

Хмельницький національний університет
Факультет програмування
та комп'ютерних і телекомунікаційних систем
Кафедра кібербезпеки та комп'ютерних систем і мереж

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Пристрій обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1
Назва теми

КвРКІ.170268.17.02.08 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»
Назва

Виконав: студент IV курсу, група КІ-17-2


Підпис

В. В. Калужський
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

І.В.Муляр
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

І.В. Муляр
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри кібербезпеки та
комп'ютерних систем і мереж


Підпис

Ю.П. Кльоц
Ініціали, прізвище

«16» червня 2021 р.

Хмельницький 2021

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ПРОГРАМУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кафедра КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Ю.П.Кльоц

“ 05 ” 02 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Калужському Віталію Вячеславовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Пристрій обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1

Керівник проекту (роботи) Муляр Ігор Володимирович

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

кандидат технічних наук, доцент

Затверджена наказом ректора університету від 05.02.2021 № 11 додаток №7

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 28.05.2021

3. Вихідні дані до проекту (роботи) процесор Spin Semiconductor FV-1, написання програми на власному асемблері процесора, прошивка мікросхеми пам'яті EEPROM серії 24LC, використання програматора XTW100PRO, реалізація пристрою згідно 3D рендеру.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз області, історія виникнення приладів обробки звукових сигналів, аналіз ринку на сьогоднішній день.



5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Схема електрична структурна (E1)

Схема електрична функційна (E2)

Схема електрична принципова (E3)

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прий
Нормоконтроль	Муляр І.В., доцент кафедри КБКМ	-	
Антиплагіат	Муляр І.В., доцент кафедри КБКМ	-	

7. Дата видачі завдання « 08 » 02 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Прим.
1.	Підготовка вступного розділу	Березень - 1 декада	
2.	Огляд існуючих методів, засобів	Березень - 2 декада	
3.	Обґрунтування обраних рішень	Березень - 3 декада	
4.	Підготовка опису електричних схем	Квітень - 1 декада	
5.	Виконання розрахункової частини	Квітень - 1 декада	
6.	Підготовка ескізів креслень	Квітень - 2 декада	
7.	Формулювання висновків	Квітень - 3 декада	
8.	Розробка додатків	Травень - 1 декада	
9.	Погодження розділів з консультантом з нормоконтролю	Травень - 1 декада	
10.	Оформлення графічного матеріалу	Травень - 2 декада	
11.	Оформлення пояснювальної записки	Травень - 2 декада	
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	Травень - 3 декада	
13.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи	Травень - 3 декада	
14.	Подання роботи для перевірки на плагіат	Травень - 3 декада	
15.	Захист кваліфікаційної роботи	Червень - 1 декада	

Студент

Керівник проекту (роботи)


Підпис


Підпис

Калужський В.В.
Ініціали, прізвище

Муляр І. В.
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Пристрій обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1».

Автор роботи: Калужський Віталій Вячеславович.

Керівник роботи: Муляр Ігор Володимирович.

Пояснювальна записка: 72 с., 61 рис., 3 табл., 2 дод., 21 джерело.

Графічна частина: 3 плакати.

ПРОЦЕСОР, ВХІДНИЙ-ВИХІДНИЙ БУФЕР, ДРУКОВАНА ПЛАТА

За час створення проекту було досліджено актуальність розробленої системи та її конкурентноздатність на ринку.

Метою кваліфікаційної роботи було створення пристрою на базі процесора Spin Semiconductors FV-1. Усі поставлені задачі було виконано, пристрій реалізовано та готовий до роботи.

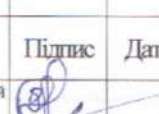

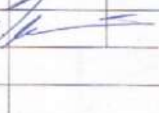


Підпис студента

10.06.21
Дата

й В.В.
а, прізвище





І. В.
а, прізвище

№	Ф о р м а т	Позначення	Найменування	К і л л и с т і в	№ екз	Примітка
			<u>Текстові документи</u>			
1	A4	КВРКІ.170268.17.02.08 ПЗ	Пояснювальна записка	72		
			<u>Графічні матеріали</u>			
2	A2	КВРКІ.170268.17.02.08 Е1	Фото готового виробу	1		
3	A2	КВРКІ.170268.17.02.08 Е2	Схема електрична функціональна	1		
4	A2	КВРКІ.170268.17.02.08 Е3	Схема електрична принципова	1		
5	A2	КВРКІ.170268.17.02.08 Е3	Схема електрична комбінаційна	1		

КВРКІ.170268.17.02.08 ПЗ				
м	Арж	№ докум	Підпис	Дата
Зробив		Калузький В.В.		
Перевір.		Муляр І.В.		
І.контр.		Муляр І.В.		
Зав.		Кльоц Ю.П.		
Пристрій обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1 Відомість проекту				
		Літера	Аркуш	Аркушів
		У		1
ХНУ, КІ-17-2				

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	3
ВСТУП.....	4
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	8
1.1 Аналіз задачі, обґрунтування вибору моделі життєвого циклу для реалізації проєкту.....	8
1.2 Обґрунтування вибору апаратних ресурсів, мови програмування та CASE-засобів.....	24
1.3 Аналіз ризиків проєкту та управління ними.....	28
1.4 Висновки.....	29
2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ.....	30
2.1 Розробка користувальницьких вимог.....	30
2.2 Вибір апаратної бази.....	38
2.3 Висновки.....	44
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ.....	45
3.1 Підготовка до реалізації.....	45
3.2 Монтаж елементів.....	56
3.3 Висновки.....	69
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	71
ДОДАТОК А Код програм реверберації.....	73
ДОДАТОК Б Копія графічної частини.....	81

				КвРКІ. 170208.17.02.08 ПЗ			
Зм. Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Пристрій обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1 Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Архівів
Виконав	Калужський В.					2	72
Перевід.	Муляр І.В.				ХНУ, КІ-17-2		
Н.контр.	Муляр І.В.						
Затвер.	Кльощ Ю.						

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АЧХ - амплітудно-частотна характеристика

CD - Compact Disc

ЛБЖ - Лабораторний блок живлення

АЦП - Аналого-цифровий перетворювач

ЦАП - Цифро аналоговий перетворювач

ПЗ - програмне забезпечення

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

Сучасний світ неможливо уявити без передачі інформації. Це стало невід'ємною частиною життя кожної людини, в наш час. Кількість передач рахується мільйонами зашифрованих пакетів щогодинно. Для такого натиску передачі використовуються потужні мережі, що дозволяють здійснювати передачі із задовільною швидкістю. Епідемія 2020-го року внесла свої корективи у роботу усієї планети та змусила людей знайти вихід із ситуації, яка склалася. Неможливо було працювати пліч-о-пліч із співробітниками офісу, щоб підтримувати контакт при роботі та ділитися результатами відразу. Виходом із ситуації стала дистанційна робота, а усе навантаження по цьому взяли на себе такі продукти як Zoom, Discord, Skype, Google Teams. Це програмне забезпечення дозволило перенести офіси у віртуальний світ, де можна було так же обмінюватися інформацією, за допомогою голосового та відео зв'язку. З використанням такого методу офісам цих продуктів стало необхідно покращити свої сервери, для забезпечення стабільного зв'язку при великому навантаженні, адже сервера цих декількох компаній почав використовувати увесь світ. Разом із навантаженням також гостро стояло питання про якість самого сигналу, що передавався до усіх слухачів. Раніше ніхто не ставився серйозно до того, на скільки якісний сигнал передається, а в пріоритеті було зображення із камер, аніж аудіо сигнал. Такий пріоритет, як виявилось, був невірним. Адже за відсутності відео, інформація може поступати звуковим шляхом, а при відсутності аудіо, і присутності відео, інформація буде лише візуальна і не факт, що вона буде прийнята як потрібно, на відміну від звукової. Зрозумівши, що потрібно змінювати пріоритети, компанії почали розвивати передачу звукового сигналу і взяли його за основу. Найпершою проблемою, яку потрібно було перемогти це - зворотній зв'язок, який утворювався за рахунок попадання сигналу з динаміків приймача на мікрофон. Наступною проблемою було шумозаглушення. Далеко не кожен мікрофон мав гарні характеристики, які б дозволяли чітко приймати зовнішній сигнал. До боротьби із цим залучили високоефективні алгоритми і нейронні мережі. Вони дозволили дуже ефективно гасити шум будь-якого характеру, відокремлювати

					КвРКІ.170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

корисний аудіо сигнал від шуму. Наступною проблемою стала компресія. На кожному комп'ютері встановлені різні схеми підсилювачів мікрофону і це створило проблему різного рівня звуку. Вирішенням цієї проблеми є алгоритми компресії сигналу в реальному часі. Компресія працює таким чином, що сигнал, який має дуже велику амплітуду, опускається до середніх значень. І навпаки, якщо сигнал має дуже малу амплітуду, то компресія піднімає його до середніх значень.

Якщо стається так, що шум навколишнього середовища є досить великим і не дозволяє ефективно видобути корисний сигнал з нього, тоді за діло беруться нейромережі. Спеціальна нейромережа, розроблена компанією Google, дозволяє ефективно відділяти корисний сигнал від зовнішнього шуму. Нейромережа отримувала різні звуки, такі як шум вулиці води вітру натопту реверберація кімнати звуки від тварин дітей тощо. Окрім того мережу навчали розрізняти людську мову. Для цього Google надали доступ до даних користувачів. Було проаналізовано мільйони голосових запитів від людей. Внаслідок чого, мережа змогла ефективно розрізняти людський голос, в тому числі з різними акцентами і особливостями мовлення. В парі із шумозаглушенням вдалося отримати дуже хороший результат, який дозволяв чути тільки людський голос, а фоновий шум міста, лісу, домашньої роботи повністю заглушувати.

Окрім програм для спілкування такі алгоритми почали використовуватися у студіях, де роблять стерильно-чистий сигнал із голосу дикторів, який потім використовується для озвучування фільмів, серіалів, мультфільмів, аудіокниг та лекцій. Такий сигнал "чистять" абсолютно від усіх артефактів: шуму, тріску, вібрацій. Доходить до того, що створюється особливі налаштування під кожну людину, мікрофон, та апаратів попереднього підсилення. Кожна ланка цього тракту важлива у створенні особливої характеристики, яка потім буде використана для видобування шуму і усього зайвого із сигналу. Щоб досягнути такого рівня запису потрібно використати усе найкраще, що доступно на сьогоднішній момент: якісні мікрофони, комутація, попередні підсилювачі, пристрої аналого-цифрової та цифро-аналогової обробки сигналу. Усе це коштує великих грошей, але за допомогою нейронних мереж можна використовувати

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		5

пристрої нижчі за класом, але отримувати результат абсолютно не гірший. З кожним днем відбувається розвиток цього напрямку все більшими і більшими темпами, досягаються висоти, про які деякий час тому не можна було і мріяти, які здавалися, що вони із області фантастики, але це вже доступно на сьогоднішній момент. Разом із отриманням даних від користувачів, ця інформація обробляється і використовується для поліпшення роботи алгоритмів, адже вони навчаються постійно і для цього використовують постійно нову інформацію, яка накладається одна на іншу. Із інформації такого вигляду постійно відбуваються спроби отримати корисний сигнал, для надання його користувачу і використання такого способу в майбутньому.

Відбувається це наступним чином. В реальному житті нас постійно оточує фоновий шум, будь-який. Прикладом такого шуму може бути комп'ютер, працюючі вентилятори, власне дихання, шум вулиці, кроки, вітер, шум від працюючого блоку живлення. Також шум може бути не відчутним для людського вуха, але відчутним для різних пристроїв, котрі вразливі до цього і записують усе, що потрапило на діафрагму пристрою запису. Прикладом такого шуму є шум мережі, різного роду випромінювання, які забруднюють звукове середовище. До прикладу візьмемо звуки, які людина може почути. При спілкуванні постійно присутній людський голос, який повинен розрізнятися мережею і бути розпізнаним як людський голос. Розпізнання відбувається за рахунок розуміння того, що людина говорить, якщо порівняння сигналу з мікрофону показує, що голос говорить про конкретні речі, які мережа пошуку здатна знайти, то голос точно ідентифікується як корисний сигнал. В якості навчання відокремлювати корисний сигнал від шуму, використовується бібліотека різних видів звукового оточення. В ній нараховуються мільйони семплів різного оточення лісу, вулиці, вітру, квартири. Алгоритм накладає дві аудіо-доріжки одна на одну і намагається відокремити шум від людського голосу. Готовий результат порівнюється із початковим сигналом голосу. В алгоритмі використовується допустимий поріг значення. Він може виставлятися вручну, для корекції отримання чистоти готового сигналу. Його регуляція здійснюється поступово і зі збільшенням значення, неймережа видає чистіший сигнал. Разом і наданням гарного

					КвРКІ.170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№докум.	Піліпис	Дата		6

результату, алгоритму необхідно більше часу на обробку запиту. Із поступовим збільшенням початкового порогу значення, навчання відбувається лінійно і з часом може досягати високих швидкостей, на відмінну від того, якщо алгоритму відразу надати максимальне значення і довго очікувати на результат. Доцільніше буде навчити мережу швидко обробляти сигнал різної складності і тоді використовувати її для швидкого, і хорошого результату.

Окрім шумозаглушення важливою є компресія сигналу. Не одноразово відбувалося так, що при онлайн-конференції деяких учасників було чути дуже голосно, а деяких навпаки - дуже тихо. Вирішенням цієї проблеми є загальна компресія сигналу і налаштування його рівня під середнє значення, комфортного для усіх учасників. Для налаштування компресії потрібно дві крайні точки гучності сигналу, які будуть взяті за основу при налаштуванні. За максимальне значення береться звук від учасника, якого чути найголосніше. Його налаштування підсилення мікрофону можуть бути встановленні в максимальні положення, а користувач навіть може не знати цього, але алгоритм все відрегулює під свої значення. Для найменшого значення, потрібного для налаштування береться значення гучності від користувача, якого найменше чути. При наявності цих даних гучність вирівнюється до комфортних значень для усіх користувачів.

У цій роботі я опишу деякі сучасні принципи обробки звукового сигналу, алгоритми шумозаглушення, реверберації, затримки, просторової обробки, ефектів зміни фази сигналу. Наведу деякі приклади та принцип роботи реверберації як справжньої, яка нас оточує, так і її цифрової емуляції. Також мною буде виготовлений пристрій, який зможе емулювати деякі ефекти реверберації, затримки, аналого-цифрової, та цифро-аналогової обробки сигналу. Також пристрій матиме вхідні та вихідні буфери, для підключення низькоомного навантаження у вигляді мікрофону, або електромагнітного звукознімача. Що дозволить в реальному часі випробувати емуляцію деяких ефектів і алгоритмів. Аналізуючи їх роботу можна приймати рішення по втіленню ефекту у цифровому вигляді на різних платформах, де потрібна обробка сигналу у реальному часі.

					КвРКІ.170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
						7
Зм	Арк.	№докум.	Піліпис	Дата		

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Аналіз задачі, обґрунтування вибору моделі життєвого циклу для реалізації проекту.

Для кваліфікаційної роботи я обрав створення пристрою, який би міг емулювати різні алгоритми роботи багатьох сучасних приладів обробки звукових сигналів. Найчастіше в світі використовується виключення шумових сигналів із корисного звукового, компресія, гасіння резонансних частот, які викликають зворотній зв'язок при онлайн спілкуванні, еквалізація, підсилення, просторова обробка. Найскладнішим алгоритмом емуляції, із популярних ефектів, являється просторова обробка, або її ще називають реверберацією, саме її я буду реалізовувати у пристрою, а також особливу увагу приділю її опису. Окрім цього також буде надана увага алгоритмам роботи, які використовуються у сучасному світі, окрім реверберації.

Запис і обробка звукових сигналів почалася ще за часів плівкового кіно, коли стало необхідно озвучувати деякі сцени, адже фільми із звуковим супроводом виглядали в рази цікавіше, та продавалися швидше і дорожче. До того ж всього тоді це виглядало як магія, адже до часів першого озвучування кіно було німим, а деякі звуки виконував оркестр, або і зовсім один музикант. Тому постало питання про запис одного озвучування, яке б поширювалося разом із плівкою фільму. Проблемою німого кіно і озвучуванням його музикантами було те, що інколи ідея подання не завжди відповідала початковій, тому необхідність в звуковому запису зростала.

Окрім кіно ще більшу необхідність відчували і люди аудіо-мистецтва - музиканти, оратори, театральні працівники. Деякі музичні твори того часу можна було почути тільки наживо, а деякі були загублені і їх нотні записи було втрачено. Тому звукозапис потребував розвитку і збереження культурного наслідку в майбутнє. В 19 столітті було винайдено перший звукозаписуючий пристрій - фонограф. Винахід було закріплено за Леоном Скоттом. Цей пристрій не міг

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		8

відтворювати записану інформацію, а використовувався лише для реєстрації аудіосигналу. Конструкція була проста: трубки із музичних інструментів фокусували коливання повітря на мембрану до якої була прикріплена гостра голка, яка, в свою чергу, рухалася під дією звукового тиску і тим самим викреслювала звукову хвилю на закопченому склі. Скло попередньо підготовлювали розміщуючи його перед багаттям. Вогонь і дим, потрапляючи на скло, залишали чорний шар продуктів згоряння на ньому, що і було потрібно для проведення експерименту. Чим голосніший по амплітуді звук потрапляв на мембрану, тим більше відхилялася голка і лінія, яку вона видряпувала, була більша і далі відхилялася від початкової точки тиші. Такий прилад годився тільки для реєстрації сигналів і не міг відтворювати записаний звук. Його призначення було суто лабораторним і використовувалося для дослідження акустичних властивостей. Одне із відкриттів вплинуло на визначення музичних тонів і їх запис математичною формулою. Фонограф зображено на рисунку 1.1.

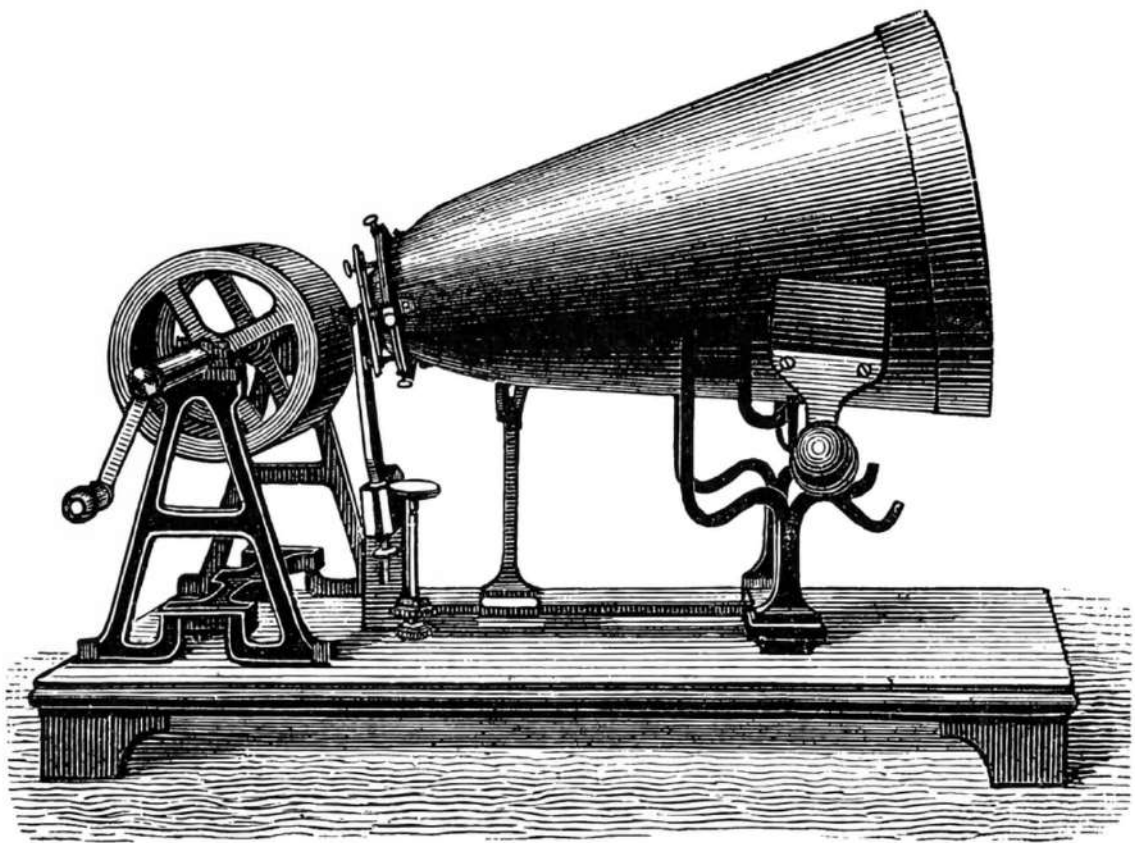


Рисунок 1.1 - Фонограф

Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

9

Наступним кроком розвитку стає досягнення того, щоб пристрій міг відтворювати записаний сигнал, адже для загального користування не вистачало тільки цього. Поставлену задачу було досягнуто Томасом Едісоном, а винахід отримав назву “фонограф”. Принцип роботи був практично таким же, як і в записуючого апарату. Вивід звуку на рупор відбувався зворотньою прокруткою записаного сигналу. Вигляд першого прототипу був таким, як на рисунку 1.2.

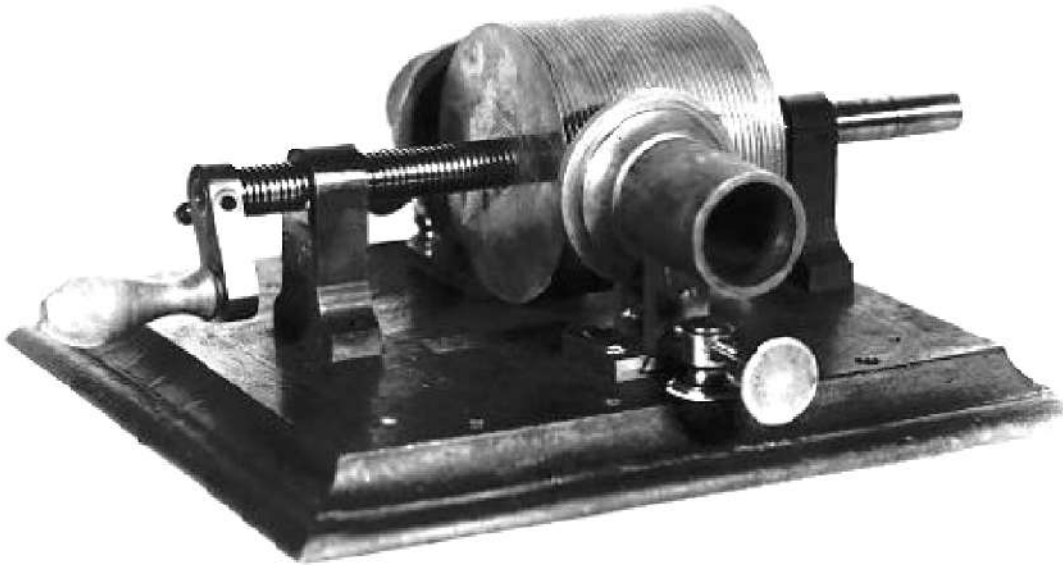


Рисунок 1.2 - Фонограф

На зображенні можна побачити барабан, на поверхні якого знаходиться фольга, по якій ковзає голка і робить доріжки в ній. Глибина доріжки прямо пропорційно залежала від гучності сигналу поданого на діафрагму. При зворотньому прокручуванні голка проходила по уже зробленим доріжкам і передавала свої коливання на діафрагму, яка збуджувалась та коливалась, тим самим штовхаючи повітря і відтворюючи звук, але у зворотньому порядку. Тому щоб почути запис у нормальному вигляді, доводилось ставити голку на початкове положення і прокрутити запис з самого початку, у тому порядку, як він був записаний.

Зм	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

10

Фонограф відразу отримав увагу завдяки своїм функціям, та слугував першим реальним пристроєм, за допомогою якого почали вивчати звукозапис. Перші його випробування були суто лабораторними і використовувалися для перших проб запису телефонних дзвінків. Згодом Едісон продовжив роботу над новим винаходом - лампою накалювання.

Наступним кроком розвитку стає грамофон, рисунок 1.3.



Рисунок 1.3 - Грамофон

Зм	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

11

Його перевагою стає те, що відтворення записаного матеріалу відбувалося на плоских дисках - грампластинах. Робилися вони із суміші воску. Також було змінено метод запису на такі носії, які вже на той час можна було назвати саме носіями. Пластинки були зручні для зберігання та транспортування, що дозволяло вільно поширюватися записаному матеріалу, в основному це була музика відомих, на той час, виконавців. Принцип запису і відтворення також відрізнявся. Він був реалізованим шляхом проходження голки по спіралі, від краю до центру диска. Це дозволяло збільшити довжину запису та використовувати дві сторони пластини, на яку записується матеріал, в силу її конструкції. Візуально грамофон мав великий рупор, що робило його в рази голоснішим, ніж його попередники. Також це мало і інший характер. Заможні покупці могли обрати пристрій із грамофоном з позолотою та різними інкрустаціями. Ціни таких могли легко порівнюватися із цінами на нерухомість.

Згодом було розроблено компактну версію, яка була мобільною - патефон. Він був дешевим, тому у більшості людей був саме такий варіант. Його корпусом слугувала валіза. Типовий вигляд зображено на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 - Патефон

Зм	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

12

Усі попередні пристрої мали механічний спосіб роботи: відтворення і запис звуку. Також носії обов'язково повинні були мати механічні пошкодження, адже саме вони створювали вібрації, які передавала голка на діафрагму, котра штовхала повітря і тим самим створювала звукові коливання, які усі могли чути.

Експерименти привели до електрифікації усіх підсилювачів та приладів. Цей крок був дуже швидкий і дуже значним, для усього розвитку цієї галузі. У роботі почали використовувати підсилювачі на електровакуумних лампах. Одна із радянських ламп 6П14П зображена на рисунку 1.5.



Рисунок 1.5 - Вихідний пентод 6П14П

Розробка електровакуумної лампи починалась із експериментів Едісона над звичайною лампою розжарювання. Метою випробувань було продовження строку експлуатації. До конструкції звичайної лампи було додано сітку, через яку проходив потік електронів, тим самим підвищуючи сигнал, порівняно з тим, який він був за амплітудою на вході. Цим самим було винайдено першу лампу, яка дозволяла підсилювати сигнал. Це почали використовувати у аудіотехніці. До прикладу експерименти із поєднанням механічного і електричного світу привели

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

до створення пристроїв, які могли працювати від мережі. Результатом злиття цих двох світів стає пристрій “Радіола”, рисунок 1.6.



Рисунок 1.6 - Радіола

Конструктивно це було злиття програвача пластинок, які на час виготовлення цього програвача вже вироблялися із вінілу, та підсилувача низької частоти, який було побудовано на лампах. Схематика на лампах мала свою специфіку. Живлення вимагало потужного блоку живлення. Лампи працювали із

Зм	Арк	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

14

високою напругою, від 250 вольт до 600 вольт. Також нагальна частина лампи вимагала великої сили струму, так як нагрівач потребував цього для того, щоб на катоді лампи почали відриватися електрони і бомбардувати анод. На своєму шляху вони проходили через сітки, на які подавався корисний сигнал, який потрібно було підсилити. Цим самим і відбувалося підсилення, за рахунок нагріву катода, проходження електронів через сітку і зняття сигналу з анода. Схематично це виглядає так, як на рисунку 1.7.

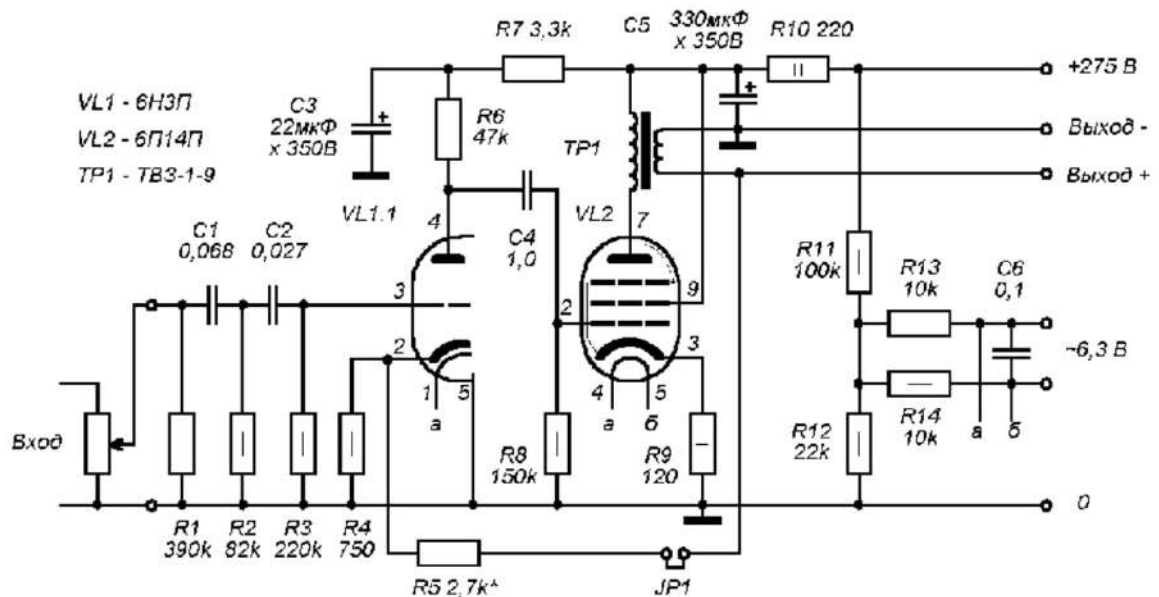


Рисунок 1.7 - Схема лампового підсилювача на 6П14П

За схемою на вході присутній змінний резистор, який дозволяє регулювати рівень вхідного сигналу, що також є і гучністю. Слідом за ним присутні фільтри низьких і високих частот, їх робота буде розглянута згодом. Сигнал приходить на третю ніжку лампи 6НЗП, яка є подвійним тріодом. Взагалі перші підсилювальні лампи були саме тріоди, вони мали у своїй конструкції сітку, яка дозволяла підставляти сигнал під бомбардування електронами. Ніжки 1 та 9 використовувалися для нагрівача лампи. Сила току, яка споживається нагрівачем дорівнює приблизно 350мА, що є нормальним значенням, для лампи такого типу. Споживання току анодом дорівнює 8,5мА, що також є середньозваженим значенням у лампах такого типу. Із аноду, ніжки номер 4, сигнал проходить через

Зм	Арк.	Нолюквм.	Пілпис	Лата
----	------	----------	--------	------

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

15

розподільний конденсатор, який не дозволяє проходити високовольтному струму на сітку вихідного пентоду. Пентод має таку назву, тому що в лампі реалізовано 5 поверхів, через які проходять електрони. Деякі з них виконують функцію того, що екранують сигнал від зайвого випромінювання. Тріод отримав таку назву, тому що має 3 поверхи і є найпростішою лампою, яка здатна підсилювати сигнал. Також особливість лампового підсилювача була в тому, що сам підсилювач не був підключеним напряму до динаміка, а функцію посередника виконував трансформатор. Він потрібний для того, щоб узгодити опори динаміка, який може мати опір 2, 4, 8 та 16 ом, та вихідний опір з підсилювача, опір якого в рази більший за опір динаміка, тому використовується трансформатор.

Підсилювач живиться від постійного струму, який утворюється також за рахунок лампи - кінетрона. Кінетрон ще простіший за звичайний тріод. Його особливість в тому, що він може пропустити струм тільки в одному напрямку, такою ж характеристикою наділений і діод. Перші обчислювальні машини також були створені на лампах, на них реалізовувалась перша логіка. Одна така машина з легкістю могла зайняти приміщення розміром із спортзал і важити декілька тон. На обслуговування могло виділятися кілька десятків ламп на день, для заміни тих, які вийшли зі строю, і до десяти літрів спирту, для протирання важливих контактів від окислювання.

На заміну вакуумним лампам прийшли транзистори, які і досі використовуються, але початкове їх відкриття не відразу означало технічний прорив, а лише з часом і багатьма експериментами над ними. Сам транзистор складається із такого матеріалу як кремій і особливий тим, що має напівпровідні можливості, які можна контролювати. Його робота характеризується р-п переходом. Область р-п особлива тим, що в безпосередній близькості двох напівпровідників відбувається передача електронів від позитивно зарядженого до негативно зарядженого. Це слугувало початком дослідів над цим ефектом і чим більше проводилося дослідів, тим більше робилося відкриттів. Особливість напівпровідників почала відкривати цілий новий світ у роботі різних електричних пристроїв. І коли було зроблено напівпровідник із n-p-n переходом, було зрозуміло, що це відкриття змінить майбутнє, що згодом і почало відбуватися.

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		16

Мінімізація усіх пристроїв, побудова складної логіки дозволила зробити багато різної техніки доступної для звичайних людей. Також робота з напівпровідниками стала окремою наукою, яка викладалася в університетах та спеціальних гуртках. Але я хочу розглянути вплив напівпровідників на аудіо. Перший вигляд транзистора був таким, як зображено на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 - Прототип першого транзистора

Неймовірний прорив, який в майбутньому дасть поштовх у розвитку усіх галузь. Але в цій роботі буде тільки про вплив транзистора на звук. Отож...

Над транзистором проводилось багато експериментів. Один із перших відкрив властивість збільшувати амплітуду поданого на нього сигналу. Це означало, що було винайдено перший підсилювач низької частоти, який дозволяв підсилювати сигнал, який подавався на транзистор. Також за допомогою різних опорів та їх впливами на винахід, можна було керувати параметрами підсилювання, що також давало дуже велику варіативність у дослідженнях та способах покращити пристрій різними модифікаціями. Схематично побудова

Зм	Арк	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

17

такого підсилювача не була важкою. Вона вимагала всього декілька простих компонентів. Різними методами досліджень було виявлено формулу, по якій працює дана схема, та можливість розрахувати усі компоненти, щоб отримати потрібний рівень підсилення. Схема виглядала приблизно так, як зображено на рисунку 1.9.

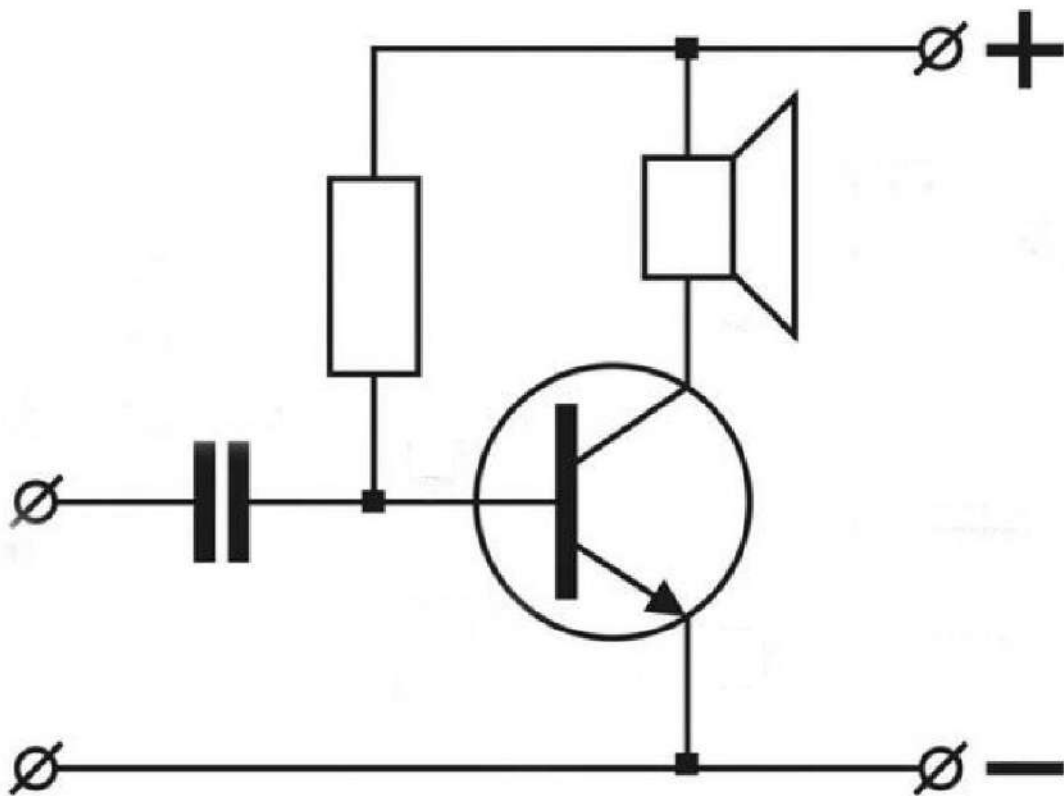


Рисунок 1.9 - Схема першого підсилювача на транзисторі

Резистор дозволяв керувати коефіцієнтом підсилення. Його опір можна було розрахувати по спеціальній формулі і отримати потрібний опір, маючи бажаний коефіцієнт підсилення. Або навпаки, підставляючи опір в зворотню схему, можна отримати коефіцієнт підсилення, що буде розрахований за формулою. Вхідний конденсатор дозволяв не пропустити постійну напругу, а лише змінний струм. Тобто тільки звуковий сигнал, адже він завжди має форму синусоїди, тобто змінну характеристику. Його номінал дозволяв регулювати

кількість низьких частот, які пройдуть на підсилювач. Це було визначено серією експериментів із конденсаторами. На характеристики впливали багато змінних. Наприклад товщина прокладки між провідниками, кількість шарів, проща провідників. Конденсатор слугував першим фільтром низьких частот. А якщо шунтувати його резистором, то зміна частоти зрізу буде регулюватися номіналами цих двох компонентів. Такий фільтр отримав назву "CR Filter". Також була і інша сторона цього фільтру "RC Filter". Таку назву він отримав через наявність у схемі резистора - "Resistor", та конденсатора "Capacitor". Різниця була тому, який з цих компонентів буде замикатися на землю електричного кола. Схематично це виглядало так, як на рисунку 1.10 - фільтр низьких частот (RC), та на рисунку 1.11 - фільтр високих частот (CR).

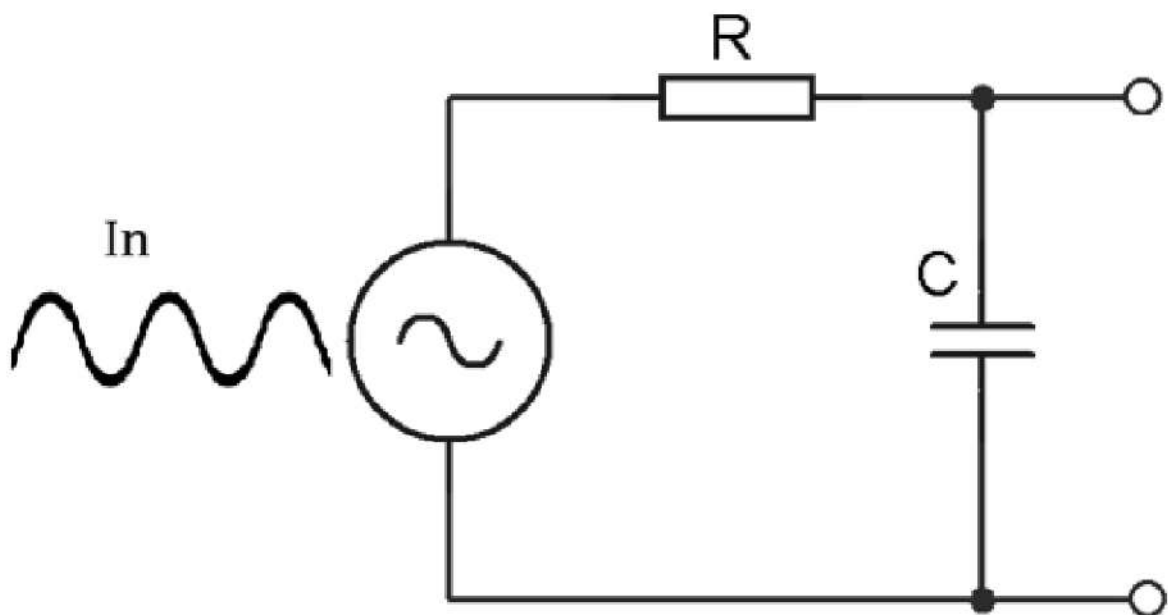


Рисунок 1.10 - фільтр низьких частот, RC Filter

Зм	Арк	№докум.	Піппис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

19



Рисунок 1.11 - фільтр високих частот, CR Filter

Далі починає тривати розвиток еквалізації сигналів. Транзистори не завжди давали потрібний чистий звук у підсилювачах. Тому постало питання фільтрації сигналу, за його частотною характеристикою. Окрім простих фільтрів на пасивних компонентах, почались розробки активних еквалайзерів, які могли кардинально змінювати частотну характеристику. Мінус пасивної електроніки був в тому, що можливо тільки забрати певну частоту, але не додати її. Тобто її початкове значення неможливо було збільшити, за допомогою простої схеми пасивного фільтру. Для кардинальної зміни звучання використовувався активний еквалайзер. Приклад схеми такого девайсу зображено на рисунку 1.12.

Зм	Арк	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

20

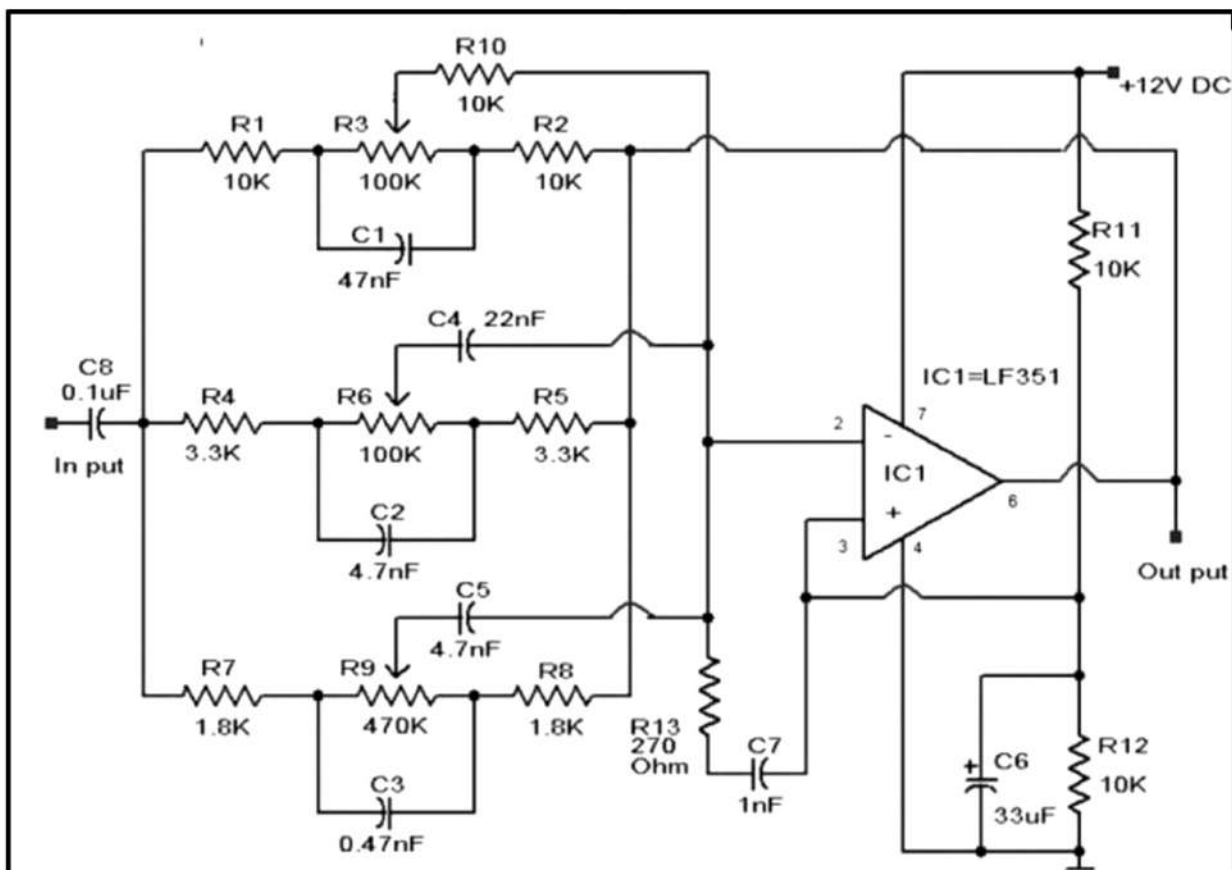


Рисунок 1.12 - Схема активного еквайзера

Наслідком з такого використання постає повний контроль над частотами сигналу, що піддається еквалізації.

З часом звуки записані на вініли перестали бути такими магічними, як сприймалися на початку їх винаходження, а слухачі почали вимагати більш компактного формфактору носіїв, та більшої якості звуку. Виходом із ситуації і відповіддю на такі запити користувачів стала магнітна стрічка. Зображена на рисунку 1.13.

Зм	Арк	Нолокум.	Пілпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

21



Рисунок 1.13 - Магнітна стрічка

Цей винахід створив справжню революцію у музичній сфері, сфері звукозапису, телебачення. Деякі робочі екземпляри можна зустріти і в наш час, разом із технікою, яка використовує такі стрічки. Звукозапис відбувався за допомогою спеціальних записуючих магнітофонів, зображених на рисунку 1.14.



Рисунок 1.14 - Програвач магнітної плівки із можливістю запису

Зм	Арк	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

22

Компактним і народним варіантом носія аудіосигналу слугувала касета, рисунок 1.15.



Рисунок 1.15 - Касета

Касета виготовлена і працює точно по тій же технології, що і великі котушки із магнітною плівкою. Відрізняється тільки розміром, з чого випливає і менший обсяг записаної інформації.

Деякі сучасні студії звукозапису і досі використовують запис на плівку, пояснюючи це тим, що тільки такий метод запису дає найкращий результат і що плівка має свою “магію” звучання. Варто зазначити, що на плівку записували не тільки аудіо, але і відео матеріал. Касети були не тільки для аудіо, але і для відео, де записувалися цілі фільми. Було поєднання плівки і аудіо на одному носію, що дозволяло поєднувати інформацію. Такі поєднання відкрили касети із цілими кінострічками на багато хвилин, що дозволяло насолоджуватися картиною зі звуком, за допомогою спеціальних відеомагнітофонів.

По трохи наступала ера діджиталізації, яка остаточно захопить світ, за рахунок своєї доступності. Першими носіями стали компакт диски, рисунок 1.16.

Зм	Арк.	№ док.ум.	Піліпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

23



Рисунок 1.16 - Компакт-диск

З'явившись в кінці 70-х років такий формат носіїв набуває дуже великої популярності. Плюсами було те, що носій мав малі габарити, малу вагу, та вмщував набагато більше інформації, аніж попередник - магнітна плівка. З часом диски повністю витісняють плівку із вітрин магазинів і займають лідерську позицію у використанні людьми. Перевагою було те, що на них можна записати абсолютно будь-яку інформацію, адже уся вона є кодованою двійковою системою числення. На носію разом могли знаходитися фото, відео, аудіо, файли програм, тестові файли. Усі ці файли мали змогу зберігатися завдяки кожному розширенню,

						КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ док.ум.	Піліпис	Дата			24

яке притаманне для певного типу файлу, що і дозволяло зберігати файли різних типів на одному носію. Хоча варто зазначити, що були тільки виконавчі диски, які вимагали наявності на носію тільки файли певних розширень, для їх коректного функціонування. Наприклад деякі CD програвачі вимагали тільки наявність mp3 файлів.

Кодування аудіо також не оминулося. В цифрового аудіо з'являються такі характеристики як частота дискретизації і бітність, рисунок 1.17

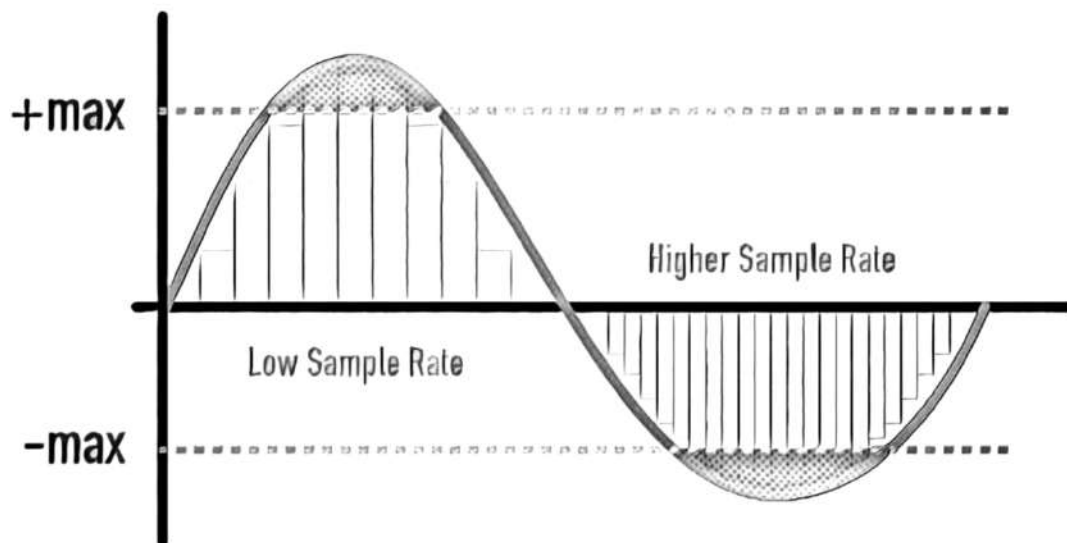


Рисунок 1.17 - частота дискретизації

Вихід за максимальні області називається кліпінгом. Це означає, що процесор перевантажено вхідною амплітудою і в цих місцях буде втрачено інформацію, вона просто буде максимального значення, поки не почне опускатися нижче за допустиму, яка визначається бітністю - можливістю записати сигнал більшої амплітуди.

1.2 Обґрунтування вибору апаратних ресурсів, мови програмування

У своїй роботі я обрав процесор від виробника Spin Semiconductor, який має назву FV-1. Цей процесор є хорошою базою для розробки пристрою цифрової

обробки аналогового звукового сигналу. У ньому вже присутні АЦП та ЦАП, що дозволяє дуже зручно конвертувати сигнал не придумуючи зайвих апаратних рішень поза процесором. Також чіп має 8 готових програм обробки звуку, які постачаються від виробника, прямо із заводу. Це є його початкова прошивка, яку можна використовувати як сталі ефекти і відразу користуватися можливостями, або до шини обміну даними під'єднати мікросхему пам'яті EEPROM із написаною програмою емуляції певного ефекту. Процесор має 3 контролюючі регулювання. За допомогою них керуються певні можливості зміни значень функцій в написаній програмі. До керуючих контактів під'єднуються потенціометри, які керують напругою, що подається на контакти процесора. Саме завдяки регуляції напруги і відбувається керування ефектами [1]. Процесор FV-1 зображено на рисунку 1.18.



Рисунок 1.18 - Процесор Spin Semiconductor FV-1

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№докум.	Піліпис	Дата		26

Кінець таблиці 1.1

26	REFP	Позитивний референс
27	Right Out	Правий вихід
28	Left Out	Лівий вихід

Процесор програмується на своєму власному асемблері у власному середовищі, яке зручно розроблене спеціально для керування саме цим процесором. Середовище називається SpinAsm [2], рисунок 1.19.



Рисунок 1.19 - Середовище розробки SpinAsm

Також процесор не може працювати один, він вимагає додаткових компонентів. Зокрема вхідні буфери та вихідні буфери. Їх реалізація, в моєму проєкті буде здійснена за допомогою полярного та біполярного транзисторів в корпусі ТО-92.

1.3 Аналіз ризиків проекту та управління ними

У реалізації такого важкого проекту є досить багато ризиків.

1. Перший з них виникає ще на етапі розрахування бюджету, ризик виникає в тому, що витрати можуть перевищити наявний бюджет.
2. Другим ризиком є те, що у постачальників може не виявитися потрібних компонентів і їх доведеться замовляти в іншому місці, де буде окрема плата за доставку.
3. Ризик в тому, що доставка може загубити пакунок із компонентами.
4. Доставка може прострочити терміни доставки.
5. Компоненти можуть не відповідати заявленим розмірам.
6. Компоненти можуть не працювати.
7. Погано зроблена друкована плата.
8. Погано виконане свердління корпусу.
9. Погано виконана сублімація.
10. Погано виконане фарбування корпусу.
11. Прострочення термінів фарбування.
12. Прострочення терміна свердління.
13. Ризик виникнення короткого замикання на цифровій шині.
14. Ризик виникнення короткого замикання на аналоговій шині.
15. Ризик поганої пайки компонентів.
16. Ризик холодної пайки компонентів.
17. Ризик малої вихідної потужності.
18. Не відповідність надписів на шильдику .
19. Ризик поганої роботи механічних частин пристрою.
20. Ризик виникнення зворотнього зв'язку.
21. Ризик кліпінгу на вході процесора.
22. Ризик відмови від покупки покупцем.
23. Недостатня яскравість світлодіоду індикації.
24. Недостатня яскравість світлодіоду кліпінгу.

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		29

1.4 Висновки

Проектування пристрою обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1 є цікавою практикою, яка вимагає проектування та дослідження. Попередній огляд створених девайсів показує, що актуальність такого пристрою була б виправданою та надавала попит пристрою. Малі габарити, привабливий зовнішній вигляд, велика функціональність були б сильними сторонами цього пристрою. Саме тому його попереднє проектування і подальша реалізація має сенс.

У першому розділі було розглянуто історичний шлях пристрою звукозапису і звуковідтворення, їх розвиток із прикладами зображень самих пристроїв, що можуть відтворювати та записувати звук. А також їх винахідника та попит серед людей минулого часу. До того ж у розділі було розглянуто ризики майбутнього створення проекту.

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№докум.	Піліпис	Дата		30

2 ПРОЄКТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

2.1 Розробка користувацьких вимог.

1. Пристрій повинен виконувати поставленні перед ним задачі.
2. Повинен мати підключення додаткової пам'яті EEPROM.
3. Моно вхід.
4. Моно вихід.
5. Можливість вибору декількох програм.
6. Можливість регулювання обробленого та необробленого сигналу.
7. Можливість регулювати гучність.
8. Можливість перемикатися між ефектом і необробленим звуком.
9. Живлення від 12-9 вольт.
10. Наявність трьох ручок керування ефектом.

Усі вимоги буде прийнято до уваги при розробці цього пристрою. Почну по порядку із списку вимог.

Перша вимога - виконання усіх поставлених задач. Пристрій проектується досить потужним, а можливість проектувати свої програми для нього є особливою перевагою, адже в цьому випадку обмеження на роботу пристрою закладається тільки крайністю фантазії користувача. Пристрій буде працювати на ту потужність, яку захоче користувач, тобто свої задачі він виконувати буде точно.

Друга вимога - підключення додаткової пам'яті. В процесорі передбачена така можливість. У таблиці 1 позначаються ніжки, до яких потрібно підключити зовнішню пам'ять EEPROM. Я продублюю частину цієї таблиці.

Таблиця 2.1 - номер ніжок процесора для підключення додаткової пам'яті

14	SCK	Для EEPROM
15	SDA	Для EEPROM

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

31

Третя вимога - моно вхід. Процесор має стерео вхід, лівий і правий. В таблиці 1 ніжки входу вказані.

Таблиця 2.2 - номери ніжок стерео входу процесора.

№ п.п	Назва	Опис
1	Left In	Аналоговий лівий вхід
2	Right In	Аналоговий правий вхід

Для моно входу можна використати тільки один із входів процесора, у своїй реалізації я буду використовувати лише лівий вхід, що знаходиться на першій ніжці процесора, рисунок 2.1.

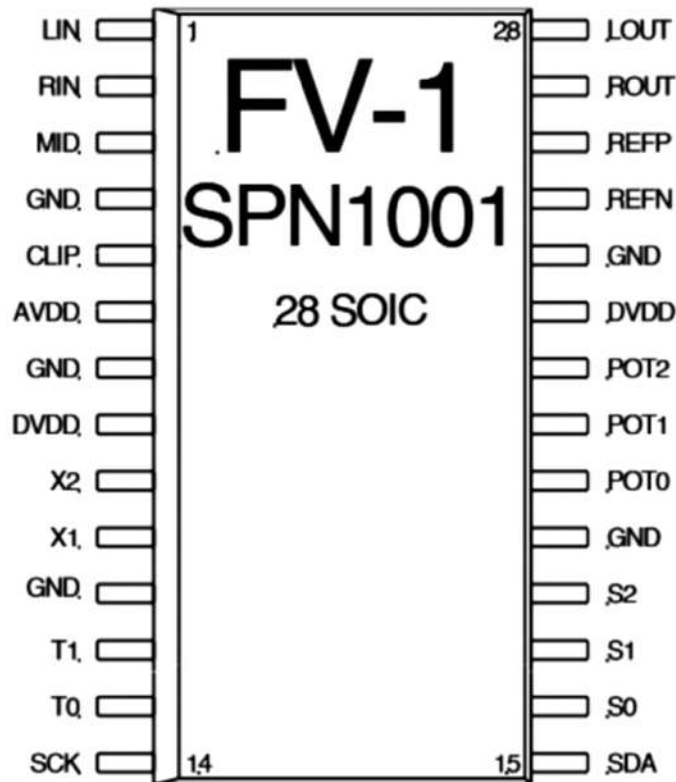


Рисунок 2.1- Призначення кожної ніжки процесора

Таким чином моно вхід буде реалізовано.

Четверта вимога - моно вихід. Процесор має стерео вихід. Таким самим чином, як із моно входом можна зробити із виходом - взяти тільки один із двох [3]. До прикладу, на рисунку 17 зображено розпінування процесора FV-1, на ньому можна помітити, що стерео вихід має номер 27 і 28 ніжки. Тому для моно виходу я візьму лівий вихід, ніжку під номером 28.

П'ята вимога - можливість вибору декількох програм. Вибір програми, у процесорі, реалізується подачею напруги ніжки S0, S1, S2. Якщо подивитися на схему, то присутня можливість вибору програм від однієї до восьми програм. Вибір здійснюється подачею на певні ніжки контролю двійкової інформації. На схемі від виробника процесора вибір програми здійснений на тумблерах, де потрібно становити двійкову команду на вибір певної програми. Схема зображена на рисунку 2.2.

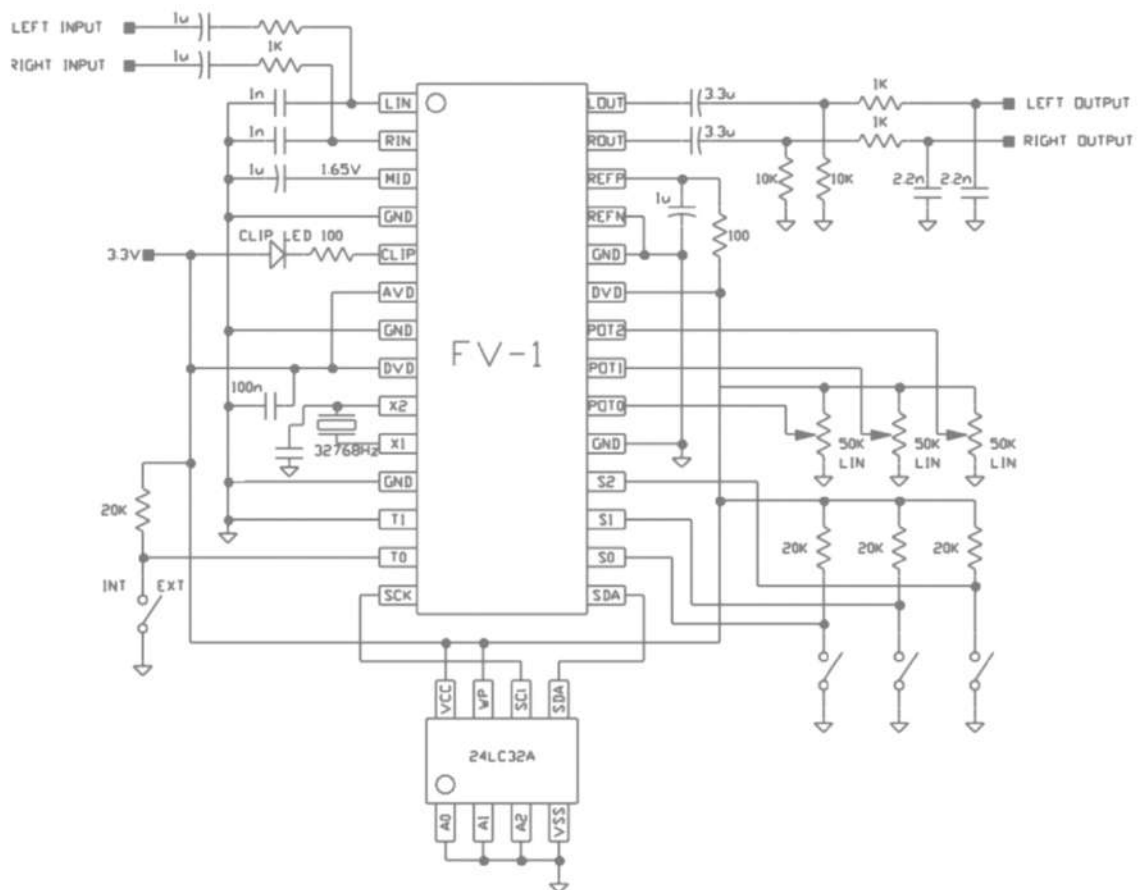


Рисунок 2.2 - Схема підключення процесора

На схемі можна побачити, що регулювання двійкової інформації подається у двійковому вигляді на контролюючі ніжки процесора. Вибір команди залежить від положення тумблерів, які і забезпечують вибір. Тумблери передають напругу 3.3 вольти із стабілізатора напруги, із блоку живлення. Завдяки наявності напруги на ніжці і здійснюється керування двійковою інформацією [5].

Вимога шоста - можливість керування кількістю обробленого і необробленого сигналу. Більшість виробників таких виробів зараз дають керувати лише гучністю одного із каналів. Наприклад збільшення гучності тільки обробленого сигналу, або зменшення гучності чистого сигналу. У своїй роботі я реалізую здійснення регулювання від абсолютно чистого, необробленого сигналу до абсолютно обробленого сигналу, такий підхід зустрічається рідко і лише на студійних пристроях, але розробка власної схеми дозволяє мені це зробити у своєму пристрою. Схематично у мене реалізація буде виглядати ось таким чином, як зображено на рисунку 2.3.

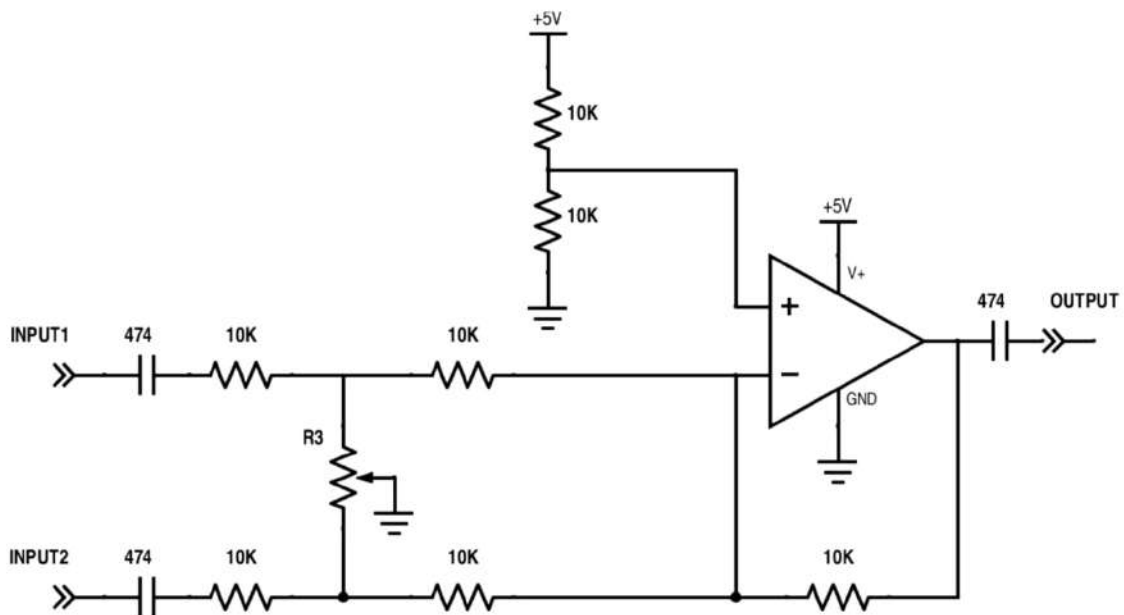


Рисунок 2.3 - Схематика підмішування обробленого сигналу до необробленого

Суть такої реалізації в тому, що тут є максимальний контроль над рівнями сигналів і можна дуже точно виставити потрібний рівень одного сигналу відносно

іншого. Саме регулювання здійснюється за допомогою потенціометра, середній контакт якого під'єднується до землі, тим самим зайву гучність подає на землю, де вона і заглушується. Для додаткового контролю над гучністю потенціометр має додаткові резистори у своєму оточенні, номінал яких дозволяє додатково контролювати початкову гучність, яка приходить із процесора і із вхідного буфера, де відбувається подача сигналу. На цих резисторах реалізовано дільник сигналу [6].

Вимога сьома - можливість регулювати гучність сигналу. Якщо в схемі доступне змішування двох сигналів, то обов'язкова наявність підсилювача звуку пізніше каскаду підмішування. Наявність його обов'язкова, так як змішування може занизити рівень вихідного сигналу, порівняно із початковим, тому для вирівнювання рівнів сигналів і використовується підсилювач гучності, у своєму проєкті я використаю каскад підсилення на мікросхемі TL071. Схематично це буде виглядати так, як зображено на рисунку 2.4.

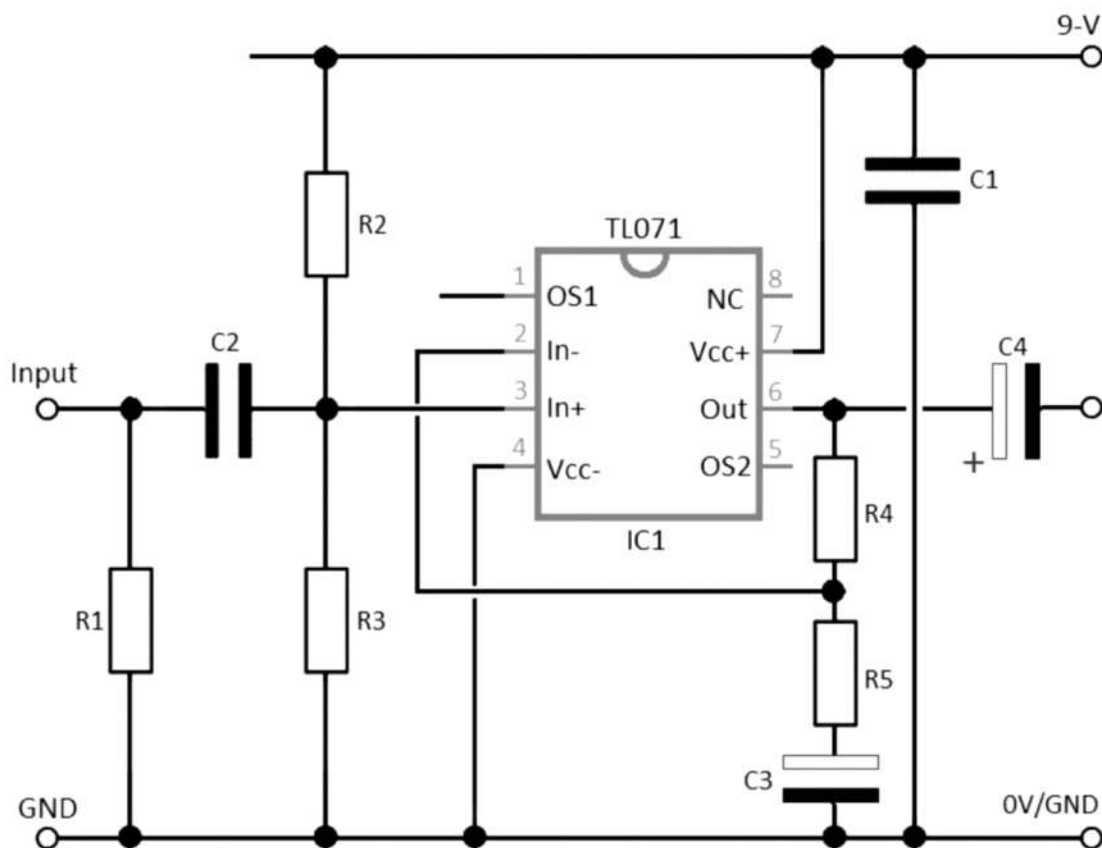


Рисунок 2.4 - Схема підсилення на мікросхемі TL071

Зм	Арк	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

35

Резистором R4 і буде здійснюватися регулювання підсилення. У своєму проєкті R4 буде замінено на потенціометр логарифмічної характеристики, що дозволить плавно змінювати його значення і тим самим зробити регулювання гучності плавним. R5 та C3 дозволять стабілізувати коефіцієнт підсилення, щоб через погану якість живлення коефіцієнт не змінювався, та щоб не було зайвих шумів, які можуть утворюватися при поганій якості живлення [7].

Вимога восьма - можливість перемикатися між ефектом та необробленим звуком. Реалізація такої вимоги необхідна у кожному пристрої, тому тут навіть без її обговорення буде її реалізовано. Її реалізація буде виконана за класом перемикавання True Bypass. Особливість такого обходу ефекту в тому, що ефект повністю вимикається із кола і його ніби взагалі немає. Таку реалізацію особливо люблять поціновувачі аналогової техніки, щоб ніякі зайві буфери не обробляли звук зайвий раз, тим самим зменшуючи його якість. Такі люди користуються правилом: “Найкращий звук той, який має найменше обробок”. Тому для таких людей і буде реалізований такий принцип. Схематично та такий принцип реалізації можна подивитися на рисунку 2.5.

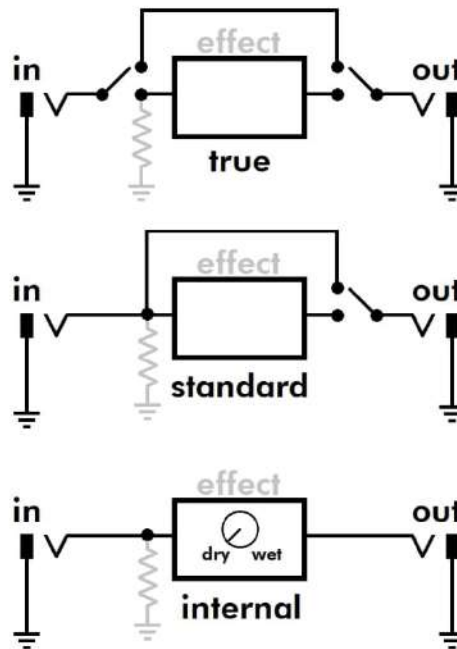


Рисунок 2.5 - Реалізації обходів ефектів.

В першому випадку, на рисунку 21, можна побачити той тип обходу, який буду реалізовувати я у своєму виробі. Він повністю виключає будь який вплив схеми на сигнал і тому найбільше цінується. Наступним є принцип обходу, який називають Millenium. Його особливість в тому, що він дешевший в реалізації, але і має недоліки. Особливим недоліком є те, що перемикається тільки вихід, а вхід завжди підключено. За фізичними законами сигнал завжди піде по шляху найменшого опору, але це не завжди діє так точно, як воно описано. Завжди на вході у схему наявно високоомний опір, це робиться для того, щоб перемикання кнопкою не було чутно у схемі, щоб схема не давала мікрофонного ефекту. Але окрім того цей резистор забирає частину сигналу на землю також, і має вплив на звук. Останній варіант обходження взагалі його не передбачає, лише регулювання співвідношення сигналу міксуємим потенціометром [8].

Вимога дев'ята - живлення від джерела напруги 9-12 вольт. В індустрії таких виробів напруга живлення в 9-12 вольт є стандартом, тому іншої напруги тут і не могло бути. Окрім того процесор не живиться від 9 чи 12 вольт, для нього потрібно 3.3 вольти, так як і усім контролерам, чи процесорам. Досягається така напруга шляхом стабілізації вхідної 9 чи 12 вольт мікросхемою стабілізації на 3.3 вольти [9]. У своєму випадку я буду використовувати мікросхему 78L33, яка розроблена якраз під стабілізацію напруги в 3.3 вольти. Приклад такого блока живлення зображено на рисунку 2.6.

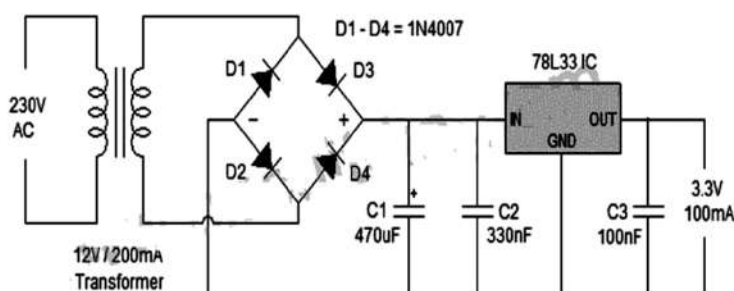


Рисунок 2.6 - Приклад блоку живлення на 3.3 вольта для процесора

Від 9 вольт живитися мікросхема TL071, яка дає підсилення сигналу, після змішування сигналів обробленого та чистого сигналів. Також із гнізда напруги додатково йде сигнал на стабілізатор 78L33 де і стабілізується до 3.3 вольт та подається на процесор. Також на процесора потрібно $1/2$ від напруги 3.3 вольт, для логічних процесів та середньої точки. Досягається це за допомогою дільника напруги, на двох резисторах, що і створюють цю напругу.

Вимога десята - наявність трьох ручок, керування ефектами. Чому це винесено в окрему потребу? Тому що деякі виробники, які також мають процесор FV-1 за основу, дають в керування ефектом всього дві, або і зовсім одну ручку. Такий підхід я не вважаю правильним і тому надаю максимальну кількість керуючих потенціометрів - 3. На рисунку 2.7 окремо виділена зона, до якої підключаються керуючі потенціометри.

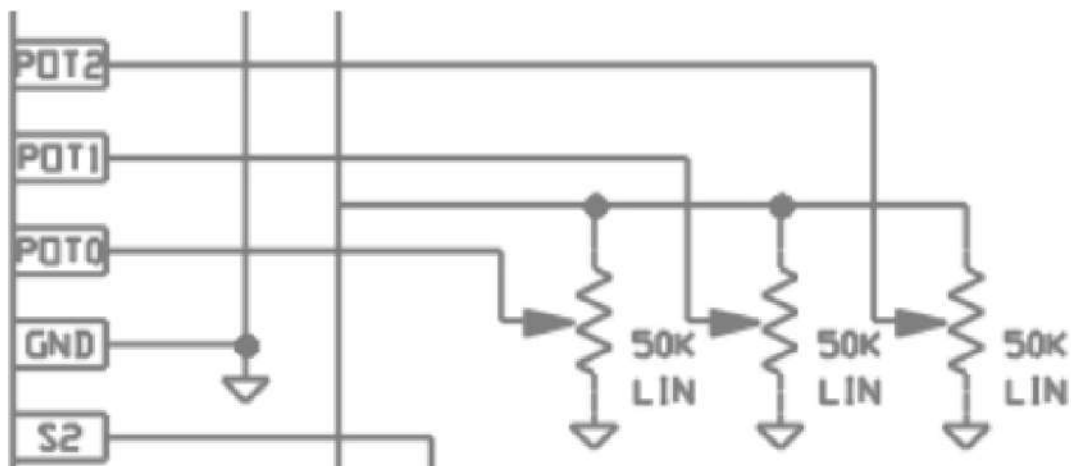


Рисунок 2.7 - Зона керування ефектами

Завдяки такій широкій можливості у налаштуванні, можна досягнути практично усіх задач, які будуть поставлені перед виробом.

Ручки виконують наступні ролі:

- Pre Delay - затримка сигналу.
- Decay - зміна розміру кімнати.
- Damping - швидкість натурального затухання.

Усі ці налаштування не впливають одне на інше і діють тільки паралельно одне від одного. Тобто параметри іншої ручки не зміняться, якщо змінити інший параметр.

2.2 Вибір апаратної бази

У виробі я хочу задіяти лише якісну компонентну базу. Вона коштує дорожче за найпримітивнішу базу, але китайського виробництва. По своєму досвіду скажу, що краще купити дорожчі компоненти, але бути впевненим у їх якості, що з ними не буде проблем при запуску пристрою, аніж шукати проблему уже на готовій за допомогою покаскадної перевірки [10].

Почну із постійних резисторів. Для якісної роботи використовую тільки хороші резистори від компанії Samsung, у SMD форматі, розміром 1206. Такий вибір поясню тим, що у виготовленні компонентів довіряю цій компанії. Вона на ринку вже не один рік, та і інші гіганти виробів електроніки також надають свій вибір саме Samsung. SMD формат тут потрібний для того, аби вистачило місця на якісне розміщення компонентів на платі та у корпусі, потужність пристрою досить мала, тому проблем із нагріванням маленьких компонентів не буде. Також їх назва, 1206, показує, що довжина елемента буде 1,2 міліметра, а ширина 0.6 міліметра. За цим можна визначити потужність елемента, вона приблизно буде мати 0.5 Вт, що для проекту такого малого поживання буде достатньо із великим запасом по потужності. Постачальник компонентів в Україні надає їх мінімальною кількістю 100 одиниць, та у спеціальній стрічці, для роботів, які розміщують компоненти на платі. Вигляд стрічки зображено на рисунку 2.8.



Рисунок 2.8 - SMD резистори Samsung, у стрічці

Конденсатори також використовують від Samsung, керамічні, 1206, тип діелектрика X7R. Кераміка тут використовується завдяки своїй витривалості до висихання, адже висихати тут нічому, немає ніякого електроліту, олії, чи будь-якого іншого діелектрика, окрім кераміки, тому задля продовження життя виробу, буду використовувати кераміку у лініях живлення та у місцях, де потрібна мала ємність. Розмір 1206 тут використовується також для отримання запасу по потужності, його буде достатньо [11]. Тип діелектрику X7R використовується для того, щоб пристрій не був чутливим до навколишнього середовища. Деякі типи діелектрики можуть змінювати свої характеристики від зміни температури, в звукових пристроях, до того ж ще і цифрових це недопустимо, тому вибраний саме такий вигляд. Постачаються вони у такій же стрічці, як і резистори. Вигляд SMD конденсатора на рисунку 2.9.

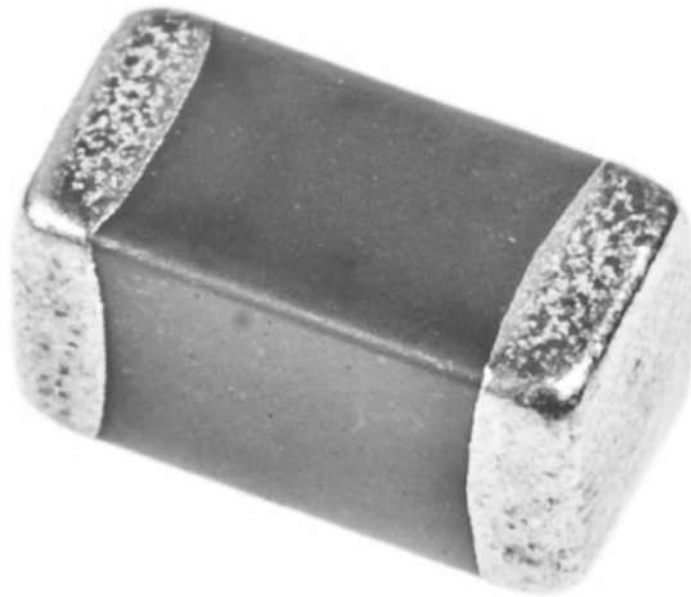


Рисунок 2.9 - SMD конденсатор Samsung

На жаль у світі не поширена практика позначень номіналу SMD конденсаторів, тому виміняти їх ємність можна лише за допомогою мультиметра, або іншого тестера. Візуально зараз це неможливо зробити. Із візуального виміру можна виміряти тільки їх розмір, а із розміру вже буде слідувати розрахунок потужності деталі [12].

Напівпровідники. У проекті є декілька активних каскадів, які виконані на транзисторах та мікросхемах. Першим, на шляху проходження сигналу, є вхідний буфер. Він виконаний на транзисторі J201, та слугує підготовкою для подальшої обробки. Транзистор J201 є польовим компонентом, тому він чутливий до статичної електрики та має свою полярність і через це може не пережити невірне підключення, або незаземленого інженера, який бере компоненти голими руками. Виробником цього транзистора є компанія Fairchild, яка займається випуском напівпровідників вже не перший десяток років. Вигляд транзистора зображено на рисунку 2.10.

TO-92 Package

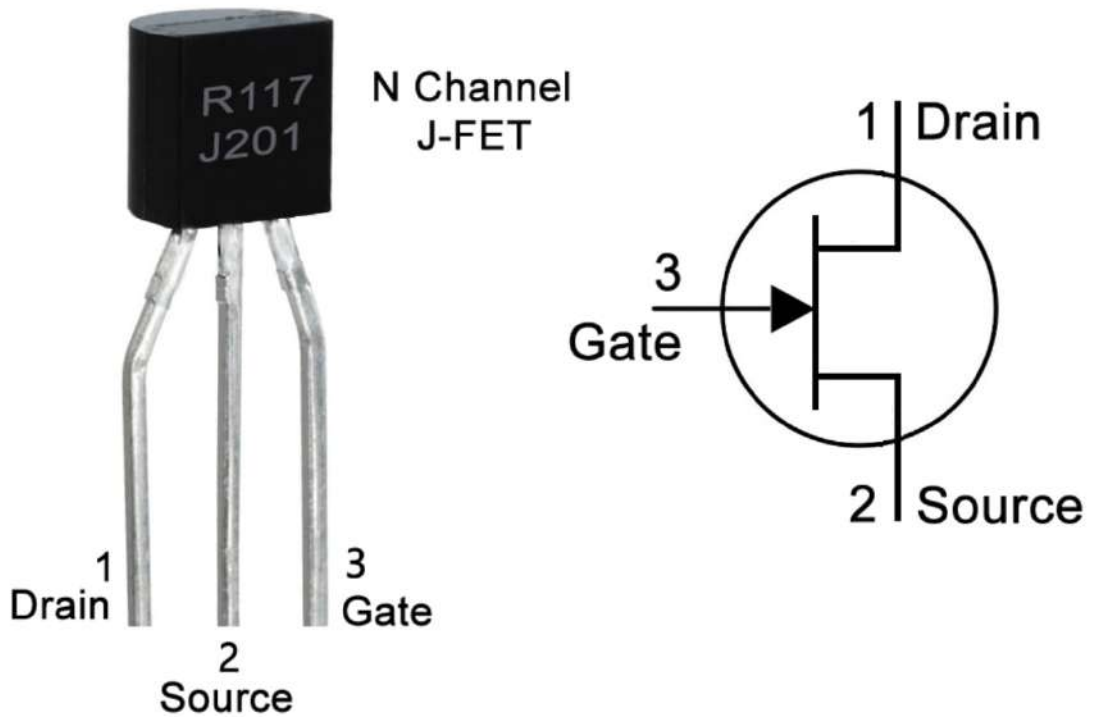


Рисунок 2.10 - Транзистор J201

Наступним компонентом є процесор. У своїй роботі я обрав процесор від виробника Spin Semiconductor, який має назву FV-1. Цей процесор є хорошою базою для розробки пристрою цифрової обробки аналогового звукового сигналу.

У ньому вже присутні АЦП та ЦАП, що дозволяє дуже зручно конвертувати сигнал не придумуючи зайвих апаратних рішень поза процесором. Також чіп має 8 готових програм обробки звуку, які постачаються від виробника, прямо із заводу [13]. Це є його початкова прошивка, яку можна використовувати як сталі ефекти і відразу користуватися можливостями, або до шини обміну даними під'єднати мікросхему пам'яті EEPROM із написаною програмою емуляції певного ефекту. Процесор має 3 контролюючі регулювання. За допомогою них керуються певні можливості зміни значень функцій в написаній програмі. До керуючих контактів під'єднуються потенціометри, які керують напругою, що

Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

42

подається на контакти процесора. Саме завдяки регуляції напруги і відбувається керування ефектами. Процесор FV-1 зображено на рисунку 2.11.

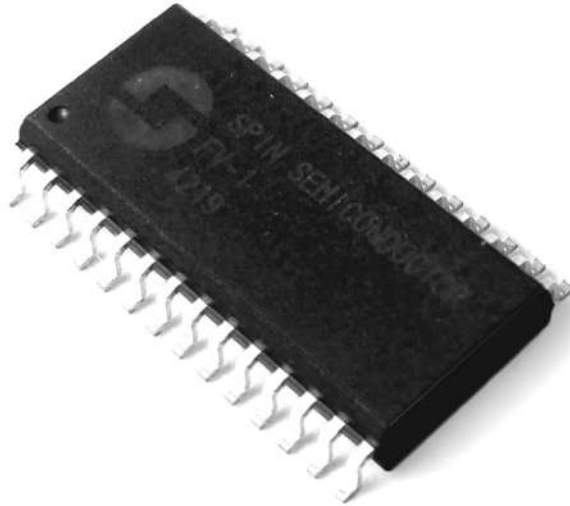


Рисунок 2.11 - Процесор Spin Semiconductor FV-1

Процесор має 28 ніжок, усі вони використовуються для певної функції, усі призначення ніжок наведено в таблиці 1.

Після процесора буде зроблено підсилювач сигналу на мікросхемі TL071. Це операційний підсилювач, який один у корпусі DIP8, не два, як зазвичай. Його фото показано на рисунку 28.

Зм	Арк	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

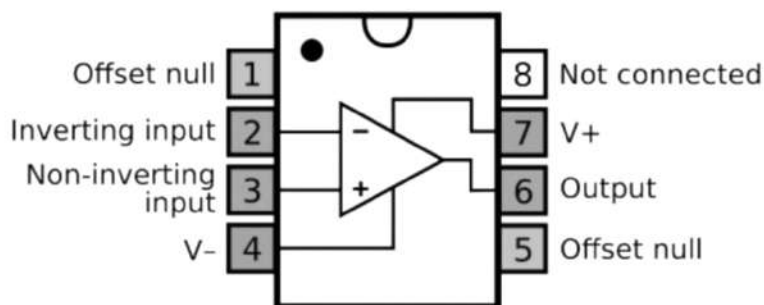
Арк.

43



Рисунок 2.12 - Фото мікросхеми TL071

Мікросхема має корпус DIP8 та вироблена компанією Texas Instruments у США. За роки існування її обрали дуже багато інших виробників, та вибирають досі, що говорить за її гарну якість. Призначення кожної ніжки зображено на рисунку 2.13.



TL071 opamp

Рисунок 2.13 - Призначення ніжок мікросхеми TL071

Останнім у схемі є вихідний буфер. Його основна задача - забезпечити низький вихідний опір пристрою, для того, щоб його можна було підключати у різні підсилювачі, звукові карти, без втрати високих частот та без зайвих шумів. Із цією задачею також гарно справиться транзистор, тільки вже простіший, біполярний 2n3904. Його характеристик цілком вистачить для того, щоб

забезпечити низький вихідний опір. Транзистор 2n3904 зображено на рисунку 2.14.

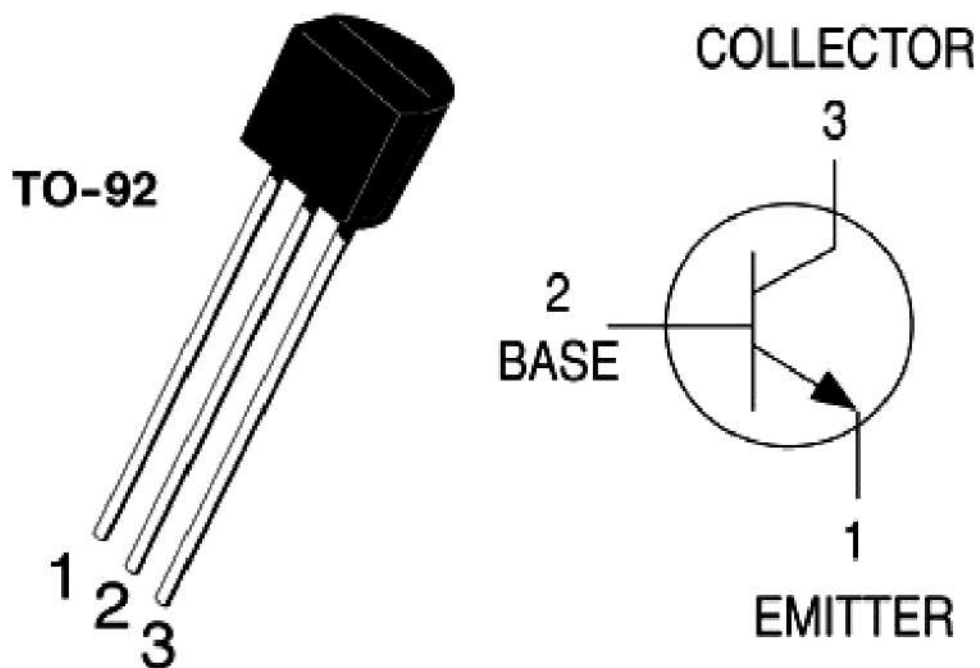


Рисунок 2.14 - Транзистор 2n3904

Зм	Арк	№докум.	Піппис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

45

2.3 Висновки

У другому розділі було розглянуто компонентну базу для виготовлення пристрою. Також було пояснено, чому варто обрати саме такий компонент у такому випадку і який його тип зможе краще працювати у даному випадку. Також окремо було представлено основні компоненти, які будуть використовуватися у виготовленні, розглянуто їх виробників, їх особливості, та їх полярність, якщо така присутня. Якщо дотримуватися правил безпеки та використовувати саме такі компоненти, які зазначено в цій дипломній роботі, то проблеми із виготовленням такого пристрою ні в кого виникнути не має, а за базу компонентів можна бути впевненим, що вона надійна і при правильному монтажу дасть той результат, який потрібно. Отже, якщо усі ці поради було виконано, то можна приступити до виготовлення пристрою, яке буде покроково і дуже детально описано в наступному розділі.

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		46

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

3.1 Підготовка до реалізації

Для початку реалізації потрібно підготувати певні інструменти, та розхідні матеріали, які буде використано в процесі створення. Першою справою я буду підготовлювати корпус, адже потім його буде віддано до цеху порошкового фарбування, і щоб не витратити час на очікування потім, важливо першою справою виконати роботи із ним. Для цього я використовую корпус від компанії Gainta, моделі G0473. Його розміри 115x90x35 міліметрів, яких вистачить для реалізації проекту. Зображення корпусу на рисунку 3.1.

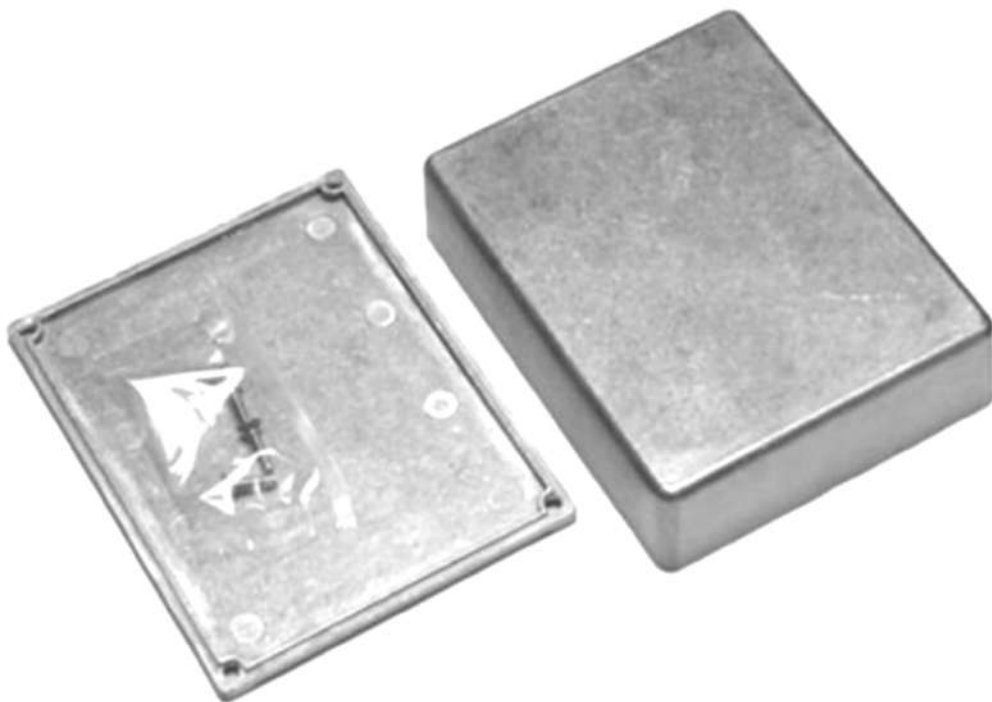


Рисунок 3.1 - Корпус Gainta G0473

Усі роботи, які потрібно із ним провести - свердління по шаблону. Шаблон для свердління я роблю у програмі Sprint Layout 5, яка може видати зображення у

Зм	Арк	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

47

реальному розмірі, що дуже зручно робити це прямо під плату, під розміщення компонентів. При такому підході не потрібно робити зайвих вимірювань, а шаблон просто кладеться на поверхню, де мають бути отвори, фіксується клейкою стрічкою та починається кернування. Шаблон для свердління зображено на рисунку 3.2.

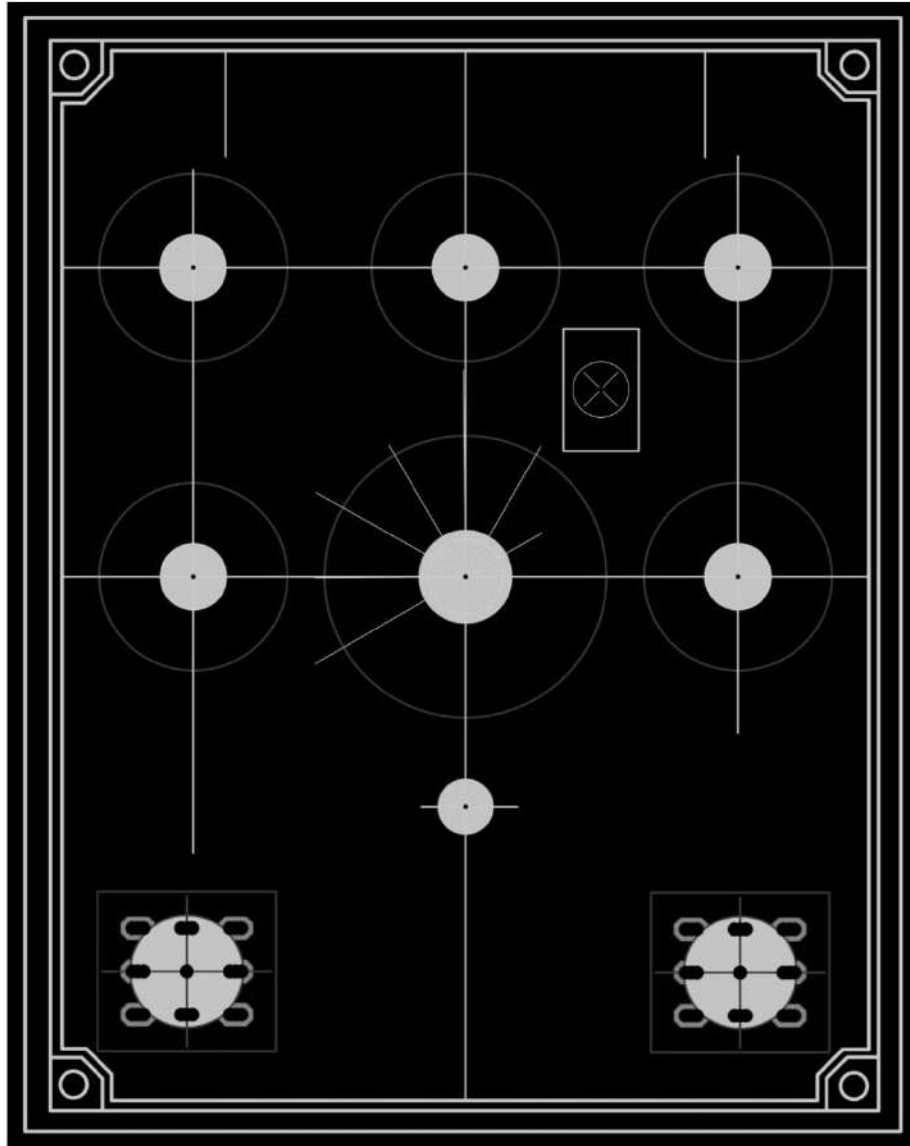


Рисунок 3.2 - Шаблон для свердління корпусу

Поглянувши на шаблон можна помітити, яке буде розміщення компонентів, де будуть розміщені резистори, перемикачі, кнопки, тумблери та індикація.

Зм	Арк	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

48

Шаблон потрібно вирізати по внутрішньому контуру, та прикласти зверху корпусу, після чого надійно закріпити клейкою стрічкою, для фіксації шаблону. Перед початком свердління центри отворів потрібно помітити кернером. Робиться це для того, щоб свердло чітко свердлило в наміченому місці та не зійшло з точки. Після завершення усіх робіт корпус буде виглядати так, рисунок 3.3.

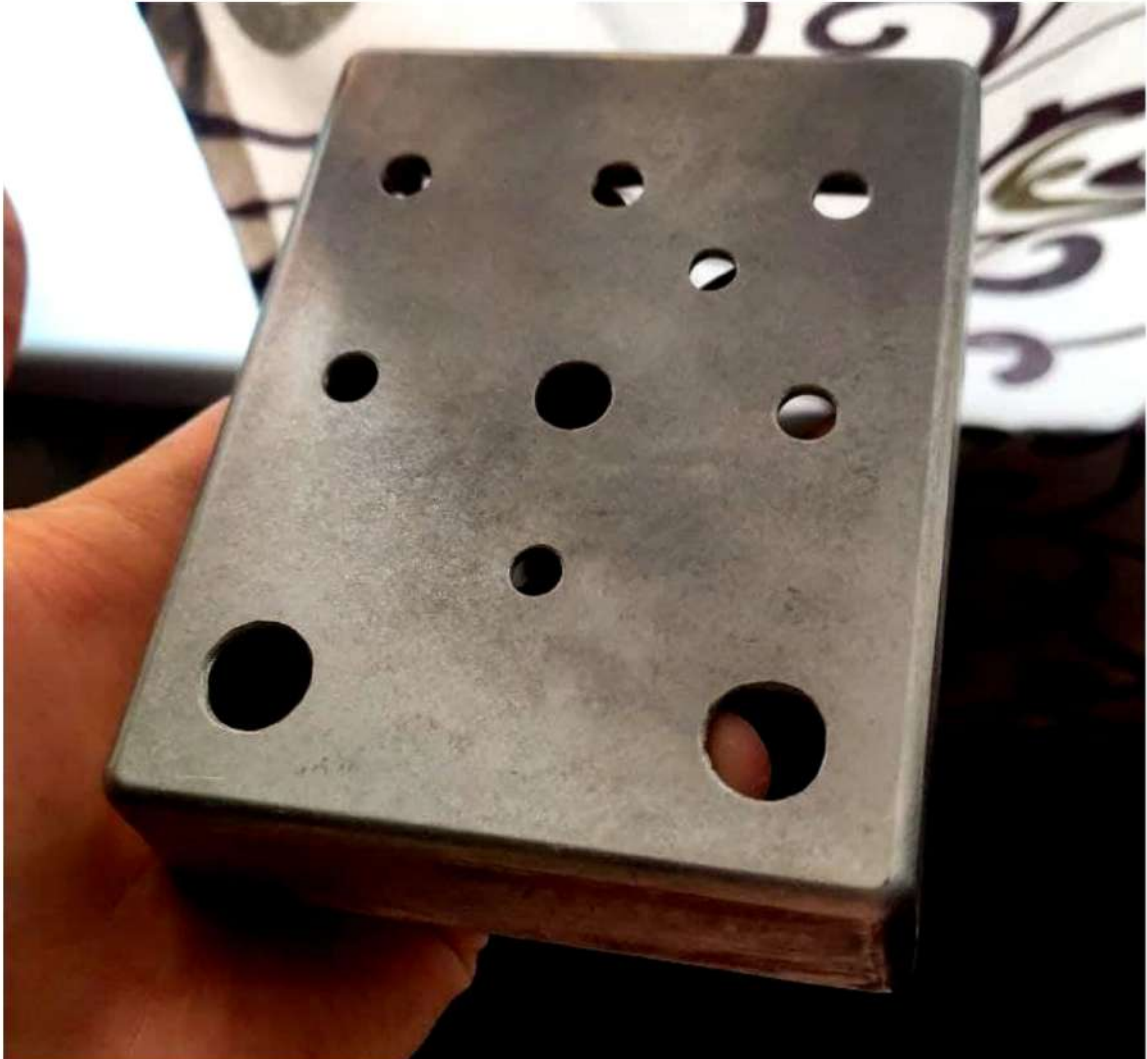


Рисунок 3.3 - Корпус після свердління

Усі отвори корпусу відповідають потрібним розмірам компонентів, тому проблем із їх розміщенням бути не повинно. Усі отвори зашліфовано, отже ніякі компоненти не буде пошкоджено при їх розміщенні.

Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

49

Після цього корпус можна віднести до цеху фарбування порошковою фарбою. У своїй роботі я використовую тільки порошкове фарбування, яке є дуже надійним і разом із металом корпусу має дуже хорошу адгезію. Колір завжди вибираю білий, адже виріб вже має сталій вигляд, та і передню панель я буду робити чорного кольору, тому контраст буде гарний і виглядати все також буде чудово. Після тижня очікування корпус має такий вигляд, рисунок 3.4.



Рисунок 3.4 - Пофарбований корпус

Після закінчення робіт із корпусом я починаю працювати над друкованою платою, яку також буду виготовляти власноруч. Для цього я буду

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		50

використовувати фольгований склотекстоліт, товщиною 1,5 міліметра. Зазвичай він продається шматками розміром із сторінку А4, але для проекту непотрібно такого великого, достатньо розміру 38x62 міліметри. Тому потрібний шматок я відріжу кутовою шліфмашиною. Краї заготовки оброблю наждаком та зашліфую саму поверхню, для того, щоб прибрати окисли міді із поверхні. Мідь реагує моментально із повітрям і дуже швидко утворюються окисли, тому важливо працювати швидко і вірно, для досягнення найкращого результату. Після оброблення заготовка виглядає так, як зображено на рисунку 3.5.

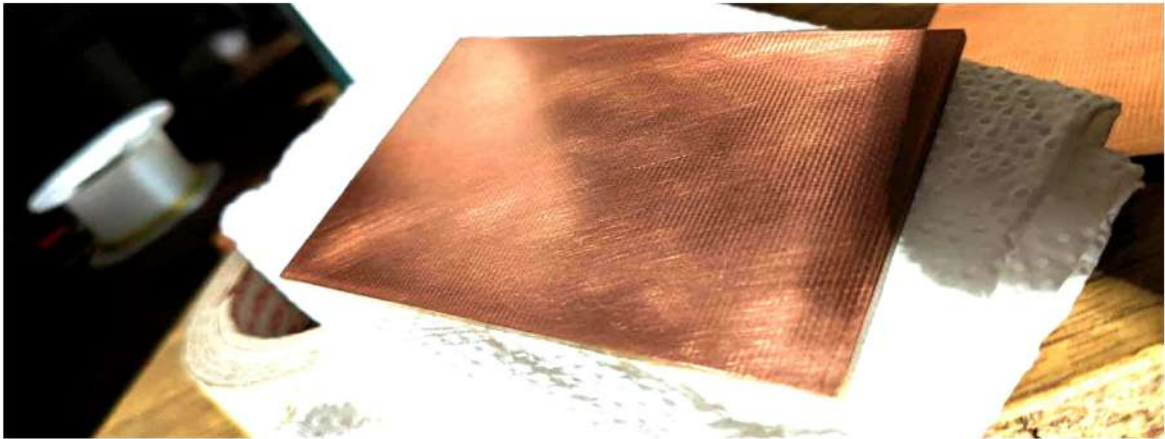


Рисунок 3.5 - Заготовка під друковану плату

Доріжки на платі я буду робити за допомогою технології фоторезистивної плівки. Цю технологію використовують для виготовлення плат на великих виробництвах і в сучасних реаліях це найкращий доступний метод їх створення. Тому мій вибір падає саме на такий метод. Для цього я буду використовувати трафарет плати, роздрукований на прозорій плівці, ультрафіолетову лампу та саму фоторезистивну плівку. Відрізається шматок плівки потрібного розміру із деяким запасом, щоб можна було комфортно працювати із нею після засвічення. Плівка приклеюється на знежирений текстоліт та розправляється, для рівномірного приклеювання по всій площині. Приклеєний фоторезист виглядає так, рисунок 3.6.

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

51

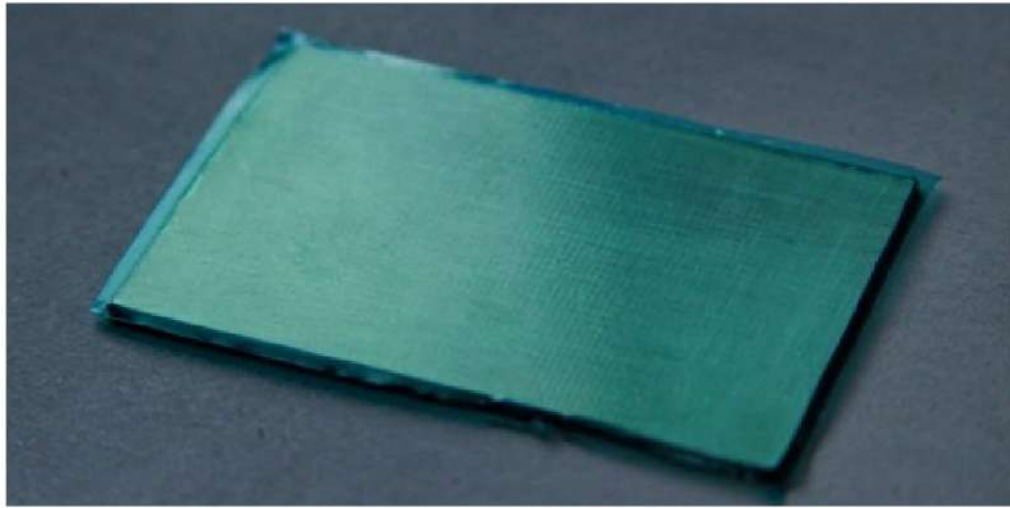


Рисунок 3.6 - Тесктоліт із приклеєним фоторезистом

Далі до плати прикладається інвертований трафарет плати, рисунок 3.7, та починається засвітка ультрафіолетом, рисунок 3.8.

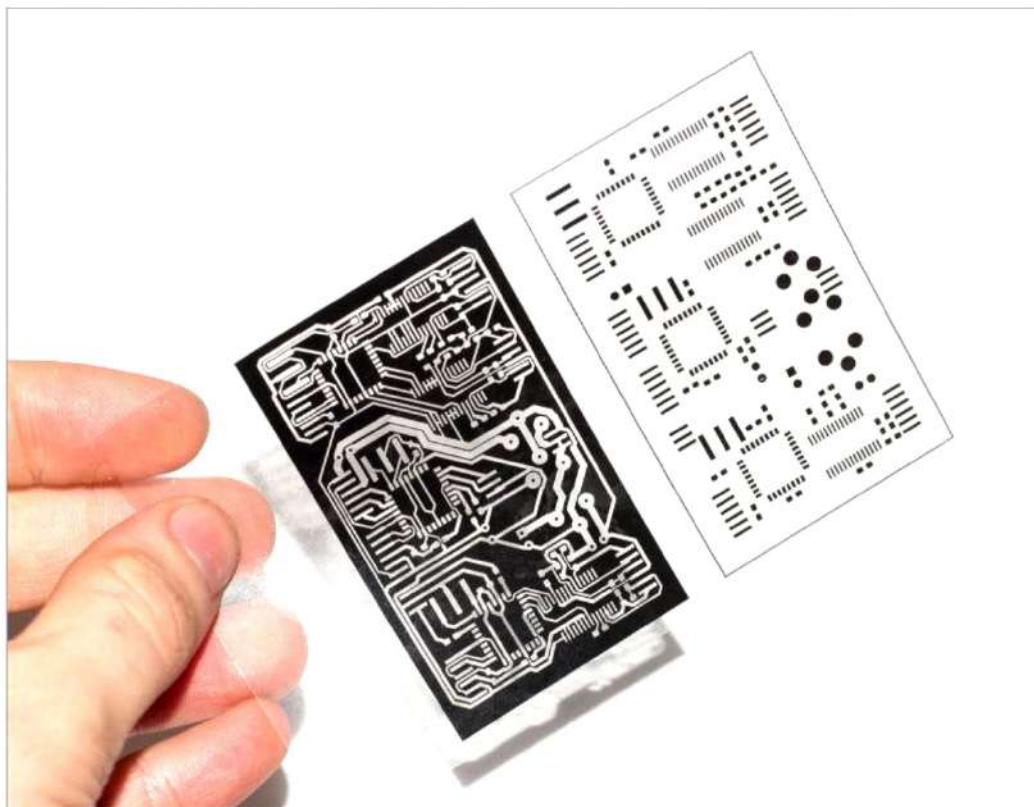


Рисунок 3.7 - Трафарет для плати

Зм	Арк.	№докум.	Пілпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

52

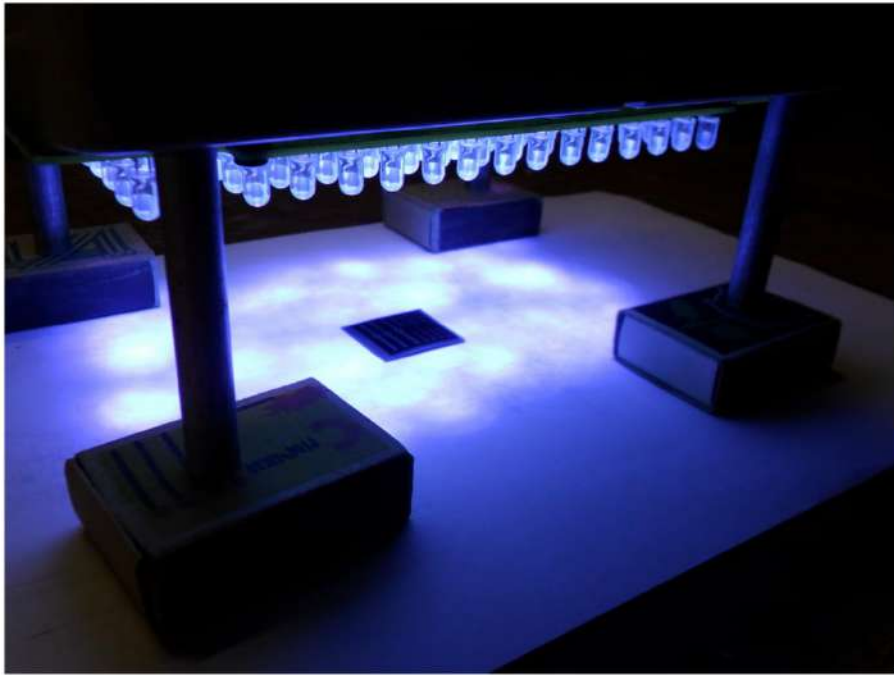


Рисунок 3.8 - обробка плівки ультрафіолетом

Після засвічування трафарет можна забрати та подивитися на якість засвічування. Вже буде видно доріжки плати, а також незасвічені області, які потрібно прибрати, рисунок 3.9.

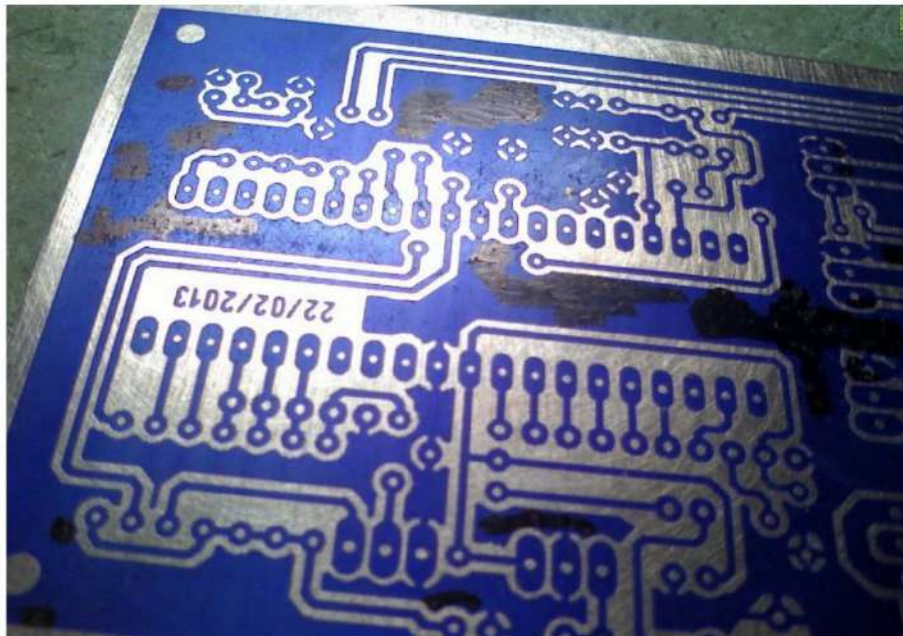


Рисунок 3.9 - Плата після засвічування

Зм	Арк	Нолокун	Пілпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

53

Фоторезист, який ще не засвічений ультрафіолетом має зелений колір, його добре видно на рисунку 39. Також він м'який і може розчинитися розчином води і соди, на відмінну від уже засвіченого, який має синій колір. Змити його розчином води і соди буде найкращим варіантом. Після промивки плата буде мати такий вигляд, як на рисунку 3.10.

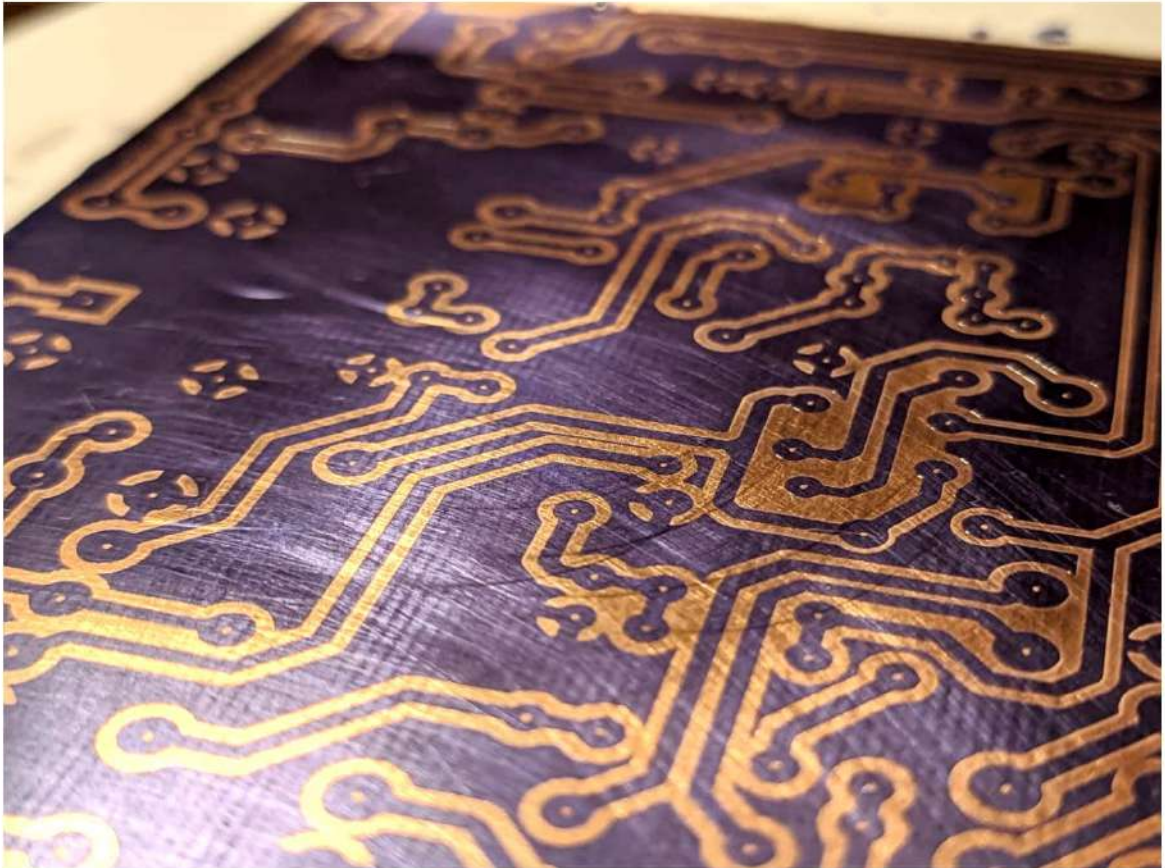


Рисунок 3.10 - Плата на якій розчинено незасвічений фоторезист

Якщо на утвореному трафареті присутні помилки у вигляді місць без фоторезисту, то їх можна виправити, замалювавши маркером, або лаком, я використовую лак.

Коли результат буде задовільним та буде прийняте рішення, що можна рухатись далі, тоді можна відправляти плату у розчин кислоти. У такому розчині незахищені області на платі розчиняться у кислоті, таким чином буде утворено ті самі потрібно доріжки, до який будуть припаюватися компоненти. Кислоту для

Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

54

травлення можна використовувати різну, яка зможе розчинити мідь. Але найпоширеніші це розчин хлорного заліза, перекисі водню, або мідного купоросу. Найшвидший варіант із розчином хлорного заліза, так як він є ідеальним розчинником для міді і використовується багато де. До того ж його гранули дешеві і продаються у багатьох магазинах, що і дозволило використати їх у моїй роботі. Також цей розчин є не дуже безпечним, тому варто проводити усі роботи з ним у провітрюваному приміщенні. Травлення відбувається 15-20 хвилин, розчина бажано підігріти на паровій бані, та час від часу перемішувати. Результат травлення показано на рисунку 3.11 та 3.12.

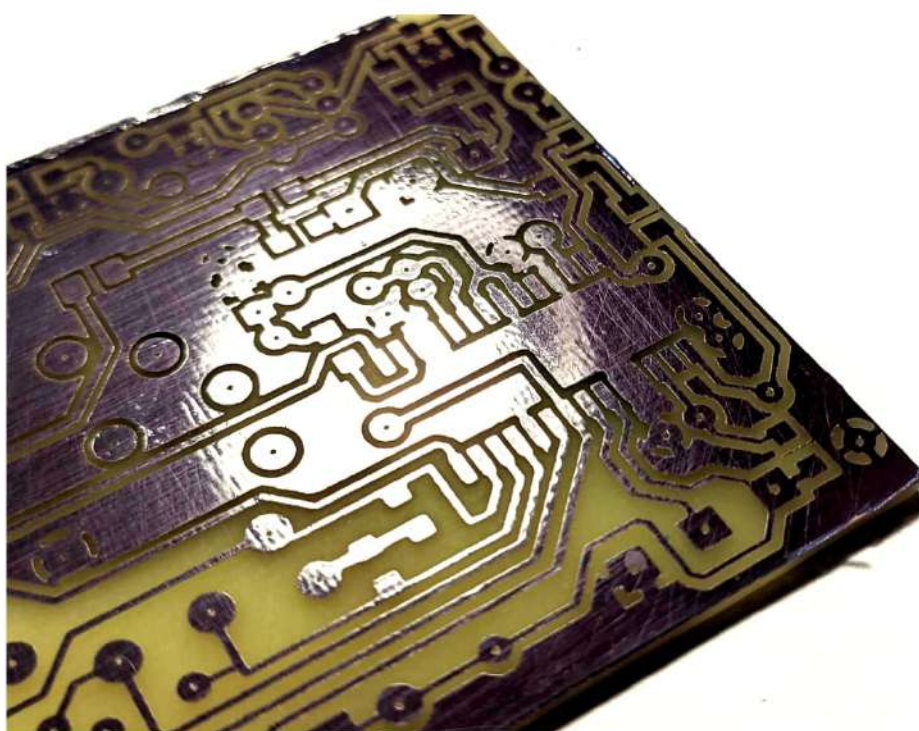


Рисунок 3.11 - Плата після травлення

Зм	Арк	№докум	Пілпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

55

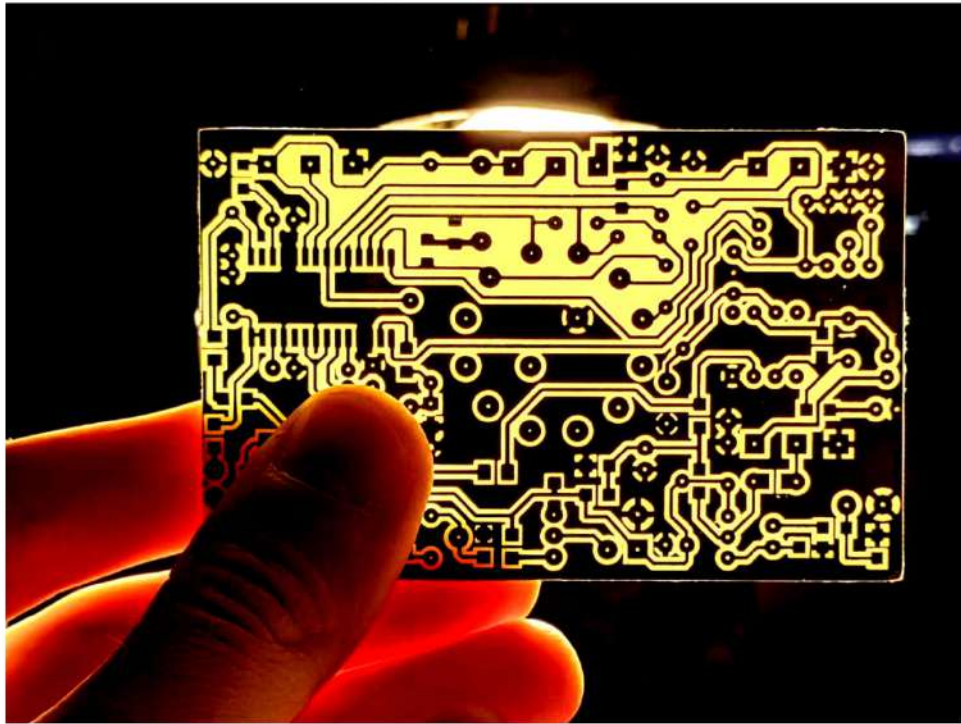


Рисунок 3.12 - Плата після травлення

На витравленій платі чудово видно доріжки, ніяких помилок немає, отже всі пройдені кроки були вдалі і можна рухатися далі.

У цьому проекті я використовую для типи компонентів THT та SMD. Їх різниця в тому, що для компонентів THT потрібні отвори у платі, для їх розміщення. Їх я буду робити на спеціальному станку зробленому виключно під друковані плати. Текстоліт є абразивним матеріалом і тому використовувати звичайні сталеві свердла недоцільно, так як вони швидко затупляться, на них зросте навантаження, а згодом вони і взагалі зламаються. Тому для свердління текстоліту я використовую особливі карбідові свердла, які в рази міцніше за сталеві не бояться абразивних поверхонь, рисунок 3.13.

Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

56



Рисунок 3.13 - Карбідні свердла

Їх особливість у сплаві металу, який використовується, хоча він і дуже міцний, але крихкий, тому може запросто зламатися просто впавши на підлогу, на плитку. Тому варто бути обережним із таким особливим матеріалом. Після завершення процесу свердління плата має наступний вигляд, рисунок 3.14.

Зм	Арк	№докум.	Піппис	Лата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

57

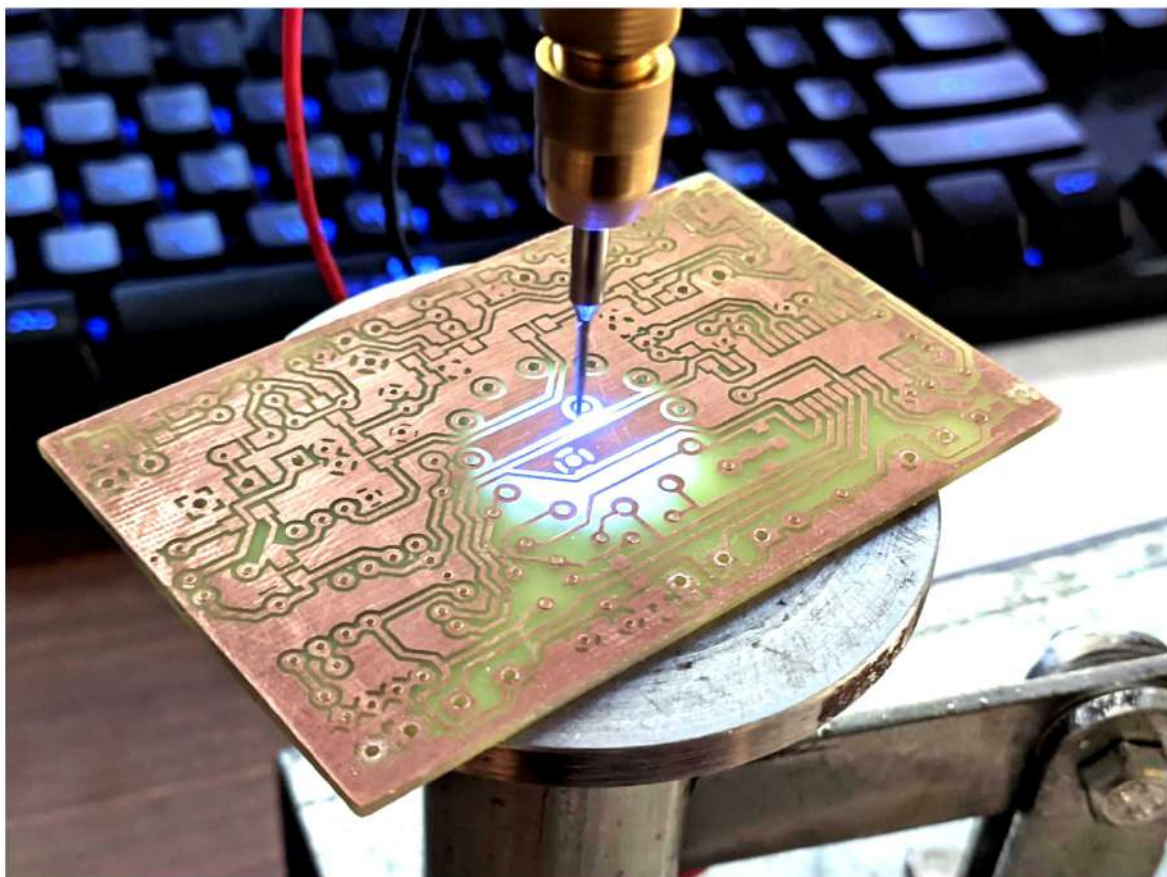


Рисунок 3.14 - Плата після процесу свердління

Я використав свердла діаметром 0.8 мм, та 1.2 мм. Цих розмірів цілком достатньо для усіх видів компонентів. У такому вигляді плата уже буде працювати, але додатково, щоб захистити доріжки від корозії я покрию їх сплавом Розе. Особливість цього сплаву в тому, що він має температуру плавлення в 94 градуси за Цельсієм. Тому працювати з ним можна просто у гарячій воді, або у гарячому гліцерині, так як він має більшу температуру кипіння. Плата кладеться у розчин і зверху кладеться кілька гранул, з часом нагрівання гранули розплавляються. У такому стані метал можна розподілити по поверхні плати, щоб він покривав усі доріжки. Такий спосіб захисту доріжок ще називають лудженням. Із таким захистом платі не страшні ніякі зміни температур та вологості, адже сплав Розе не піддається окислам та корозії. Після цих дій можна вважати плату готовою і починати готуватися до монтажу елементів. Готовий вигляд плати зображено на рисунку 3.15.

Зм	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

58

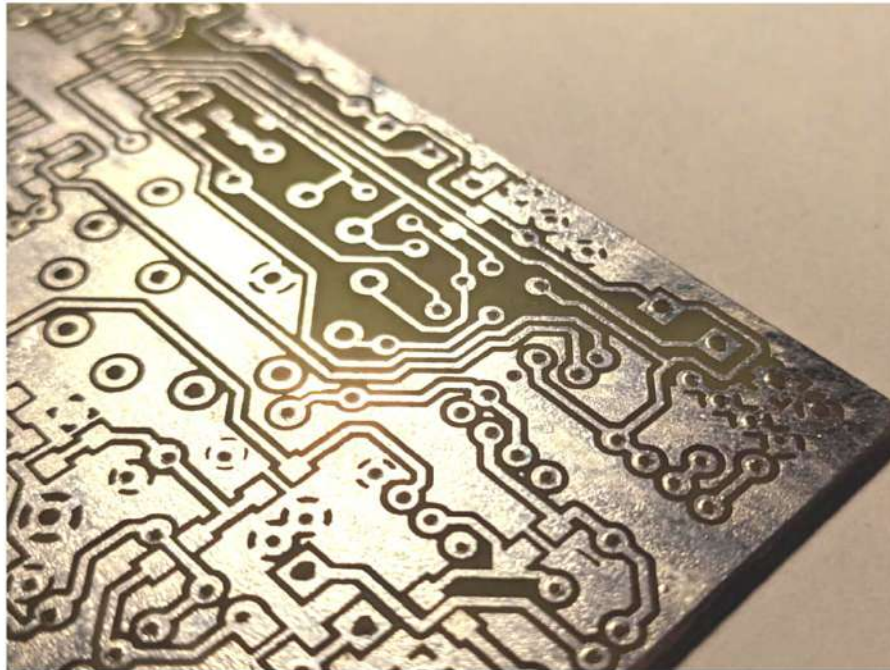


Рисунок 3.15 - Вигляд готової плати

3.2 Монтаж елементів

У цьому проекті монтаж елементів буде проводитися по розміру, від найменших елементів до найбільших, тому почну із найменших резисторів, рисунок 3.16.

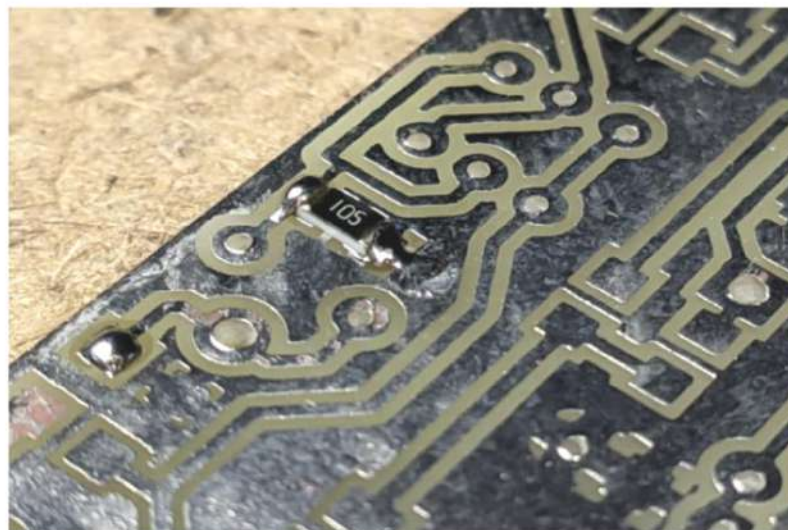


Рисунок 3.16 - Розпочато монтаж резисторів

Зм	Арк.	Нолокум.	Пілпис	Лата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.
59

Резистори є найменшими деталями у цьому проекті, тому їх монтаж відбувається пінцетом та з обережною пропайкою кожного контакту, аби вони буде закріплені рівно і обережно. Закінчений монтаж показано на рисунку 3.17.

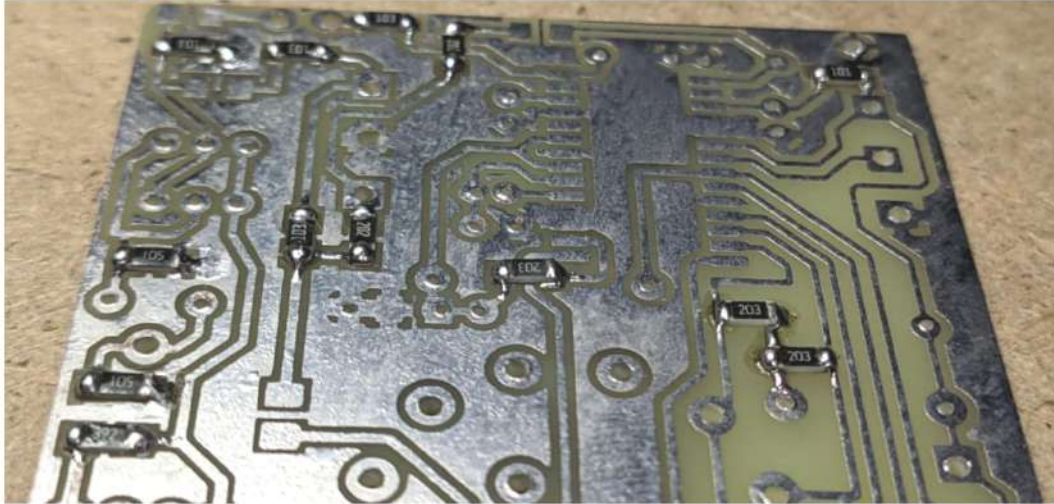


Рисунок 3.17 - Завершений монтаж резисторів

Наступними по розміру йдуть конденсатори. Хоч вони і також мають розмір 1206, але вони більш “товстіші” за резистори, тому і йдуть наступними, розпочатий монтаж зображено на рисунку 3.18.

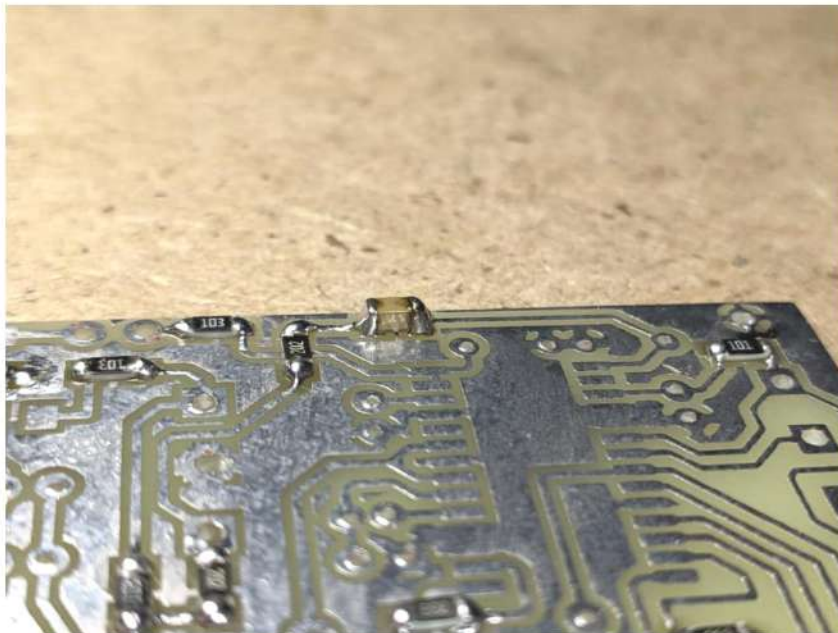


Рисунок 3.18 - Розпочатий монтаж конденсаторів

Зм	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

60

Так само як і з резисторами, конденсатори ставляться на своє місце пінцетом, притискаються та пропаюються з обох сторін, для надійного положення. Завершений процес монтажу конденсаторів зображено на рисунку 3.19.

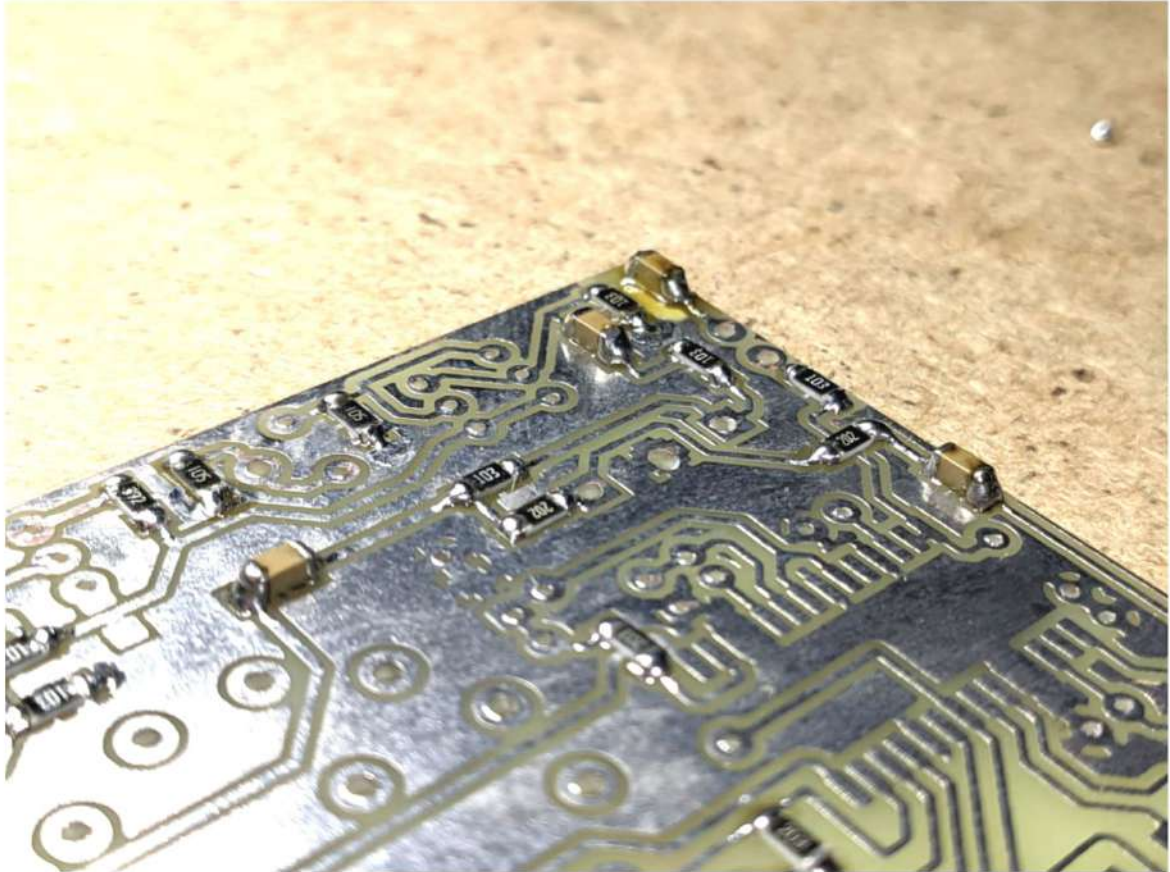


Рисунок 3.19 - Завершений монтаж конденсаторів

Наступною є найважча частина монтажу за увесь проект - монтаж процесора. Будь які напівпровідники не люблять зайвого нагріву, в тому числі і процесори. Тому монтаж має відбуватися швидко і якісно, із затриманим диханням, щоб не з'єднати каплею олова ніжки процесора між собою. Процесор так ставиться на свої контакти, які можна побачити на рисунку 3.20, та закріплюється декількома крайніми точками, для того, щоб не було можливого його змістити, чи зігнути якусь ніжку, що можливо, коли процесор закріплено всього на одну точку. Також варто спостерігати за тим, щоб капля олова не

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КвРКІ.170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

61

з'єднала непотрібні ніжки процесора, так як це може закінчитися дуже погано для нього. Готовий монтаж зображено на рисунку 3.21.

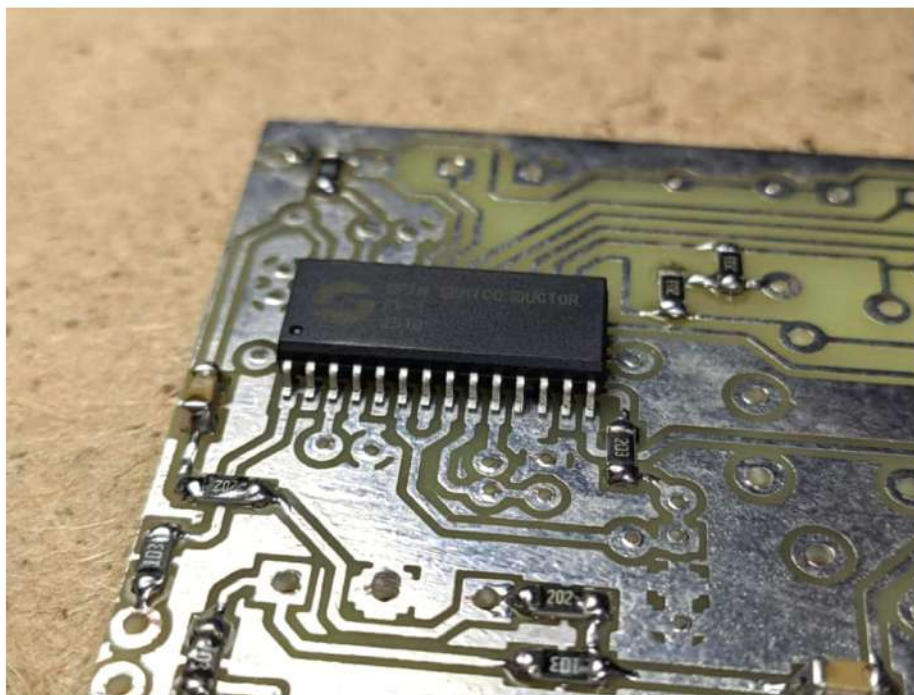


Рисунок 3.20 - Процесор на своїх контактах, готовий до монтажу

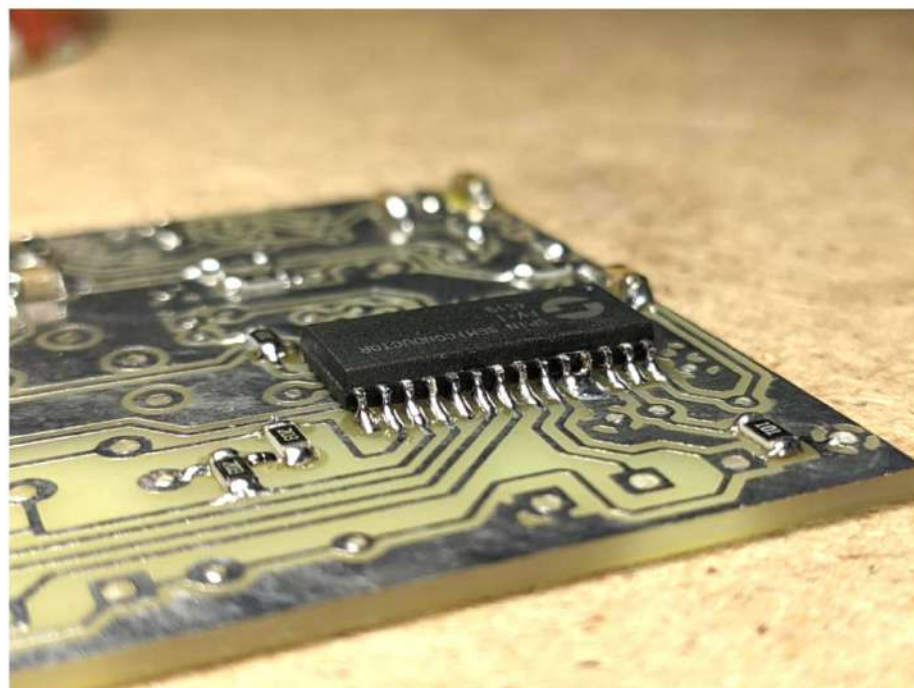


Рисунок 3.21 - Завершений монтаж процесора

Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.
62

Після завершення монтажу SMD компонентів на черзі ТНТ компоненти.
Починаю із найменших діодів, рисунок 3.22, рисунок 3.23.

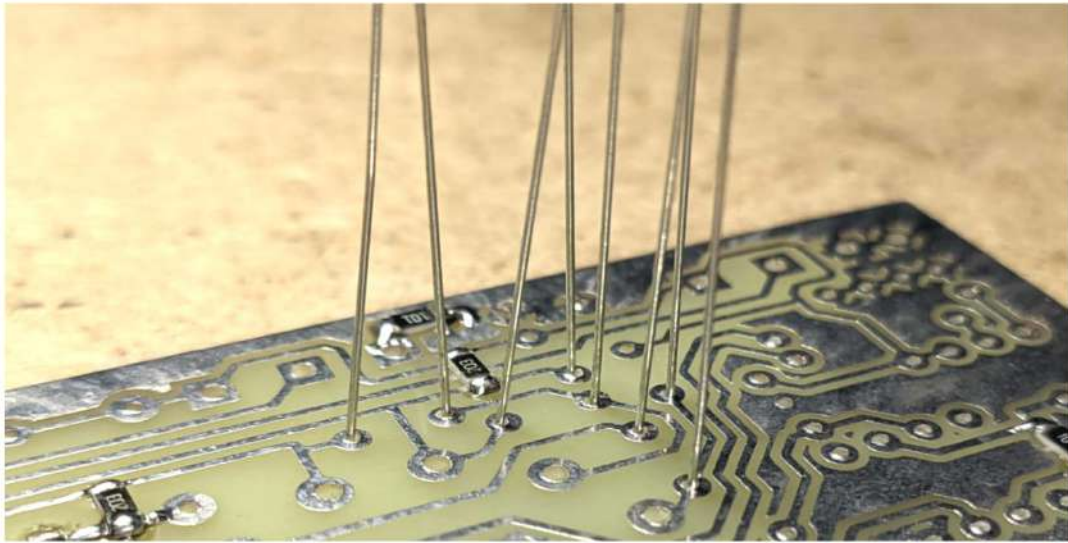


Рисунок 3.22 - Монтаж діодів, вигляд зі сторони доріжок



Рисунок 3.23 - Монтаж діодів, вигляд зі сторони деталей

Зм	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

63

Наступними до монтажу беруться керамічні конденсатори, плівкові конденсатори, перемички, та кварцовий резонатор, для стабільної роботи процесора, рисунок 3.24.

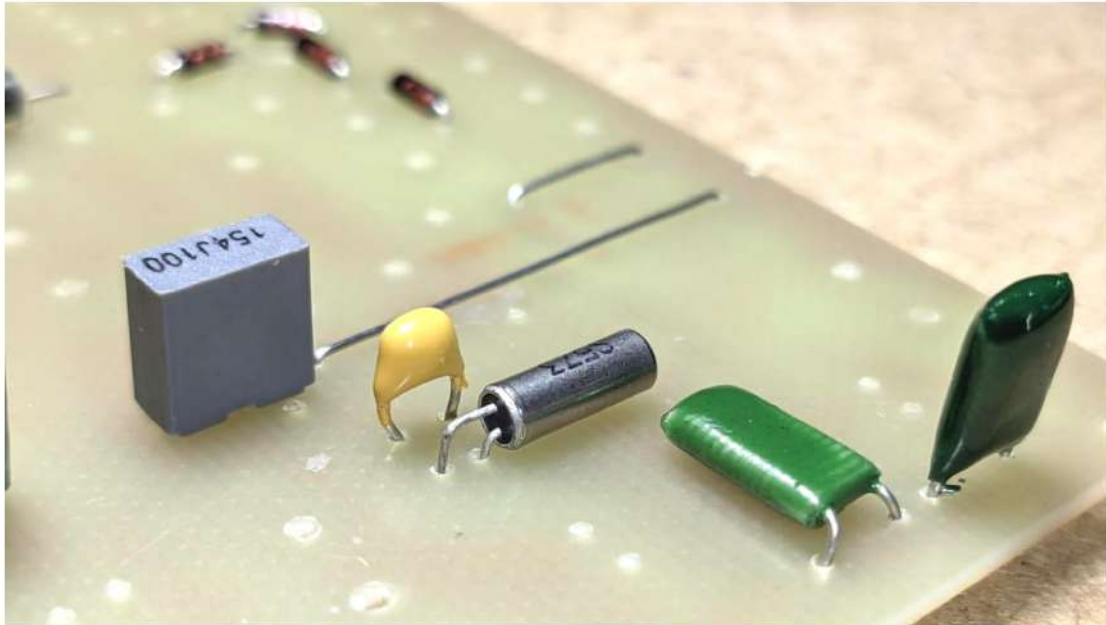


Рисунок 3.24 - Монтаж конденсаторів, перемичок, кварцового резонатора

Слідом йдуть буферні транзистори, рисунок 3.25.

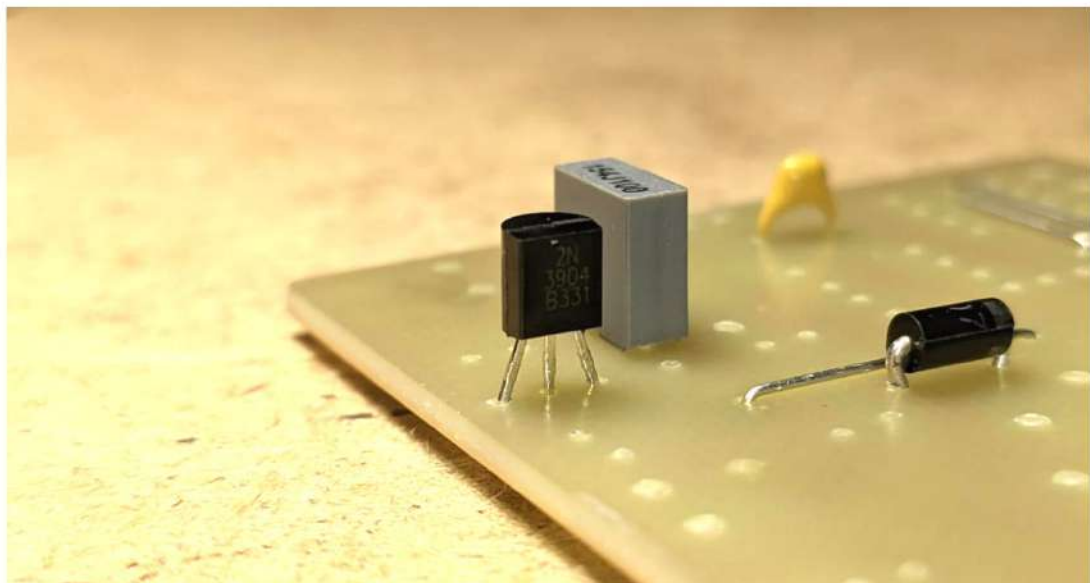


Рисунок 3.25 - Транзистор 2n3904

Зм	Арк.	Но́докум.	Пі́лпис	Лата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

64

Останніми на черзі електролітичні конденсатори, перемикач двійкового сигналу та потенціометри. Монтаж плати можна вважати завершеним, рисунок 3.26.

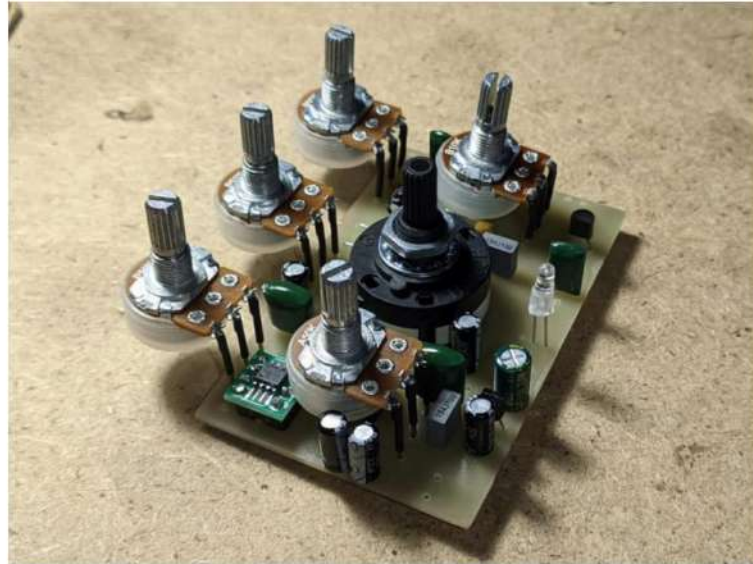


Рисунок 3.26 - Завершений монтаж плати

Тестовий запуск плати, рисунок 3.27.

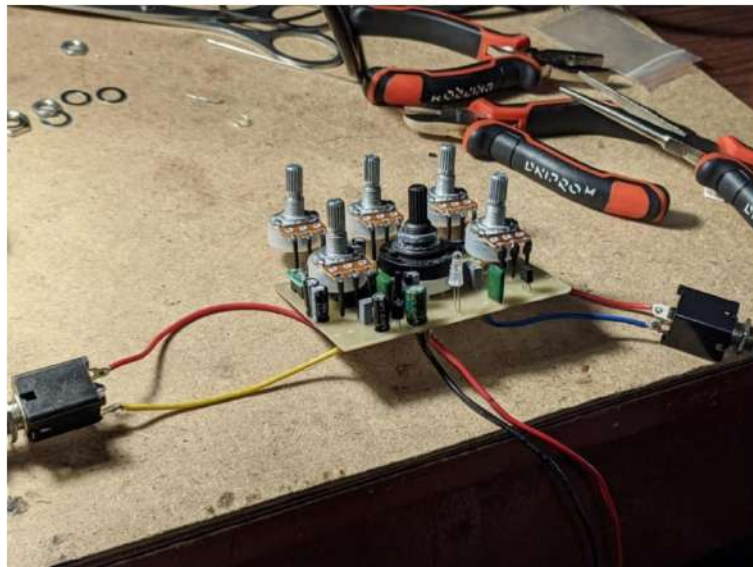


Рисунок 3.27 - Тестовий запуск плати

Зм	Арк.	№ докум.	Піппис	Лата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.
65

Тестова перевірка показала, що плата працює справно, звук оброблюється так, як треба і ніяких несправностей не виявлено. Отже можна монтувати плату в корпус, разом із іншими механічними деталями, рисунок 3.28.



Рисунок 3.28 - Примірка компонентів перед фінальним монтажем в корпус

Зм	Арк.	Нолокум.	Пілпис	Лата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.
66

У фінальному монтажі використовуються 6,3мм гнізда під джеки, гніздо живлення, 3PDT кнопки, із фіксацією і без неї. Завершений монтаж зображено на рисунку 3.29.



Рисунок 3.29 - Завершений монтаж плати

Зм	Арк.	№докум.	Піппис	Лата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

67

Готовий вигляд виробу зображено на рисунку 3.30.



Рисунок 3.31 - Закінчений виріб у працюючому стані

До виробу додається принципова схема та функційна схема, ці схеми буде винесено в додаток А. Прошивка процесора буде винесена в додаток Б.

Зм	Арк	№ док.ум.	Підпис	Дата

КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.

68

3.3 Висновки

У третьому розділі було розглянуто технічну і практичну сторону цієї роботи. Було виготовлено друковану плату за допомогою технології фоторезистивного засвічування. Плату було оброблено захисним матеріалом - сплавом Розе. На плату було розміщено потрібні компоненти в форматі SMD та ТНТ. Також було розглянуто підготовку корпусу девайсу, його правильне свердління та фарбування. Було проведено попереднє примірювання усіх механічних деталей, стосовно їх правильних розмірів і розміщенні в корпусі. Також було зроблене фото реального вигляду пристрою. За усіма цими пунктами можна підсумувати, що девайс працює справно і виконує свої задачі. Усі завдання, які були поставленні перед виконанням - виконано.

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№докум.	Піппис	Дата		69

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломної роботи було розглянуто теоретичну та практичну частину створення пристрою по обробці звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1. Було розглянуто актуальність цього пристрою, його переваги над іншими, особливості його роботи, та особливості керування.

У практичній частині було детально розглянуто створення друкованої плати методом фоторезистивного засвічування, та створення можливостей для монтажу SMD та THT компонентів. Згодом було показано і сам монтаж кожного типу елементів, та його розміщення на друкованій платі. По завершенню монтажу пристрій оброблює сигнал та робить це без помилок і поломок, що означає якісно виконане планування та монтаж усіх компонентів.

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		70

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт компанії Spin Semiconductor URL: <http://www.spinsemi.com/> (дата звернення: 28.05.2021)
2. Офіційні документи по процесору FV-1 компанії Spin Semiconductor URL: <http://www.spinsemi.com/Products/datasheets/spn1001/FV-1.pdf> (дата звернення: 28.05.2021)
3. Анлого-цифрове перетворення URL: <https://joiner.org.ua/3/2009-07-09-10-37-31/2009-09-05-20-33-01.html> (дата звернення: 28.05.2021)
4. Цифро-аналогове перетворення URL: <http://vozom.ho.ua/Dac/page11.html> (дата звернення: 29.05.2021)
5. Патент на цифро-аналогове перетворення URL: <https://uapatents.com/8-67868-sposib-cifro-analogovogo-peretvorennya.html> (дата звернення: 30.05.2021)
6. Структура мікропроцесорів URL: <http://www.uklass.ua/materiali?chtid=459&mode=cht> (дата звернення: 28.05.2021)
7. Офіційний сайт компанії Microchip URL: <https://www.microchip.com/> (дата звернення: 28.05.2021)
8. Офіційні документи по пам'яті EEPROM компанії Microchip URL: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/24LC64F> (дата звернення: 28.05.2021)
9. Офіційні документи по транзистору 2n3904 URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/345430/TI/2N3904.html> (дата звернення: 30.05.2021)
10. Офіційні документи по транзистору j201 URL: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/53142/FAIRCHILD/J201.html> (дата звернення: 30.05.2021)
- 11 Jian, M.-S.; Yang, K. S.; Lee, C.-L. Modular RFID parking management system based on system integration. WSEAS Trans. Syst. 2008, 7, 706–716
12. Salcido A. Cellular Automata - Simplicity Complexity. InTech, 2011.

					КвРКІ. 170268.17.02.08 ПЗ	Арк.
Зм	Арк.	№докум.	Піліпис	Дата		71

580 pp.

13. Solov'ev V.V. Minimization of Mealy finite-state machines variables for state assignment. *J. Comput. Syst. Sci.* 2017. Vol. 56. Pp. 96–104.
14. Barkalov A.A., Titarenko L.A., Barkalov A.A. Structural decomposition as a tool for the optimization, implementation of FSM. *Cybern Syst.* 2012. Vol. 48. Pp. 313–322.
15. Tang, V.W.S.; Zheng, Y.; Cao, J. Intelligent FV-1 management system.
16. Алгоритми обробки сиглану URL: <https://mstratman.github.io/fv1-programs/> (дата звернення: 01.06.2021)
17. Алгоритми у відкритому доступі URL: <https://github.com/mstratman/fv1-programs> (дата звернення: 01.06.2021)
18. Розробка платформи реверберації URL: <https://github.com/mstratman/fv1-pedal-platform> (дата звернення: 01.06.2021)
19. Галерея готових виробів на базі процесора URL: FV-1 <https://mas-effects.com/mimirs-well/> (дата звернення: 02.06.2021)
20. Информационная революция и становление информационного общества. Санкт-Петербург.: Невский институт языка и культуры, 2014. 22 с
21. Steffen B., Isberner M., Naujokat S. et al. Property-driven benchmark generation: synthesizing programs of realistic structure. *Int J Softw Tools Technol Transfer.* 2014. Vol. 16. Pp. 465–479.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

Код для мікросхеми пам'яті EEPROM

```
;Guitar reverb/flange
;pot0 = reverb mix
;pot1 = flange rate
;pot2 = flange mix
;
mem fladel 512
;
mem ap1 150 ;reverb allpass at reverb input
mem ap2 221 ;reverb allpass at reverb input
mem ap3 345 ;reverb allpass at reverb input
mem ap4 431 ;reverb allpass at reverb input
mem rap1 1157 ;reverb ring AP
mem rap1b 2257 ;reverb ring AP
mem rap2 1978 ;reverb ring AP
mem rap2b 1678 ;reverb ring AP
mem rap3 1850 ;reverb ring AP
mem rap3b 2456 ;reverb ring AP
mem rap4 1234 ;reverb ring AP
mem rap4b 1567 ;reverb ring AP
mem d1 2180 ;reverb ring delay
mem d2 3956 ;reverb ring delay
mem d3 4165 ;reverb ring delay
mem d4 3456 ;reverb ring delay
;
equ fladel_138 fladel+138 ;mid pointer to flange delay
equ fladel_139 fladel+139 ;mid pointer to flange delay +1
```

```

equ ramp reg0 ;used to generate ramp waveform
equ tri reg2 ;triangle made from ramp
equ flaout reg3 ;mixed flanger output
equ fladout reg4 ;flange delay output
equ mix reg5 ;mix coefficient for flanger
equ fbk reg6 ;fbk coefficient for feedback around mixed flanger
equ fract reg7 ;fractional portion of flange read address
equ k1 reg8 ;first coefficient for linear interpolation
equ k2 reg9 ;second coefficient for linear interpolation
equ temp reg10 ;general temp register
equ revin reg11 ;input to reverb ring
equ rfil reg12 ;reverb ring filter register

```

```

;-----

```

```

;set up lfo for reverb, 0.5Hz, +/-20 samples:

```

```

;-----

```

```

skp RUN, LOOP

```

```

wlds 0, 12, 160 ;setup LFO0

```

```

LOOP:

```

```

;-----

```

```

;-----

```

```

;prepare mix values from pot2:

```

```

;-----

```

```

rdax pot2, 1.999 ;make pot2 cause mix to be 1:1 at 50% rotation and greater.

```

```

wrax mix, 0 ;flange mix is pot2, gain causes saturation limit at approx 1.0, pot2 at

```

midscale

```

rdax pot2, 1.0

```

```

mulx pot2

```

```

wrax fbk, 0 ;feedback is squared pot2, 0 to 1.0

```

```

;-----

```

```

;write input to flanger:

```

```

;-----

```

```
rdax fladout, 0.6 ;get fraction of flange output
mulx fbk ;multiply by feedback function
rdax adcl, 0.5 ;add inputs * 0.5 each
rdax adcr, 0.5
wra fladel, 0 ;write flange delay input, clear acc
```

```
;-----
```

```
; flange rate from pot 1
; as adder value to ramp
; gen, filtered at 0.3Hz:
```

```
;-----
```

```
rdax pot1, 1.0 ;read pot1
mulx pot1 ;square value, range = 0 to 1
sof 0.05, 0.005 ;scale to range of 0.005 to 0.55
sof .001, 0 ;scale further to 0.00005 to 0.0055
rdax ramp, 1.0 ;add to ramp value
and 0xbffff ;allow for rollover (bypasses saturation limiting)
wrax ramp, 1.0 ;write back to ramp register, keep acc
sof 1.0, -0.25 ;subtract 0.25 to center rampwave about 0
maxx reg0, 0 ;get absolute value (make triangle wave from 0 to 0.25)
sof 1.0, -0.125 ;subtract 0.125 to make triangle wave go -0.125 to +0.125
sof .00015, 0 ;scale to filter
rdax tri, 0.9999 ;filter triangle waveform so that pitch bend does not get too great at
```

high rates

```
wrax tri, 0 ;write triangle wave to register, clear accumulator
```

```
;-----
```

```
; now formulate delay pointer,
; and pass through to fract calc:
```

```
;-----
```

```
or fladel_138 < 8 ;fladel^ + 138 ;get midpoint address pointer
rdax tri, 0.03125 ;add triangle wave modulation, scaled to fit delay range
wrax addr_ptr, 1.0 ;establish address for lower interpolation sample
```

```
;-----
```

```
; address pointer set, now develop fraction of tri:
```

```
;-----
```

```
and 0x0000ff ;mask off integer portion of address, leaving a fractional value in the  
lowest acc byte
```

```
sof -2.0, 0 ;these operations shift the resulting fractional value to the range 0.0 to  
0.999...
```

```
sof -2.0, 0 ;only -2.0 is exact, but it changes sign of shifted value
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof -2.0, 0
```

```
sof 1.9999 ,0 ;15 shifts, last one is positive, and 1.9999 is nearly 2.0...
```

```
wrax k2, 1.0 ;write result as coefficient for second sample read
```

```
sof -1.0, 0.999 ;K1 is 1-K2 (or very nearly)
```

```
wrax k1, 0.0 ;write result as coefficient for first sample read
```

```
;-----
```

```
;read from first pointer:
```

```
;-----
```

```
rmpa 1.0 ;, 0 ;read memory for first sample read
```

```
mulx k1 ;multiply by K1
```

```
wrax temp, 0 ;and store in temp, while clearing the acc
```

```
;-----
```

```
;get second pointer:
```

```

;-----
or fladel_139 < 8 ;fladel^ + 139 ;form second pointer
rdax tri, 0.03125 ;add triangle waveform again
wrax addr_ptr, 0 ;establish address for upper interpolation sample
rmpa 1.0 ;, 0 ;read second interpolation sample
mulx k2 ;multiply by K2
rdax temp, 1.0 ;add temp (first value*K1)
wrax fladout, 1.0 ;write the result to the flanger delay output
mulx mix ;multiply by the mix value
rda fladel, 1.0 ;add the input to the flanger delay
wrax flaout, 0.0 ;write result to flaout and clear acc
;

```

```

;-----

```

;do ap smearing to reverb ring allpass filters, modulating them with LFO0, sin, cos,
inv sin, inv cos:

```

;-----

```

```

cho RDA, sin0, 0x06, rap1+50
cho RDA, sin0, 0, rap1+51
wra rap1+100, 0
cho RDA, sin0, 0x07, rap2+50
cho RDA, sin0, 1, rap2+51
wra rap2+100, 0
cho RDA, sin0, 0x0E, rap3+50
cho RDA, sin0, 0x08, rap3+51
wra rap3+100, 0
cho RDA, sin0, 0x0F, rap4+50
cho RDA, sin0, 0x09, rap4+51
wra rap4+100, 0
;

```

;do reverb input allpass filters:

```

;
```

```

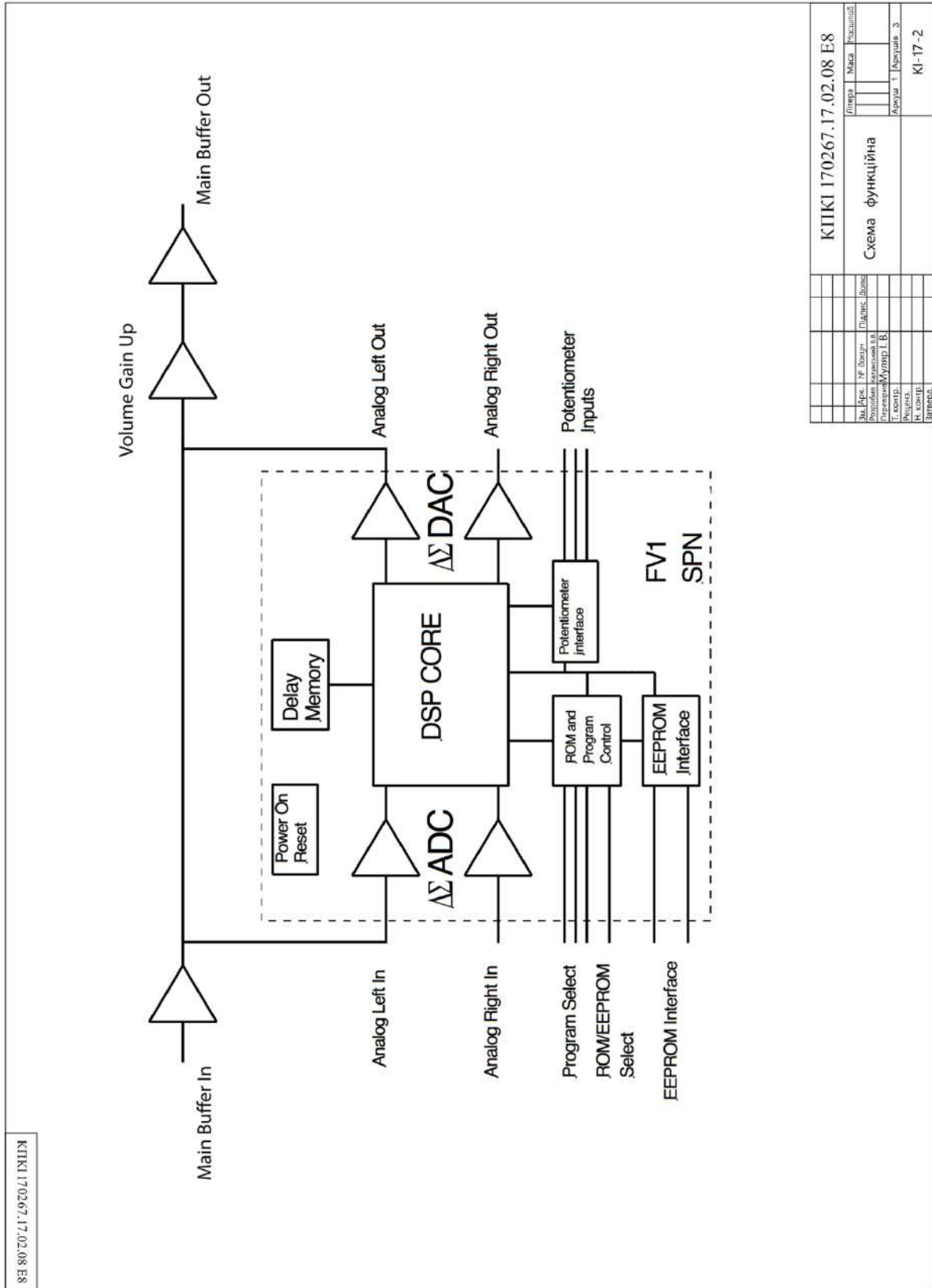
rdax flaout, 0.5 ;read value from flanger process
```

```
rda ap1#, -0.6 ;do 4 all pass filters:
wrap ap1, 0.6
rda ap2#, -0.6
wrap ap2, 0.6
rda ap3#, -0.6
wrap ap3, 0.6
rda ap4#, -0.6
wrap ap4, 0.6
wrax revin, 0.0 ;write result to revin, clear acc
;
rda d4#, 0.4 ;ring process, read last delay
rda rap1#, -0.6 ;do 1st ring allpass
wrap rap1, 0.6
rda rap1b#, -0.7 ;do second ring allpass
wrap rap1b, 0.7
rdax revin, 0.5 ;read value from input allpass filters.
wra d1, 0.0 ;write the output to the next delay, clear acc
;
rda d1#, 0.4 ;do 3 more:
rda rap2#, -0.6
wrap rap2, 0.6
rda rap2b#, -0.7
wrap rap2b, 0.7
rdax revin, 0.5
wra d2, 0.0
;
rda d2#, 0.4
rda rap3#, -0.6
wrap rap3, 0.6
rda rap3b#, -0.7
wrap rap3b, 0.7
rdax revin, 0.5
```

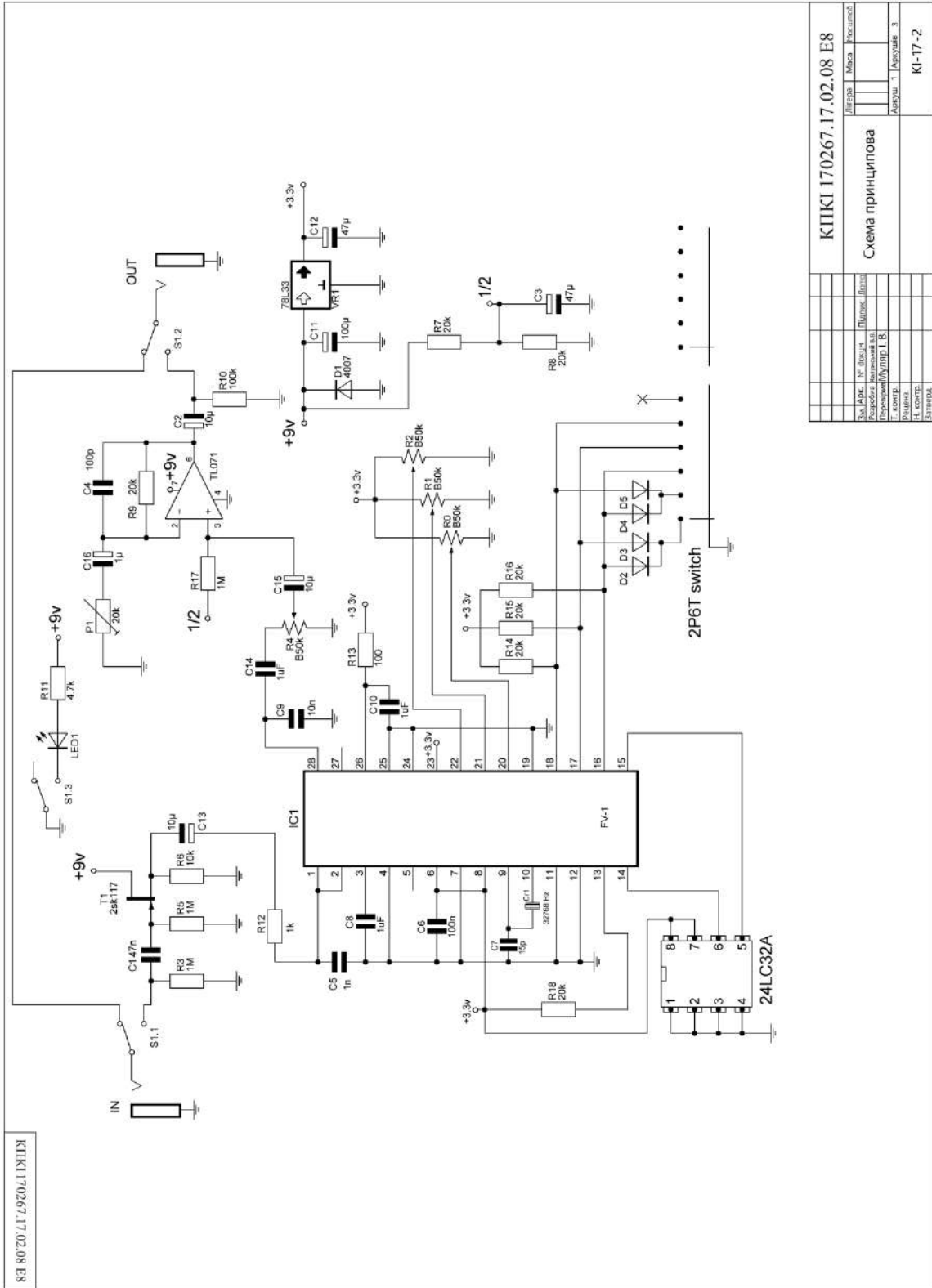
```
wra d3, 0.0
;
rda d3#, 0.4
rda rap4#, -0.6
wrap rap4, 0.6
rda rap4b#, -0.7
wrap rap4b, 0.7
rdax revin, 0.5
wra d4, 0.0
;
rda d1+3000, 1.0 ;sum weighted taps from the reverb ring delays
rda d2+1239, 0.8
rda d3+2341, 0.7
rda d4+302, 0.6
rdfx rfil, 0.5
;
mulx pot0 ;multiply reverb output by pot0
mulx pot0 ;do again (as if pot0 was a square function)
rdax flaout, 0.5 ;add flaout
sof 1.999, 0 ;scale gain back up
wrax dacr, 1.0 ;write to right output, save accumulator
wrax dacl, 0 ;write to left output, clear acc
```

Додаток Б
(обов'язковий)

Копія креслення «Схема функційна»



Копія креслення «Схема принципова»

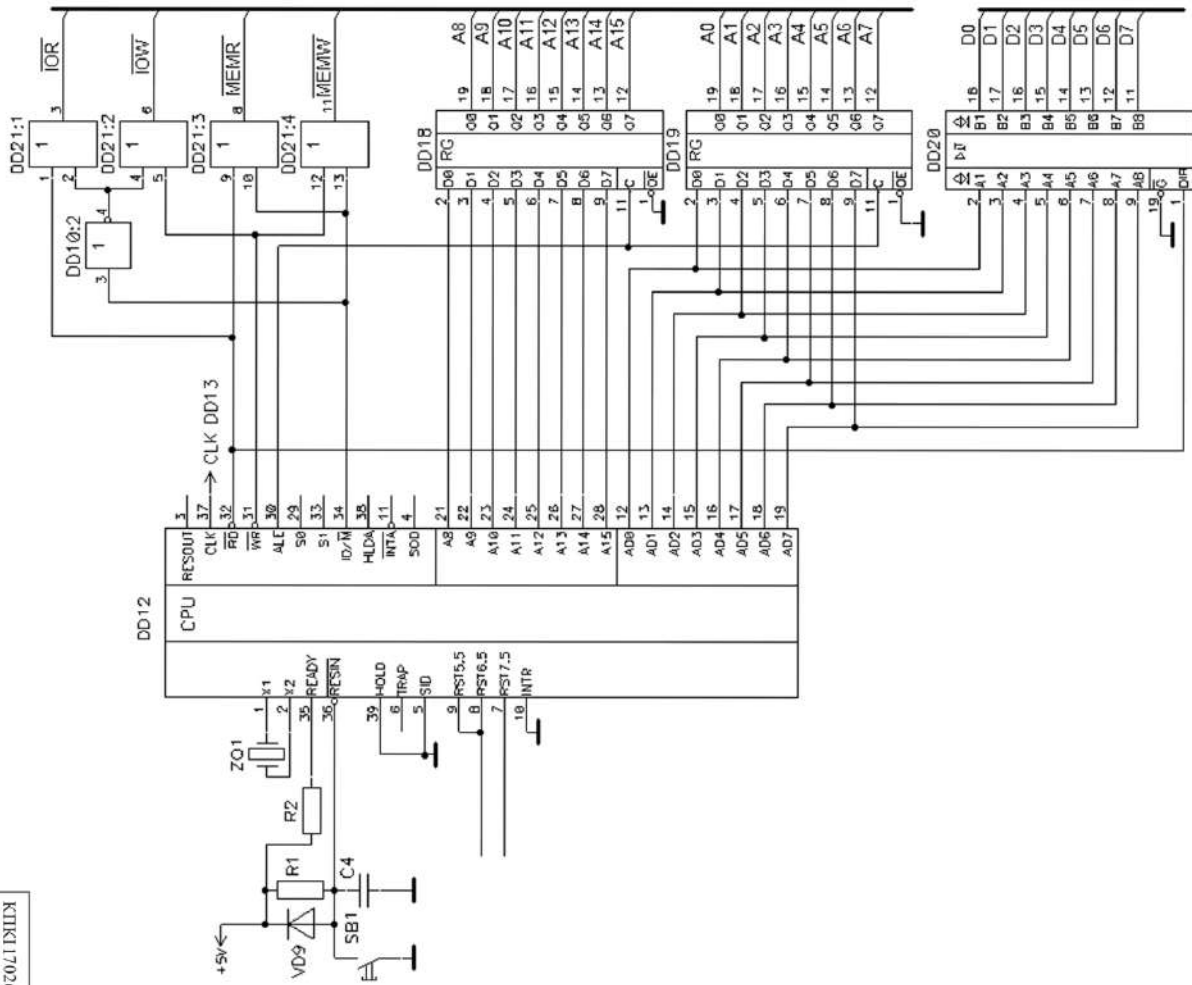


КПКІ 170267.17.02.08.Е8

КПКІ 170267.17.02.08.Е8			
Схема принципова			
Ділянка	Маса	Розмір	
Відомості про виконавця	Підпис	Підпис	
Перевірив/Мультип. І. В.			
Г. комп.			
Рисувач			
Н. комп.			
Стандарт			
			КІ-17-2

Схема комбінаційна

КПКІ 170267.17.02.08.Е8







КПКІ 170267.17.02.08.Е8		Літера	Місяц	Розробник
Схема комбінаційна		Підпис	Датум	
Зм. Арх.	№ докум.	Розробив	Виконав	Перевірив
Т. конст.	Мультип. І. В.	Ларуш 1	Аркуша 3	
Н. конст.				
Заверд.				

КІ-17-2

познач.	Найменування	Кільк	Примітка
BM1	Телефон МКЭ-332 ГОСТ 7152-85	1	
	Конденсатори		
C1-C3	K10-17-0,01мкФ +10% ОЖО.464.023 ТУ	3	
C4-C8	K10-17-0,047мкФ +10% ОЖО.460.043 ТУ	4	
C9-C13	K10-17-0,1мкФ +10% ОЖО.464.023 ТУ	4	
C14-C18	K50-35-16В-470мкФ +30% ОЖО.464.023 ТУ	4	
C19-C23	КМ-4-4700пФ +5% ОЖО.464.023 ТУ	4	
C24-C28	КД-1-27пФ +5% ОЖО.464.023 ТУ	4	
C29	K10-17-0,1мкФ +10%ОЖО.464.023 ТУ	1	
	Мікросхеми		
DA1	Spin Semiconductor FV-1	1	ESP
	Резистори		
R1,R2	C2-23-0,125-1кОм +10% ОЖО.467.108 ТУ	2	
R3	СПЗ-45-0,125-4,7кОм +10% ОЖО.467.108 ТУ	1	
R4	C2-23-0,125-100Ом +10% ОЖО.467.108 ТУ	1	
R5	C2-23-0,125-3кОм +10% ОЖО.467.108 ТУ	1	
R6,R7	C2-23-0,125-1кОм +10% ОЖО.467.108 ТУ	2	
SA1-SA3	SPA-101A1 кругла ON-OFF 250/1A	3	Jietong Switch
VD1-VD5	Світлодіод L-1344GT	7	Kingbright
SA1-SA3	SPA-101A1 кругла ON-OFF 250/1A	3	Jietong Switch

КвРКІ 170268.17.02.08 ПЗ

Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
розроб	Калужський В.			Пристрій обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1 Перелік елементів	Літера	Аркуш	Аркушів
перевір	Муляр І.В.				у	1	1
контр.	Муляр І.В.				ХНУ, КІ-17-2		
тверд.	Кльон Ю.П.						

User name:
Кафедра кибербезпеки

Check ID:
1008301099

Check date:
15.06.2021 12:03:30 EEST

Check type:
Doc vs Internet

Report date:
15.06.2021 12:03:51 EEST

User ID:
100005590

File name: **05 БР Записка Калужський**

Page count: **72** Word count: **9619** Character count: **70496** File size: **21.36 MB** File ID: **1008369398**

0.6% Matches

Highest match: **0.23%** with Internet source (<https://prog.bobrodobro.ru/95519>)

0.6% Internet sources 9

Page 74

No Library search was conducted

0% Quotes

Exclusion of quotes is off

Exclusion of references is off

0% Exclusions

No exclusions

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 0.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 6%

ID: 93947 Название: Пристрій обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1 Добавлено в БД: 2021-06-15 Авторы: Калужський В Руководители: Студент І.П Консультанты: Оponentы:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	48140	788	428 (1%)	10 (1%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
освітнього ступеня «бакалавр»

Студент Калужський Віталій Вячеславович

Тема Пристрій обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Обсяг кваліфікаційної роботи освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»:

кількість листів креслень 4; кількість сторінок записки 73.

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень У кваліфікаційній роботі розроблено мікропроцесорний пристрій обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1

2. Висновок про відповідність кваліфікаційної роботи завданню Кваліфікаційна робота у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині

3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У вступі подана загальна характеристика поставленої задачі, сформульована актуальність. Визначені задачі, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети, практична цінність отриманих результатів. У першому розділі проведено огляд використовуваних систем керування акваріумом та основні підходи до їх проєктування, виконане обґрунтування актуальності теми дослідження і виконана постановка задачі. В другому розділі проведено обґрунтування обраного методу рішення та описано будову пристрою на рівні структурної схеми. В третьому розділі описано пристрій на рівні функційної та принципової схеми та розроблено алгоритми її роботи, спроектовано принципову схему та розроблено друковану плату.

4. Позитивні сторони роботи Кваліфікаційна робота має комплексну практичну цінність. Практична цінність результатів кваліфікаційної роботи полягає у створенні мікропроцесорного пристрою обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor FV-1.

5. Негативні сторони роботи Не виявлено

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи Графічне оформлення виконане відповідно до теми кваліфікаційної роботи з дотриманням стандартів. Графічне оформлення виконане якісно, пояснювальна записка відповідає нормам оформлення.


7. Відгук про роботу в цілому Кваліфікаційна робота заслуговує позитивної оцінки. Весь матеріал кваліфікаційної роботи структурований, чіткий та послідовний. Усі розділи роботи послідовні та логічні, що дозволяє чітко розуміти викладений матеріал. Графічний матеріал дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень.

8. Інші зауваження Окремі описи в пояснювальній записці подано занадто деталізовано, що ускладнює сприйняття матеріалу не фахівцями в обраній предметній галузі

9. Оцінка кваліфікаційної роботи Враховуючи всі позитивні сторони представленої кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що вона заслуговує оцінку «відмінно».

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Бедрашук
Леонід Петрович Д. Ф. - М. Н. професор, зав. кафедрою
інженерії програмного забезпечення

« 16 » 06 2021.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КБКСМ
д-ру техн.наук, доц. Кльоц Ю. П.

Калужський В.В.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФПКТС, 4 курсу, групи КІ-17-2

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

14.06.21

дата



підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА СИСТЕМОГО ПРОГРАМУВАННЯ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Пристрій обробки звукового сигналу на базі процесора Spin Semiconductor
FV-1

Автор: В. В. Калужський
 Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія та програмування
 Освітня програма: освітньо-наукова
 Науковий керівник: І.В. Муляр, к.т.н, доцент
 Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедрі за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та технологій, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними шаблонами, що використовуються при оформленні текстової документації, а саме шаблони рамок
- 4) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту, використання абревіатур.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 0.6% і адресується до 9 першоджерел, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Завідувач кафедри КБКСМ



І.В. Муляр

Ю.П. Кльоц