗ	Схема електрична принципова				
	A4				2024.ДП.172.001.00.001 ПЕ	Перелік елементів				
	A2				2024.ДП.172.001.00.004 СК	Складальне креслення				
	A2					Складальні одиниці				
		1			2024.ДП.172.001.00.005 СК	Вузол друкований	1			
		2			2024.ДП.172.001.00.006 СК	Трансформатор	1			
		3			2024.ДП.172.001.00.007 СК	Ручка для резистора R-01	1			
Подп. и дата						Деталі				
		4			2024.ДП.172.001.00.018	Кришка верхня	1			
		5			2024.ДП.172.001.00.09	Кришка нижня	1			
						Стандартні вироби				
		6				Гвинт Г2.5-6HX5	4			
		7				ГОСТ 174 75-80				
						Інші вироби				
		8				роз'єм AV4 "Audio Nova"	2	XS1, XS2		
Подп. и дата		9				роз'єм AC-11 "KLS"	1	XS3		
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	КРБ.00.00.00.22-045		Лит.	Лист	Листов
	Разр-б.	Павлик А.						Н		1
	Проб.							ТК ТНТУ ТР-404		
	Н.контр.							м. Тернопіль		
	Утв.									
Студійний підсилювач звуку класу А										
Копировал						Формат А4				



1. Розміри для довідок.
2. Установку і формування елементів проводити з кроком 1.25 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 4:11) R1 – R20 – на рис. 1) C9, C10, C11, C13 – на рис. 3) C1–C8, C12, C14–C16 – рис. 5) T1–VT5 – рис 4) DA1 – рис 2)
3. Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
4. Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою БМ біла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2.5 по НО 010. 007. Місця розміщення маркування показані умовно.
5. Лакувати лаком АКА-113.
6. Позначення елементів показано умовно.
7. Друковані провідники умовно не показані.
8. Інші вимоги по ОСТ4.ГО.005.051.

					КРБ.00.00.00.22-045				
					Друкований вузол Складальне креслення	Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Н	0,07	1:1
Разраб.	Павлик А.					Лист	Листов 1		
Пров.									
Т.контр.									
Н.контр.					м. Тернопіль				
Утв.									



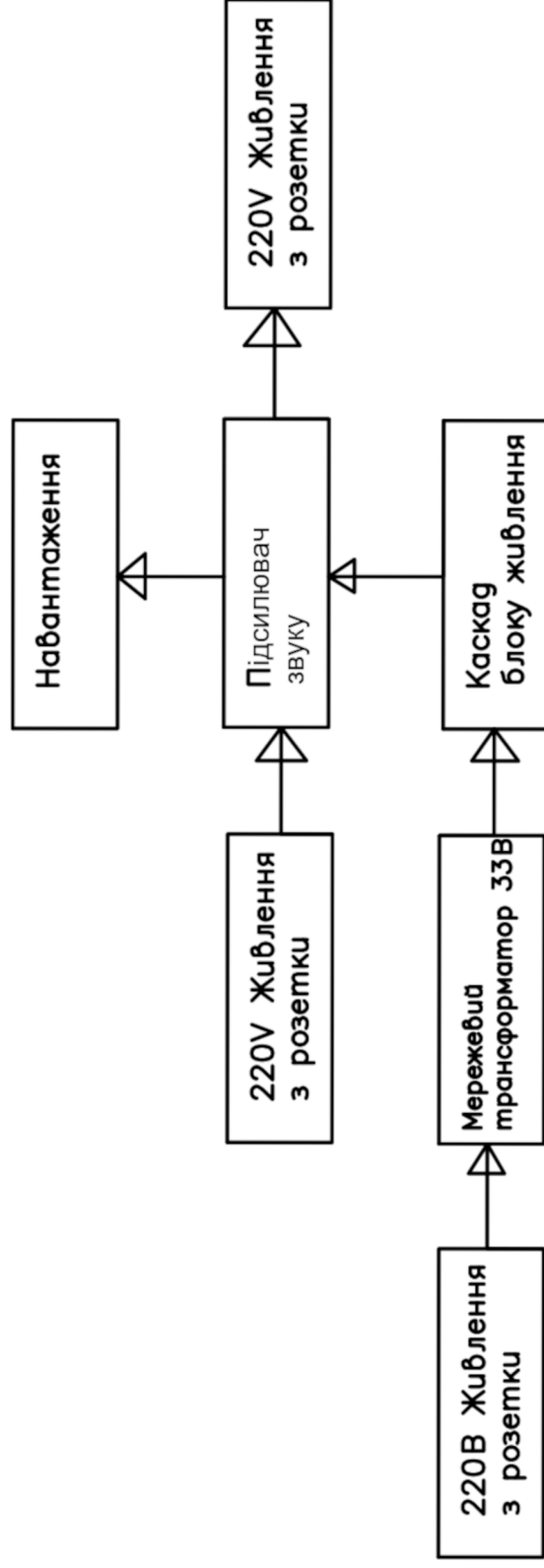
Перв. примен.	Справ. №
Подп. и дата	Инд. № дубл.
Взам. инд. №	Подп. и дата
Инд. № подл.	

					КРБ.00.00.00.22-045			
					Студійний підсилювач класу А Схема електрична принципова	Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		Н		
Разраб.	Павлик А.							
Пров.								
Т.контр.								
						Лист	Листов	1
Н.контр.								
Утв.								

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Конденсатори		
C2	K50-35 100 нФ 50В ±10% «ЕСАР»	1	
C3	K50-35 20 нФ 50В ±10% «ЕСАР»	1	
C4	K50-35 50 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	1	
C5,C6	K50-35 50 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	2	
C7,C8	K50-35 50 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	2	
C9-C11,C13	K50-35 50 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	4	
C12,C14	K50-35 50 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	2	
C1	K50-35 1 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	1	
C15-C16	K50-35 6800 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	2	
	Мікросхема		
DA1	TL081 «National Semiconductor»	1	
	Резистори		
R19	1/4 Вт 10 Ом-±10% «R16110G»	1	
R17,R18	1/4 Вт 0.22 Ом-±10% «R16110G»	2	
R14,R15	1/4 Вт 630 Ом-±10% «R16110G»	2	
R1-R2	1 Вт 22 кОм-±10% «R16110G»	2	
R3, R8, R9	1/4 Вт 20 кОм-±10% «R16110G»	3	
R4	1/4 Вт 1 кОм-±10% «R16110G»	1	
R5	1/4 Вт 6.8 кОм-±10% «R16110G»	1	
R13,R16	1/4 Вт 51 Ом-±10% «R16110G»	2	
R6	1/4 Вт 10 кОм-±10% «R16110G»	1	
R7,R10	1/4 Вт 1.2 кОм-±10% «R16110G»	2	
R11,R12	1/4 Вт 68 Ом-±10% «R16110G»	2	
			</

[illegible]

Лист. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документация		
	A2			2024.ДП.172.404.14.07.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
	A4			2024.ДП.172.404.14.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
	A2			2024.ДП.172.404.14.004 СК	Складальне креслення		
					Деталі		
		1		2024.ДП.172.404.14.001	Плата друкована	1	
		2		2024.ДП.172.404.14.002	Перемичка	4	
Підп. и дата					Інші вироби		
					Конденсатори		
		3			K50-35 100 пФ 50В ±10% «ЕСАР»	2	С1
		4			K50-35 20 пФ 50В ±10% «ЕСАР»	1	С3
		5			K50-35 1 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	2	С4
		6			K50-35 50 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	4	С5,С6
		7			K50-35 50 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	2	С7,С8
		8			K50-35 50 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	1	С9-С11,С13
		9			K50-35 6800 мкФ 50В ±10% «ЕСАР»	2	С2,С15-С16
Взам. инв. №							
Підп. и дата					Мікросхема		
		10			TL081 «National Semiconductor»	1	DA1
Инв. № подл.							
Изм. лист							
Разработ							
Проб.							
Н.контр							
Утв.							
Изм. лист							
Разработ							
Проб.							
Н.контр							
Утв.							
Изм. лист							
Разработ							
Проб.							
Н.контр							
Утв.							
Изм. лист							
Разработ							
Проб.							
Н.контр							
Утв.							
Изм. лист							
Разработ							
Проб.							
Н.контр							
Утв.							
Изм. лист							
Разработ							
Проб.							
Н.контр							
Утв.							
Изм. лист							

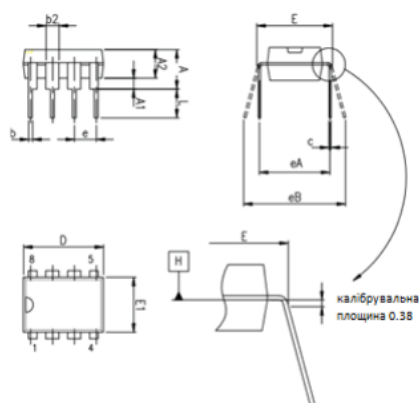


3.2 Вибір елементної бази

До елементної бази проектованого пристрою таким як студійний підсилювач А класу, висуваються такі вимоги як відповідність електричних параметрів радіоелементів режиму роботи в схемі, надійність, доступність, дешевизна, наявність аналогів при можливій заміні під час ремонту. Більша частина елементної бази повинна бути в DIP виконанні.

Таблиця 1.1 – Операційний підсилювач TL081 [13]

Позиційне позначення	DA1
Назва та тип компонента	Операційний підсилювач TL081
Виробник	Texas instruments
Критерії вибору	Напруга живлення, струм живлення, чутливість, кількість каналів
Параметри конструкції	DIP-8A2, див. рисунок 1.1
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	6-36 В
Струм живлення	1.4 А
Чутливість	85 дБ
Каналів	1



мод.	розміри		
	міліметри		
	мін.	тип.	макс.
A			1.75
A1	0.10		0.25
A2	1.25		
b	0.28		0.48
c	0.17		0.23
D	4.80	4.90	5.00

Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри операційного підсилювача TL081 в корпусі DIP-8A2

					КРБ.00.00.00.22-045	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		1

Таблиця 1.2 – Діод 1N5332 [14]

Позиційне позначення	VD1-VD2	
Назва та тип компонента	Діод великої потужності 1N5332	
Виробник	ON Semiconductor	
Критерії вибору	Напруга стабілізації, струм стабілізації, потужність	
Параметри конструкції	DO-35, див. рисунок 1.2	
Параметри та характеристики		
Напруга стабілізації	3,3 В	
Струм стабілізації	75 мА	
Потужність	5 Вт	

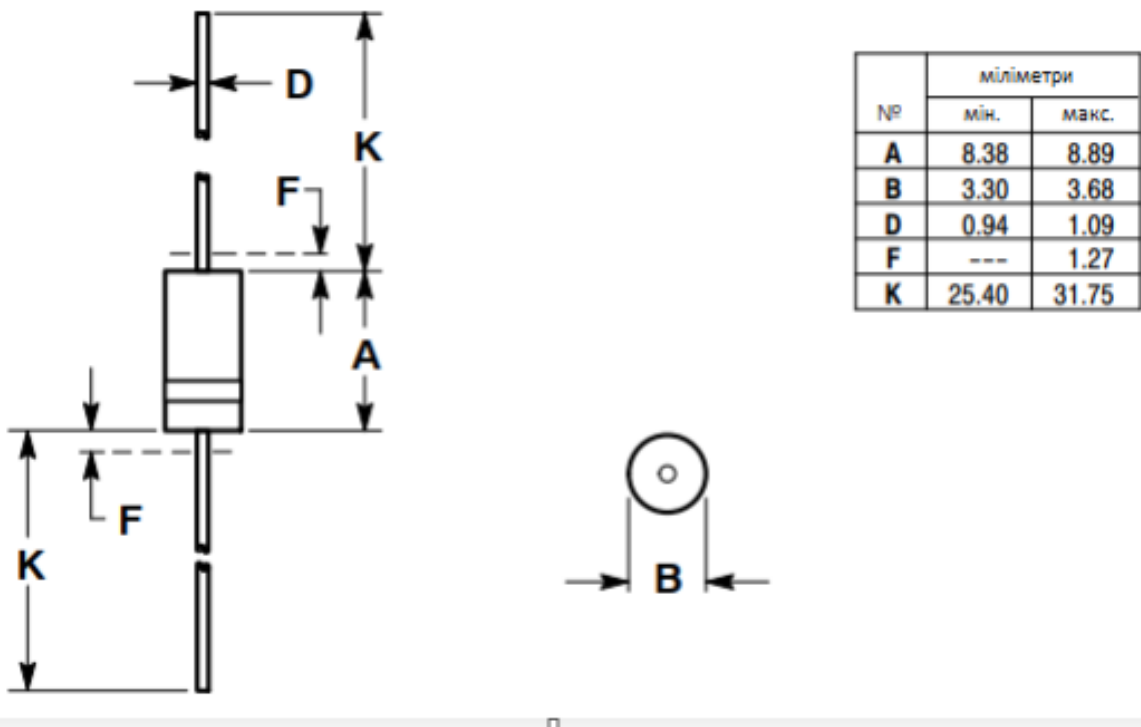


Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри діода 1N5352 в корпусі DO-35

Таблиця 1.3 – Транзистор BD139 [20]

Позиційне позначення	VT1
Назва та тип компонента	Транзистор кремнієвий середньої потужності низькочастотний BD139
Виробник	Motorola
Критерії вибору	Максимальна розсіювальна потужність, максимальний струм колектора, максимальна напруга “колектор-база”, максимальна напруга “колектор-емітер”, максимальна напруга “емітер-база”
Параметри конструкції	ТО-225АА, див. рисунок 1.3
Параметри та характеристики	
Структура	n-p-n
Максимальна розсіювальна потужність	12,5 Вт
Максимальний струм колектора	1.5 А
Максимальна напруга “колектор-база”	100 В
Максимальна напруга “колектор-емітер”	80 В
Максимальна напруга “емітер-база”	5 В

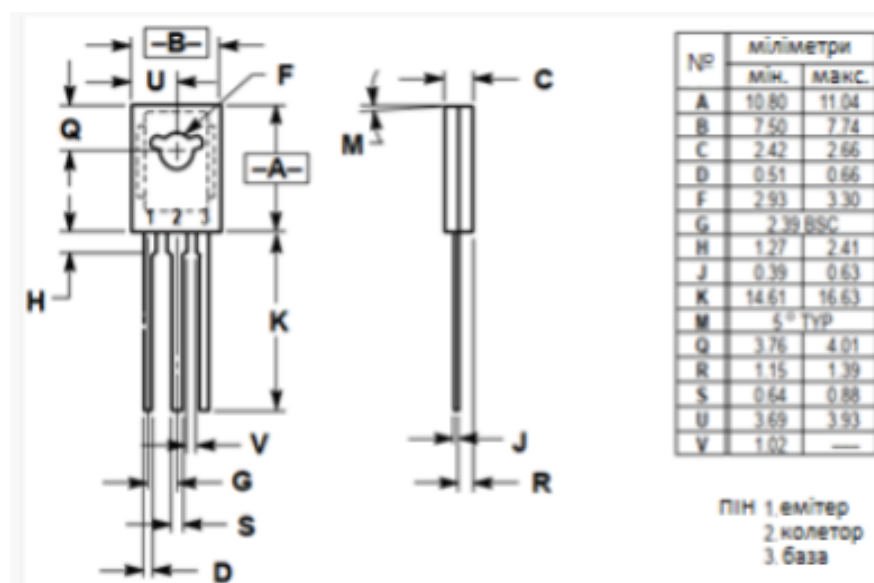


Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри транзистора BD139 в корпусі ТО-225АА (1 – емітер, 2 – колектор, 3 – база)

Таблиця 1.4 – Транзистор МJE15032-33 [21]

Позиційне позначення	VT2-VT3
Назва та тип компонента	Транзистор біполярний кремнієвий низькочастотний МJE15032-33
Виробник	Motorola
Критерії вибору	Максимальна розсіювальна потужність, максимальний струм колектора, максимальна напруга “колектор-база”, максимальна напруга “колектор-емітер”, гранична частота коефіцієнту передачі струму
Параметри конструкції	ТО-220, див. рисунок 1.4
Параметри та характеристики	
Структура	n-p-n
Максимальна розсіювальна потужність	50 Вт
Максимальний струм колектора	8 А
Максимальна напруга “колектор-база”	250 В
Максимальна напруга “колектор-емітер”	250 В
Гранична частота коефіцієнту передачі струму	30 мГц

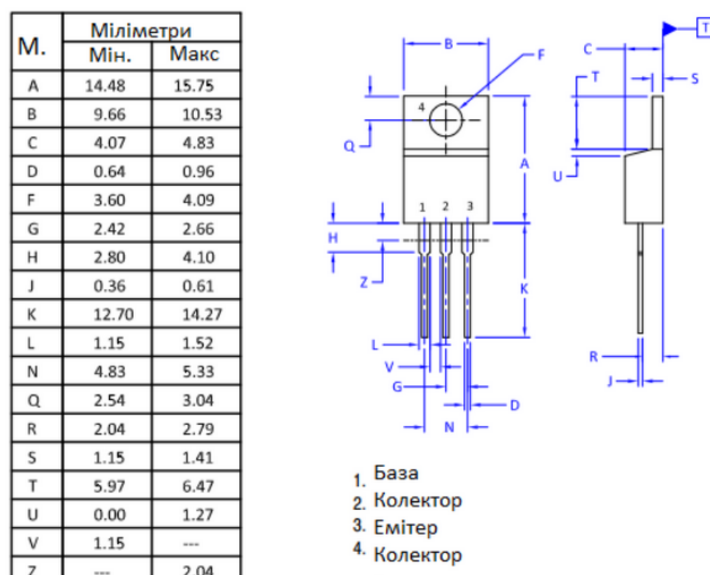


Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри транзистора МJE15032-33 в корпусі ТО-225АА (1 –емітер, 2 – колектор, 3 – база)

Таблиця 1.5 – Транзистор 2SA1943 [22]

Позиційне позначення	VT4
Назва та тип компонента	Транзистор біполярний кремнієвий низькочастотний 2SA1943
Виробник	Motorola
Критерії вибору	Максимальна розсіювальна потужність, максимальний струм колектора, максимальна напруга “колектор-база”, максимальна напруга “колектор-емітер”, гранична частота коефіцієнту передачі струму
Параметри конструкції	ТО-264, див. рисунок 1.5
Параметри та характеристики	
Структура	n-p-n
Максимальна розсіювальна потужність	100 Вт
Максимальний струм колектора	15 А
Максимальна напруга “колектор-база”	230 В
Максимальна напруга “колектор-емітер”	230 В
Максимальна напруга “емітер-база”	5 В
Гранична частота коефіцієнту передачі струму	30 мГц

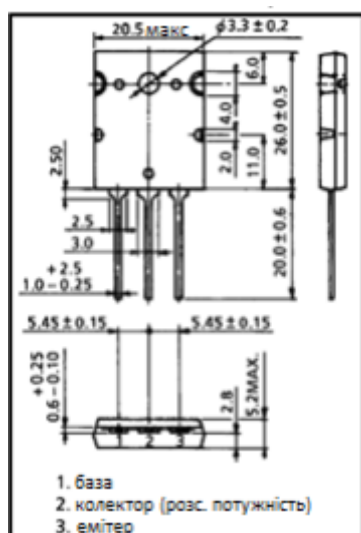


Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри транзистора 2SA1943в корпусі ТО-264 (1 – база, 2 – колектор, 3 – емітер)

Таблиця 1.6 – Діод 1N5391 [15]

Позиційне позначення	VD3-VD6	
Назва та тип компонента	Діод випрямний великої потужності 1N5391	
Виробник	DC COMPONENTS	
Критерії вибору	Пряма напруга, прямий струм, потужність	
Параметри конструкції	DO-15, див. рисунок 1,2	
Параметри та характеристики		
Пряма напруга		50 В
Прямий струм		1.5 А
Потужність		100 Вт

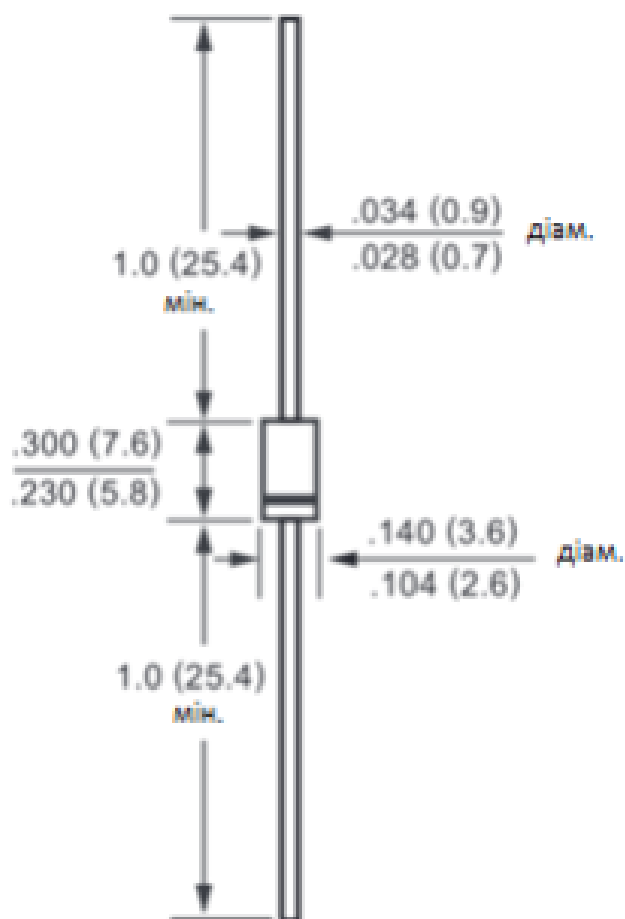
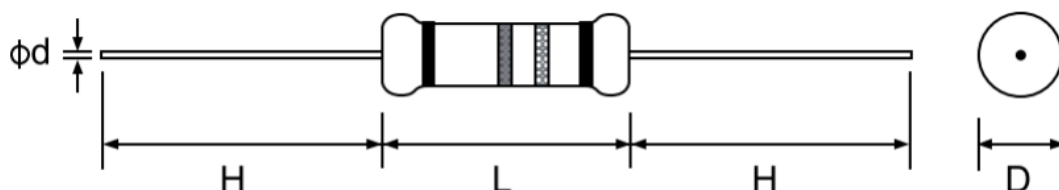


Рисунок 1.6 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри діода 1N5391 в корпусі DO-15

Таблиця 1.7 – Резистор MF-15 [18]

Позиційне позначення	R1-R20	
Назва та тип компонента	Резистор загального призначення металоплівковий	
Виробник	Hitano	
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, відхилення від номіналу	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.7	
Параметри та характеристики		
Потужність розсіювання		0,125 Вт
Максимальна робоча напруга		180 В
Діапазон опорів		1 Ом – 10 МОм
Відхилення від номіналу		±5%

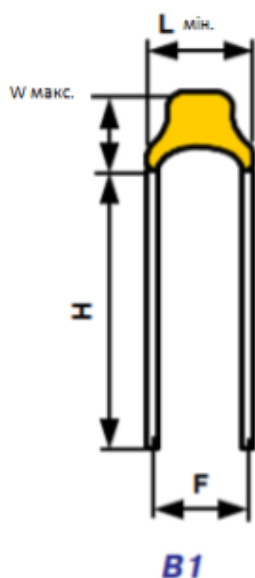


максимальна потужність при 70 °С	розміри(мм)					діапазон опор	максимальна робоча напруга	максимальна напруга
	D Max.	L Max.	H ±3	d ±0.05	PT			
0,125 Вт	1.85	3.5	28	0.45	52	1Ω до 1MΩ	200	400
0,25 Вт	2.5	6.8		0.54	52	1Ω до 10MΩ	250	500
0,5 Вт	3.5	10		0.54	52		350	700
1 Вт	5.5	16		0.7	64		500	1,000
2 Вт	6.5	17.5		0.75	64		500	1,000

Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри резистора

Таблиця 1.8 – Конденсатор MER [16]

Позиційне позначення	C3,C2,C5
Назва та тип компонента	Керамічний конденсатор постійної ємності загального призначення
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Діапазон ємностей, максимальна напруга, відхилення від номіналу
Параметри конструкції	див. рисунок 1.16
Параметри та характеристики	
Діапазон ємностей	100 пФ – 22 мкФ
Максимальна напруга	50 В
Відхилення від номіналу	±10%



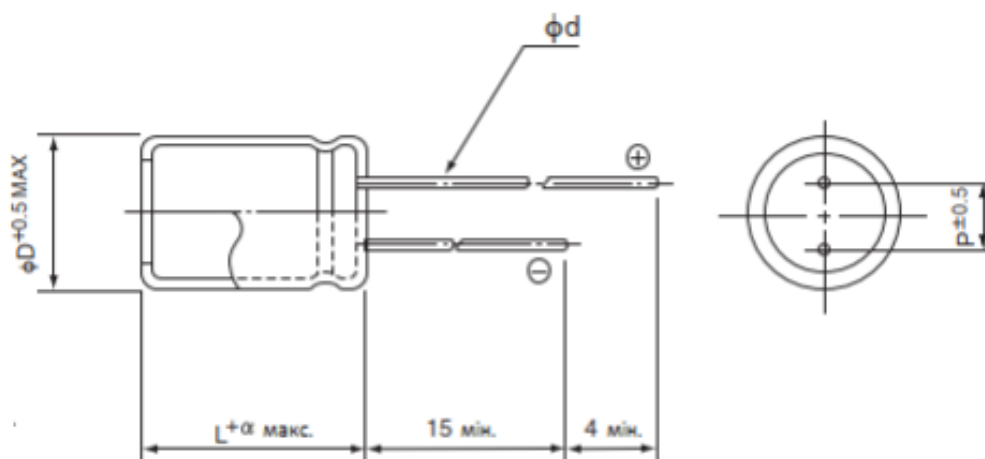
Размер	Тип	Размеры, мм					
		F	H мин.	L макс.	W макс.	T макс.	D
0805	A1	5,0	5,0	4,2	3,8	3,8	0,5
	B1	5,0					
	C1	2,5					

Рисунок 1.8 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри конденсатора в корпусі 0805

					КРБ.00.00.00.22-045	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		8

Таблиця 1.9 – Конденсатор RS [17]

Позиційне позначення	C5, C6, C12, C14, C15, C16
Назва та тип компонента	Електролітичний конденсатор
Виробник	Nichicon
Критерії вибору	максимальна напруга, діапазон ємностей
Параметри конструкції	див. рисунок 1.17
Параметри та характеристики	
Діапазон напруги	6,3... 450 В
Діапазон ємностей	0,1...6800uF
Інтервал температур	-40...+105 C



	(мм)							
ϕD	5	6.3	8	10	12.5	16	18	20
P	2.0	2.5	3.5	5.0	5.0	7.5	7.5	10.0
ϕd	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	1.0

Рисунок 1.9 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри електролітичного конденсатора

Таблиця 1.10 – Транзистор 2SC5200 [23]

Позиційне позначення	VT5
Назва та тип компонента	Транзистор біполярний кремнієвий низькочастотний 2SC5200
Виробник	Motorola

Критерії вибору	Максимальна розсіювальна потужність, максимальний струм колектора, максимальна напруга “колектор-база”, максимальна напруга “колектор-емітер”, гранична частота коефіцієнту передачі струму
Параметри конструкції	ТО-264, див. рисунок 1.5
Параметри та характеристики	
Структура	n-p-n
Максимальна розсіювальна потужність	100 Вт
Максимальний струм колектора	15 А
Максимальна напруга “колектор-база”	230 В
Максимальна напруга “колектор-емітер”	230 В
Максимальна напруга “емітер-база”	5 В
Гранична частота коефіцієнту передачі струму	30 мГц

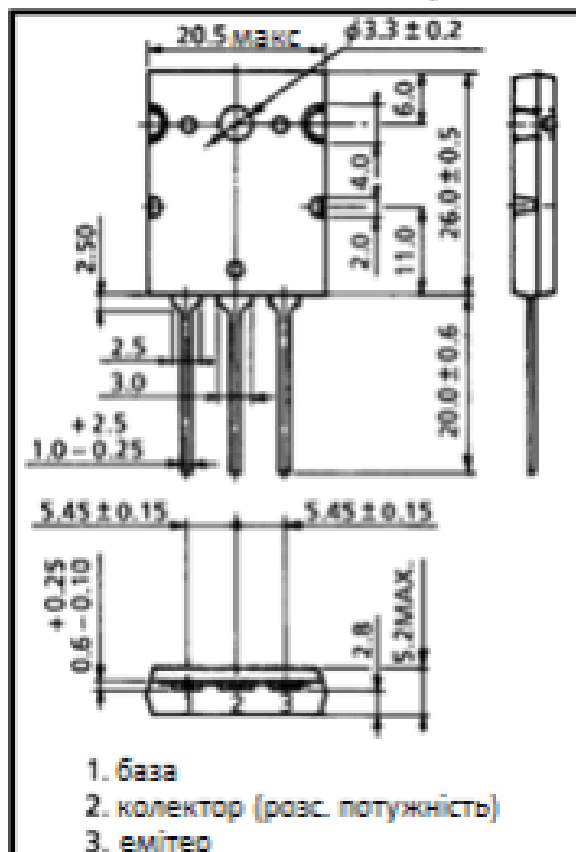


Рисунок 1.10 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри транзистора 2SC5200 в корпусі ТО-264 (1 – база, 2 – колектор, 3 – емітер)

Таблиця 1.11 – Трансформатор

Позиційне позначення	TV1	
Назва та тип компонента	Трансформатор мережевий тороїдальний	
Виробник	-	
Критерії вибору	напруга первинної обмотки, напруга вторинної обмотки, потужність, маса	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.20	
Параметри та характеристики		
Напруга первинної обмотки	220 В	
Напруга вторинної обмотки	30 В	
Потужність	90 Вт	
Маса	700 гр	
Габаритні розміри	80x32 мм	

d мм	D мм	h мм	Середня довжина магн. лінії, см
10	16	4; 5; 6,5; 8.	4
12	20	5; 6,5; 8; 10.	5
16	26	6,5; 8; 10; 12,5.	6,5
20	32	8; 10; 12,5; 16.	8,1
25	40	10; 12,5; 16; 20; 25.	10,2
32	50	16; 20; 25; 32.	12,8
40	64	20; 25; 32; 40.	16,3
50	80	25; 32; 40; 50.	20,4
64	100	32; 40; 50; 64.	25,8
80	128	40; 50; 64; 80.	32,6

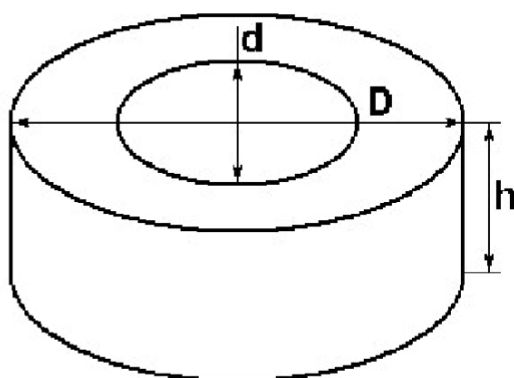


Рисунок 1.11 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри трансформатора.