

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Сtereo підсилювач із сабвуфером і фільтром низьких частот

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

спеціальності 172 Електронні комунікації та

радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Скоревич В. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Яськів В. І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Марценюк А. С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В. Л.

(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 радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Скоревичу Владиславу Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Сtereo підсилювач із сабвуфером і фільтром низьких частот

Керівник роботи Яськів Володимир Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 20__ року № _____.

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи напруга живлення: 22 В, тип регулювання гучності: плавне, кількість каскадів підсилення: 3, опір навантаження: 4 Ом, струм споживання - 0,8 А.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ, аналіз технічного завдання, розробка структурної схеми, розрахунок окремих вузлів схеми електричної принципової, вибір елементної бази, компоновка вузла, САПР, охорона праці та життєдіяльності, висновок і список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Схема структурна, схема електрична принципова, креслення друкованої плати, креслення друкованого вузла.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка та затвердження технічного завдання</i>		
2	<i>Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи</i>		
3	<i>Розробка структурної схеми</i>		
4	<i>Розробка схеми електричної принципової приладу</i>		
5	<i>Розрахунок основних вузлів у схемі приладу</i>		
6	<i>Вибір компонентної бази</i>		
7	<i>Компоновка друкованого вузла вимірювача</i>		
8	<i>Створення допоміжної документації</i>		
9	<i>Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці</i>		
10	<i>Нормоконтроль</i>		
11	<i>Перевірка роботи на антиплагіат</i>		
12	<i>Попередній захист КР</i>		
13	<i>Захист КР</i>		

Студент

_____ (підпис)

Скоревич В. М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Яськів В. І.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Сtereo підсилювач із сабвуфером і фільтром низьких частот // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАС-41. // Тернопіль, 2024 р. //с.-63, рис.-37, табл.-2.

Ключові слова: СТЕРЕО, ПІДСИЛЮВАЧ, НИЗЬКІ ЧАСТОТИ, SMD.

В рамках дипломної роботи було створено стереофонічний підсилювач з сабвуфером та фільтром нижніх частот. Процес розробки включав складання блок-схеми та добір компонентів для монтажу схеми ЕЗ з детальним переліком елементів. Здійснено проектування друкованої плати та визначено специфікації для кожного вузла. Проведено обчислення параметрів окремих каскадів, у тому числі стабілізатора і тембрблоку. Окрема глава присвячена застосуванню програм САПР для проектування, включно з розробкою креслень, особливо друкованих плат і вузлів. У розділі з охорони праці описано заходи безпеки та охорони здоров'я при реалізації проектних робіт.

ANNOTATION

Stereo amplifier with subwoofer and low-pass filter // Ternopil National Technical University, Faculty of PPT, group RAc-41. // Ternopil, 2024. // p. 63, fig. 37, table 2.

Keywords: STEREO, AMPLIFIER, LOW FREQUENCIES, SMD.

Within the framework of the thesis, a stereo amplifier with a subwoofer and low-pass filter was developed. The development process included assembling the block diagram and selecting components for the assembly of circuit E3 with a detailed list of elements. PCB design was carried out and specifications were defined for each node. Calculations of parameters for individual stages were performed, including the stabilizer and tone control. A separate chapter is dedicated to the application of CAD software for design, including the development of drawings, particularly printed circuit boards and assemblies. The chapter on occupational safety describes safety measures and health protection during project implementation.

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Основна частина	6
1.1 Аналіз технічного завдання	6
1.2 Розробка структурної схеми стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот	14
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот	15
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот	20
1.5 Компоновка друкованого вузла стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот	27
1.6 Висновки до розділу 1	34
2 Спеціальна частина (САПР)	35
2.1 Створення бібліотеки елементів в САПР (Altium Designer)	35
2.2 Виконання схеми електричної принципової в САПР (Altium Designer) ...	40
2.3 Трасування з'єднань на ДП в САПР (Altium Designer)	45
2.4 Висновки до розділу 2	47
3 Охорона праці та безпека життєдіяльності	49
3.1 Шляхи підвищення життєдіяльності людини	49
3.2 Долікарська допомога при укусах змій, комах та тварин	55
Висновки	58
Список використаних джерел	60
Додатки	63

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Стерео підсилювач із сабвуфером і фільтром низьких частот Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркциф</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Скоревич В. М.</i>						4	63
<i>Перевір.</i>	<i>Яськів В. І.</i>					<i>ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАС-41</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Марценюк А. С.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Дичнець В. Л.</i>							

Вступ

Стерео підсилювач із сабвуфером та фільтром низьких частот (ФНЧ) — це аудіосистема, яка поєднує в собі кілька функцій для забезпечення якісного звучання. Вона складається з наступних основних компонентів:

Стерео підсилювач. Пристрій, що збільшує амплітуду аудіосигналів, отриманих від джерела звуку, такого як музичний плеєр або смартфон. Він має два окремі канали для лівого та правого динаміків, що дозволяє створити стерео ефект.

Сабвуфер. Спеціалізований динамік, призначений для відтворення низькочастотних звуків (басів). Він допомагає відчувати глибину та силу музики, особливо важливу для жанрів, де акцент робиться на бас.

Фільтр низьких частот (ФНЧ). Електронний компонент, який пропускає сигнали з частотою нижче заданого порога, відсікаючи високочастотні. Це дозволяє сабвуферу фокусуватися на відтворенні лише басів.

Цей прилад може мати додаткові функції та налаштування, такі як регулювання гучності, балансу, тембру, а також різні захисні механізми для запобігання перегріву чи короткого замикання. Використання стерео підсилювача із сабвуфером та ФНЧ дозволяє досягти більш насиченого та об'ємного звуку, що робить його популярним вибором для домашніх кінотеатрів, аудіофілів та автомобільних аудіосистем.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1 Аналіз технічного завдання

Аналіз технічного завдання для стерео підсилювача із сабвуфером та фільтром низьких частот:

Акустичні характеристики:

Діапазон частот для основних каналів і сабвуфера.

Параметри фільтра низьких частот: тип (наприклад, активний або пасивний), частотна характеристика (наприклад, кросовер на 80 Гц), ступінь фільтрації (наприклад, 12 дБ/октава).

Параметри підсилення сигналу для сабвуфера: потужність ватт, співвідношення сигнал-шум.

Електричні характеристики:

Вихідна потужність для кожного каналу (наприклад, 100 Вт на канал).

Опір навантаження (наприклад, 8 омів).

Споживання електроенергії і ефективність.

Типи входів і виходів:

Входи: аналогові (RCA), цифрові (оптичні, коаксіальні), можливість бездротового підключення (Bluetooth, Wi-Fi).

Виходи: для головних динаміків, сабвуфера, навушників.

Управління і інтерфейс:

Наявність індикаторів стану (LED) і пульта дистанційного керування.

Можливості керування параметрами звуку (еквалайзер, баланс).

Дизайн і конструкція:

Розміри, вага і матеріали корпусу.

Вентиляційні отвори та система охолодження.

Ергономіка розміщення роз'ємів і кнопок.

Стандарти безпеки і відповідність:

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Відповідність електромагнітним стандартам (EMC).

Наявність захисту від короткого замикання і перенапруги.

Технічні вимоги до середовища:

Температурний режим експлуатації.

Вологість і рівень звукового тиску (SPL) при роботі.

1.1.1 Обґрунтування актуальності роботи стереопідсилювача з сабвуфером та фільтром низьких частот

Реалізація кваліфікаційної роботи, присвяченої створенню стереопідсилювача з сабвуфером та фільтром низької частоти, є справедливою завданням через кілька важливих моментів.

Зростаючий інтерес до високоякісного аудіообладнання: із кожним роком збільшується кількість користувачів, які прагнуть насолоджуватися високоякісним звуком власного дому. Стереопідсилювач з сабвуфером забезпечує глибоке і насичене звучання, що складно досягти без спеціалізованого обладнання.

Технологічний прогрес і інновації: галузь аудіотехніки постійно розвивається, із появою нових технологій і методів покращення якості звуку. Розробка сучасного стереопідсилювача з фільтром низької частоти відповідає поточним технологічним тенденціям і вимогам ринку.

Універсальне застосування: стереопідсилювачі з сабвуфером знаходять застосування у різних сферах, від домашніх аудіосистем до професійного звукового обладнання. Розробка універсального пристрою, що може бути налаштований для різних потреб, є надзвичайно важливою.

Науково-дослідницька цінність: у процесі створення стереопідсилювача досліджуються різні аспекти електроніки, акустики та цифрової обробки сигналів, що сприяє глибшому розумінню цих галузей та розвитку нових методів і підходів.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Практичне значення: створення прототипу стереопідсилювача з сабвуфером та фільтром низької частоти має практичне значення, оскільки такий пристрій може бути використаний як в особистих, так і в комерційних цілях, відкриваючи шляхи для подальшої комерціалізації розробки.

Отже, розробка стереопідсилювача з сабвуфером та фільтром низької частоти є актуальною завдяки зростаючому попиту на якісне аудіообладнання, постійному розвитку технологій, універсальному застосуванню, науково-дослідницькій цінності і практичному значенню.

Ось кілька прикладів підсилювачів з потужністю від 20 до 30 Вт, їхні плюси та мінуси.

Yamaha A-S201 вражає потужністю 30 Вт на канал при 8 Ом, що вистачає для достатньо потужного звучання. Цей підсилювач має кілька переваг:

Плюси:

Висока якість звуку, що забезпечує насолоду чистим і чітким аудіо.

Легкість у використанні, що робить його доступним для широкого кола користувачів.

Класичний дизайн, який пасує до різних інтер'єрів і виглядає елегантно.

Мінуси:

Відсутність цифрових входів, що може обмежувати можливості підключення до сучасних цифрових пристроїв.

Відносно висока ціна, що може бути перешкодою для деяких покупців.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд Yamaha A-S201

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

SMSL SA-50 - це компактний підсилювач з потужністю 25 Вт на канал при 8 Ом, який має свої сильні та слабкі сторони:

Плюси:

Компактний розмір, що робить його ідеальним для маленьких просторів або систем, де обмежений простір.

Хороша якість звуку для свого компактного розміру, що дозволяє насолоджуватися чистим і деталізованим звуком.

Простота використання, що робить його доступним навіть для новачків у аудіо.

Мінуси:

Обмежений функціонал, оскільки він може не мати всіх необхідних функцій для деяких користувачів, таких як різні типи входів або регулювання тону.

Відсутність додаткових входів, що обмежує можливості підключення до різних джерел аудіосигналу.



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд SMSL SA-50

					СВМ 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Lery LP-2020A - це недорогий підсилювач з потужністю 20 Вт на канал при 4 Ом, який має свої плюси та мінуси:

Плюси:

Низька ціна, що робить його доступним для більш широкої аудиторії.

Компактний розмір, що робить його ідеальним для використання в обмежених просторах або для портативного використання.

Прийнятна якість звуку для своєї цінової категорії, що дозволяє насолоджуватися музикою без значних компромісів у якості.

Мінуси:

Обмежена потужність, що може не вистачати для деяких вимогливих аудіо систем або для великих приміщень.

Менша надійність порівняно з більш дорогими моделями, що може вплинути на тривалість його експлуатації і якість звуку на довготривалий період.



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд Lery LP-2020A

					СВМ 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Nobsound NS-10G - це підсилювач з потужністю 30 Вт на канал при 4 Ом, який має наступні характеристики:

Плюси:

Компактний дизайн, що дозволяє легко інтегрувати його в різні простори.

Висока якість звуку, яка забезпечує чіткий і деталізований звук.

Bluetooth підключення, що дозволяє безпроводно стрімити музику з різних пристроїв.

Мінуси:

Обмежені можливості підключення, що може включати в себе обмежену кількість входів і відсутність деяких традиційних з'єднань.

Відносно висока ціна для своєї категорії, що може бути чинником вагань для деяких покупців.

Nobsound NS-10G відповідає вимогам користувачів, які цінують якість звуку, компактний дизайн і можливість безпроводного підключення через Bluetooth, але потребує уваги до своїх обмежень у плані підключення та цінової політики.



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд Nobsound NS-10G

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СВМ 2.899.001 ПЗ				

Dayton Audio DTA-1 - це компактний підсилювач з потужністю 20 Вт на канал при 8 Ом, який має такі характеристики:

Плюси:

Дуже компактний розмір, що робить його ідеальним для використання в обмежених просторах або для портативного застосування.

Живлення від батареї або адаптера, що забезпечує гнучкість у використанні в різних умовах.

Хороша якість звуку, яка дозволяє насолоджуватися чітким і деталізованим аудіо.

Мінуси:

Обмежена потужність, що може бути недостатньою для більш вимогливих аудіо систем або для великих приміщень.

Проста конструкція без додаткових функцій, яка може не задовольняти потреби користувачів, які шукають більше функціоналу.



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд Dayton Audio DTA-1

					СВМ 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Таблиця 1.1 Порівняння перерахованих моделей між собою

Модель	Потужність	Плюси	Мінуси
Yamaha A-S201	30 Вт на канал	Висока якість звуку, класичний дизайн	Відсутність цифрових входів, висока ціна
SMSL SA-50	25 Вт на канал	Компактний, хороший звук	Обмежений функціонал, відсутність додаткових входів
Lery LP-2020A	20 Вт на канал	Низька ціна, компактний	Обмежена потужність, менша надійність
Nobsound NS-10G	30 Вт на канал	Висока якість звуку, Bluetooth	Обмежені можливості підключення, висока ціна
Dayton Audio DTA-1	20 Вт на канал	Дуже компактний, живлення від батареї	Обмежена потужність, проста конструкція

Проектований виріб дозволяє при відносній дешевизні забезпечити хорошу якість звуку, будучи при цьому надійним та компактним.

1.1.2 Аналіз інформації

Сtereo підсилювач із сабвуфером та фільтром низьких частот (ФНЧ) є складним аудіопристроєм, призначеним для покращення якості звукового відтворення. Він включає в себе кілька важливих компонентів, які спільно працюють для досягнення більш глибокого і деталізованого басу, що забезпечує багатий і збалансований звуковий образ.

Технічні х-ки стереопідсилювача:

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Потужність підсилення:22 Вт;
Напруга живлення:22 В;
Тип регулювання гучності:плавне;
Кількість каскадів підсилення:3;
Опір навантаження:4 Ом;
Струм споживання:0,8 А.

1.2 Розробка структурної схеми стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот

Структурна схема стереопідсилювача включає наступні блоки:

Блок живлення з перетворювачем $22\text{В} \pm 15\text{В}$, який забезпечує стабільне живлення для всіх каскадів підсилювача, конвертуючи вхідну напругу 22В в два стабілізовані виходи по $\pm 15\text{В}$. Це гарантує надійну роботу пристрою без перешкод і нестабільностей.

Три окремих попередніх підсилювачі для лівого каналу, правого каналу і сабвуфера, що забезпечують початкове підсилення вхідного звукового сигналу до необхідного рівня для подальшої обробки.

Темброблок, який налаштовує тембр звукового сигналу і дозволяє користувачу регулювати рівні низьких, середніх і високих частот для досягнення бажаного звукового ефекту, а також має функцію "тремтіння" для додаткового звукового забарвлення.

Вихідні підсилювачі для кожного каналу, які здійснюють основне підсилення обробленого сигналу до рівня, достатнього для відтворення на акустичних системах з опорю 4 Ом.

Загальна структурна схема забезпечує послідовне підсилення і обробку звукового сигналу, що гарантує високу якість звуку і широкі можливості налаштувань.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

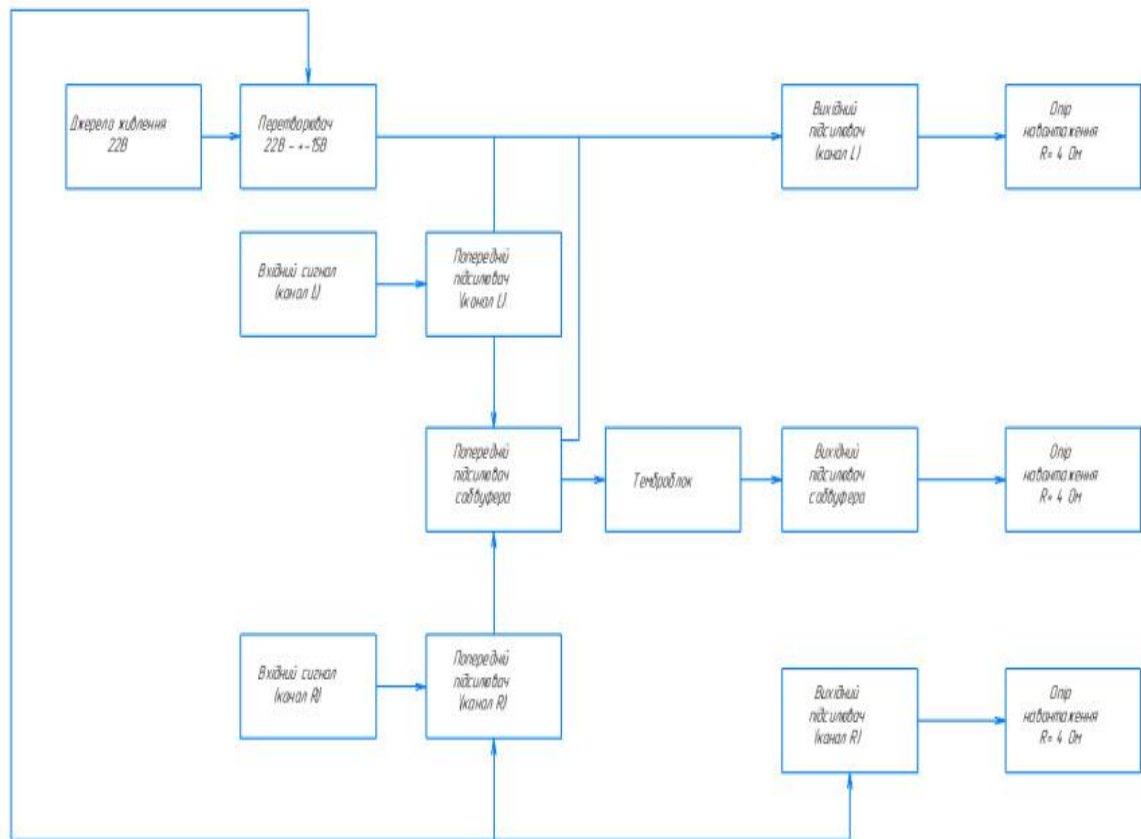


Рисунок 1.6 – Структурна схема підсилювача

1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот

Сигнал вводиться через вхідні роз'єми INR для правого каналу та INL для лівого каналу, проходить через високочастотний фільтр, створений за допомогою конденсатора C1 (1мкФ) і резистора R1 (100кОм). Ці компоненти утворюють частоту зрізу приблизно 1,5 Гц, що дозволяє ефективно відсікати постійний струм і дуже низькі частоти. Потім сигнал подається на операційний підсилювач DA3A (NE5532), де резистори R6 (10кОм) і R11 (4,7кОм) забезпечують коефіцієнт підсилення приблизно 1,5 рази $(1 + 4,7\text{кОм} / 10\text{кОм})$. Конденсатор C6 запобігає самозбудженню, а конденсатор C2 (1мкФ) ізолює підсилювач

DA3A від блоку регулювання частоти, що базується на операційному підсилювачі DA4A.

Регулювання частот виконано за класичною схемою, елементи, що змінюють характеристики сигналу, знаходяться в петлі зворотного зв'язку мікросхеми DA4A. На опорі X1 розташовані конденсатори C17 (4,7 нФ) і C20 (33 нФ), а також резистор R7 (10кОм), "половини" потенціометрів P1A (100кОм) і R12A (100кОм), а також елементи R8 (10кОм) і R13 (3,3кОм). Опір X2 складають конденсатори C18 (4,7 нФ) і C21 (33 нФ), резистор R9 (10кОм), "половини" потенціометрів R11A, R12A, а також елементи R8 і R13.

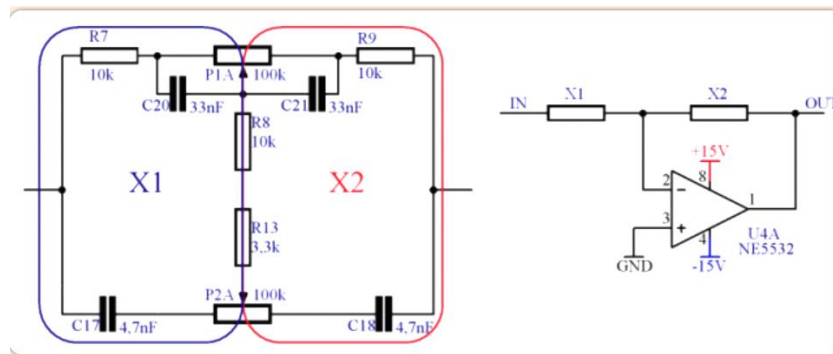


Рисунок 1.7 – Принцип роботи тембрблока

Коли будь-який з повзунків потенціометрів R11A або R12A буде переведено зі свого середнього положення, це змінить значення опорів X1 і X2, що призведе до зміни коефіцієнта підсилення від -1 і почнеться залежність від частоти. Важливо відзначити, що значення X1 і X2 завжди залежать від частоти, і вони стають сталими лише у випадку, коли $X1 = X2$.

Потенціометр R11A налаштовує низькі частоти. Для високих частот конденсатори C20 і C21 є провідниками, тому їхнє значення не змінюється при регулюванні потенціометром. Потенціометр R12A дозволяє регулювати високі частоти, і завдяки конденсаторам C17 і C18 він не впливає на низькі

частоти. Для низьких частот конденсатори C17 і C18 є розмиканням, через що потенціометр відключається від схеми і його вплив на регулювання стає незначним.

Сигнал з виходу темброблоку надходить через резистор R12 (4,7 кОм) на потенціометр гучності P3A (100 кОм) і далі на операційний підсилювач DA5A. Елементи R14 (15 кОм) і R15 (33 кОм) задають підсилення близько -2 (-33 кОм / 15 кОм). Сигнал з виходу DA5A через фільтр R17 (100 Ом), C3 (1 мкФ) і R4 (100 кОм) подається на вхід підсилювача потужності УМЗЧ.

Граничну частоту фільтра для сабвуфера можна розрахувати за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення або експериментально, змінюючи значення компонентів. Другий канал попереднього підсилювача працює аналогічно, з пасивними елементами, позначеними літерою "а", і маркуванням "Б" для потенціометрів і операційних підсилювачів.

Додатковим модулем є суматор і активний фільтр низьких частот, збудований з операційного підсилювача DA6. Сигнал, що виокремлюється у цій частині ланцюга, після необхідного підсилення використовується для роботи з сабвуфером. Сигнал з обох виходів попереднього підсилювача надходить через конденсатори C22-C23 (220 нФ) і резистори R2-R3 (100 кОм) на вхід DA6A. Потенціометр R6 (220 кОм) дозволяє регулювати підсилення відносно головного регулятора гучності P3. R4, R2 і R3 разом з DA6A утворюють підсилювач з регульованим коефіцієнтом підсилення в діапазоні 0-2,2. Другий операційний підсилювач (DA6B) є активним фільтром низьких частот, розрахованим для роботи як фільтр Баттерворта другого порядку з граничною частотою приблизно 200 Гц. Сигнал з виходу фільтра через ланцюг C24 (220 нФ), R5 (100 кОм) надходить на вхід підсилювача потужності.

Підсилювач потужності заснований на популярній мікросхемі DA7, що працює в класі АВ. При гармонійних спотвореннях на рівні 0,5% він забезпечує потужність приблизно 30 Вт. Конденсатор C8 (1 мкФ) відсікає

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

постійну складову і є фільтром високих частот на вході. R20 (22 кОм) визначає вхідний опір підсилювача потужності.

Зворотний зв'язок складається з резисторів R21 (680 Ом) і R22 (22 кОм), зміна їх співвідношення змінює підсилення: зменшення R22 або збільшення R21 призводить до зменшення підсилення. Виробник мікросхеми TDA2050 рекомендує, щоб підсилення було більше 24 дБ. Конденсатор C29 (22 мкФ) відсікає постійну складову на вході підсилювача. Резистор R19 (2,2 Ом) і конденсатор C32 (470 нФ) запобігають самозбудженню підсилювача. Живлення УМЗЧ фільтрують конденсатори C26-C27 (2200 мкФ) і C30-C31 (100 нФ). Решта двох каналів працюють за аналогічним принципом.

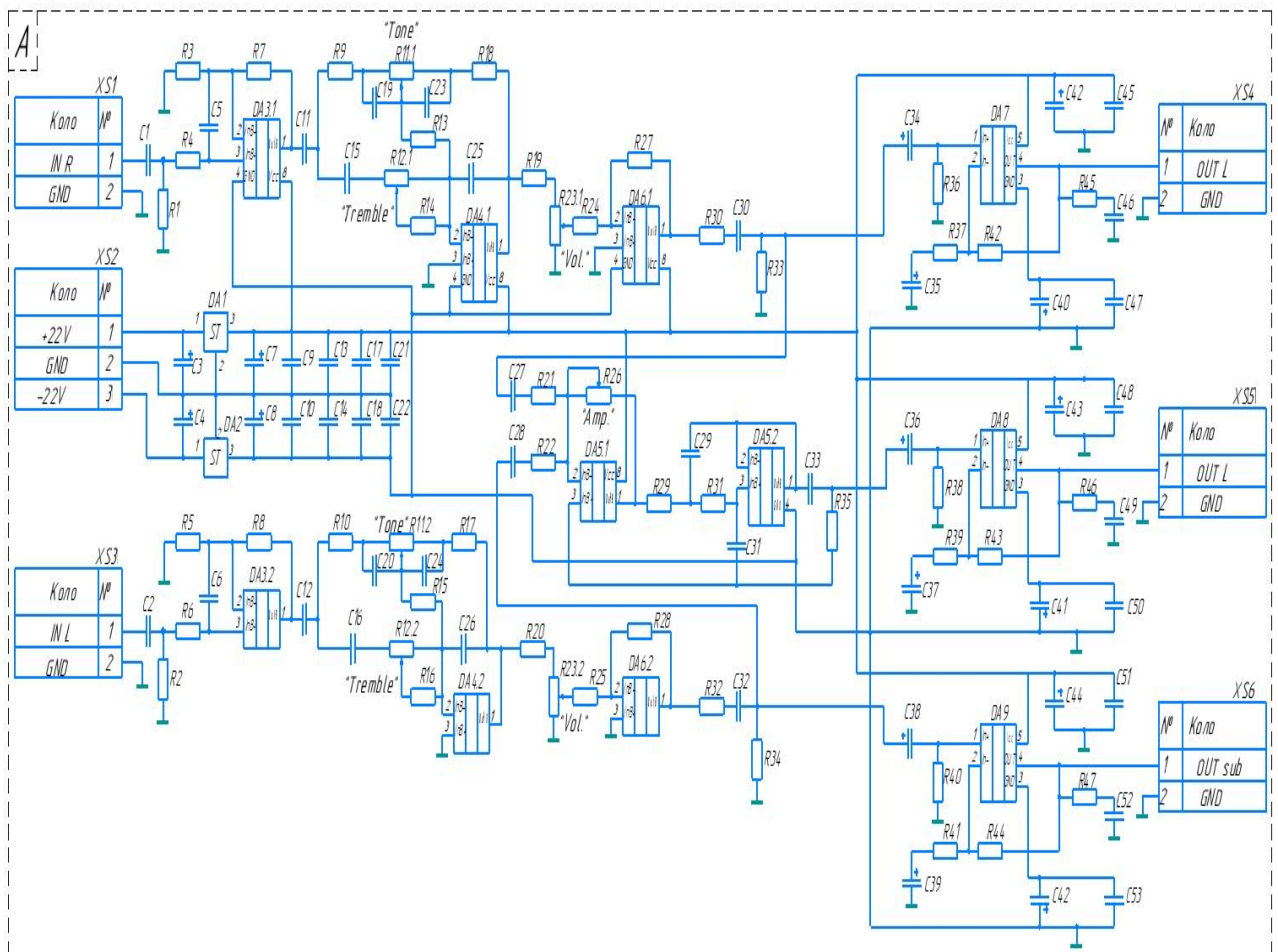


Рисунок 1.8 – Схема електрична принципова стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СВМ 2.899.001 ПЗ

Арк.

18

Розрахунок стабілізатора

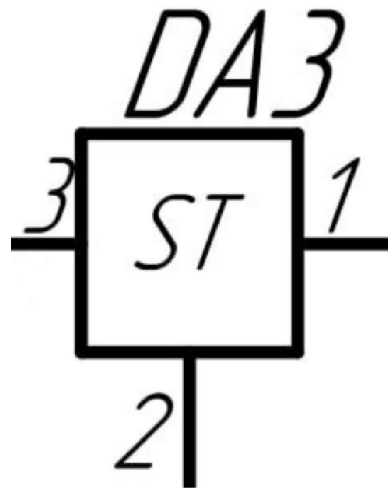


Рисунок 1.9 – Стабілізатор із схеми ЕЗ

Функції виводів стабілізатора наступні:

3 - Вхідна напруга

2 - Земля (спільний провідник)

1 - Вихідна стабілізована напруга

При розробці стабілізатора напруги, який використовує фіксовані інтегральні мікросхеми (ІМС), важливо вибрати підходящу ІМС, що відповідає заданим параметрам, і перевірити її можливість використання з урахуванням вхідної напруги та обмеження розсіюваної потужності в заданих умовах.

Щодо напруги, необхідно забезпечити виконання таких умов:

$$U_{\text{вх max}} < U_{\text{вх max доп}} \quad (1.1)$$

$$U_{\text{вх min}} - U_{\text{вих}} > U_{\text{ІМС min}} \quad (1.2)$$

Оскільки:

$$U_{\text{вх max}} = 15 \text{ В} < 35 \text{ В} = U_{\text{вх max доп}}, \quad (1.3)$$

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

$$35 - 15 = 20 \text{ В} > 2,5 \text{ В} = U_{\text{ІМС min}}$$

Перевірка можливості застосування ІМС NE5532ADR за потужністю включає аналіз її навантажувального струму, який визначається з урахуванням наступних параметрів:

$$I_{\text{H}} = P_{\text{H}} / U_{\text{вих}} = 0,5 / 15 = 0,3 \text{ А} \quad (1.4)$$

падіння напруги визначається:

$$\Delta U = U_{\text{вх max}} - U_{\text{вих}} = 35 - 15 = 20 \text{ В} \quad (1.5)$$

Потужність розсіювання ІМС:

$$P_{\text{ІМС}} = \Delta U \cdot I_{\text{H}} = 20 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ Вт} \quad (1.6)$$

Оскільки: $P_{\text{ІМС}} = 0,6 \text{ Вт} < 1 \text{ Вт}$

Вибір стабілізатора L7815ABD2T-TR в результаті проведених розрахунків виправданий.

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот

Вибір компонентної бази для стерео підсилювача із сабвуфером та фільтром низьких частот (ФНЧ) вимагає ретельного аналізу технічних характеристик та вимог до системи.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

CC0805 [3] є керамічним конденсатором. Цей конденсатор широко використовується у загальних призначеннях, і його розмір та специфікації роблять його придатним для широкого спектру електронних схем. Габаритні розміри конденсатори зображенні на рисунку 1.10.

Характеристики конденсатора:

Допуск:±10%.

Номінальна напруга:25В.

Температурний коефіцієнт:X7R.

Діапазон робочих температур:від -55°C до +125°C.

Корпус:0805.

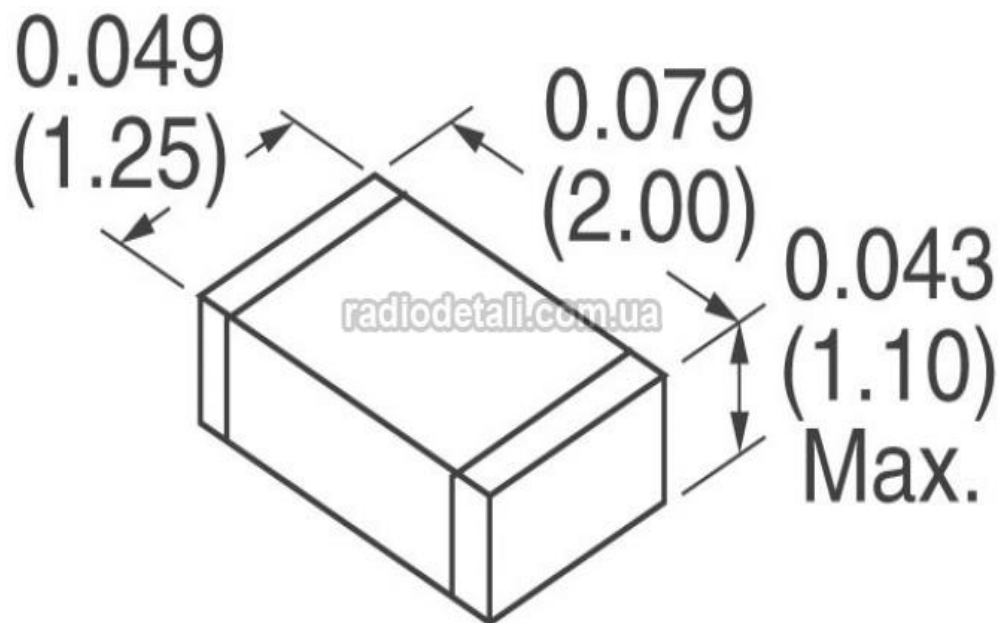


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри конденсаторів CC0805

Електролітичний конденсатор CA025M0022REC-0505 [4] зазвичай використовується в загальних електронних застосуваннях, де потрібна стабільність ємності та надійність протягом тривалого часу, загальні розміри показані на рисунку 1.11. Конденсатор має такі характеристики:

Допуск:±20%.

Номінальна напруга:25 В.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Діапазон робочих температур:від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$.

Розмір:5 x 5.4 мм.

Термін служби:2000 годин.

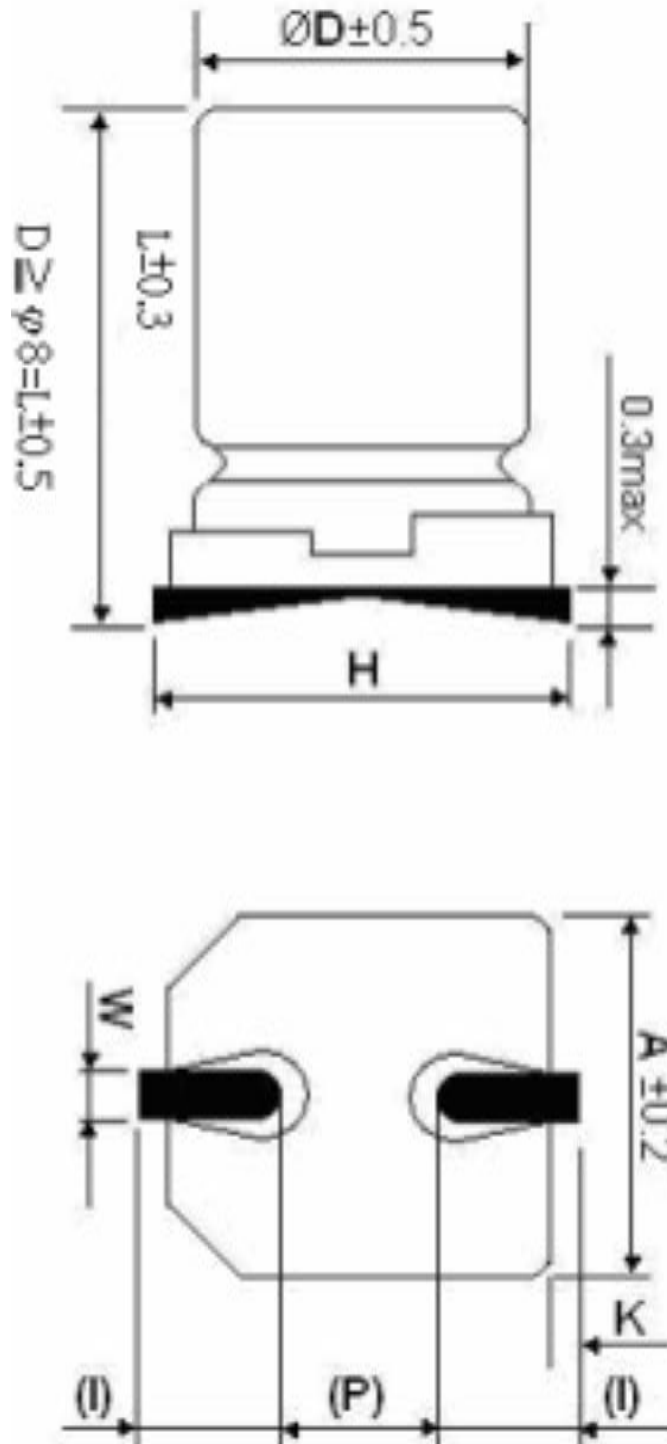


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри електролітичного конденсаторів СА025

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СВМ 2.899.001 ПЗ

Арк.

22

Оперативний підсилювач NE5532ADR [5] від Texas Instruments, компонент відомий своїми високими показниками у аудіозастосуваннях, завдяки низькому рівню шуму та високій якості звуку, габаритні розміри показані на рисунку 1.12, а технічні характеристики описані нижче:

Тип: ..двоканальний оперативний підсилювач з низьким рівнем шуму.

Виробник:Texas Instruments.

Корпус:SOIC-8.

Широка смуга пропускання:10 МГц.

Напруга живлення:до 30В.

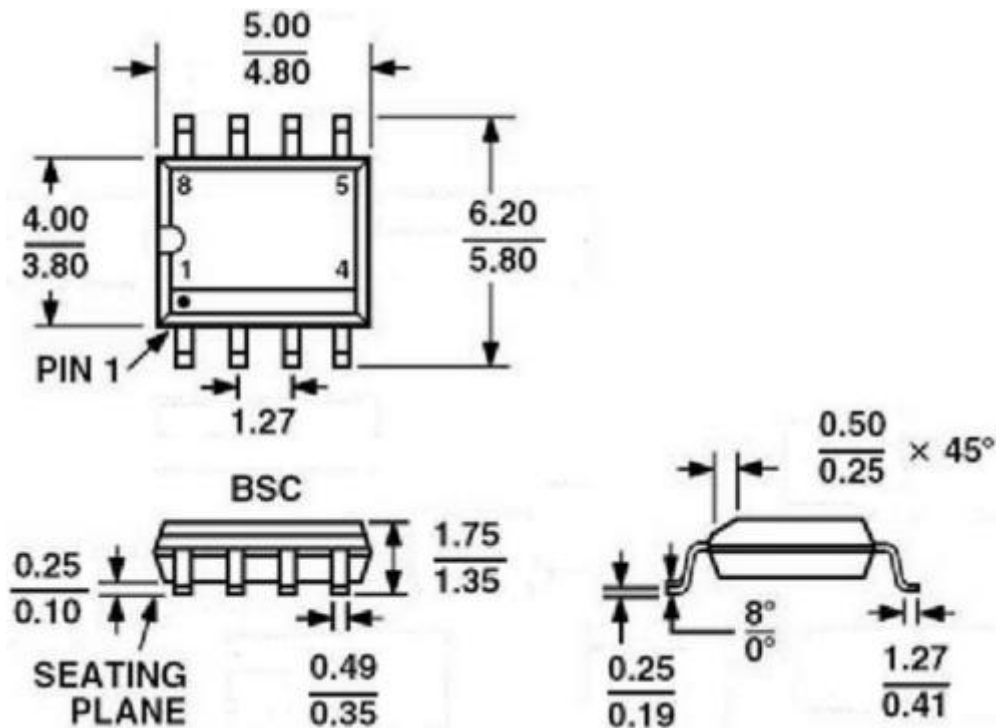


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри оперативного підсилювача NE5532ADR

TDA2050 [6] від STMicroelectronics - це монолітна інтегральна мікросхема у пентаватному корпусі, призначений для використання як аудіо підсилювач класу АВ. Габаритні розміри мікросхеми зображені на рисунку 1.13. Ось його ключові характеристики:

Вихідна потужність:до 35 Вт.

Музична потужність:до 50 Вт.

Висока робоча напруга живлення:50 В.

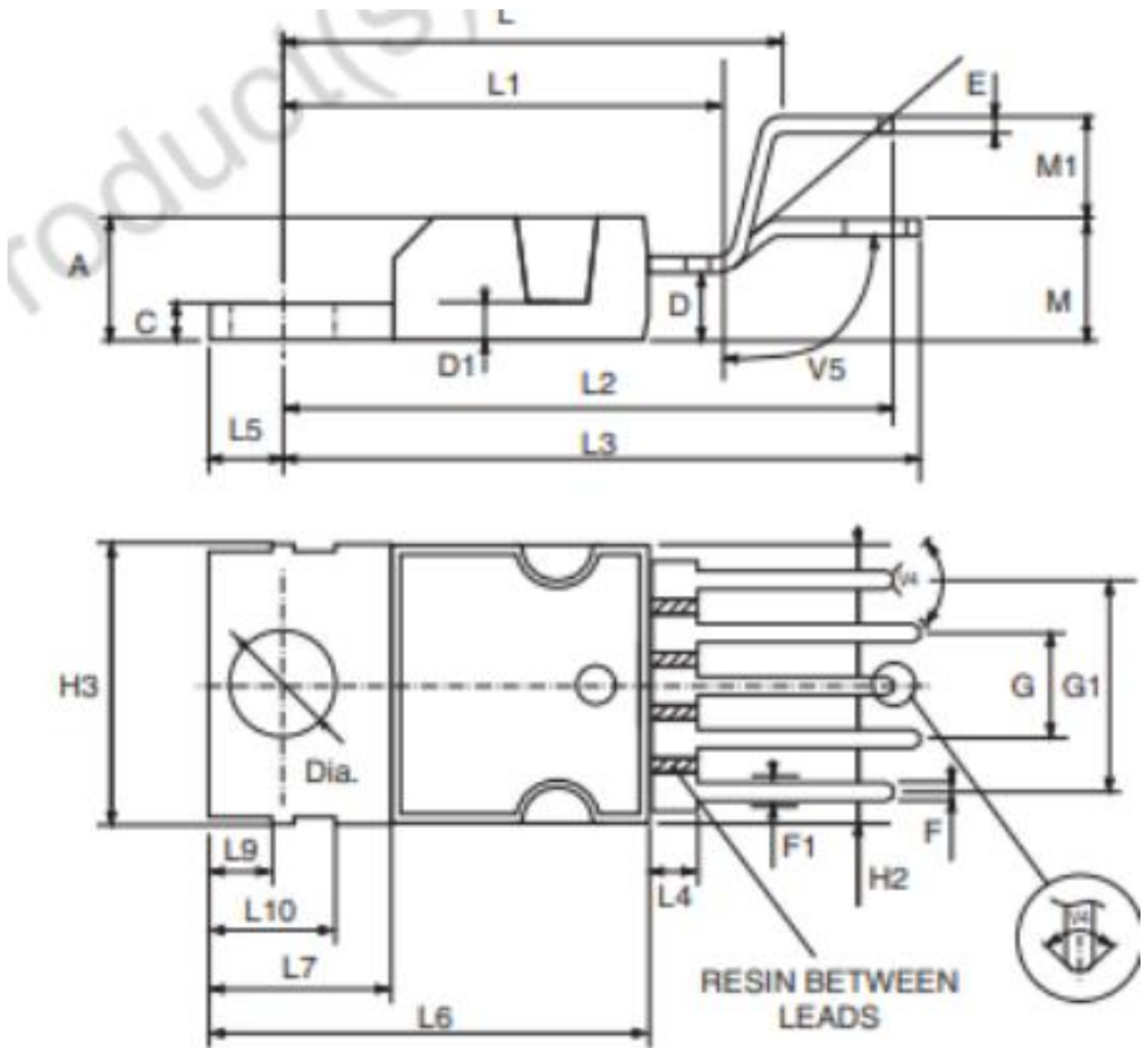


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри мікросхеми TDA2050

CR0805 [7] від Vourns - це товстоплівковий резистор, який використовується в електроніці для різних застосувань. Габаритні розміри резистора наведенні на рисунку 1.14. Ось його ключові характеристики:

Потужність:0,125 Вт.

Температурний діапазон:від -55 °C до +155 °C.

Максимальна робоча напруга:150 В.

Максимальна перевантажувальна напруга:300 В.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СВМ 2.899.001 ПЗ

Арк.

24

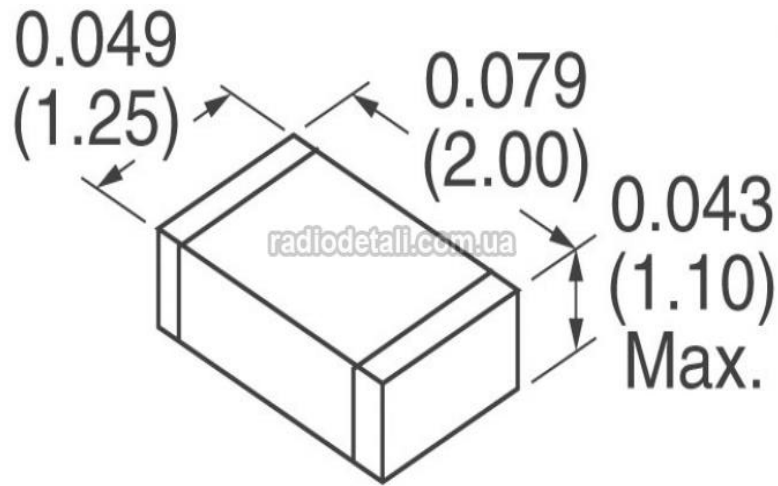


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри товстоплівкових резисторів CR0805

Компонент 56AAD-C28-B15/R81L [8] від Bourns Inc. - це потенціометр з наступними характеристиками:

Опір:10 кОм.

Точність:±20%.

Потужність:0.5 Вт.

Кількість обертів:1.

Тип регулювання:бічне регулювання.

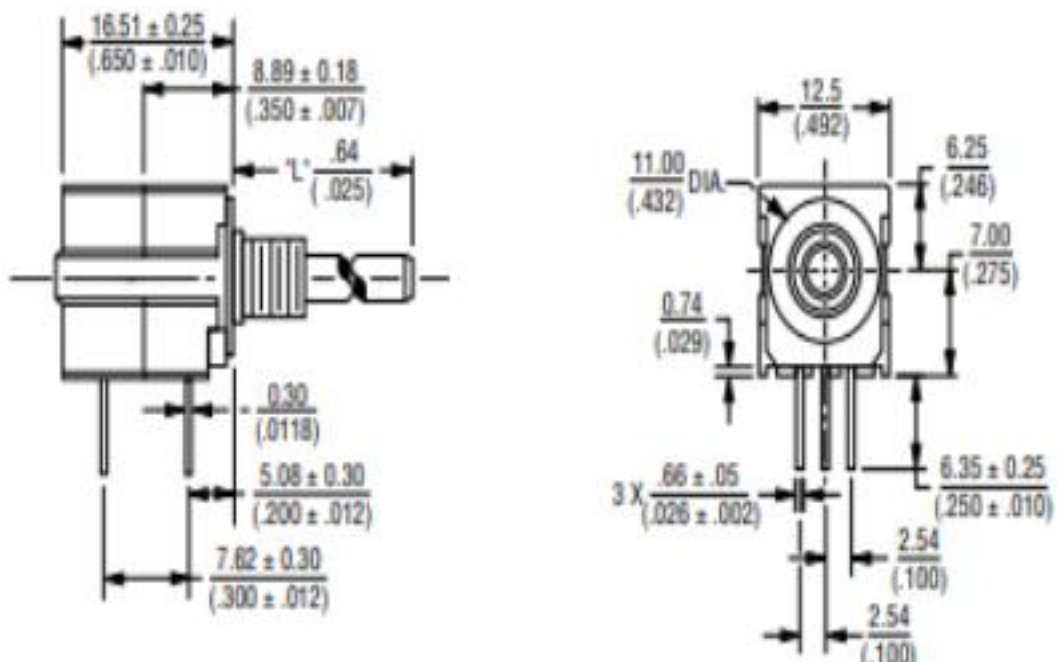


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри потенціометра 56AAD-C28-B15/R81L

51AAD-B24-A20L [9] від Bourns Inc. - це потенціометр з наступними характеристиками:

Опір:100 кОм.
 Точність:±10%.
 Потужність:1 Вт.
 Кількість обертів:1.
 Тип регулювання:бічне регулювання.

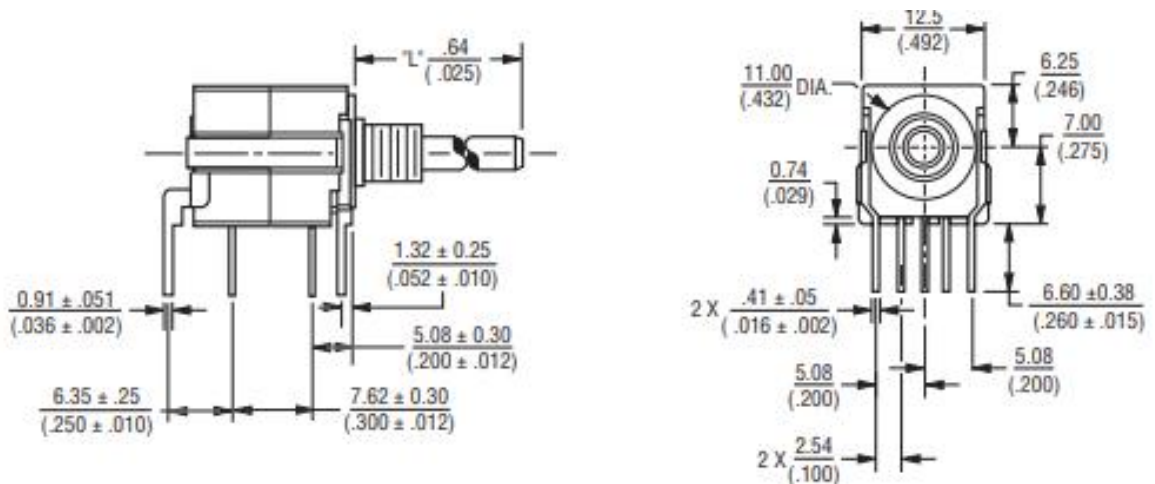


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри потенціометра 51AAD-B24-A20L

Штирьовий роз'єм PLS [10] від KLS є однорядним міжплатним з'єднувачем, який використовується для підключення електронних компонентів на платі. Ось деякі характеристики цього роз'єму:

Крок контактів:2.54 мм.
 Форма контактів:прямі.
 Матеріал ізолятора:полімер, посилений скловолокном.
 Опір ізолятора:менше 500 МОм.
 Матеріал контактів:фосфориста бронза.
 Робочий струм:1 А.
 Гранична напруга:500 В.
 Робоча температура:-55 ... 140 °С.

Вага:2.4 г.

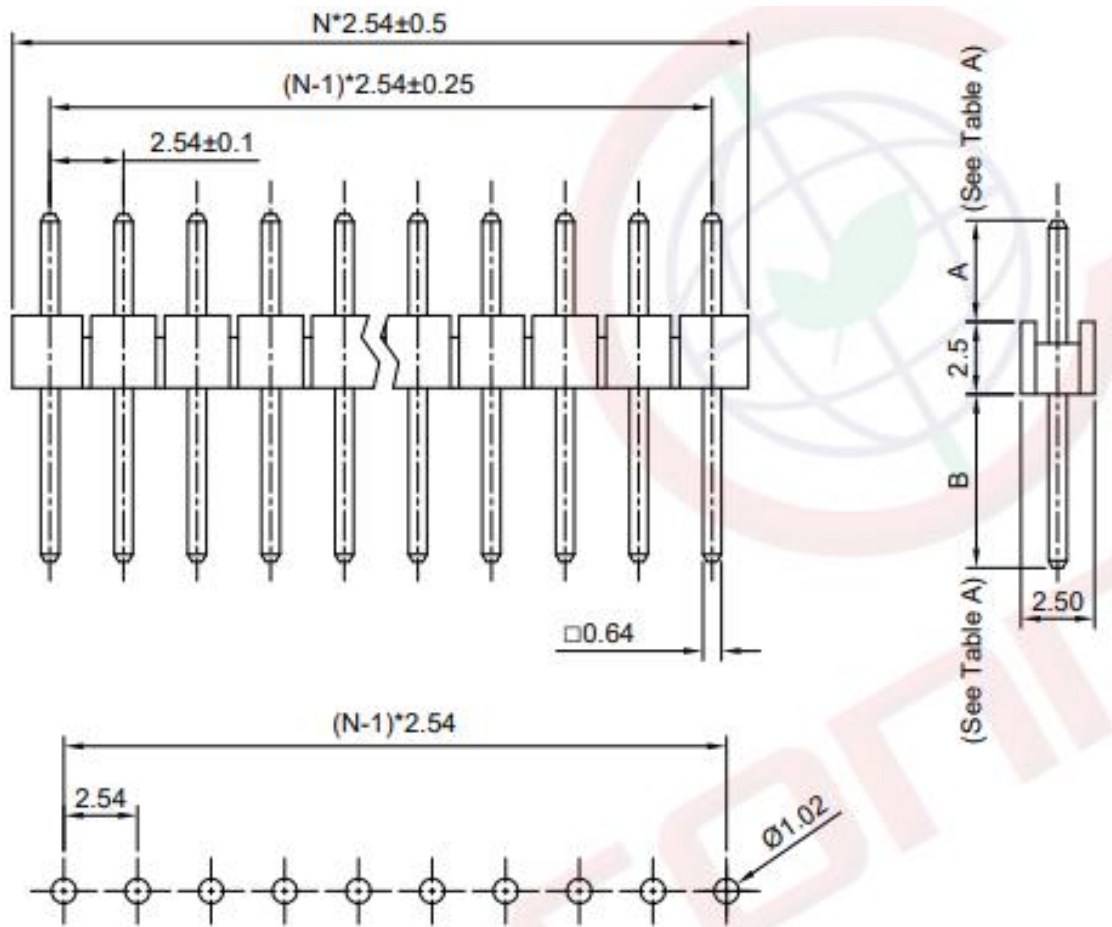


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри штирьового з'єднувача PLS

1.5 Компоновка друкованого вузла стере підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот

Для проектування друкованої плати підсилювача з сабвуфером та фільтром низьких частот враховані різні аспекти, які гарантують якість і зручність в експлуатації пристрою. Плата розташована таким чином, щоб уникнути електромагнітних перешкод і забезпечити ефективність схеми. Роз'єми для підключень, перетворювачі напруги та пасивні елементи розміщені у правій частині нижньої сторони плати, щоб спростити доступ і зберегти компактність пристрою. Попередні підсилювачі розташовані у центрі, що сприяє оптимальному використанню площі плати та зниженню

витрат на виробництво. Каскади вихідних підсилювачів та роз'єми підключення навантаження знаходяться у лівій частині. Крім того, на краях плати розміщені кріпильні отвори, що забезпечує зручне кріплення в корпусі пристрою. На зворотній стороні плати розташовані потенціометри для регулювання гучності, тембру та інші елементи, що спрощує користування пристроєм.








1. Виготовлення базових отворів на заготовці	
2. Ламінування	
3. Експонування • розміщення фотошаблону • експонування фоторезисту	
4. Хімічна обробка • проявлення • травлення • видалення резисту	
5. Пресування	
6. Свердління	
7. Металізація отворів	
8. Хімічна обробка • нанесення резисту • електролітичне нанесення міді • олов'яно - свинцеве покриття • видалення резисту • травлення міді • видалення припою	
9. Нанесення захисного покриття	

Рисунок 1.18 – Стандартні операції комбінованих методів виготовлення ДП

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СВМ 2.899.001 ПЗ

Арк.

28

Процес складання вузла починається з очищення друкованої плати від пилу та жиру, що забезпечує надійність електричних з'єднань. Потім плата перевіряється на наявність дефектів, таких як короткі замикання або обриви доріжок. Наступним кроком є нанесення паяльної пасти і трафаретний друк для точного розташування пасти на контактних майданчиках.

Після цього компоненти розміщуються на платі. Для SMD компонентів використовується автоматичне розміщення за допомогою пік-енд-плейс машини, що забезпечує високу точність. Для дрібних серій або прототипів компоненти можуть встановлюватися вручну під мікроскопом.

Після розміщення компонентів проводиться паяння методом рефлюу, коли плата із компонентами проходить через піч, де паяльна паста плавиться і створює надійні з'єднання. Цей процес включає попередній нагрів, замочування, піковий нагрів та охолодження.

Далі плата очищається від залишків флюсу і проходить оптичну інспекцію для перевірки якості паяння та розміщення компонентів.

Для компонентів з монтажем через отвори (ТНТ) після очищення плати і перевірки вони ручно розміщуються у відповідні отвори. Потім плата проходить автоматичне паяння хвилею, коли вона пропускається через розплавлений припій, що забезпечує надійні з'єднання.

Очищення від залишків флюсу та візуальна інспекція завершують процес монтажу. На завершення наноситься конформне покриття для захисту плати від вологи та забруднень, а також здійснюється маркування для ідентифікації.

Розрахунок елементів друкованого монтажу

Мінімальний ефективний діаметр круглої контактної площинки для кожного монтажного або перехідного отвору зазвичай визначається вимогами стандартів і специфікаціями виробника компонентів чи плати. Зазвичай цей діаметр повинен забезпечувати достатнє електричне з'єднання

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

і механічну стійкість. В загальних випадках можна надати такі загальні рекомендації для мінімального ефективного діаметру контактної площинки:

Для монтажних отворів (ТНТ): Зазвичай рекомендується, щоб діаметр контактної площинки був не менше 0.6 мм. Це забезпечує достатню поверхню для паяння і електричний контакт з виводами компонентів.

Для SMD компонентів: Діаметр площинок може бути меншим, оскільки вони не потребують отворів, але повинні забезпечувати достатню площу для з'єднання інтерфейсу компонента з друкованою платою. Загальна рекомендація - не менше 0.3 мм для відповідних контактів.

Для перехідних отворів (vias): Залежить від діаметру отвору та товщини шарів плати. Зазвичай для стандартних плат, що використовуються в електроніці, рекомендується мінімальний діаметр площинки не менше 0.3 мм, щоб забезпечити надійне з'єднання та електричну стійкість.

Ці значення можуть відрізнятися залежно від конкретного дизайну плати, технології виробництва та вимог щодо механічної та електричної надійності. Важливо завжди перевіряти вимоги конкретних компонентів і виробників плати для точного вибору діаметру контактних площинок.

$$D_{i\text{еф}} = 2 (b_M + d_{\text{max}}/2 + \delta d + \delta p), \quad (1.7)$$

$$D_{i\text{еф}} = 2 (0,035 + 0,9/2 + 0,3 + 0,08) = 1,73$$

Для комбінованого позитивного методу і напівадитивної технології при фотохімічному способі нанесення захисної маски на друковані плати використовуються наступні етапи:

Підготовка плати: Поверхня друкованої плати очищається від бруду і жиру, щоб забезпечити належне зчеплення фоточутливого шару.

Покриття фоточутливим шаром: Плата покривається фоточутливим шаром, який може бути комбінованим, тобто містити елементи як

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

позитивної, так і напівадитивної технологій. Цей шар зазвичай складається з полімеру і фоточутливої речовини.

Експозиція: Під час експозиції на фоточутливий шар накладається маска з образом, який потрібно нанести на плату. У випадку комбінованого методу експозиція відбувається з використанням світла чи ультрафіолетового випромінювання.

Розробка: Після експозиції плата проходить процес розробки, де некриті фоточутливим шаром області видаляються, утворюючи маску для подальшого використання.

Захист і закінчення: Отримана захисна маска може піддаватися додатковому захисту (наприклад, покриттям лаком або покриттям конформним покриттям), щоб забезпечити довговічність і захист від впливу зовнішнього середовища.

Цей процес дозволяє ефективно захищати друковані плати від вологи, корозії та інших негативних факторів, забезпечуючи надійність електронних пристроїв:

$$D_{\min} = D_{i\text{ef}} + 1,5H_{\text{пр}} + 0,08, \quad (1.8)$$
$$D_{\min} = 1,73 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,08 = 1,86$$

Максимальний діаметр контактної площинки зазвичай визначається технічними вимогами і стандартами для конкретного типу монтажного або перехідного отвору на друкованій платі. Однак, з урахуванням допуску при виготовленні, щоб забезпечити надійність з'єднання і виготовити прийнятну якість, зазвичай використовуються такі рекомендації для максимального діаметра контактної площинки:

Для SMD компонентів: Діаметр площинки зазвичай не перевищує ширину виводу компонента. Наприклад, для мікросхем із выводами типу SOT-23, може бути рекомендовано діаметр площинки близько 0,3 мм до 0,5 мм.

Для ТНТ компонентів: Діаметр отвору повинен бути достатньо великим, щоб вмістити вивід компонента, але не надто великим, щоб не підвищувати ризик виробничих дефектів. Загальна рекомендація полягає у використанні діаметру від 0,8 мм до 1,5 мм для найпоширеніших ТНТ компонентів.

Допуски: Допуски на діаметр контактної площинки зазвичай залежать від можливостей виробництва та вимог до надійності з'єднання. Зазвичай, допуски зазначаються у технічних специфікаціях для кожного конкретного типу компонентів і відповідної плати.

Загалом, точний максимальний діаметр контактної площинки потребує консультації з технічними документаціями конкретних компонентів і врахуванням технічних можливостей виробництва плат:

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (1.9)$$

$$D_{\max} = 1,86 + 0,04 = 1,9$$

Мінімальний діаметр металізованого отвору (d_{\min}) зазвичай визначається з урахуванням класу точності друкованої плати (ДП). Це співвідношення може бути виражене наступним чином:

$$d_{\min} = yH_{\Pi} \quad (1.10)$$

$$d_{\min} = yH_{\Pi} = 0,33 \cdot 1,5 = 0,5$$

Мінімально застосовний діаметр перехідного отвору часто обчислюється з урахуванням кількох факторів, таких як діаметр контактної площинки, максимальний допустимий діаметр отвору, та інші параметри. Одна з загальноживаних формул для обчислення мінімального діаметру перехідного отвору може мати наступний вигляд:

$$d_{\text{пер}} = d_{\text{min}} + |\Delta d| \quad (1.11)$$

$$d_{\text{пер}} = 0,5 + 0,05 = 0,55$$

Діаметр монтажного отвору визначається з урахуванням необхідності забезпечити надійне кріплення компонента на платі, а також можливості автоматизованої зборки і пайки. Часто для розрахунку діаметру монтажного отвору використовується наступна формула:

$$d_{\text{МОНТ}} = yN_{\text{п}} + |\Delta d| + r \quad (1.12)$$

$$d_{\text{МОНТ}} = 0,5 + 0,55 + 0,35 = 1,4$$

У простих випадках часто використовують підхід, коли діаметр свердловини на 0,1-0,2 мм більше, ніж номінальне значення діаметру монтажного отвору. Це допомагає забезпечити достатній зазор для зручної пайки та монтажу компонентів на платі. Такий підхід дозволяє збільшити міцність кріплення і полегшити процес збирання плати без значного збільшення витрат або складнощі виробництва:

$$d_{\text{max}} = d_{\text{МОНТ}} + (0,1...0,2) \quad (1.13)$$

$$d_{\text{max}} = 0,9 + 0,2 = 1,1$$

Мінімально допустиму ширину провідника можна визначити з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому, використовуючи формулу:

$$t_{i \text{ min}} = \frac{\rho \cdot I_{\text{max}} \cdot l}{h \cdot U_{\text{доп}}}, \quad (1.14)$$

$$t_{i \text{ min}} = \frac{0,0175 \cdot 0,5 \cdot 0,1}{0,005 \cdot 0,6} = 0,29$$

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

1.6 Висновки до розділу 1

У першому розділі було проведено всебічне дослідження і розробку стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот. Аналіз технічного завдання дозволив визначити ключові вимоги до системи, які лягли в основу подальших етапів проєктування. Структурна схема була створена для візуалізації і визначення функцій основних компонентів підсилювача. Розрахунок і проєктування вузлів електричної принципової схеми забезпечили відповідність технічним вимогам і оптимізацію роботи системи. Вибір і обґрунтування компонентної бази дозволили підібрати найкращі елементи для забезпечення якості і надійності пристрою. Компоновка друкованого вузла завершила розробку, забезпечуючи оптимальне розташування компонентів для ефективної роботи системи.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		34

2 Спеціальна частина (САПР)

2.1 Створення бібліотеки елементів в САПР (Altium Designer)

Перед початком роботи створимо умовну графічну позначку (УГП) і розмістимо посадкові місця для двох елементів: резистора розміру 0805 та мікросхеми TDA2050. Також потрібно налаштувати редактор для використання цих символів.

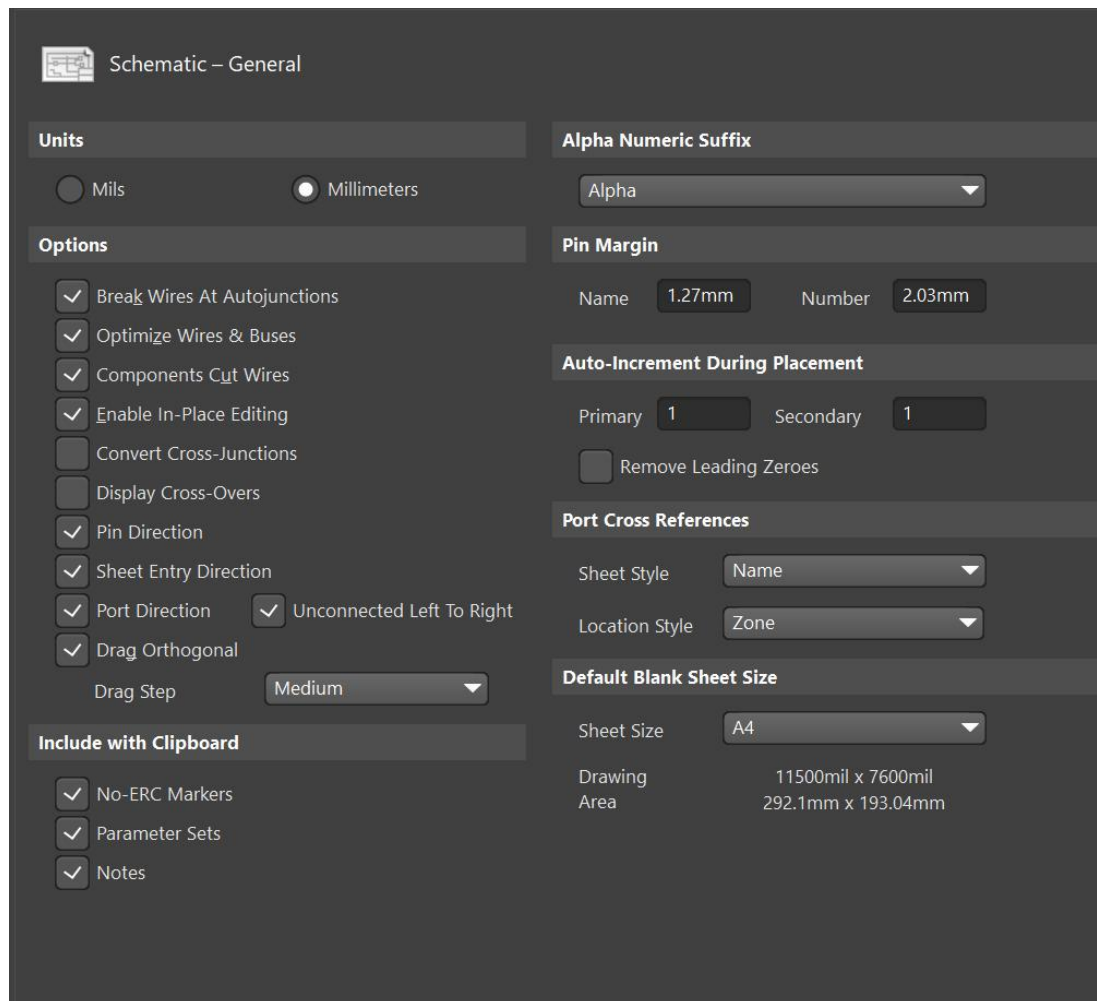


Рисунок 2.1 — Вікно налаштування Schematic Library

Виберіть опцію "Додати" у лівому нижньому вікні бібліотеки SCH, щоб вставити новий елемент до бібліотеки УГП (див. рис. 2.2).

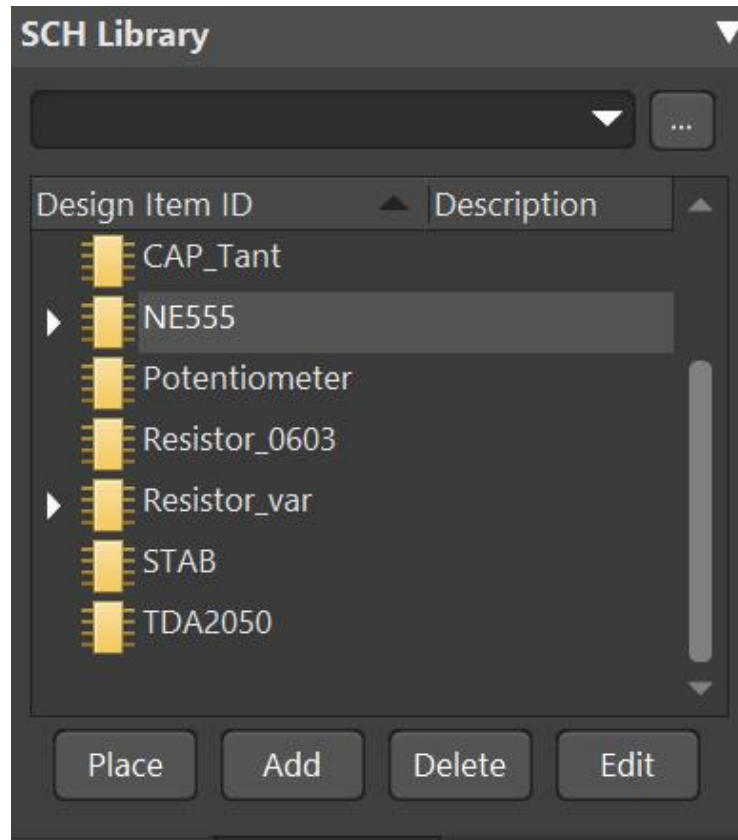


Рисунок 2.2 — Вікно SCH Library

Почніть зі створення контуру резистора за допомогою інструменту "Rectangle". У вікні налаштувань змініть параметри прямокутника відповідно до наших потреб. На рисунку 2.3 ви побачите результат цього кроку.

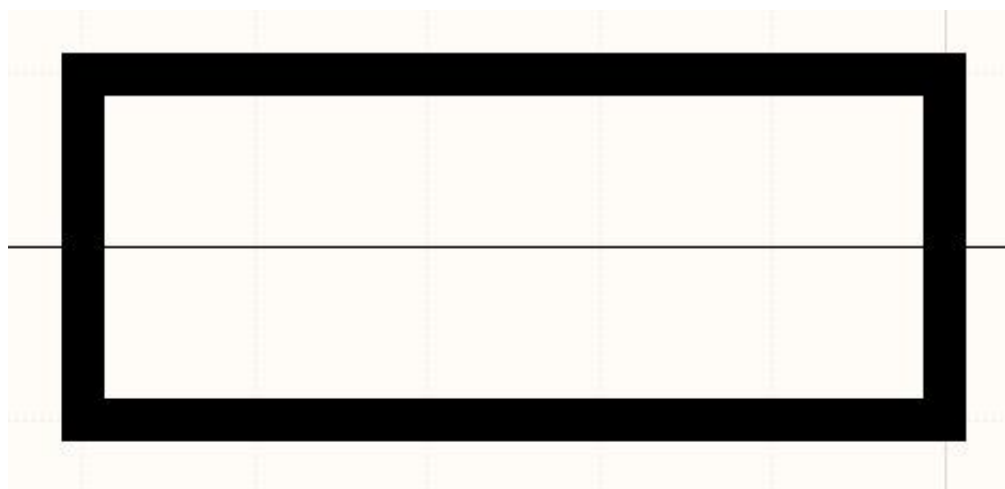


Рисунок 2.3 — Контур УГП резистора

Далі використовуйте інструмент "Place PIN", щоб розмістити виводи компонентів. Графічне позначення резистора зображене на рисунку 2.4.

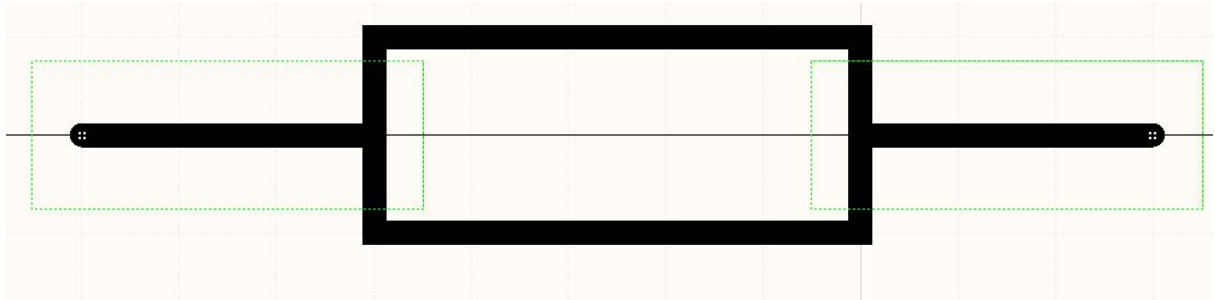


Рисунок 2.4 — УГП резистора

Для створення контуру мікросхеми TDA2050 використовуйте інструмент "Rectangle". Потім, з допомогою інструменту "Line", додайте бокові лінії всередині контура ІМС, як показано на рисунку 2.5.

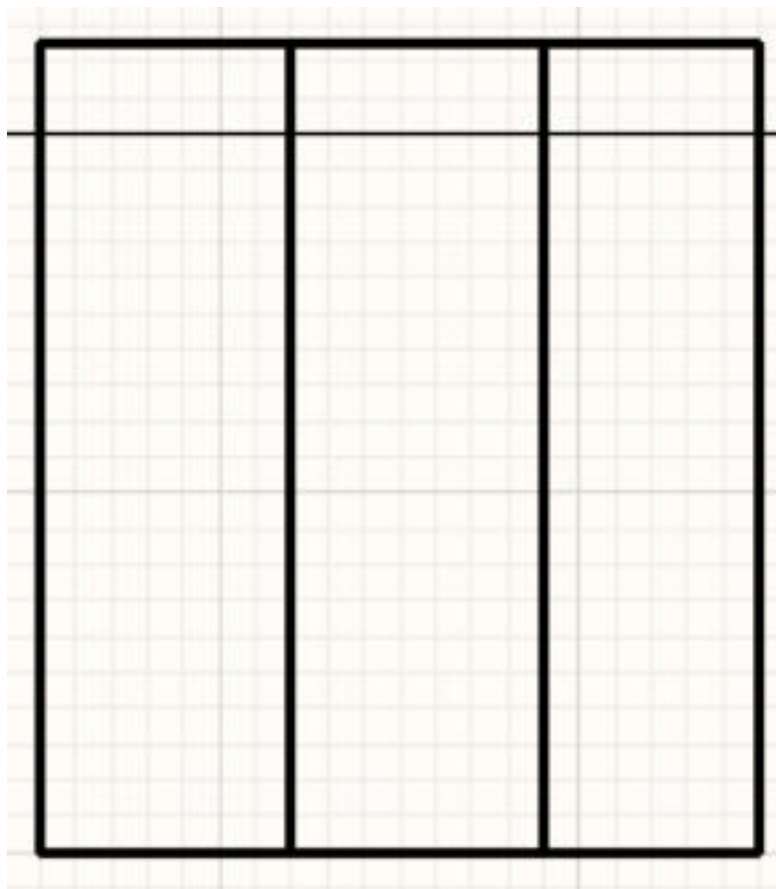


Рисунок 2.5 Основа УГП мікросхеми

Потім використовуйте інструмент "Place Pin" для розміщення двох виводів з лівого боку та трьох з правого боку прямокутника. Умовне графічне позначення елемента зображене на рисунку 2.6.

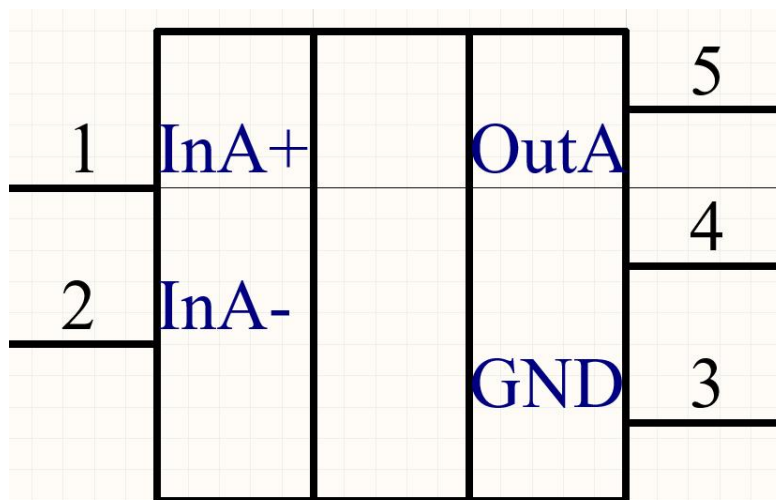


Рисунок 2.6 УГП мікросхеми

Після цього необхідно прив'язати умовне графічне позначення (УГП) до посадкового місця. Для цього у вікні редактора натисніть кнопку "Add footprint" та у випадаючому списку (рис. 2.8) оберіть відповідний елемент.

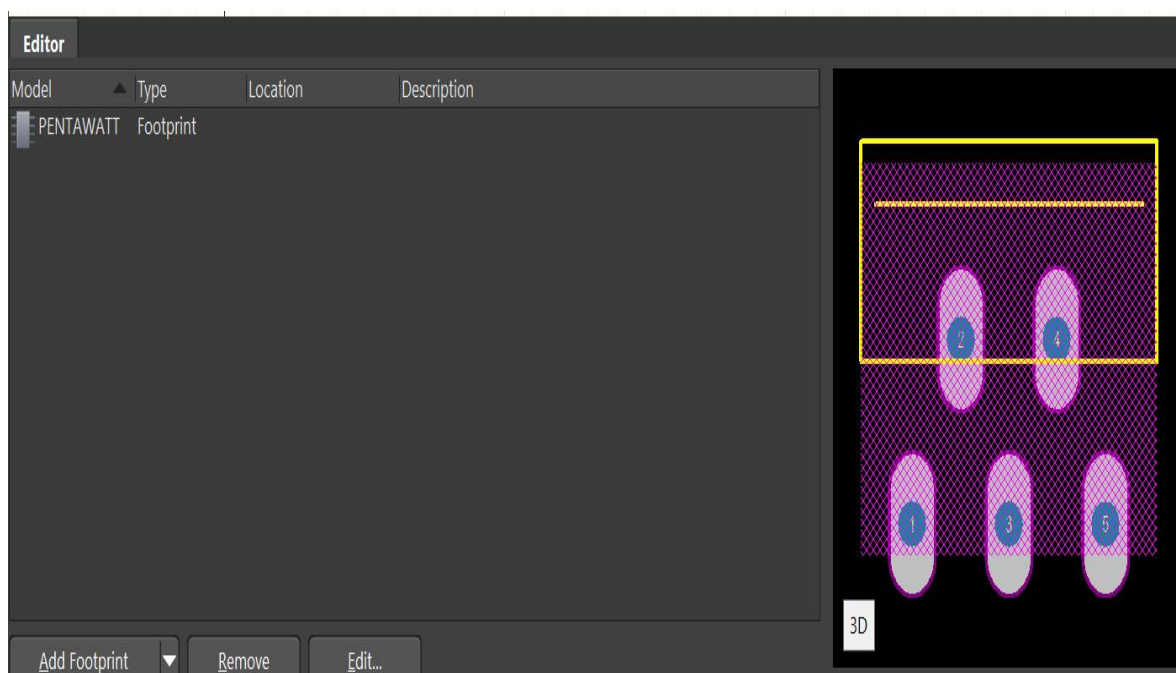


Рисунок 2.7 — Вікно прив'язки УГП компонента до посадкового місця

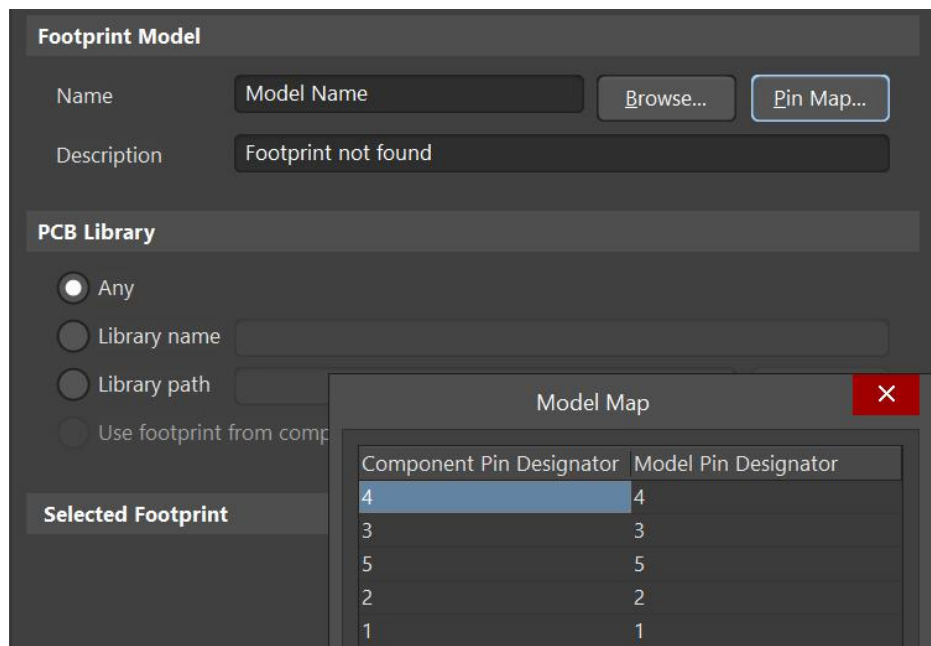
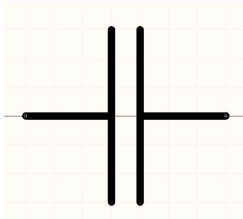
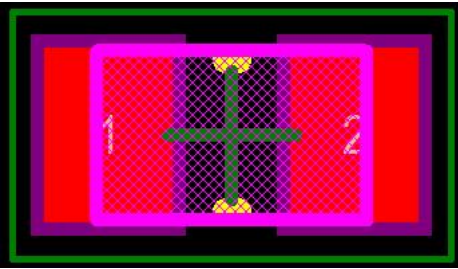
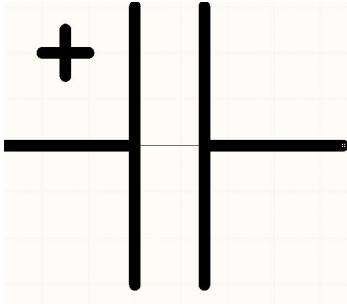
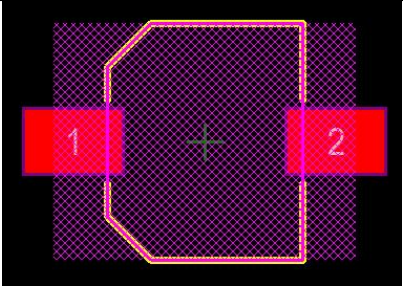
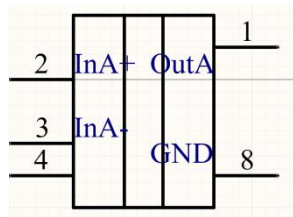


Рисунок 2.8 — Вікно вибору посадкового місця

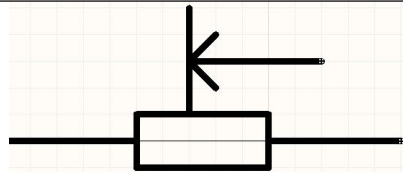
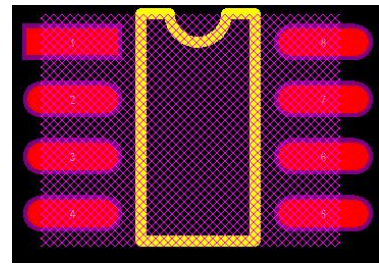
В таблиці нижче наведено деякі компоненти бібліотеки

Таблиця 2.1 УГП елементів та посадкові місця

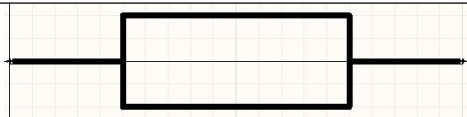
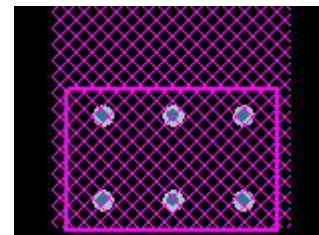
УГП елемента	Посадкове місце елемента
 <p data-bbox="472 1487 683 1525">Конденсатор</p>	
 <p data-bbox="379 1942 775 1980">Конденсатор електроліт.</p>	



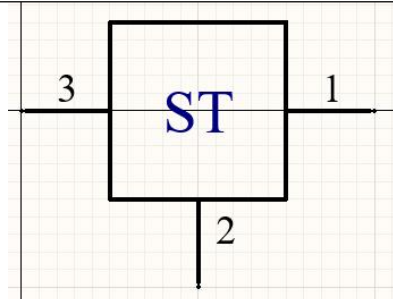
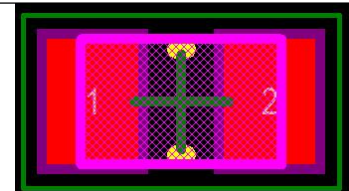
Мікросхема



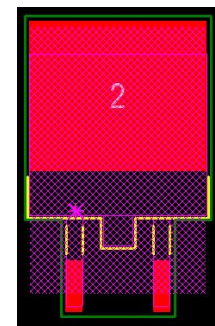
Резистор змінний



Резистор



Стабілізатор



2.2 Виконання схеми електричної принципової в САПР (Altium Designer)

Приблизний процес створення плати в Altium Designer виглядає наступним чином:

Відкрийте Altium Designer і створіть новий проект або відкрийте існуючий.

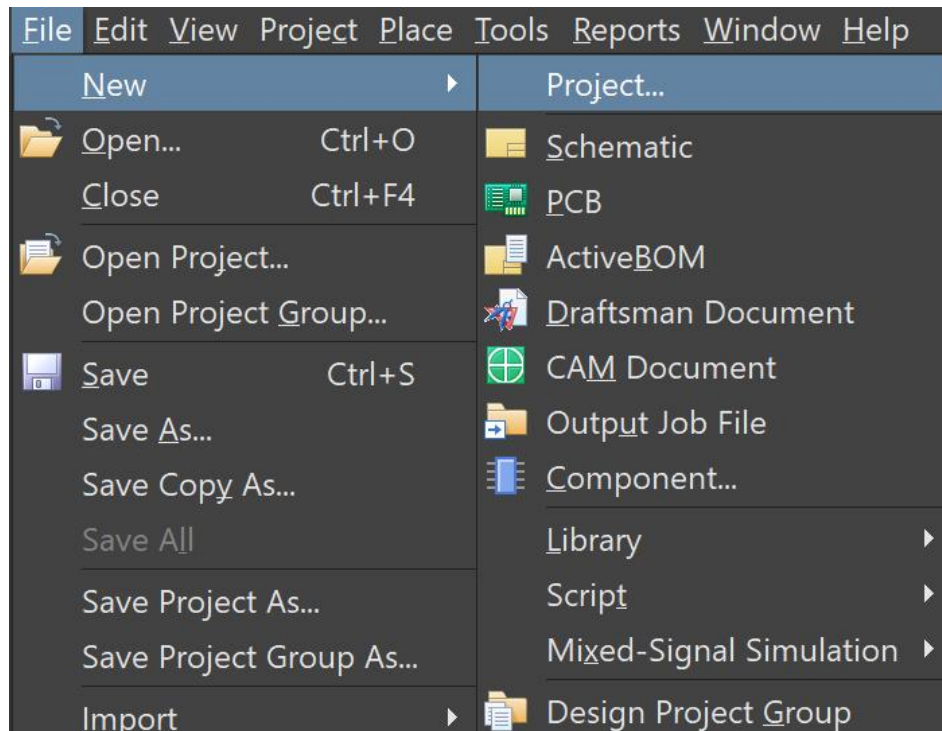


Рисунок 2.9 – Створення нового проекту в Altium Designer

Перейдіть до розділу "Schematic" (Схема) у вкладці "Projects" (Проекти), щоб створити нову схему або відкрити існуючу.

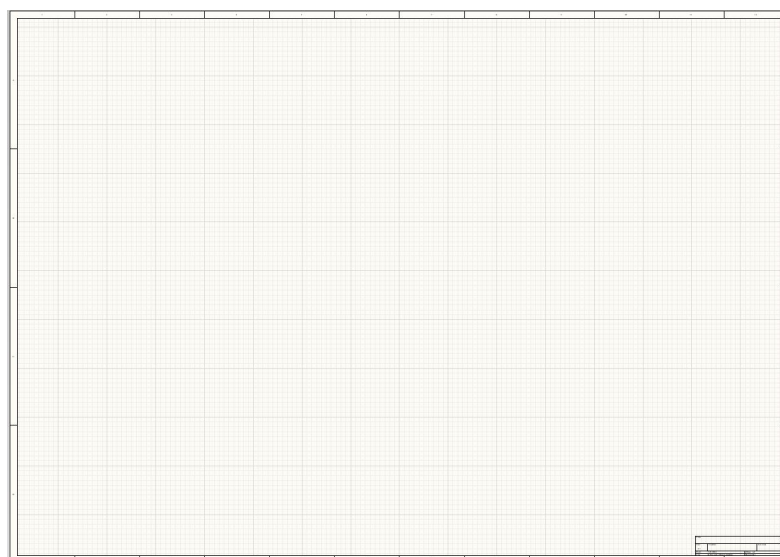


Рисунок 2.10 – Робоче поле схематичної бібліотеки

Натисніть кілька разів клавішу G на клавіатурі, щоб змінити крок координатної сітки на 2.5 мм. Відповідно до стандартів виготовлення електричних схем, елементи потрібно розміщувати у вузлах координатної сітки, кратної 2.5 мм. У сучасних версіях цієї САПР система автоматично перемикається на метричну систему при зміні кроку координатної сітки, тому редагувати щось через параметри проекту немає необхідності.

Додайте компоненти до схеми, перетягуючи їх з бібліотеки компонентів на панелі "Libraries" (Бібліотеки) або з власної бібліотеки, як показано на рисунку 2.11.

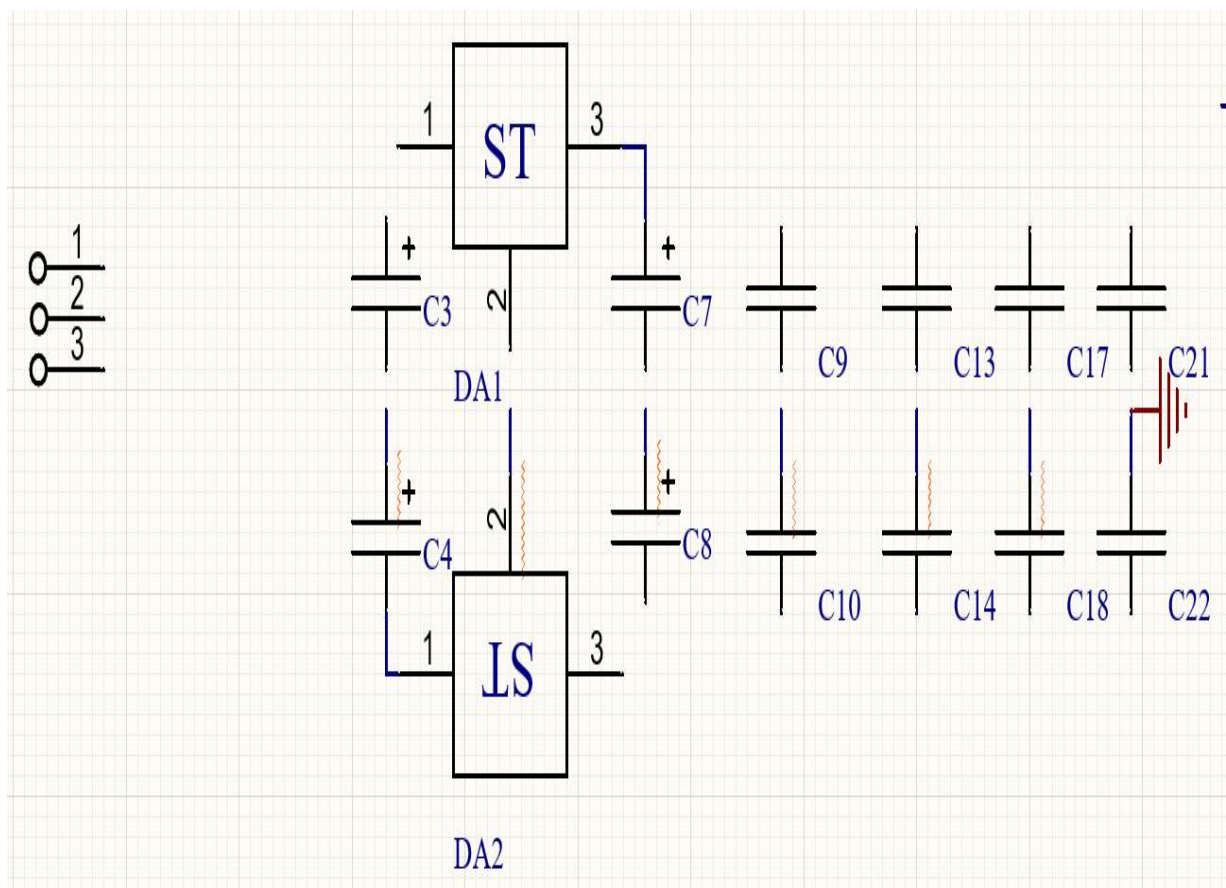


Рисунок 2.11 – Перетягування УГП на робочу область

Підключіть компоненти за допомогою ліній зв'язку або шин, розташовуючи їх і з'єднуючи краї між собою.

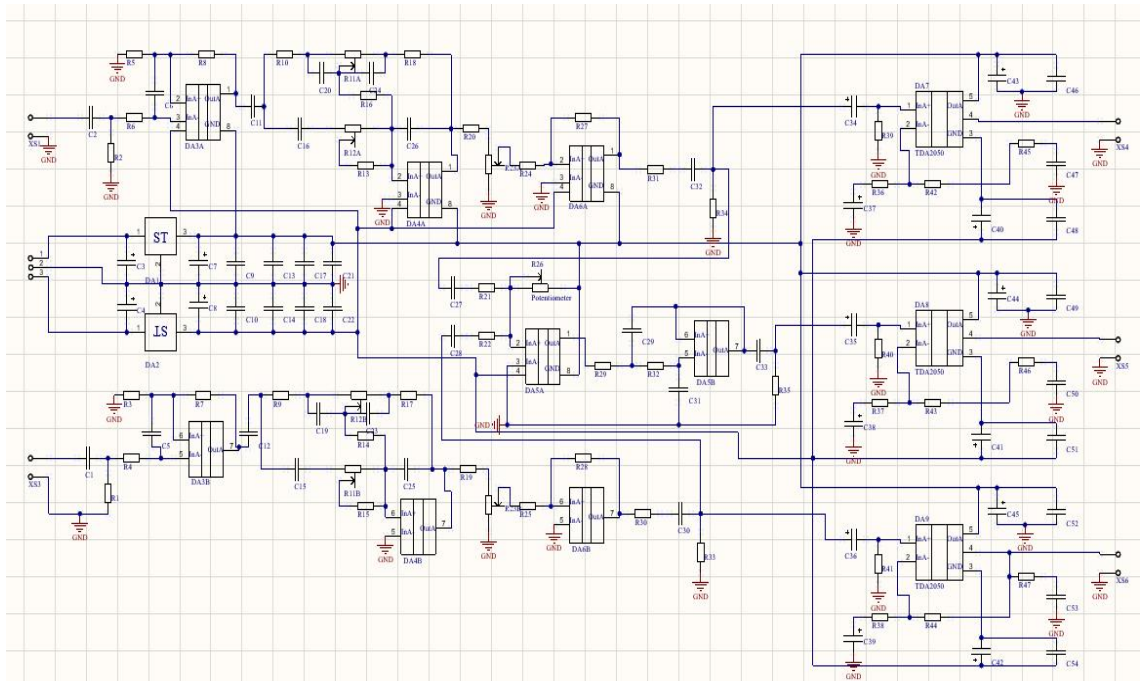


Рисунок 2.12 – Схема електрична принципова, розроблена в середовищі Altium Designer

Нанесення нумерації позицій елементів є важливим і необхідним кроком. Для цього у вікні "Tools" виберіть "Annotation" та потім "Annotate schematics". Виконайте наступні дії: змініть метод нумерації на "Down then Across", оберіть опції "Update Changes List" та потім "Accept Changes". Вікно нумерації елементів зображене на рисунку 2.13.

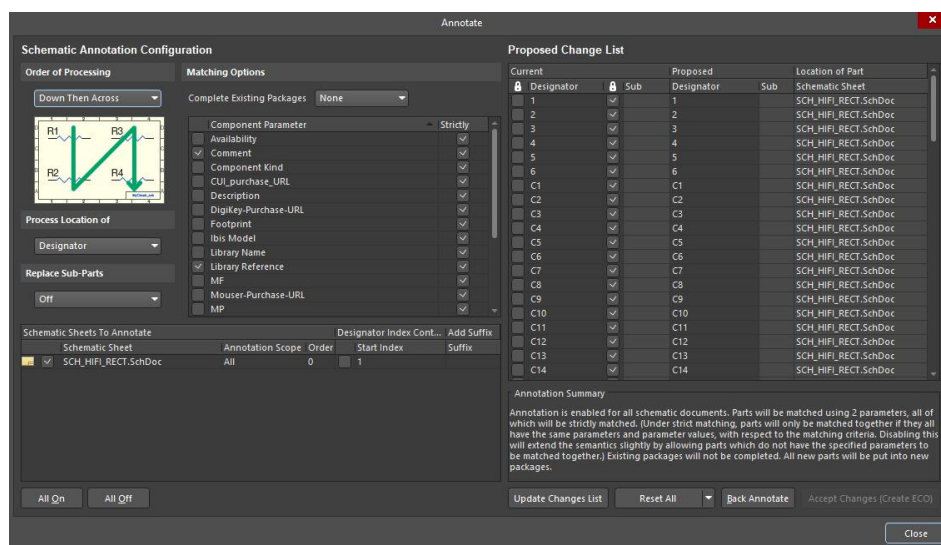


Рисунок 2.13 – Вікно нумерації елементів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СВМ 2.899.001 ПЗ

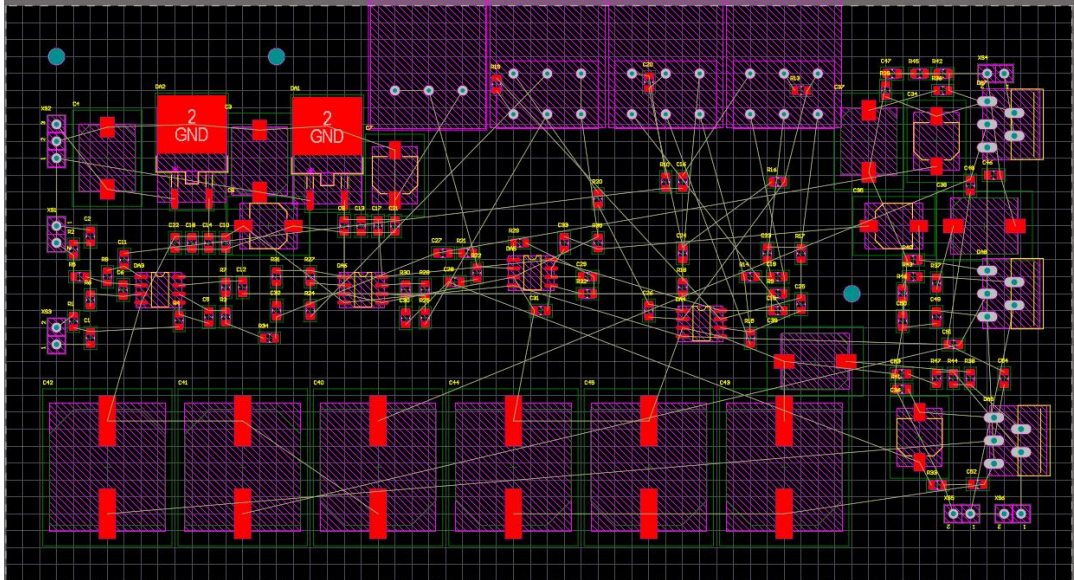


Рисунок 2.17 – Розміщені ЕРЕ плати підсилювача

Після цього через вікно Design-Rules відкриється вікно правил трасування. Наступним кроком буде автотрасування доріжок. Для цього виконайте команду Route -> Auto-Route, після чого відкриється вікно «Situs Routing Strategies», де можна натиснути кнопку Route All. З'явиться вікно «Messages», в якому відображатимуться всі процеси, виконані під час автотрасування. В результаті автотрасування отримаєте малюнок друкованих провідників друкованої плати.

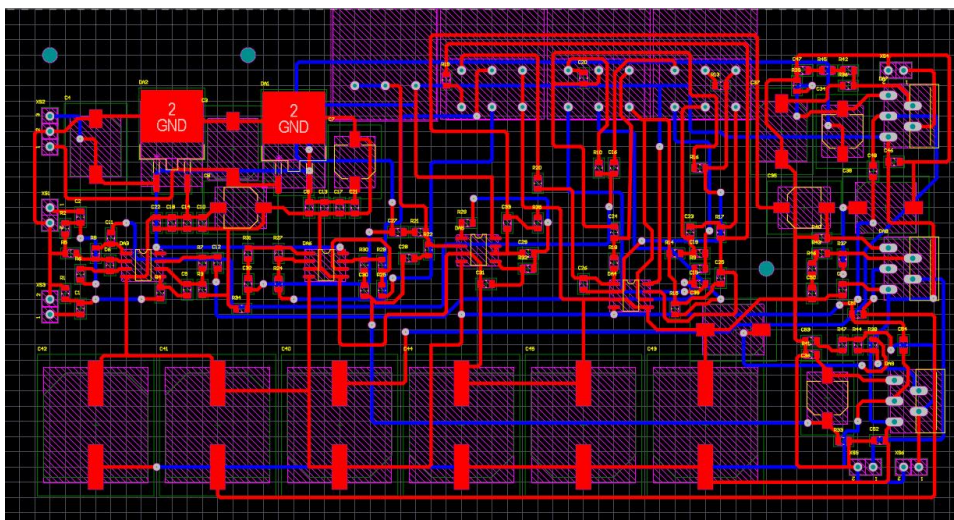


Рисунок. 2.18 — Друкована плата, розроблена в середовищі Altium Designer

Після завершення трасування важливо виконати перевірку друкованої плати на наявність помилок за допомогою інструмента Design Rule Check (DRC). Для цього перейдіть в меню Tools і виберіть пункт Design Rule Check.

Після виклику DRC програма автоматично перевірить друковану плату на відповідність заданим правилам трасування, мінімальним відстаням, ширині провідників та іншим параметрам.

Результати DRC допоможуть вам переконатися, що друкована плата відповідає всім необхідним вимогам і може бути використана для подальшого виробництва.

Summary	
Warnings	Count
	Total 0
Rule Violations	Count
Clearance Constraint (Gap=0.254mm) (All),(All)	0
Short-Circuit Constraint (Allowed=No) (All),(All)	0
Un-Routed Net Constraint ((All),)	0
Modified Polygon (Allow modified: No) (Allow shelved: No)	0
Width Constraint (Min=0.2mm) (Max=0.7mm) (Preferred=0.2mm) (All)	0
Power Plane Connect Rule(Relief Connect)(Expansion=0.508mm) (Conductor Width=0.254mm) (Air Gap=0.254mm) (Entries=4) (All)	0
Hole Size Constraint (Min=0.025mm) (Max=5mm) (All)	0
Hole To Hole Clearance (Gap=0.254mm) (All),(All)	0

Рисунок 2.19 – Результати DRC перевірки плати підсилювача

2.4 Висновки до розділу 2

У другому розділі було проведено комплексне дослідження і реалізацію етапів, пов'язаних з проектуванням друкованої плати для стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот.

Проектування друкованої плати в Altium Designer дозволило створити високоякісну і функціональну плату, що відповідає всім вимогам

технічного завдання. Використання цього програмного забезпечення забезпечило точність і ефективність розробки завдяки його потужним інструментам для створення схеми, трасування і перевірки правильності дизайну.

Вибір САПР був обґрунтований потребою в надійному і функціональному середовищі для проектування. Altium Designer був вибраний за його широкі можливості, інтуїтивний інтерфейс і високий рівень підтримки сучасних стандартів у проектуванні друкованих плат. Це дозволило забезпечити високу якість розробки і знизити ризик помилок у процесі створення друкованої плати.

Таким чином, другий розділ демонструє, що правильний вибір програмного забезпечення і ретельне проектування друкованої плати є ключовими факторами для успішного створення ефективного і надійного стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

3 Охорона праці та безпека життєдіяльності

3.1 Шляхи підвищення життєдіяльності людини

Життєдіяльність людини може бути підвищена за допомогою різних фізіологічних, психологічних та соціокультурних чинників. Ось деякі шляхи, які можуть сприяти підвищенню якості життя [11].

Здоровий спосіб життя.

Фізична активність. Регулярні фізичні вправи покращують фізичне здоров'я, зміцнюють серце, підвищують витривалість та знижують ризик розвитку хвороб.

Правильне харчування. Збалансована дієта, багата на вітаміни, мінерали та інші корисні речовини, сприяє загальному здоров'ю.

Відмова від шкідливих звичок. Паління, вживання алкоголю та наркотиків негативно впливають на здоров'я.

Психологічний стан.

Стрес-менеджмент. Вміння ефективно управляти стресом допомагає зберегти психічне здоров'я.

Позитивне мислення. Оптимізм та позитивний настрій сприяють загальному самопочуттю.

Соціокультурні фактори.

Соціальна підтримка. Взаємодія з родиною, друзями та спільнотою підвищує якість життя.

Розвиток інтелектуальних навичок. Навчання новому, читання, розв'язання головоломок сприяють розвитку мозку.

Професійний розвиток.

Навчання та розвиток навичок. Постійне навчання та розвиток професійних навичок допомагають підвищити продуктивність та задоволення від роботи.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Забезпечення безпеки.

Безпечне оточення. Забезпечення безпечного життя, включаючи безпечний доступ до води, їжі та житла.

Емоційне благополуччя.

Медитація та міндфулнес. Практики, що сприяють зосередженості та релаксації, можуть зменшити стрес та підвищити емоційну стійкість.

Хобі та захоплення. Заняття улюбленими справами приносить радість та знижує рівень стресу.

Сон.

Регулярний та якісний сон. Достатній сон є критично важливим для відновлення організму та підтримки когнітивних функцій.

Технології та інновації.

Використання сучасних технологій. Смарт-годинники та фітнес-трекери можуть допомогти відстежувати фізичну активність та здоров'я.

Телемедицина. Віддалені консультації з лікарями та моніторинг здоров'я через інтернет можуть покращити доступ до медичних послуг.

Екологічне середовище.

Зелені зони та парки. Прогулянки на свіжому повітрі та в природі сприяють фізичному та психічному здоров'ю.

Екологічно чисті продукти. Вживання органічних продуктів зменшує вплив шкідливих хімікатів.

Саморозвиток.

Самоосвіта. Постійне самовдосконалення та самоосвіта сприяють інтелектуальному розвитку.

Участь у спільнотах. Активна участь у громадському житті та спільнотах може забезпечити відчуття приналежності та цінності.

Оздоровча фізична культура. Наприкінці ХХ століття економічно розвинених країнах світу набула поширення епідеміянеінфекційних захворювань (зокрема серцево-судинних) людини, які за медико-демографічною статистикою стали головними причинами інвалідності та

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

смертності. Це пов'язано із суттєвими змінами побутових та соціально-культурних умов життя населення, передовсім значним зменшенням його фізичної активності, внаслідок детренованості. В результаті детренованості знижуються функції і резерви всіх органів. Виникає не тільки послаблення і атрофія м'язів, але й функціональна неповноцінність серця з вираженими атеросклеротичними змінами коронарних судин.

Дослідження показують, що під впливом фізичних тренувань суттєво покращуються функції основних органів і систем людини. Аеробна здатність організму. Атому й витримування фізичних навантажень залежить від стану систем транспортування кисню. Вона визначається ЧСС, серцевим викидом, здатністю раціонального перерозподілу регіонального кровообігу при фізичних навантаженнях і кількістю відновленого гемоглобіну в крові, який повертається в легені. Фізичні тренування збільшують функціональну здатність кожної з цих ланок.

У результаті фізичних тренувань МСК зростає на 16-33%. Добре тренувана людина протягом 8 год. може витримувати навантаження в межах 50%, а нетренована - лише 25% максимальної аеробної здатності. Підвищення витривалості в результаті тренувань пов'язане з багатьма факторами, серед яких певну роль відіграє більш ефективне постачання киснем працюючих м'язів. Слід особливо наголосити на необхідність регулярних тренувань, оскільки детренованість виникає вже через 2 тижні після припинення занять. Порівняльні дослідження ефекту тренувань у різному віці (16-18, 20-40, 50-60 років) показали, що в результаті 4-тижневих занять у всіх вікових групах значно поліпшились показники гемодинаміки і фізичної працездатності. Довготривале перебування здорової людини у ліжку призводить до зниження МСК від 17 до 33%, 6-тижневий ліжковий режим удвоє зменшує здатність здорової людини витримувати фізичні навантаження. Розвивається атрофія м'язів, негативний азотний баланс, демінералізація костей, збільшується виділення кальцію з сечею, підвищується ймовірність утворення каменів у нирках, інфекцій

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

сечового міхура, знижується основний обмін, обмін крові, погіршуються реакції на зміну положення тіла, спостерігається низка інших глибоких фізіологічних порушень.

Численні фізіологічними дослідженнями доведено, що вправи. На яких базуються тренування серцево-судинної і дихальної систем, повинні бути ізотонічними (динамічними), а не ізометричними (статичними); аеробними, а не анаеробними; перервними, а не безперервними; субмаксимальними, а не максимальними.

Тренування повинно тривати не менше 30 хв., бажано щоденно, але не рідше п'яти разів на тиждень. Важливе значення має регулярність занять, позаяк для досягнення певного рівня фізичного стану симагається набагато більше зусиль, ніж для його підтримання. Для того, щоб досягти поліпшення фізичного стану, навантаження під час тренування повинні бути досить інтенсивними і тривалими. Найбільш простим і досить точним показником рівня навантаження є ЧСС.

Різноманітні впливи на організм через психічну сферу шляхом терапії, профілактики, гігієни мають інформативний характер. Сигнали - носії інформації продукують психікою безпосередньо або опосередковано. Цим і відрізняються дані впливи від інших засобів, наприклад, фармакологічних. Психотерапія включає м'язеву релаксацію, спеціальні дихальні вправи, про що вже згадувалось вище, а також гіпнотерапію.

Психопрофілактика - аутогенно психом'язеве тренування. Серед методів, які дають можливість захистити психіку людини від шкідливих дій і настроїти її на подолання труднощів, стресових станів, на прешому місці стоїть психічна саморегуляція.

Психічна саморегуляція - це дія людини на саму себе за допомогою слів і відповідних їм уявних образів. Отже, слова, мова, уявні образи умовно-рефлекторним шляхом впливають на функціональний стан різних органів і систем позитивно чи негативно.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Аутогенне тренування, за Шульцом, складається з двох ступенів: нижчого і вищого. На нижчому ступені засвоюють формули, за допомогою яких можна навчитися керувати своїми внутрішніми органами, судинами, окремими функціям печінки, серця тощо. Після цього переходять до другого ступеня, в результаті чого можна навчитися керувати своїми почуттями, думками, викликаючи в собі ті чи інші відчуття.

Аутогенне психом'язеве тренування має на меті навчити людину свідомо коректувати деякі автоматичні процеси в організмі. Його можна застосувати з метою відновлення сил перед робочим днем, в перервах, а також після робочого дня. Для зняття почуття тривоги, страху є певні формули, тести. Для більш швидкого відновлення сил після втоми рекомендується використовувати самонавіюваний сон, тобто навчитися вводити себе на певний час в сон і самостійно виходити з нього бадьорим. Тривалість навіюваного сну від 20 до 40 хв.

Психогігієна включає мистецтво взаємовідносин між людьми, духовну гармонію Людини і Природи, комфортні умови побуту, різні види відпочинку.

Профвідбір і профорієнтація. Для безпечної праці вадливим є видбір людиною такої професії, яка найкраще відповідала б її психічним можливостям. В різних галузях виробництва люди часто не можуть оволодіти деякими професіями, хоч успішно оволодівають іншими, технологічно не менш складними. Відбір і подальший контроль професійної придатності для таких спеціальностей, як монтажники і машиністи баштових кранів, бажано проводити з допомогою медичних тестів, таких як в авіації і на залізничному транспорті. Для цих професій необхідно, щоб зорово-рухові реакції були стійкими, вестибулярний апарат був в нормі.

Якщо вибір професії виявився випадковим, то у подальшій трудовій діяльності реалізується, як звичайно, нетипові і несуттєві для даної особистості можливості, в результаті чого настає незадоволення або апатія до роботи.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

Повне розкриття задатків людини можливе, якщо вона правильно підготується до майбутньої діяльності, вибере професію, оцінить свої здібності, визначить свою придатність, глибоко усвідомить можливості професійного росту в певній сфері, враховуючи вимоги суспільства і свої інтереси.

Допомогти людям вибрати життєвий шлях, адаптуватися до професії, вплинути на раціональний розподіл трудових ресурсів покликана система профорієнтації.

Професійна орієнтація - це цілісна система, яка складається із взаємозв'язаних компонентів, об'єднаних спільністю цілей і єдністю управління: професійна освіта, професійна активізація, професійна психодіагностика, професійний відбір (добір), професійна адаптація і професійне виховання.

Професійна освіта передбачає надання повних знань про особливості різних професій. Умови правильного вибору однієї з них, виховання позитивного ставлення до різних видів професійної і громадської діяльності, формування мотивованих професійних намірів, в основі яких лежить усвідомлення соціально-економічних потреб суспільства і психофізіологічних особливостей особи.

Метою професійної психодіагностики є вивчення особистості з метою профорієнтації. В процесі профдіагностики вивчають характерні особливості особи: інтереси, потреби, нахили, здібності, професійні наміри, професійну направленість, риси характеру, темперамент, стан здоров'я.

Професійна консультація виявляє відповідність індивідуальних психологічних особливостей людини до специфічних вимог тієї чи іншої професії. Розрізняють такі види консультацій: довідкові, формувальні, медичні.

Професійний відбір здійснюється в спеціальних лабораторіях і переважно для професій, пов'язаних з важкими умовами праці. Мета

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

професійного відбору - виявити придатність людини до конкретного виду праці.

Слід відрізнити профвідбір від профдобору. При проведенні профвідбору вибирають найбільш відповідну даній професії особу, тобто ідуть від професії до особи, а при профдоборі вибирають відповідну даній особі професію, тобто ідуть від особи до професії.

Завершальним компонентом профорієнтації є професійна адаптація, яка являє собою активний процес пристосування людини до виробництва, нової соціальної ситуації, умов праці і особливостей конкретної спеціальності. Професійна адаптація здійснюється в єдності із соціальною.

Ці шляхи [12] в сукупності можуть сприяти гармонійному розвитку особистості та підвищенню її життєдіяльності. Важливо пам'ятати, що кожна людина унікальна, і те, що працює для однієї, може не підходити іншій. Тому індивідуальний підхід та увага до власних потреб є ключовими.

3.2 Долікарська допомога при укусах змій, комах та тварин

Долікарська допомога при укусах змій, комах та тварин є критично важливою, оскільки від швидкості та правильності її надання може залежати життя та здоров'я постраждалого. Основні принципи долікарської допомоги полягають у наступному [13].

Переконатися у відсутності небезпеки для себе та постраждалого.

Запам'ятати або сфотографувати істоту, яка завдала укусу, якщо це можливо.

Забезпечити постраждалому спокій та положення лежачи.

Знерухомити кінцівку, якщо укус був у цю область.

Дати постраждалому випити багато рідини (вода, чай).

Накласти на місце укусу чисту, стерильну пов'язку.

Не намагатися видалити отруту шляхом розрізання чи припалювання місця укусу.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Не накладати холодний компрес на місце укусу отруйної змії.

Накласти пов'язку, що тисне, вище місця укусу, якщо є підозра на нейротоксичну дію отрути.

Терміново транспортувати постраждалого до лікувального закладу, якщо це можливо.

Забезпечити постійний нагляд за постраждалим до приїзду швидкої допомоги або при транспортуванні до лікарні.

При погіршенні стану постраждалого до приїзду швидкої повторно зателефонувати диспетчеру.

У випадку укусів комах, таких як бджоли чи оси, рекомендується вилучити жало, змочити місце укусу розчином етанолу, прикласти холод, дати антигістамінний засіб та заспокоїти потерпілого.

При укусах комах, які не є отруйними, можна помити місце укусу з милом і водою, покласти холодний компрес або пакет із льодом на вражену ділянку, а також використовувати місцевий антигістамінний препарат.

Долікарська допомога при укусах змії, комах та тварин є важливою частиною першої допомоги, оскільки правильні дії можуть зменшити ризик серйозних ускладнень або навіть врятувати життя. Ось деякі ключові моменти, які слід пам'ятати.

Переконайтеся у відсутності небезпеки. Перш ніж надавати допомогу, переконайтеся, що немає загрози для вас чи постраждалого від тварини, яка завдала укус.

Запам'ятайте або сфотографуйте істоту. Якщо це можливо, запам'ятайте характеристики тварини або комах, що вкусила, або сфотографуйте її для подальшої ідентифікації.

Забезпечте спокій та положення лежачи. Це допоможе уповільнити поширення отрути в організмі.

Імобілізуйте уражену кінцівку. Якщо укус стався в область кінцівки, знерухоміть її, щоб зменшити циркуляцію отрути.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Дайте постраждалому випити багато рідини. Вода або чай можуть допомогти зберегти гідратацію.

Накладіть чисту, стерильну пов'язку. Це захистить рану від інфекції¹.

Не намагайтеся видалити отруту. Не робіть розрізів чи не припалюйте місце укусу, і не накладайте холодний компрес.

Накладіть тиснучу пов'язку при нейротоксичній дії отрути. Якщо ви впевнені, що отрута викликає параліч м'язів, накладіть пов'язку, що тисне, вище місця укусу.

Транспортуйте постраждалого до лікарні. Якщо це можливо, негайно доставте постраждалого до найближчого медичного закладу.

Забезпечте постійний нагляд. Слідкуйте за станом постраждалого до приїзду швидкої допомоги або під час транспортування до лікарні.

Повторно зателефонуйте диспетчеру при погіршенні стану. Якщо стан постраждалого погіршується, знову зверніться за допомогою.

Ці заходи [14] допоможуть зменшити ризик ускладнень та підготувати постраждалого до отримання кваліфікованої медичної допомоги. Важливо пам'ятати, що долікарська допомога не замінює повноцінного лікування, а лише є першим етапом у ланцюжку надання медичної допомоги.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Висновки

У першому розділі було проведено всебічне дослідження і розробку стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот. Аналіз технічного завдання дозволив визначити ключові вимоги до системи, які лягли в основу подальших етапів проектування. Структурна схема була створена для візуалізації і визначення функцій основних компонентів підсилювача. Розрахунок і проектування вузлів електричної принципової схеми забезпечили відповідність технічним вимогам і оптимізацію роботи системи. Вибір і обґрунтування компонентної бази дозволили підібрати найкращі елементи для забезпечення якості і надійності пристрою. Компоновка друкованого вузла завершила розробку, забезпечуючи оптимальне розташування компонентів для ефективної роботи системи.

У другому розділі було проведено комплексне дослідження і реалізацію етапів, пов'язаних з проектуванням друкованої плати для стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот. Проектування друкованої плати в Altium Designer дозволило створити високоякісну і функціональну плату, що відповідає всім вимогам технічного завдання. Використання цього програмного забезпечення забезпечило точність і ефективність розробки завдяки його потужним інструментам для створення схеми, трасування і перевірки правильності дизайну. Вибір САПР був обґрунтований потребою в надійному і функціональному середовищі для проектування. Altium Designer був вибраний за його широкі можливості, інтуїтивний інтерфейс і високий рівень підтримки сучасних стандартів у проектуванні друкованих плат. Це дозволило забезпечити високу якість розробки і знизити ризик помилок у процесі створення друкованої плати.

У третьому розділі розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці, що є невід'ємною частиною будь-якого проекту. Було проаналізовано потенційні ризики при роботі з електронними

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

компонентами і друкованою платою, а також заходи для їх мінімізації. Забезпечення електробезпеки, належної вентиляції та захисту від статичної електрики були визначені як ключові аспекти безпеки. Крім того, були розроблені рекомендації щодо організації робочого місця і використання засобів індивідуального захисту для забезпечення здоров'я та безпеки працівників.

Таким чином, у роботі було здійснено комплексний підхід до розробки стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот, враховуючи всі етапи від аналізу технічного завдання і проектування до забезпечення безпеки життєдіяльності та охорони праці.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

Список використаних джерел

1. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю “172 Телекомунікації та радіотехніка” [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://dl.tntu.edu.ua/mods/_standard/file_storage/index.php Дата доступу 10.03.2024.
2. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
3. СС0805 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.yageo.com/upload/media/product/productsearch/datasheet/mlcc/UP_Y-GPHC_X7R_6.3V-to-250V_24.pdf (дата звернення 08.05.2024).
4. СА0 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/iguvjlbX_CA_yag.pdf (дата звернення 08.05.2024).
5. NE5532ADR [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/ne5532adr-1> (дата звернення 08.05.2024).
6. TDA2050 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/TSHNNsjD_TDA2050.pdf (дата звернення 08.05.2024).
7. CR0805 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/cr0805-fx-49r9elf-3> (дата звернення 08.05.2024).
8. 56AAD-C28-B15/R81L [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eu.mouser.com/datasheet/2/54/56-776990.pdf> (дата звернення 08.05.2024).
9. 51AAD-B24-A20L [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/4b1mJiqe_50.pdf (дата звернення 08.05.2024).
10. Штирвовий з'єднувач PLS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/pls-4-8> (дата звернення 08.05.2024).

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

11. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. - К.: Основа, 2017, с. 437.
12. Запорожець О.І. Основи охорони праці. – К.: ВД Центр навчальної літератури (ЦНЛ), 2019, с. 463.
13. НПАОП 32.0-1.02-14 “Правила охорони праці під час виробництва радіо- та електронної апаратури”.
14. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.
15. Yaskiv V. Modular High-Frequency MagAmp DC-DC Power Converter / **Volodymyr Yaskiv**, Anatoliy Martseniuk, Anna Yaskiv, Oleg Yurchenko, Bohdan Yavorskyu // *2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*. — Ceske Budejovice, Czech Republic, 2019. — P. 213–216. (Стаття Scopus, Web of Science)
16. Yaskiv V. Unregulated Transistor Inverter for High-Frequency MagAmp Power Converters / **Volodymyr Yaskiv**, Oleg Yurchenko // *Computational Problems of Electrical Engineering*. — Lviv : Lviv Polytechnic National University, 2020. — Vol. 10, no 1. — P. 45–50.
17. Anna Yaskiv, Keyue Smedley, Alexander Abramovitz, Natalia Kasatkina. Mathematical Modeling of High-Frequency MagAmp Switch B-H Characteristic // *Proceedings of International Conference „Advanced Applied Energy and Information Technologies 2021“ (ICAAEIT 2021)*, December, 15-17, 2021, Ternopil, Ukraine, P. 179-186. ISBN: 978-617-9079-60-4
18. Яськів В. І., Дивак М. П., Яськів А. В. Моделювання та чисельна оптимізація питомих характеристик осердь високочастотних магнітних підсилювачів при побудові уніфікованого ряду перетворювачів напруги // Міжнародна науково-технічна конференція присвячена пам'яті професора Шаблія Олега Миколайовича та 60-ти річчю кафедри теоретичної механіки «Математичні методи та моделі технічних та економічних систем», 22-23 листопада 2022 р., м. Тернопіль, с.58-62. ISBN: 978-617-7875-44-3

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

19. Яськів В. Експериментальне дослідження напівпровідникового перетворювача електроенергії на основі високочастотних магнітних підсилювачів // Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп’ютерних технологій“ присвячена 80-ти річчю з дня народження професора Я.І. Проця, 20-21 червня 2019 року, Тернопіль, с. 159-162.

20. Volodymyr Yaskiv, Anna Yaskiv. Multi-Channel Switching MagAmp Power Converter for Radiorecieiving Devices // Computational Problems of Electrical Engineering. — Lviv: Lviv Polytechnic National University, 2023. — Vol. 13, no 1. — P. 39–42.

21. Yaskiv V. Experimental Research of High-Frequency MagAmp Power Converters for Synchronous Rectification / **V. Yaskiv** // Оптико-волоконні та інформаційно-енергетичні технології : міжнар. науково-техн. журн. — Вінниця, 2019. — № 2 (38). — С.113–121.

22. Yaskiv V. MagApm Post-Regulator Small Signal Modeling / **V. Yaskiv** // Оптико-волоконні та інформаційно-енергетичні технології : міжнар. науково-техн. журн. — Вінниця, 2020. — № 1 (38). — С.5–13.

23. Yaskiv V. Synchronous Rectificier in High-Frequency 24V/15A MagAmp Power Converter / **Volodymyr Yaskiv, Oleg Yurchenko, Anatoliy Martseniuk, Anna Yaskiv** // 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS). — Istanbul, Turkey, 2020. — P. 113–117. (Стаття Scopus, Web of Science)

24. Volodymyr Yaskiv, Anna Yaskiv. Multi-Channel Switching MagAmp Power Converter for Radiorecieiving Devices // Computational Problems of Electrical Engineering. — Lviv: Lviv Polytechnic National University, 2023. — Vol. 13, no 1. — P. 39–42.

					<i>СВМ 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Додатки

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

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

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Сtereo підсилювач із сабвуфером і фільтром низьких частот»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Яськів В. І. _____
“ ____ ” _____ 20 __ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Скоревич В. М. _____
“ ____ ” _____ 20 __ р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Сtereo підсилювач із сабвуфером і фільтром низьких частот”

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

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Скоревич Владислав Михайлович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка стерео підсилювача із сабвуфером і фільтром низьких частот, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного підсилювача;
- вибір компонентної бази розроблювального підсилювача;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної підсилювача;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Підсилювач повинен бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 22 В.

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

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Підсилювач повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на підсилювач конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Підсилювач повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Підсилювач повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

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

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

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні підсилювача повинен відповідати ДСТУ 22261 (група 4).

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

4.2.7. У комплект підсилювача повинно входити: підсилювач, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 48369 год.

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

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 4 років. Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Підсилювач повинен піддаватися періодичним випробуванням.

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

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

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

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

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

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

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	
3	Розробка структурної схеми	
4	Розрахунок основних вузлів підсилювача	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного підсилювача;	
6	Компоновка друкованого вузла	
7	Створення допоміжної документації	
8	Спеціальна частина	
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці	
10	Нормоконтроль	
11	Попередній захист КР	
12	Захист КР	

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

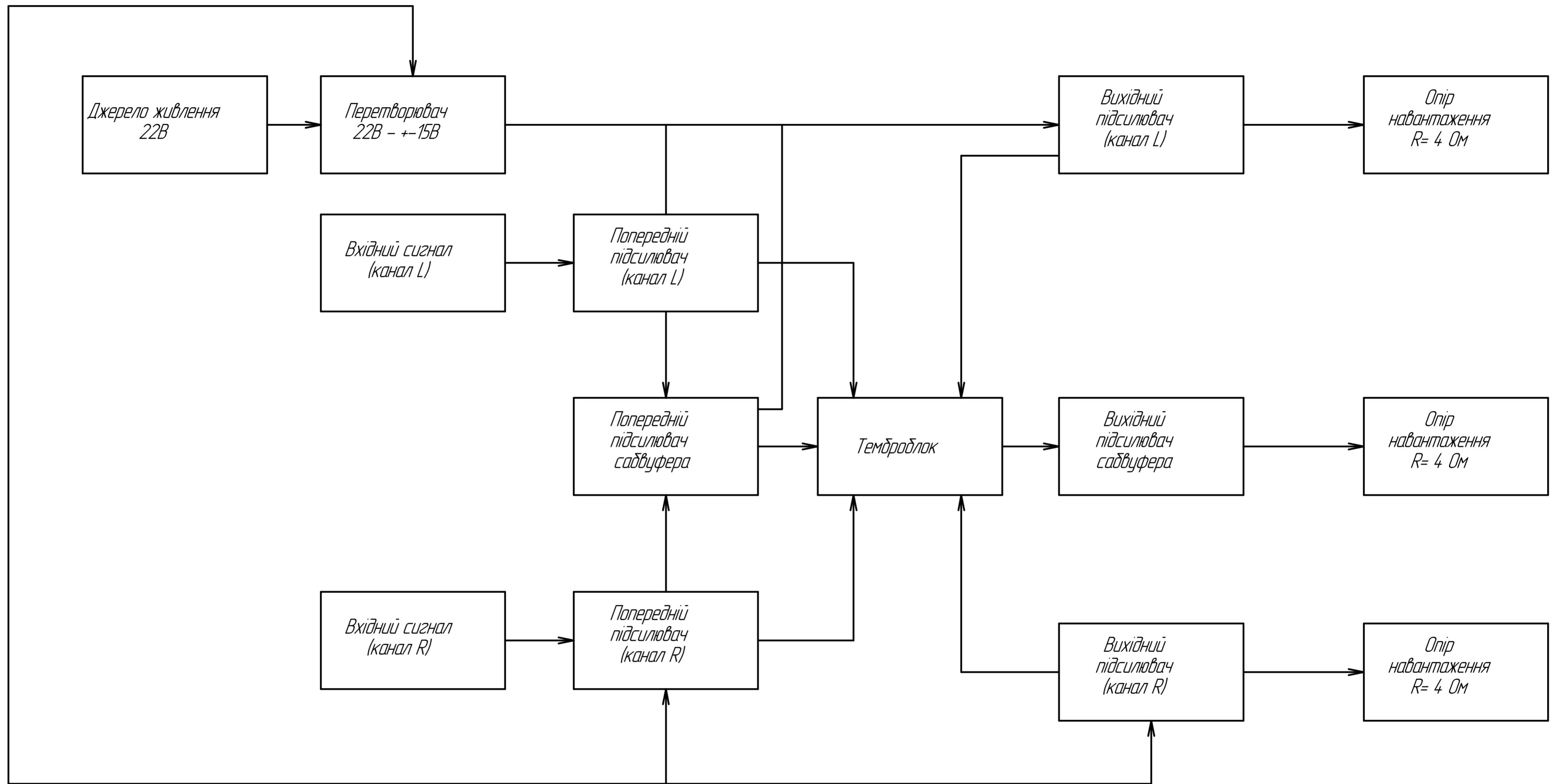
7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

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

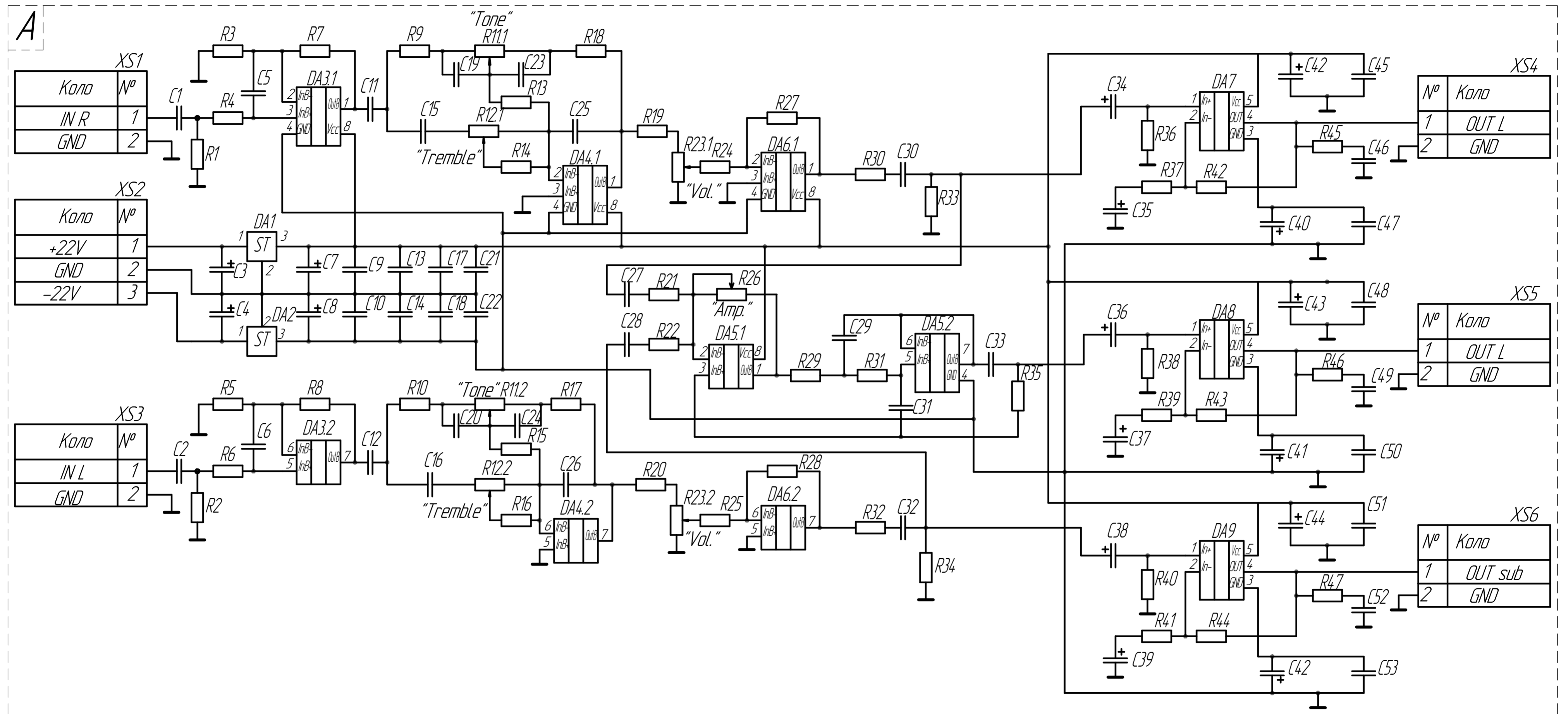
Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
	<u>Стерео підсилювач із сабвуфером і фільтром низьких частот</u>		
	<u>Конденсатори</u>		
	«YAGEO»		
C1-C2	CC0805KKX7R8BB105	2	
C3-C4	CA025M0100REH-0607	2	
C5-C6	CC0805JRNPO9BN100	2	
C7-C8	CA016M0047RED-0605	2	
C9-C10	CC0805JRX7R9BB104	2	
C11-C12	CC0805KKX7R8BB105	2	
C13-C14	CC0805JRX7R9BB104	2	
C15-C16	CC0805JKNPO9BN472	2	
C17-C18	CC0805JRX7R9BB104	2	
C19-C20	CC0805JRX7R9BB333	2	
C21-C22	CC0805JRX7R9BB104	2	
C23-C24	CC0805JRX7R9BB333	2	
C25-C26	CC0805JKNPO9BN472	2	
C27-C28	CC0805JKX7R9BB224	2	
C29	CC0805KRX7R8BB223	1	
C30	CC0805KKX7R8BB105	1	
C31	CC0805JKNPO9BN472	1	
C32	CC0805KKX7R8BB105	1	
C33	CC0805JKX7R9BB224	1	
C34	CC0805KKX7R8BB105	1	
C35	CA025M0022REC-0505	1	
C36	CC0805KKX7R8BB105	1	
C37	CA025M0022REC-0505	1	
C38	CC0805KKX7R8BB105	1	

СВМ 2.899.000 ПЕЗ

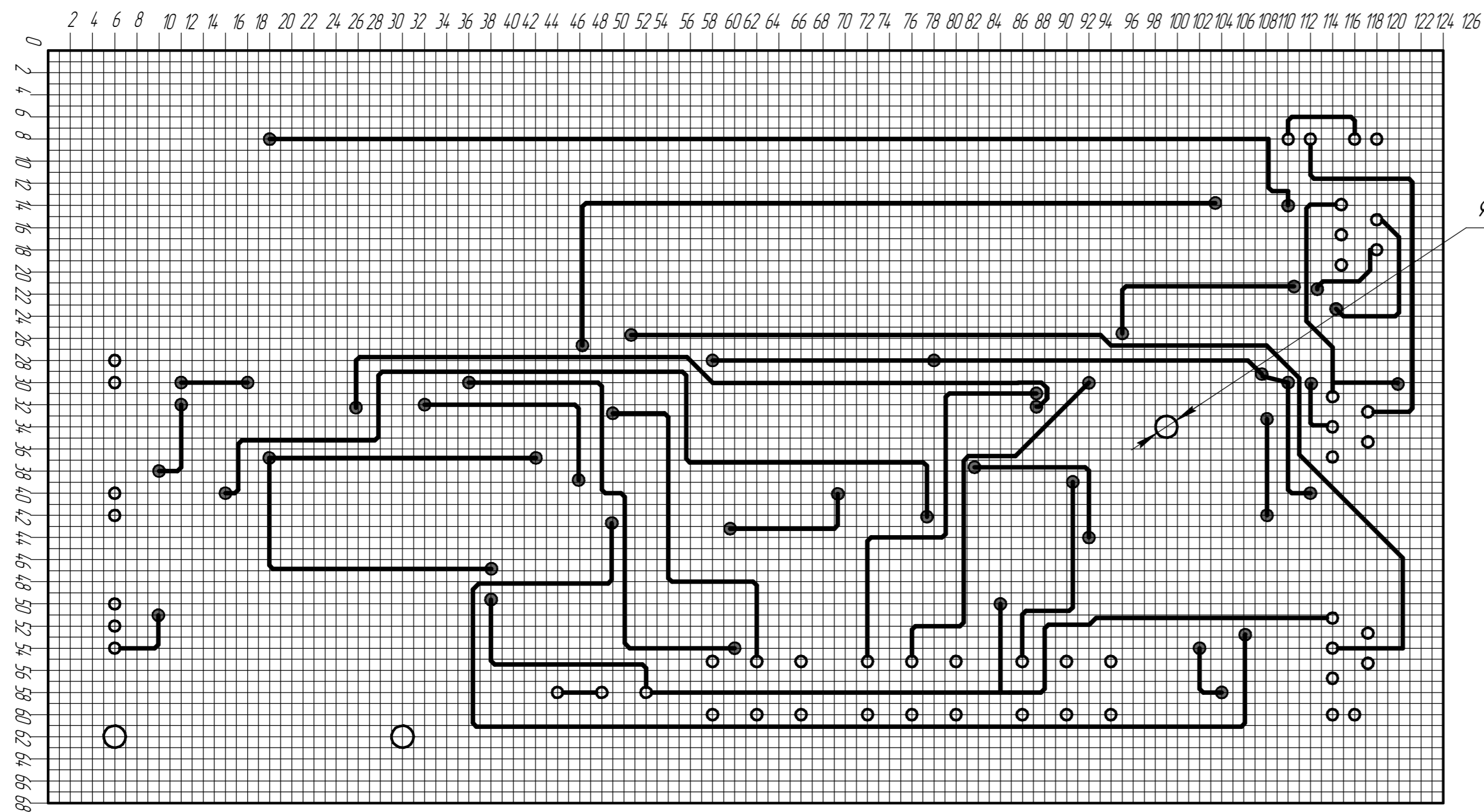
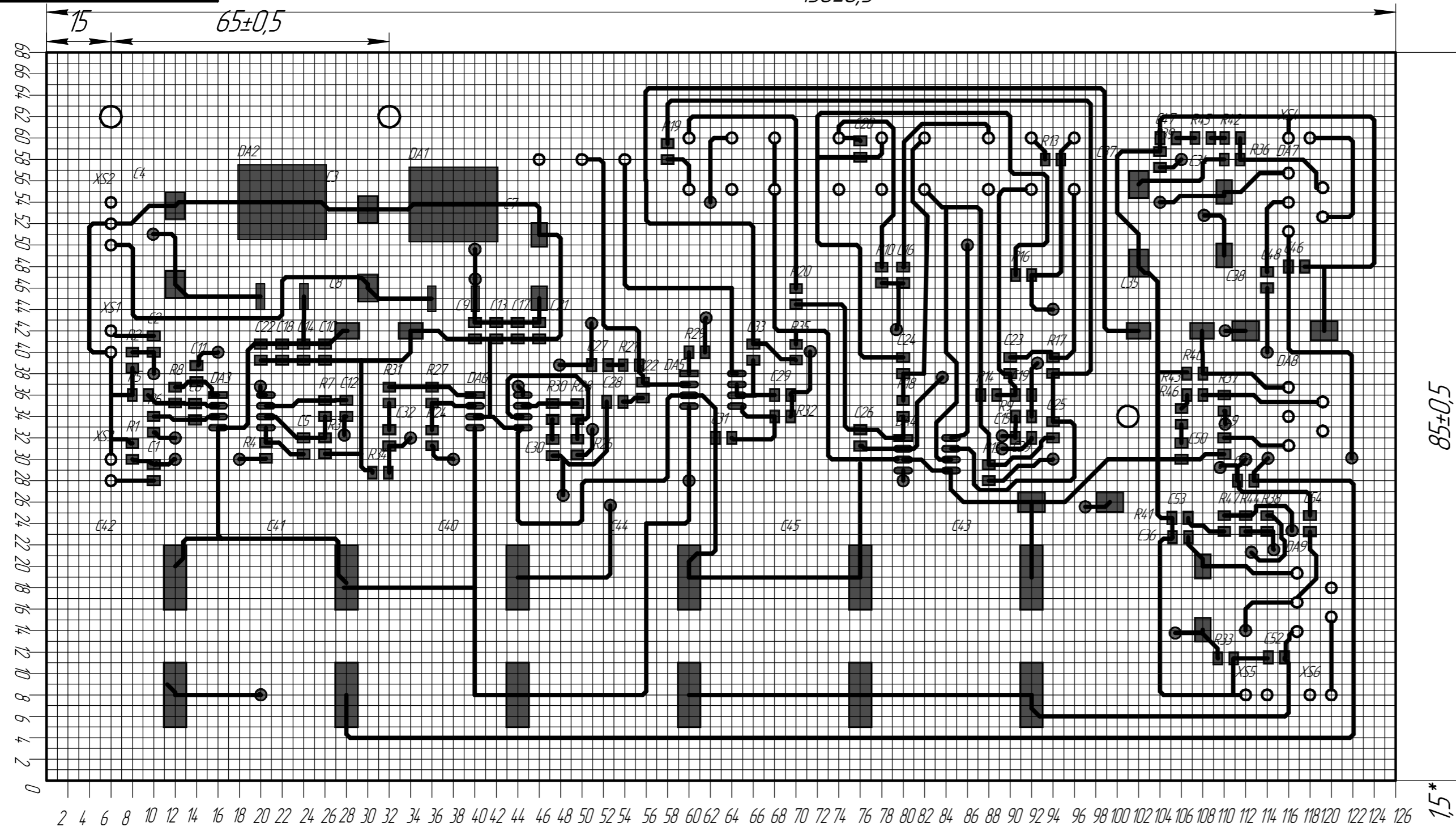
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Скоревич В. М.			Стерео підсилювач із сабвуфером і фільтром низьких частот Перелік елементів	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Яськів В. І.				н	1	2
Рецензор						ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Н. Контр.		Марценюк А. С.				зр. РАС-41		
Затвер.		Донець В. Л.						



					СВМ 2.087.001 Е1			
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Стерео підсилювач із сабвуфером і ФНЧ Схема електрична структурна	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Скоревич В.М.							
Перев.	Яськів В.І.					Арх.	Архив	1
Н.контр.	Марценюк А.С.					ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Затв.	Динець В.Л.					зр. РАС-41		
						Формат А2		



CBM 2.087.002 E3					Стерео підсилювач із сабвуфером і ФНЧ		
Эм.	Арх.	№ док-м.	Ліст.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Скоревич В.М.						
Перев.	Яськів В.І.				Арх.	Архив	1
Т.контр.					ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАС-41		
Н.контр.	Марценюк А.С.				Формат А2		
Затв.	Динець В.І.						

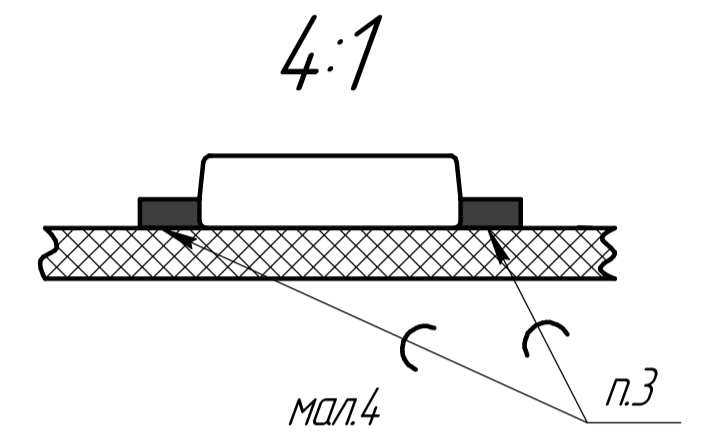
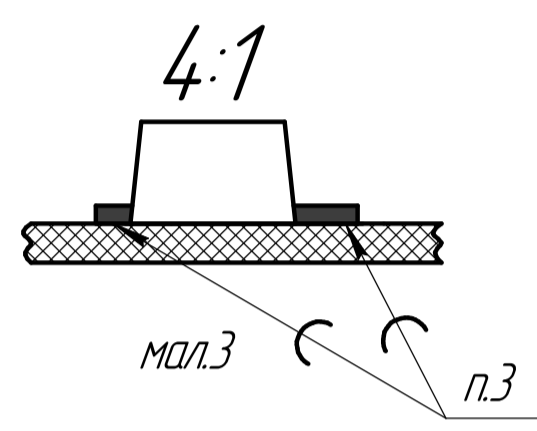
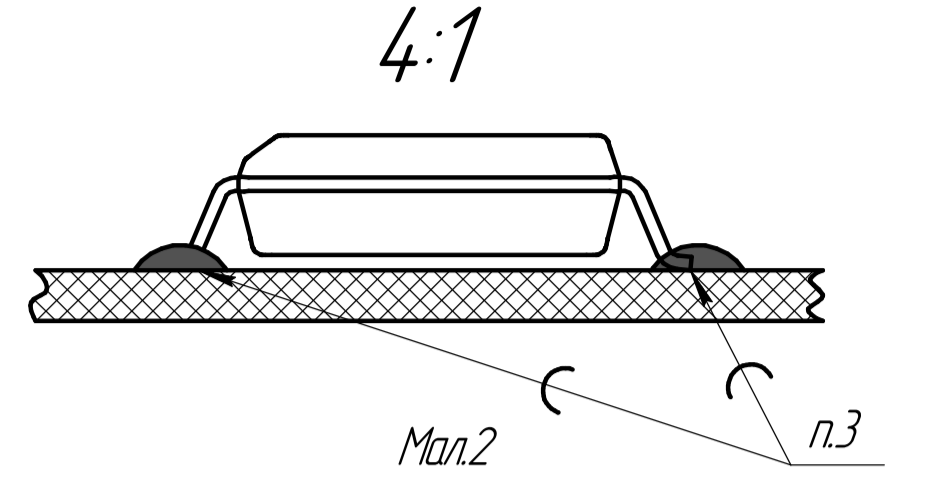
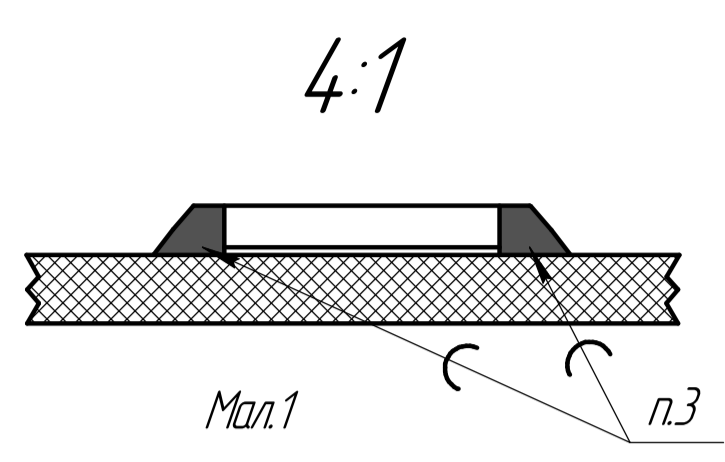
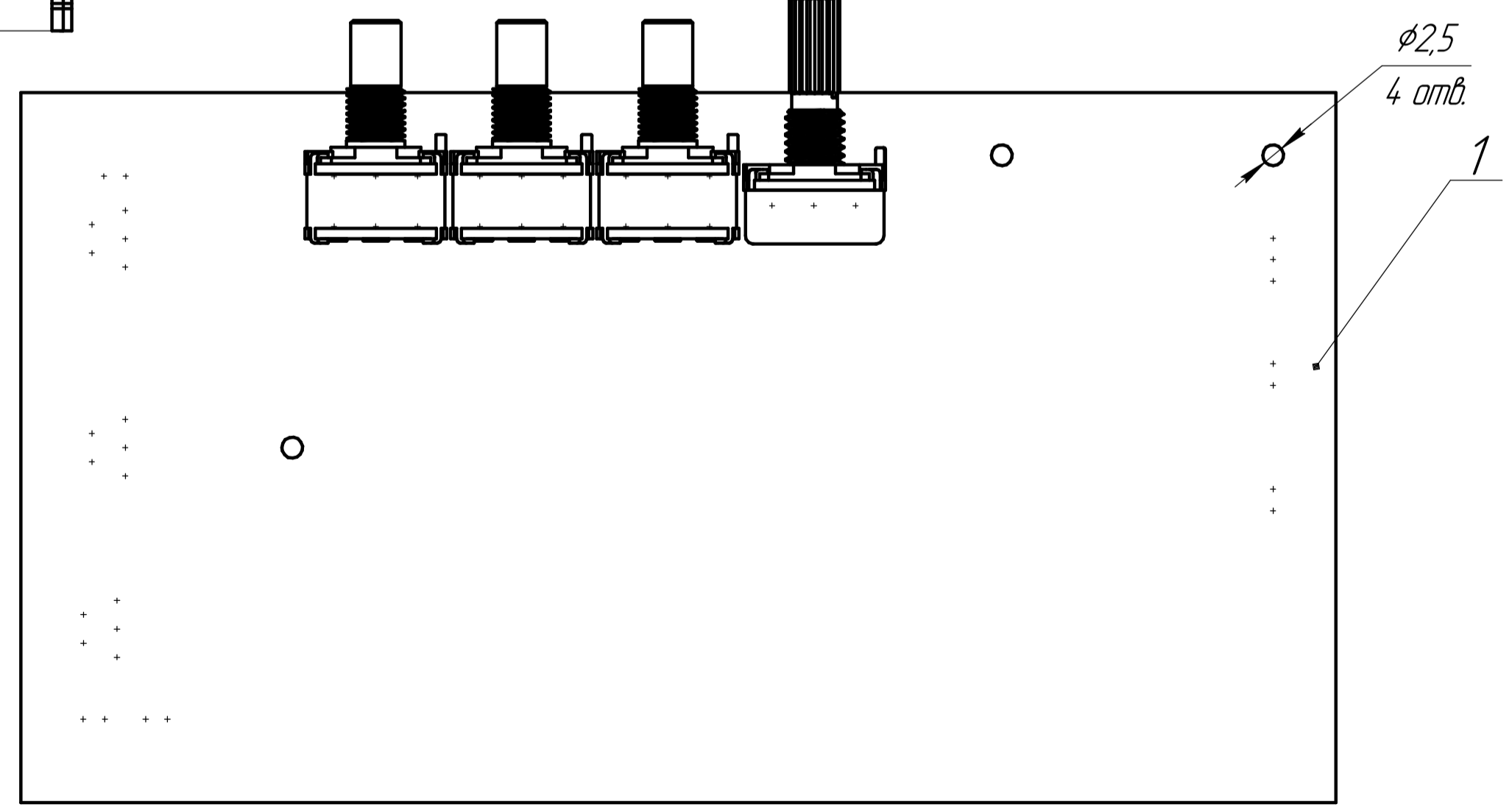
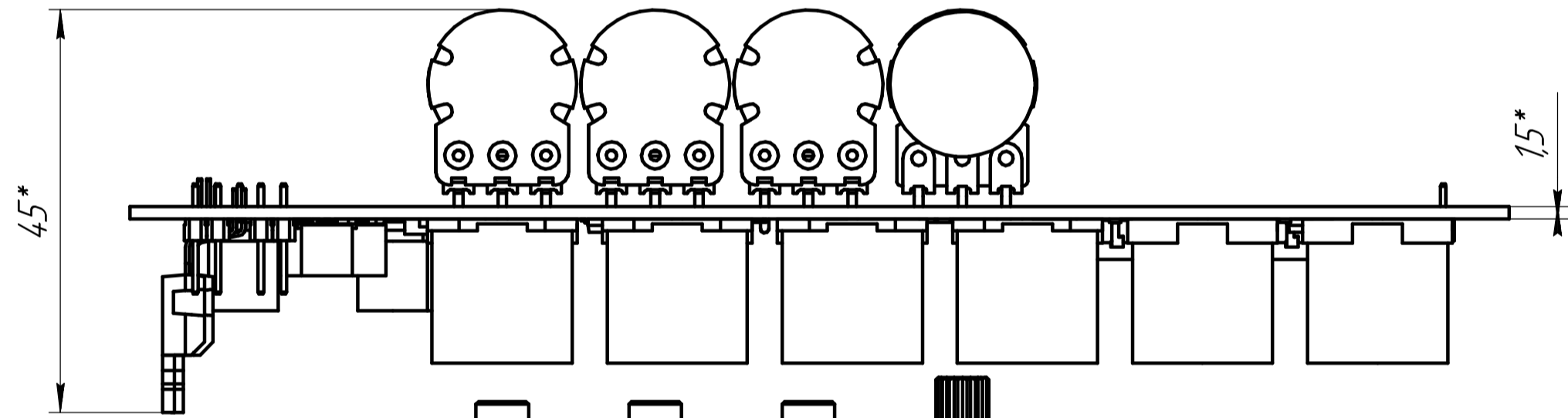
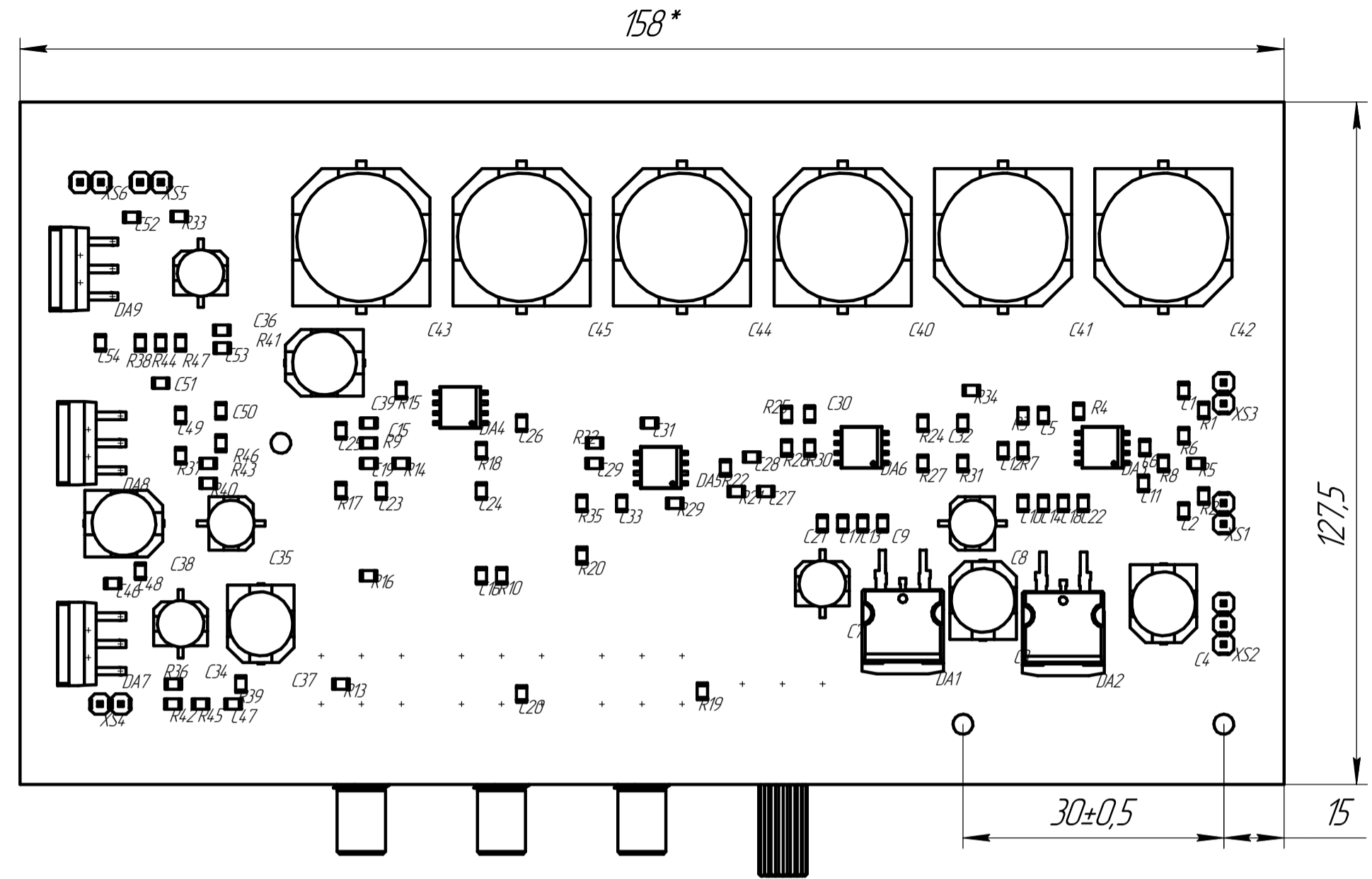


Таблиця отворів

Позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	К-ть отворів
●	0,3	0,7	металіз.	49
○	0,7	0,9	металіз.	47
■	-	16x2	-	133
▬	-	1x2	-	32

- *Розміри для довідок;
- Клас точності 3
- Крок координатної сітки 125 мм.
- Плату виготовляти електрохімічним методом.
- Параметри отворів-див.Таблицю отворів.
- Мінімальна ширина друкованих провідників 0,8 мм
- Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0,5 мм.
- Плату маркувати фарбою ТН ПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 ПР. 41
- Контактні площадки покрити припоєм ПОС-40

СВМ 7.103.003					Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.им.	Підп.	Дата	Плата друкована	0,25	251
Розроб.	Скоревич В.М.						
Перев.	Яськів В.І.						
Т.контр.					Арх.	Архів	1
Н.контр.	Марценюк А.С.				ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Затв.	Динець В.Л.				гр. РАС-41		
СФ-2-35Г					Формат А2		



- 1 * Розміри для довідок
2. Крок координатної сітки 1,25мм, елементи встановити: резистори R1-R3, R5-R41 згідно мал.1; конденсатори C1-C41, C45-C50, згідно мал.1; мікросхему DA4-DA6 згідно мал.2; мікросхеми DA1-DA2 згідно мал.3; конденсатори C42-C45 згідно мал.4;
3. Паяти паяльною пастою SAC305 "Mechanic"
4. Паяти ПОС-61
5. Виводи згинати під кутом 30 та обрізати в межах контактних площадок
6. Покрити лаком АК-133
7. Позначення елементів показано умовно

				CBM 2.087.004 СК			
Эм. Арк.	№ док.м.	Підп.	Дата	Друкований вузол стерео підсилювача із сабвуфером і ФНЧ	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.	Скоревич В.М.					0,35	2:1
Перев.	Яськів В.І.			Складальне креслення	Арк.	Аркцикл	1
Н.контр.	Марценюк А.С.				ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Залб.	Цинець В.Л.				гр. РАС-41		
					Формат А2		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			СВМ 2.899.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			СВМ 2.899.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
A2			СВМ 2.899.001	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A2	1		СВМ 7.161.001	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u>		
				«YAGEO»		
		2		СС0805JRNPO9BN100	2	С5, С6
		3		СС0805JKNPO9BN4 72	8	С15, С16, С25 С26, С31, С47 С50, С53
		4		СС0805KRX7R8BB223	1	С29
		5		СС0805JRX7R9BB333	4	С19, С20, С23 С24
		6		СС0805JRX7R9BB104	14	С9, С10, С13, С14, С17, С18 С21, С22, С46 С48, С49, С51 С52, С54
		7		СС0805JKX7R9BB224	3	С27, С28, С33
		8		СС0805KKX7R8BB105	9	С1, С2, С11, С12
				СВМ 2.899.001		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Разроб.		Скоревич В. М.			Літ.	Аркцш
Перевір.		Яськів В. І.			н	Аркцшів
						1
						3
Н Контр.		Марценюк А.			ТНТУ, ФПТ каф. РТ	
Затверд.		Дунець В. Л.			гр. РАС-41	
				Специфікація		

