

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
РАДІОТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

До захисту допущено:

В.о.зав. кафедри

_____ Михайло СТЕПАНОВ

«__» _____ 20__ р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньою-професійною програмою «Радіозв'язок і оброблення сигналів»

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

на тему: «Цифровий програвач аудіо контенту формату FLAC»

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи РА-81

Гавриш Карина Олександрівна

Прізвище, ім'я та по батькові



підпис

Керівник:

Проф., к.т.н. Степанов Михайло Михайлович

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

підпис

Рецен-

зент:

Проф., к.т.н. Васильєв Володимир Миколайович

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

підпис

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.



Студент (-ка)

Київ – 2022 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/П	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4	РА81.264031.001.ТЗ	Завдання на дипломний проєкт	2	
2	A4	РА81.264031.001.ПЗ	Пояснювальна записка	50	
3	A4	РА81.264031.001	Специфікація на пристрій	1	
4	A1	РА81.264031.001.ПЕ	Перелік елементів	1	
5	A1	РА81.264031.001.СК	Складальний кресленик пристрою	1	
6	A4	РА81.264031.001.Е1	Схема структурна	1	

				РА81.464131.001.	
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проєкту	Лист 1 Листів 1 КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф.ПРЕ, Гр. РА-81
Розробн.	Гавриш К..О.				
Керівн.	Степанов М.М.				
Консулт.					
Н/контр. Зав.каф.					

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Радіотехнічний факультет
Кафедра прикладної радіоелектроніки

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітньо-професійна програма «Радіозв'язок і оброблення сигналів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Михайло СТЕПАНОВ

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Гавриш Карина Олександрівна

1. Тема проєкту «Цифровий програвач аудіо контенту формату FLAC», керівник проєкту Степанов Михайло Михайлович, професор к.т.н., затверджені наказом по університету від «01» червня 2022 р. №822-с

2. Термін подання студентом проєкту 09 червня 2022 року

3. Вихідні дані до проєкту

Розробка програвача цифрового контенту здебільшого формату FLAC, також може програвати в Mp3 та WAV. Основною перевагою є його мініатюрність, розміри 78x42x21мм.

4. Зміст пояснювальної записки : Вступ. Цифрові програвачі. Аналіз технічного завдання. Обґрунтування та вибір електронних компонентів. Розробка програмного забезпечення. Проектування приладу.

5. Перелік графічного матеріалу: Структурна схема(А3). Два кресленники деталей(А3). Складальний кресленик (А3)

6. Дата видачі завдання 01 травня 2022 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Огляд існуючих рішень	10.06 – 14.06	
2	Особливості приладу та аналіз технічного завдання	15.06 – 19.06	
3	Вибір електронних модулів	20.06 – 25.06	
4	Розробка програмного забезпечення	26.06 – 31.06	
5	Проектування приладу	01.07 – 05.07	
6	Оформлення текстової та графічної документації	06.07 – 08.07	

Студент



Гавриш Карина

Керівник

Степанов Михайло

АНОТАЦІЯ

У дипломному проекті розроблено цифровий програвач аудіо контенту формату FLAC. Здійснено перевірку приладу на працездатність та оформлено пакет необхідної конструкторської документації.

В процесі розробки було розглянуто існуючі програвачі та їх формати відтворення, розроблено структурну схему, виконано підбір електронних модулів, розроблено програмне забезпечення та створено тривимірну модель приладу.

Дипломний проект складаються з пояснювальної записки обсягом 53 сторінки, включає 26 рисунків, 2 таблиці, 3 креслення, 30 посилань та 1 додаток.

Ключові слова : програвач, плеєр.

ANNOTATION

In the diploma project the digital player of audio content of FLAC format is developed. The device was checked for operability and the necessary design documentation was drawn up.

In the process of development, the existing players and their playback formats were considered, the block diagram was developed, the selection of electronic modules was performed, software was developed and a three-dimensional model of the device was created.

The diploma project consists of an explanatory note of 53 pages, includes 26 Rusyns, 2 tables, 3 drawings, 30 references and 1 appendix.

Keywords: player, player.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту

на тему: Цифровий програвач аудіоконтенту формату FLAC

Київ — 2022 року

ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	2
Вступ.....	3
1 Цифрові програвачі.....	3
1.1 Загальні характеристики програвачів	4
1.2 Аналіз ситуації на ринку програвачів.....	5
2 Аналіз технічного завдання	17
2.1 Аналіз технічного завдання	17
2.2 Особливості розроблюваного програвача	17
3 Обґрунтування та вибір електронних модулів	21
3.1 Вибір платформи для макету	21
3.2 Вибір дисплею програвача.....	24
3.3 Вибір декодера програвача	26
3.4 Вибір роз'єму програвача	27
3.5 Вибір кнопки програвача	28
3.6 Структурна схема цифрового програвача	29
4 Розробка програмного забезпечення.....	30
4.1 Вибір програмного забезпечення та мови програмування	30
4.2 Підключення електронних модулів	30
4.3 Блок схема програмного коду.....	36
4.4 Програмний код цифрового програвача.....	37
5 Тестування програмного забезпечення та конструювання пристрою..	44
5.1 Конструювання пристрою.....	44

					РА.81.464131.001ПЗ			
ЗМ	Лист	№ докум	Підпис	Дата	Цифровий програвач	Літ	Лист	Листів
Розроб-	Гавриш	Гавриш					1	
Переві-	Степанов	Степанов			аудіо контенту FLAC	РА-81 РТФ		
Н Кошт	ПІБ	ПІБ						
Затвер-	ПІБ	ПІБ						

5.2 Перевірка коду.....	48
Висновки	50
Перелік джерел посилань	51
Додаток А.....	54

					<i>РА.81.464131.001ПЗ</i>			
<i>ЗМ.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб-</i>	<i>Гавриш</i>				<i>Цифровий програвач</i>	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Переві-</i>	<i>Степанов</i>						1	
<i>Н. Кошт</i>	<i>ПІБ</i>				<i>аудіо контенту FLAC</i>	<i>РА-81 РТФ</i>		
<i>Затвер-</i>	<i>ПІБ</i>							

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

FLAC — Free Lossless Audio Codec

USB – Universal Serial Bus

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						2
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Музика завжди була і є невід’ємною частиною нашого життя. Завдяки досягненням технічного прогресу та появі звукозаписувальної, а згодом і синтезуючої техніки суспільство має можливість слухати музику на таких пристроях, як програвачі. З кожним роком аудіо програвачі стають більш сучаснішими та комфортнішими у використанні. Плеєри стали широко використовуватися так як вони вміщують багато інформації, при цьому являються компактними пристроями. Основна задача розроблюваного цифрового програвача – це відтворення музики. Прослуховування музики буде можливим як через навушники, так і через підключення до колонки.

Велика кількість людей являються поціновувачами гарної музики, для котрих якість звуку є наважливішим параметром в аудіо системі. Головною особливістю розроблюваного пристрою являється підтримка високої якості звуку, а саме формату FLAC. Розроблюваний пристрій буде компактным у використанні та бюджетним.

Головною метою дипломного проекту є розробка сучасного бюджетного програвача малих розмірів з високою якістю звуку, який при стисненні не втрачає якість.

Застосування результатів проекту буде здебільшого зосереджено у персональному застосуванні, але крім цього застосування розроблюваного пристрою буде можливим у будь-якій галузі, наприклад, у сфері освіти та науки.

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						3
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЦИФРОВІ ПРОГРАВАЧІ

1.1 Загальні характеристики програвачів

Цифрові аудіо програвачі, стають важливою частиною сучасної технології. Вони надзвичайно портативні та частіше всього дуже універсальні.

Плеєр – це пристрій, який має можливість відтворювати та зберігати звукозаписи або відеозаписи в різних форматах. В основному всі плеєри, особливо сучасні, мають підключення до порту USB, бездротовий зв'язок Bluetooth вихід на навушники та динамік. Цифровий медіапрогравач працює наступним чином, вся інформація записується на флеш-пам'ять, яку можна виправити та перезаписати. Портативні аудіо програвачі відтворюють музику з нецифрових носіїв, що використовують аналогове сховище сигналу, такі як касети чи вінілові пластинки. В основному всі плеєри працюють за допомогою стиснення аудіо та відео файлів. Завдяки цьому зберігається звук, якість зображення, що займають менше пам'яті та дають змогу зберегти велику кількість пісень або за можливістю плеєра відео. Всю завантажену музику можна відтворювати стільки разів, скільки захочеться, використовуючи динамік або навушники. Взагалі цифрові програвачі умовно можна поділити на три категорії:

- 1) Моделі для прослуховування музики, які підтримують тільки аудіоформат;
- 2) Мультимедійні комбайни з сенсорними дисплеями, які можуть відтворювати музику, підключатися до Інтернету і виконувати інші корисні функції;
- 3) «Аудіофільські» плеєри з мікросхемами, які використовуються в стаціонарній техніці. Вони видають дуже якісний звук, який можна порівняти зі стаціонарними пристроями [1].

На сьогоднішній день плеєри на ринку стають вже не такі популярні, як пару років тому. На заміну починають використовувати телефони, але все ж таки попит на них є та з кожним роком медіа програвачи стають більш вдосконалими та функціональними. Основною перевагою цифрових програвачів

перед телефонами є можливість отримати якісне звучання завдяки непоганій якості, що передається плеєром на акустичну гарнітуру. Також медіа програвач підійде тим людям, які багато працюють в телефонах та їх акумулятори швидко розряджаються. Плеєр економить свій заряд, тому більшості програвачам вистачає заряду на неділю та більше. Також музика може займати багато пам'яті, якої не завжди вистачає на телефоні. Ще однією перевагою плеєра перед телефоном є те, що він невеликого розміру і займає небагато місця та саме головне є набагато дешевшим за телефон.

1.2 Аналіз ситуації на ринку програвачів

В наш час ринок плеєрів дуже великий та різноманітний. Існує багато різних фірм що їх випускають. Програвачі відрізняються один від одного формою, вагою, зовнішнім виглядом, дизайном, цінами і багато іншим.

Зовні плеєр виглядає як маленький пристрій з екраном, що містить також кнопки перемикачів та гучності. В більш сучасних плеєрах може бути тільки сенсорний екран, що зберігає в собі всю інформацію та виконує всі необхідні функції. Також у плеєрах є роз'єм для навушників, заряджання та обміну інформації. Програвачі, що мають невелику цінову варієтність частіше всього йдуть з невеликим об'ємом пам'яті, тому містять також слот для карти пам'яті.

Основні компоненти з яких складається середньостатистичний плеєр це пристрій для збереження файлів, вбудований мікропроцесор та мікрочіп. Вони потрібні для перетворення стисненого звуку з файлу на аналоговий звуковий сигнал.

Головними тенденціями розвитку плеєра являється його компактність, покращення звуку та вища гучність. Також удосконалення сучасного дизайну та швидша реакція на сенсор або на кнопки. Важливим фактором є і те, що менше споживає енергії тому на більше часу вистачає в користуванні.

Програмне забезпечення музичних плеєрів теж різноманітне та конкуруюче. Наприклад Android є найбільш використовуваним програмним забезпеченням для музичного плеєра. Більше 90% людей у всьому світі використовують

Android, тому що він пропонує широкий спектр функцій, які недоступні в інших конкуруючих брендів, таких як Windows або iOS.

Що стосується iOS – це програмне забезпечення користується популярністю завдяки зручним інтерфейсам. Ринок додатків пропонує безліч безкоштовних або платних опцій, які дозволяють людям завантажувати музику з різних джерел. Найпоширеніша платформа на цьому ринку це Windows. Користувачі ПК використовують програму як додаток для прослуховування музики. Програмне забезпечення музичного плеєра для ПК доступне у безкоштовних версіях, але більшість розширених функцій поставляються з платними версіями, які пропонують більше функцій, ніж інші типи програвачів, наприклад такі функції, як завантаження пісень з онлайн-платформ за допомогою завантаження одним клацанням миші або створення користувацьких списків відтворення шляхом додавання різних файли пісень в один список відтворення без будь-яких обмежень щодо кількості елементів у списку.

Розгляд аналогів

Один із сучасних та дорогих плеєрів фірми Apple зображений на рис.1.1



Рисунок 1.1 – iPod touch 7 (2019) [2]

Зовні плеєр схожий на смартфон, так як передня панель (екран) повністю така, як в телефонах також програвач містить задню та передню камери. Плеєр створений не тільки для музики, на нього можна закачувати відео, грати в ігри та навіть є доповнена реальність. В цілому даний пристрій має майже всі функції які є у телефона. Пристрій за вагою легкий, компактний та добре зібраний. Так

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата		6

як у плеєрі знаходиться компактна батарея, то при великому його використанні заряду може вистачати лише на один день. Об'єм пам'яті у плеєра може бути 32 Гб, 128Гб або 256Гб. Чим більше містить плеєр об'єму пам'яті тим він дорожче.

Характеристики

Виробник: Apple;

Операційна система: iOS;

Дисплей: 640 × 1136;

Ціна: 9000-12000грн;

Загальна вага: 88г;

Провідні інтерфейси: Lightning,USB;

Пам'ять: 32, 128 , 256 ГБ;

Процесор: Apple A10 Fusion;

Гарантія : 12 місяців [3].

Плеєр фірми Sony зображений на рис.1.2



Рисунок 1.2 – Sony walkman a105 [4]

Даний програвач зовні нагадує касетний плеєр, корпус виконаний з матового алюмінію, а поверхня має трохи шорстке покриття. Всі фізичні органи управління розташовані на правій торцевій стороні, вони включають кнопку живлення, круглі клавіші гучності, перемотування назад і вперед, кнопку старт/пауза, а також оригінальний перемикач Hold. Він призначений для блокування всіх клавіш, щоб випадково не переключили трек або не вимкнули

музику. Пристрій має якісний звук та підтримує формат FLAC. Плеєр містить процесор вінілових пластинок, тобто програвач може передавати ледь чутний низькочастотний резонанс. Також великою перевагою є функція цифрового шумозаглушення, режим навколишнього звуку та NFC. В даному плеєрі також є екран на якому можна дивитися відео та грати в ігри. Недоліком програва є те, що він довго заряджається та при цьому заряд вистачає не на довгий час.

Характеристики

Виробник: Sonny;

Операційна систем: Android 9.0;

Дисплей 3.6 дюйма;

Ціна: 11000грн.

Загальна вага: 100г;

Провідні інтерфейси: USB;

Пам'ять: 16 Гб;

Процесор: 4 × Cortex A53, 1,8 ГГц; Vivante GC7000NanoUltra;

Гарантія : 12 місяців [5].

Плеєр фірми FiiO M3 Pro зображений на рис.1.3



Рисунок 1.3 – FiiO M3 Pro [6]

Компактний та не дуже дорогий плеєр. Всі кнопки переміщені тільки з лівого боку, а його підключення розташоване знизу. Даний програвач має подовжений сенсорний екран, який майже безрамковий. Також у плеєра гарне

Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата

РА81.464131.001 ТЗ

звучання, присутній еквайзер та високі частоти акуратно згладжені. Недоліком програвача є відсутність bluetooth та вбудованої пам'яті. Батарея також не дуже потужна і при довгому використанні може вистачити максимум на 15 годин. Плеєр зібраний якісно, зручний у використанні та має цілком гарне звучання за свою ціну.

Характеристики

Виробник: FiiO;

Операційна систем: адаптований Android 5;

Дисплей: 3.5 дюйм;

Ціна: 3000грн;

Загальна вага: 70г;

Провідні інтерфейси: USB;

Пам'ять: немає вбудованої пам'яті;

Процесор: X1000E Ingenic;

Гарантія: 12 місяців [7].

Плеєр фірми xDuoо зображений на рис.1.4



Рисунок 1.4 – Xduoo X3S [8]

Один із бюджетних плеєрів, компактний, естетичний зовні, має зглажені грані та дуже легкий, вагою всього 50грам. За звучанням немає фонового шуму, але при високій гучності виникають проблеми з контролем високих частот, так як при більшій потужності виникає більше спотворень. Пристрій містить компактні габарити, велику вхідну потужність, механічне управління. З

Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата

РА81.464131.001 ТЗ

Лист

9

мінусів те, що він не підтримує велику кількість форматів та немає повноцінного виділеного ЦАП, але є потужний підсилювач.

Характеристики

Виробник: xDuoо;

Операційна систем: немає;

Дисплей: 0.96 OLED;

Ціна: 2100грн;

Загальна вага: 50г;

Провідні інтерфейси: USB;

Пам'ять: немає вбудованої пам'яті;

Гарантія: 12 місяців [9].

Плеєр фірми Apple зображений на рис.1.5



Рисунок 1.5 – iPod nano 7g [10]

Даний програвач має гладкий алюмінієвий корпус. Також присутній невеликий дисплей який оточений білою рамкою і присутня кнопка «Додому». Елементи регулювання гучності переміщені до лівого краю, з додаванням кнопки паузи посередині. У програвачі окрім перегляду відео також можна слухати радіо і є вбудований крокомір. Даний плеєр сумісний з бездротовими навушниками, колонками, так як підтримує bluetooth.

Характеристики

					PA81.464131.001 T3	Лист
						10
Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата		

Виробник: Apple;

Операційна система: iOS;

Дисплей: 432 x 240;

Ціна: 4000грн;

Загальна вага: 31г;

Провідні інтерфейси: Lightning,;

Пам'ять: 16ГБ;

Процесор: Ryzen 7000;

Гарантія : 12 місяців [11].

В результаті огляду існуючих рішень було створено порівняльну таблицю

1.1 програвачів.

Таблиця 1.1 – Порівняльна таблиця програвачів

Назва	Особливості	Об'єм пам'яті	Вага	Провідні інтерфейси	Формат
Ipod touch 7	Наявність камери, завантаження відео та віртуальних ігр	32Гб, 128 Гб, 256 Гб	88г.	Lightning/USB	MP3 WAV AAC
Sony Walkman a105	Шумозаглушення, NFS, завантаження ігр та відео	16 Гб	100г.	USB	MP3 WMA FLAC AAC
FiiO M3 Pro	Бюджетний	–	70г.	USB	MP3 WAV FLAC AAC

Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата

РА81.464131.001 ТЗ

Лист

11

xDuo X2S	Компактні габарити, механічне управління	–	50г.	USB	MP3 WAV
Ipod nano 7g	Наявність радіо	16 Гб	31г.	Lightning	MP3 WAV AAC

В ході аналізу даних плеєрів можна зробити висновки, що багато програвачів підтримують різні формати звукового потоку. Вони всі компактні та не великої ваги, що робить їх зручним у користуванні. Сучасні плеєри мають багато можливостей, деякі з них мають майже всі функції як у телефонів. Також за таблицею видно що в основному програвачі не мають вбудованої пам'яті, але містять роз'єм для підключення карти пам'яті. Чим більше можливостей, функцій у плеєра тим він дорожчий.

1.3 Формати медіаконтенту

MP3 – це спеціальний формат, що зберігає цифрову інформацію з високим рівнем стиснення. Завдяки цьому у відносно невеликі mp3-файли можна помістити велику кількість аудіо інформації. Даний формат є найвідоміший у використанні, так як він підтримується більшістю портативних музичних плеєрів та інших програвачів. MP3 залишається актуальним серед нових типів аудіо файлів завдяки своїй високій якості та невеликому розміру. Даний формат найкраще використовувати для широкого обміну аудіофайлами через його керований розмір. Він також добре працює для веб-сайтів, які розміщують аудіо файли. MP3 залишається популярним через загальну якість звуку. Хоча він не найвищої якості, він має достатньо інших переваг, щоб компенсувати. Формат MP3 призначений для запису аудіо зі стисненням - навмисним зниженням якості звуку з метою зменшення розміру файлів. Але якщо здійснити відповідну оптимізацію аудіо даних коректно, зниження якості звуку буде в більшості випадків малопомітним для людини. Формат MP3, можливо, самий популярний

в онлайн-просторі. Але навіть до того, як інтернет набув загальну поширеність, аудіофайли відповідного типу були цілком затребувані: вони розміщувалися, завдяки невеликому розміру, на флеш-пам'яті MP3-плеєрів або на дисках у великій кількості, часто формуючи тематичні колекції аудіозаписів [12].

WAV – стандартний формат, у якому закодовані всі компакт-диски. Чудова якість звуку, але він не стиснутий, що означає величезні розміри файлів (особливо для файлів високої роздільної здатності). Він має погану підтримку метаданих (тобто обкладинку альбому, інформацію про виконавця та назву пісні). Даний формат також використовується для цифрового запису звуку. В універсальності не поступається MP3 і підтримується основними типами сучасних девайсів. За рівнем якості WAVзвук наближений до оригінального – за умови, що він буде відтворюватися на високотехнологічному обладнанні. Формат WAV затребуваний головним чином у сфері послуг з професійної обробки аудіо: для фільмів, студійних альбомів, в ігровій індустрії — скрізь, де передбачається робота з високоякісним звуком [13].

AAC – це аудіофайл, який забезпечує високоякісний звук і покращується за допомогою розширеного кодування. Він з втратами та зі стисненням, але загалом звучить якісно. Даний формат ніколи не був одним із найпопулярніших аудіоформатів, особливо якщо говорити про музичні файли. AAC не працює на певних музичних плеєрах і пристроях. Цей формат широко використовується для потокової передачі Apple Music. AAC має високу ефективність кодування і точність для стаціонарних і перехідних сигналів [14].

WMA – ліцензований формат файла, розроблений компанією Microsoft для зберігання і трансляції аудіо-інформації. Характеризується гарною здатністю стискання даних, що дозволяє йому обходити формат MP3, але якість форматів все-таки не є однозначною. Також стиснення без втрат зберігає високу якість звуку під час усіх типів процесів реструктуризації [15]. Незважаючи на те, що це аудіоформат такої якості, він не найпопулярніший через те, що він недоступний багатьом користувачам, особливо тим, хто не використовує операційну систему Windows.

FLAC - цей формат стиснення без втрат підтримує частоту дискретизації високої роздільної здатності, займає приблизно половину простору WAV і зберігає метадані. Це безкоштовний формат і вважається найкращим форматом для завантаження та зберігання альбомів високої роздільної здатності. Недоліком є те, що він не підтримується Apple (тому несумісний з Apple Music). Даний формат файлу вважається складним, він рідше використовується серед аудіо форматів. Тому що, незважаючи на свої переваги, він часто потребує спеціальних завантажень для функціонування. Що робить FLAC таким важливим, так це те, що стиснення без втрат може заощадити розмір і сприяти спільному доступу до аудіо файлу, одночасно маючи можливість повернутися до вихідного стандарту якості. Майже точний обсяг пам'яті, необхідний для оригінального аудіо файлу, становить шістьдесят відсотків – це економить багато місця на жорсткому диску та час, витрачений на завантаження [16].

В результаті огляду форматів було створено порівняльну таблицю 1.2 існуючих форматів.

Таблиця 1.2 – Порівняльна таблиця існуючих форматів

Формат	Стиснення	Кодек	Якість звуку	Бітрейт	Сумісність
MP3	Втрати	Тільки аудіо	Максимальна 48кГц	320 кбіт/с - найвища якість кодування	Підтримується майже кожним музичним пристроєм
WAV	Втрати	Тільки аудіо	44кГц	320 кбіт/с	Android, iPhone, Windows

AAC	Втрати	Тільки аудіо	Від 44.1кГц до 192 кГц	256кбіт/с	iPhone, iPod, iTunes, Groove Music, DivX, PlayStation
WMA	Без втрат	Тільки аудіо	96 кГц	192 кбіт/с	Windows
FLAC	Без втрат	Тільки аудіо	Максимальна 350 кГц	400-1200 кбіт/с	Android, Windows

Аналізуючи всі представлені формати можна зробити висновки що, більшість з них при стисненні звуку втрачають якість. Але для звичайного користувача втрати практично непримітні, а обсяг файлу виходить на порядок менше ніж займають вихідні файли. Тому для відтворення аудіо файлів формат MP3 залишається найпопулярнішим у використанні. Він містить хорошу якість звучання та сумісний майже з кожним музичним пристроєм. За таблицею видно, що найкращі характеристики містить формат FLAC. Він має найбільшу частоту дискретизації сигналу та найбільший бітрейт. Не кожен програвач його може відтворити, але якість звучання в даного формату є найвищою. Тому для любителів якісною музики цей формат у використанні буде найкращим.

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

2.1 Аналіз технічного завдання

Згідно з технічним завданням необхідно розробити цифровий програвач аудіо контенту формату FLAC.

Виріб призначений для використання в цілях розважання та відпочитнку. Основна функція приладу – прослуховування музичних композицій. Тип виконання: моноблочна розбірна конструкція.

Використання приладу в межах від 0 до 40 градусів Цельсія. Вологість повітря не більше 70% , атмосферний тиск 64,0–106,7 кПа (630–800 мм рт. ст.). 1–ша категорія виконання по ГОСТ 15150.

Пристрій буде працювати в різних приміщеннях та на свіжому повітрі. Виріб краще використовувати в гарних погодних умовах, так як захист від потрапляння води та пилу всередину не передбачено.

Корпус складається з двох частин. Матеріал корпусу виготовлений з пластику. Форма корпусу прямокутний паралелепіпед. Колір корпусу передбачається сірий, поверхня шліфуватися не повинна.

Пакування товару здійснюється шляхом замотування приладу в бульбашко-повітряну плівку і з подальшим поміщення в картонну коробку. Замість бульбашко-повітряної плівки можливо використовувати будь які пакувальні матеріали для зменшення сили удару при транспортуванні. Картонна коробка маркується логотипом та відправляється на склад для подальшого продажу. Прилад повинен зберігатися в сухому місці.

2.2 Особливості розроблюваного програвача

Цифровий розроблюваний плеєр призначений для програвання аудіо контенту здебільшого у форматі FLAC з відмінними характеристикам. Перевагою майбутнього плеєра є те, що він буде мультiformатним. Це означає, що завдяки потужному механізму декодування він може відтворювати більшість аудіоформатів, а саме MP3, WAC, FLAC. Також важливою частиною розробленого плеєра буде його бюджетність, адже не кожен може дозволити собі дорогий плеєр. Але при цьому він буде мати всі необхідні компоненти, функції

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						16
Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата		

та налаштування. Для порівняння візьмо програвач Sony Walkman A105, його ціна 11000грн, що майже в 10 раз дорожче за мій програвач. Дисплей у плеєра буде звичайний, а не сенсорний на відмінну від більш дорогих моделей. Оскільки всі компоненти не залежать один від одного плеєр буде дешевий в ремонті, та можна легко знайти аналогічні компоненти на заміну. У сенсорному ж плеєрі треба змінювати повністю екран. Наприклад програвач iPod touch 7, що зроблений з сенсору, в ремонті буде набагато дорожчий та складніший ніж плеєр моєї розробки. Керування плеєра буде здійснюватися кнопками, що є зручним в користуванні або керуванні та легким в заміні при необхідності. Основною особливістю розробки буде висока якість відтворення музики. Програвач буде підтримувати формат FLAC. Більшість плеєрів йдуть у форматі MP3, що не є таким високоякісним по звучанню як FLAC. Максимальною частотою дискретизації для MP3 - 48 кГц у той час формат FLAC може досягати найбільшу частоту дискретизації 350 кГц.

Формат FLAC

Взагалі FLAC це абревіатура, що значить Free Lossless Audio Codec. В перекладі означає вільний аудіо кодик без втрат. Тобто формат FLAC має можливість стиснути аудіо та при цьому повністю зберегти оригінальність звуку. На сьогоднішній день формат FLAC підтримується безліччю аудіо додатками та портативними аудіо плеєрами. Джерела звуку, які закодовані за допомогою формату FLAC, зазвичай зменшуються до 50-70% від початкового розміру, як і інші формати без втрат, хоча кінцевий розмір залежить від щільності та амплітуди стиснутої музики, а для деяких видів музики розмір файлу можна зменшити до 80 відсотків.

Стандарт FLAC підтримується у всіх основних операційних системах, включаючи Windows 10, macOS High Sierra та новіші версії, більшість дистрибутивів Linux, Android 3.1 та новіші, а також iOS 11 та новіші. Файли FLAC підтримують позначення метаданими, обкладинки альбомів та швидкий пошук вмісту. Оскільки це формат, який не є власністю, з ліцензуванням основної технології, що не має роялті, FLAC особливо популярний серед розроб-

ників з відкритим кодом. Зокрема, швидке потокове передавання та декодування FLAC порівняно з іншими форматами робить його придатним для он-лайн-відтворення. [17].

FLAC підходить для щоденного прослуховування записів, а також для архівування, оскільки він підтримує аудіотеги, обкладинки альбомів. Як було зазначено раніше вільний і відкритий формат робить його добре підтримуваним різним програмним забезпеченням. Підтримка відтворення на різних пристроях на даний момент досить обмежена, але тим не менш, формат підтримується великою кількістю апаратних пристроїв. Формат FLAC має багато переваг перед іншими форматами. Наприклад формат WAV займає багато місця та має абсолютно нестиснену форму аудіо файлу. Файли FLAC зазвичай мають половину розміру файлів WAV, якщо порівнювати однакові аудіофайли в обох форматах. Також якість звуку FLAC не буде втрачено, якщо його стиснути та зменшити. Він займає половину місця в порівнянні з WAV, коли мова йде про ємність зберігання. Передача, завантаження або завантаження файлів WAV займає більше часу через їх великий обсяг пам'яті. У порівнянні з форматом MP3, основною перевагою файлу FLAC є підвищення якості звуку. FLAC не має стиснення, яке може спричинити спотворення звуку файлів MP3. Ще одна перевага FLAC полягає в тому, що він не обмежується якістю 16-розрядних компакт-дисків. Він може бути якістю до 24 біт або краще, ніж на компакт-дисках. Такі формати, як WAV і CDA, пропонують справжню якість компакт-дисків, як і FLAC, але жоден не є настільки економним, як FLAC.

Підсумовуючи, можна виділити основні переваги формату FLAC:

- 1) Забезпечує високу якість звуку.
- 2) Вільний формат, що забезпечується за ліценцією. Тобто його може використовувати безкоштовно будь-який виробник аудіотехніки або видавиць музичних творів.
- 3) Відтворювати стиснуту музику FLAC може будь-який пристрій з універсальним процесором.

- 4) Зручно використовувати для архівації, тому що стиснення з його допомогою не призводить до втрати інформації.
- 5) Швидке декодування, незалежно від ступеня стиснення.
- 6) Має можливість відновлення частково пошкоджених файлів.
- 7) Має велику кількість додакових можливостей.

Як і кожен формат, FLAC має свої недоліки:

- 1) Збільшене навантаження на центральний процесор.
- 2) Файли в цьому форматі мають великий розмір.
- 3) Присторої, що відтворюють даний формат не такі поширені як інші.
- 4) На старих операційних системах потрібно додатково завантажувати відповідні плеєри.

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОННИХ МОДУЛІВ

3.1 Вибір платформи для макету

Для розроблення пристрою першим електронним компонентом було обрано мікроконтролер, так як він є основним елементом програвача. Було розглянуто декілька варіантів і обрано оптимальний. Серед розглянутих мікроконтролерів Arduino UNO, Raspberry Pi 4, Arduino Micro. Arduino UNO зображено на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Arduino UNO [18]

Arduino UNO є стандартною платою та є найбільш використовуваною з усіх плат Arduino. Плата містить 14 цифрових вхідних/вихідних контактів, 6 з яких є аналоговими вхідними контактами, один роз'єм живлення, роз'єм USB, одна кнопка скидання, роз'єм ICSP та інші компоненти. Усі ці компоненти прикріплені до плати Arduino UNO, щоб вона функціонувала та могла використовуватися в проекті. Плата заряджається через порт USB або може заряджатися безпосередньо від джерела постійного струму на платі [19]. Мікроконтролер, який використовується в платі Arduino UNO ATmega328, легко доступний і його можна легко використовувати. Також виводи, що використовуються на платі, діють як генератор з частотою близько 16 МГц, що вигідно для більшості програм. Швидкість мікроконтролера від цього не змінюється.

Наступний мікроконтролер, що розглядався зображений на рис.3.2



Рисунок 3.2 – Raspberry Pi 4 [20]

Raspberry Pi 4 – це мікрокомп'ютер легкий в програмуванні. Містить високопродуктивний 64-бітний чотирьохядерний ARMv8 Cortex-A72 процесор із тактовою частотою 1.5 ГГц. Він відповідає за обробку даних. Також є вбудована бездротова локальна мережа та вбудований Bluetooth з низьким енергоспоживанням. Найважливішим з точки зору щоденного використання є новий роз'єм живлення USB-C. Його включення забезпечує додаткові 500 мА, забезпечуючи 1,2А для USB-пристроїв. Дана плата має середню вартість, містить величезну обчислювальну потужність у компактній платі та має багато інтерфейсів. У програмуванні використовується мова Python. Вона має хорошу читабельність коду і дозволяє користувачеві вводити поняття, використовуючи меншу кількість рядків. Python також має функцію автоматичного керування пам'яттю.

Зображення мікроконтролера Arduino Micro на рис.3.3



Рисунок 3.3 – Arduino Micro [21]

Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата

Arduino має 20 цифрових входів/виходів, 12 з яких використовуються як аналогові входи, а 7 можна використовувати як ШІМ-виходи. Також Arduino Micro має кварцевий генератор 16 МГц, з'єднання micro USB, роз'єм ICSP і кнопку скидання. Плата Micro має вбудований USB-зв'язок, що усуває необхідність у вторинному процесорі. Arduino Micro легко програмувати, має сумісність та функціональність з іншими електронними компонентами.

Основні компоненти з яких складається Arduino Micro:

- 1) Ядро ATmega32U4. Високопродуктивний 8-розрядний мікроконтролер AVR® з низьким енергоспоживанням.
- 2) USB. ATmega32U4 має вбудований USB-з'єднання, що дозволяє Micro відображатися як миша, клавіатура на ПК.
- 3) Гнучкі виводи. Micro має 20 цифрових контактів, тоді як 12 можна використовувати як аналогові контакти, а 7 як ШІМ контакти.
- 4) Мікроконтролер EEPROM. ATmega32U4 має 1 Кб EEPROM, пам'ять, яка не стирається при вимкненні живлення. [22]

Характеристики:

Мікроконтролер: ATmega32u4

Гранична напруга живлення: 5-20 В

Напруга живлення, що рекомендується: 7-12 В

Максимальна сила струму: 40 мА з одного виводу та 500 мА з усіх висновків.

Flash пам'ять: 32 КБ

EEPROM: 1 КБ

Тактова частота: 16 МГц

За оглядом представлених мікроконтролерів було обрано Arduino Micro. Дана плата мініатюрна та найменша с переглянутих. Вона поєднує в собі всі необхідні можливості, простоту у використанні та має низьку вартість. Arduino Micro має такі розміри: довжина 48 мм та ширина 18 мм. Однак роз'єм USB трохи випирає за межі друкованої плати. Arduino Micro важить лише близько 12 грам. Також дану плату легко програмувати.

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						22
Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата		

3.2 Вибір дисплею програвача

Далі було розглянуто декілька варіантів дисплею програвача. Серед яких LCD та OLED.

Дисплей LCD зображений на рис. 3.4



Рисунок 3.4 – Дисплей LCD [23]

LCD — це тип плоскопанельного дисплея, який використовує рідкі кристали в своїй основній формі роботи. Світлодіоди мають великий і різноманітний набір варіантів використання для споживачів. LCD дисплеї споживають набагато менше енергії, ніж світлодіодні та газові дисплеї, оскільки вони працюють за принципом блокування світла, а не його випромінювання. Ще однією перевагою LCD дисплеїв є їхня здатність працювати дуже довго. Вони не працюють вічно, але мають більший термін служби, ніж інші пристрої відображення. Також дані дисплеї підтримують невеликі та низькопрофільні розміри, що підходить для розроблюваного пристрою. Мають низьку вартість та присутні готові бібліотеки під Arduino. З недоліків у LCD дисплеїв повільний час відповідей, обмежені кути огляду. Вони не можуть створювати чорні або темні кольори та має високу частоту оновлення.

Дисплей OLED зображений на рис. 3.5



Рисунок 3.5 – Дисплей OLED [24]

Технологія OLED ґрунтована на виготовленні дисплеїв на базі органічних світлодіодів. Основною технічною відмінністю таких дисплеїв від попередників є відсутність зовнішнього підсвічування. Органічні світлодіоди самостійно випромінюють світіння. Все, що для цього треба – подати на них живлення. Тому OLED матриці мають плівкову структуру, розташовану між двома провідниками.

Переваги OLED дисплеїв:

- 1) Мінімальна товщина. За рахунок того, що в сучасних матрицях відсутній шар світлодіодного підсвічування, вони є тоншими.
- 2) Глибокий чорний колір. Органічні світлодіоди, що відповідають за чорний колір, повністю відключаються, не випромінюючи світіння. Завдяки цьому чорний колір виходить максимально глибоким і насиченим.
- 3) Низьке енергоспоживання. OLED дисплеї не мають світлодіодного підсвічування, яке постійно працює. Завдяки цьому знижується загальне енергоспоживання матриці.
- 4) Максимальні кути огляду. Розташування користувача відносно площини дисплея не позначається на якості зображення.
- 5) Висока контрастність. Завдяки можливості отримувати глибокий чорний колір збільшилася контрастність матриці.

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						24
Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата		

Жодна технологія виготовлення дисплеїв не є ідеальною, тому OLED матриці теж мають декілька недоліків:

- 1) Висока вартість. Сама по собі технологія виготовлення OLED дисплеїв є досить витратною, тому їх встановлюють, як правило, виключно у високотехнологічних гаджетах.
- 2) Вигорання органічних світлодіодів. Оскільки кожен світлодіод OLED матриці самостійно випромінює світло, то він має свій обмежений ресурс.
- 3) Переважання синього кольору. Це незначний, але тим помітний недолік OLED дисплеїв. В результаті постійного світіння синій колір сприймається яскравіше, ніж червоний і зелений [25].

Розглянувши два варіанта було обрано дисплей OLED. Даний дисплей має кращу яскравість, кути огляду, різноманітність і чіткість кольорів. Було обрано дисплей OLED розміром 128x64, компактний та при цьому дуже читабельний через високу контрастність OLED-дисплею. Він не більший чим сама велика плата розроблюваного приладу, тому цей дисплей не буде впливати на габарити мого корпусу та майже не буде впливати на його розміри. Дисплей легко підключати та він не потребує багато електроенергії. Також не потребує додаткового джерела живлення. Цей дисплей складається з 128x64 окремих білих пікселів OLED, кожен з яких включається або вимикається чіпом контролера. Оскільки дисплей створює власне світло, не вимагає підсвічування. Це зменшує потужність, необхідну для роботи OLED. Функцією дисплея буде показувати необхідний аудіозапис, що відтворюється та можна бачити загальні налаштування.

3.3 Вибір декодера програвача

Наступним електронним компонентом для розроблюваного пристрою став декодер VS1053, рис.3.6

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						25
Зм	Лис	№ док	Підпис	Дата		

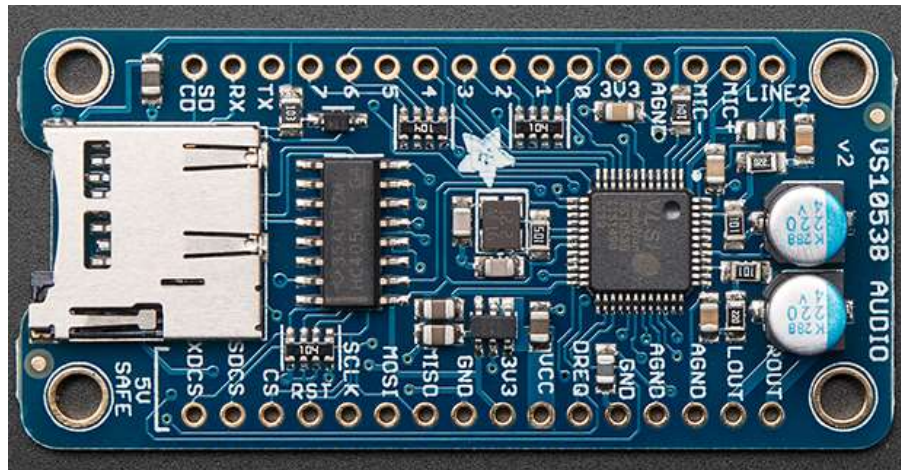


Рисунок 3.6 – Декодер VS1053 [26]

Цей електронний компонент буде найбільшою платою в пристрої, але не дивлячись на це декодер не буде займати занадто багато місця. Перевагою декодера VS1053 перед іншими є те, що він при своєму невеликому розмірі виконує функції декодування різних аудіоформатів, а головне формату FLAC. Даний електронний модуль універсальний, має карту пам'яті, що розширює його можливості та не потребує додаткового простору для карти пам'яті. Також він містить 8 контактів GPIO, які можна використовувати для таких речей, як підсвічування невеликих світлодіодів або кнопок читання. На платі є регулятори на 3,3 В і 1,8 В з феритовими кульками та аналоговою фільтрацією для якісного аналогового виходу. Також є вхідний порт для мікрофона, до якого можна підключити лінійний вхід або мікрофон і записувати стиснений звук. Усі 8 GPIO розбиті, і всі вони мають вбудовані 100 тис. спадних списків, просто потрібно підключити свою кнопку від контакту GPIO до 3,3 В для активного високого підключення. Декодер не дорогий порівняно з іншими аналогами та має всі необхідні функції. Ще одна перевага даного декодера, що його можна легко програмувати та він сумісний з Arduino Micro.

3.4 Вибір роз'єму програвача

Наступним електронним компонентом пристрою було обрано роз'єм mini jack 3.5мм рис.3.7

Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата



Рисунок 3.7 – Роз’єм mini jack 3.5мм [27]

Було обрано стандартний роз’єм для розроблюваного пристрою 3.5мм. Він широко використовується для аналогових аудіосигналів у цифрових програвачах та є бюджетним. Роз’єм не має обмеження у використанні, так як можна підключати різні типи навушників з різними штекерами або слухати через динамік колонки. Перехідники можна поєднувати з іншими роз’ємами та отримувати більше виходів. Але збільшення кількості з’єднань може спричинити погіршення якості звуку. Роз’єм для навушників безпосередньо впливає на звуковий сигнал, який він передає та на загальну якість звуку. Також дає зрозуміти на що здатний або не здатний кабель.

3.5 Вибір кнопки програвача

Для розроблюваного пристрою було обрано базову кнопку, що зображена на рис.3.8



Рисунок 3.8 – Кнопка [28]

Цей навігаційний перемикач виконує всі необхідні функції для використання програвача. Всередині кнопки знаходиться 5 перемикачів: ліворуч,

					РА81.464131.001 ТЗ	Лист
Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата		27

праворуч, вгору, вниз і «вибір» (по середині), усі вони мають загальний контакт заземлення. Кнопка дозволяє управляти плеєром, невелика за розміром, стандартна та не ускладнює інтерфейс розроблюваного пристрою. За допомогою перемикача можна відтворювати, призупиняти або зупиняти медіа-об'єкт, регулювати звук. Кнопка одна, що є зручним та робе програвач дешевшим за інші завдяки цьому. Завданням кнопки є щоб вона считувала сигнал і реагувала на нього. Важлива функція перемикача полягає у тому, що вона замикає ланцюг при натисканні. Якщо кнопка не натиснута, струм між ніжками кнопки проходити не буде, і не можна буде отримати сигнал з цифрового виведення.

3.6 Структурна схема цифрового програвача

Структурна схема пристрою, який розробляється представлена на рисунку 3.9:

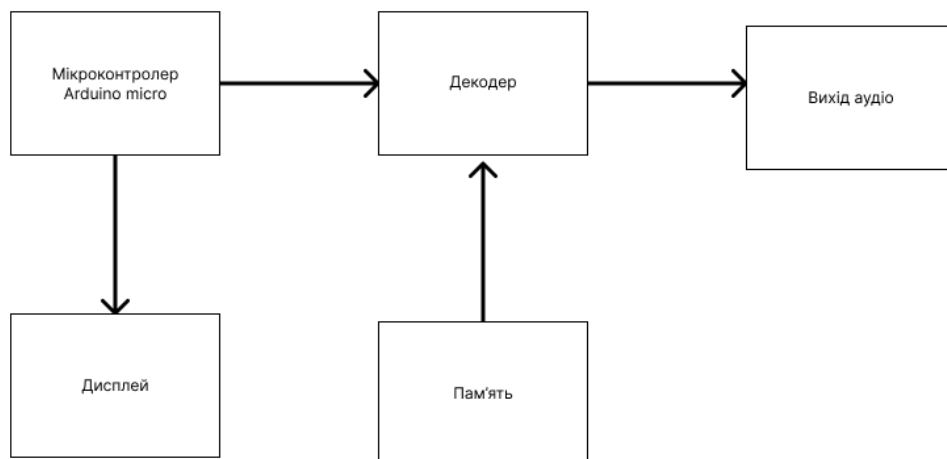


Рисунок 3.9 – Структурна схема

На структурній схемі зображено порядок взаємодії електронних модулів. Мікроконтролер Arduino Micro підключається до дисплею OLED і завдяки ньому на екрані відображається потрібна інформація. Далі мікроконтролер підключається до декодера VS1053, його функцією є видача послідовних цифрових даних на нього та видача керуючих сигналів. Декодер в свою чергу має вбудовано пам'ять та підключається до роз'єму mini jack.

Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата

РА81.464131.001 ТЗ

Лист
28

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Вибір програмного забезпечення та мови програмування

Програмне забезпечення музичного плеєра – це тип комп'ютерної програми, яка керує відтворенням музики та відео на пристрої. Говорячи про цифрові програвачі, ці програми зазвичай використовуються для відтворення аудіо файлів або відео, що зберігаються на персональних комп'ютерах.

В результаті розроблення цифрового програвача було обрано програмну оболонку Arduino IDE, що сумісна з операційною системою Windows. Її було обрано, тому що головна плата пристрою Arduino Micro, яка добре взаємодіє з оболонкою Arduino IDE. Дане програмне забезпечення можна використовувати з будь-якою платою Arduino. Програмне забезпечення Arduino з відкритим кодом дозволяє легко писати код і завантажувати його на плату. Має безкоштовні та широкі бібліотеки кодів та просте в програмуванні.

У кодї для пристрою використовувалась мова програмування C ++. Вона є більш розширеною мовою C та найпопулярнішою мовою програмування. Дана мова має багату підтримку бібліотеки та різноманітні типи даних.

4.2 Підключення електронних модулів

Підключення декодера до роз'єму

Роз'єм mini jack має 3 виходи: земля, лівий та правий канали звуку. Всі вони підключаються до Декодера VS1053. В свою чергу декодер має ROUT – вихід на правий канал, LOUT – вихід на лівий канал, AGND – земля. Тому відповідні канали роз'єму підключаються до відповідних виходів декодера.

Підключення кнопки до Arduino Micro

Кнопка має 6 виходів, що зображені на рис 4.1

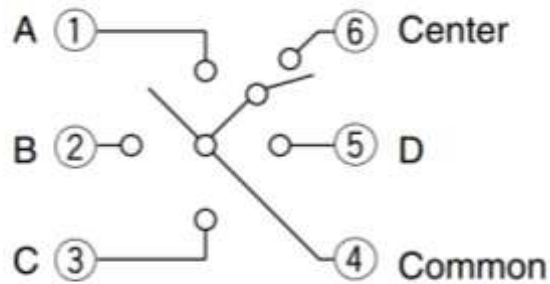


Рисунок 4.1 – Схема виходів кнопки [29]

П'ять виходів кнопки відповідають за її положення, 6 кнопка відповідає за живлення. Всі 5 виходів йдуть до 6, але в залежності яку кнопку натискати.

На рис.4.2 зображена електрична принципова схема кнопки.

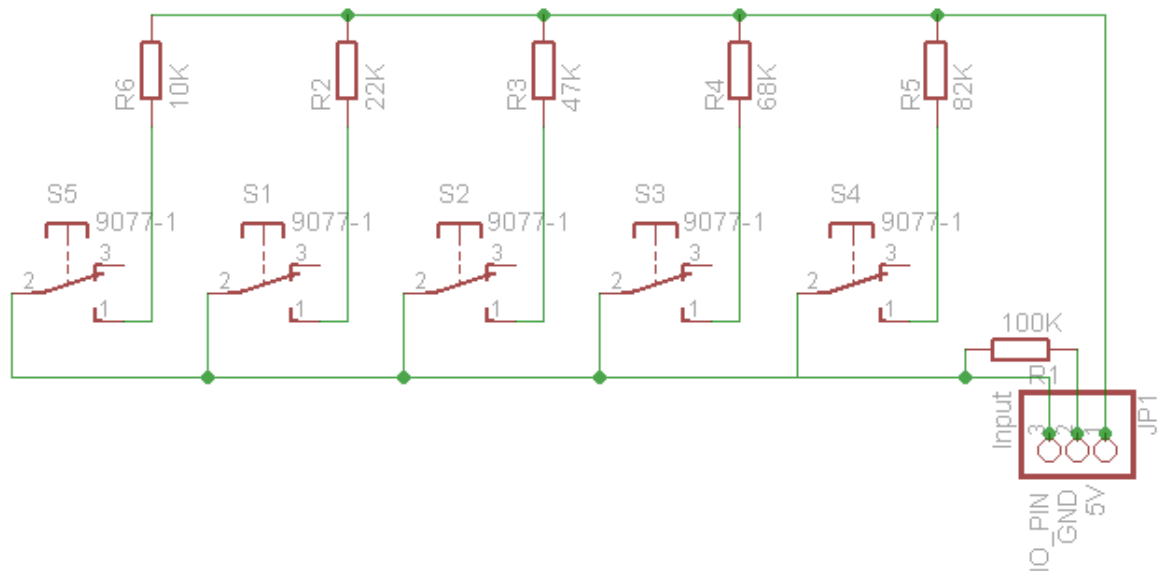


Рисунок 4.2 – Умовна електрична принципова схема підключення кнопки [30]

На схемі зображено 6 резисторів, 5 замикачів та вихід. Принцип роботи полягає в тому, що з Arduino Micro йде живлення 5В до кнопки. До кожної з 5 виходів під'єднується резистор різної потужності. Далі 5В живлення подаються на 5 входів кнопки через резистори, кожен резистор має свій номінал. В залежності від того яке положення кнопки в нас замикається відповідний вхід кнопки один з 5 йде до 6 виходу. В свою чергу 6 вихід під'єднаний до входу arduino.

Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата

РА81.464131.001 ТЗ

Лист

30

Через формулу дільника напруги можна дізнатися яка напруга з кожного виходу потраплятиме до аналогового контакту arduino A0.

$$U_{\text{вих}} = \frac{R_2}{R_n + R_2} \cdot U_{\text{вх}}$$

$$R_2 = 100\text{кОм}$$

$$R_n = R_6, R_2, R_3, R_4, R_5$$

$U_{\text{вх}} = 5\text{В}$, Напруга яка буде поступати з кожного виходу

$$U_6 = 4.545 \text{ В кнопка вгору}$$

$$U_2 = 4.098 \text{ В кнопка вниз}$$

$$U_3 = 3.401 \text{ В кнопка вліво}$$

$$U = 2.976 \text{ В кнопка вправо}$$

$$U_5 = 2.747 \text{ В кнопка натиск}$$

Напруга, яка йде до контакту arduino A0 може бути від 0 до 5. Ці значення у коді пропорційно переводяться від 0 до 1023 за допомогою команди *analogRead(A0)*: Оскільки відомо яка напруга потрапляє, то можна пропорційно вирахувати скільки це від 0 до 1023. При написанні коду було задано певний діапазон, щоб не виникали помилки.

$$U_6 = 929.91 \text{ кнопка вгору}$$

$$U_2 = 838.53 \text{ кнопка вниз}$$

$$U_3 = 695.92 \text{ кнопка вліво}$$

$$U_4 = 608.93 \text{ кнопка вправо}$$

$$U_5 = 562.09 \text{ кнопка натиск}$$

Підключення декодера до Arduino Micro

На рисунку 4.3 зображено підключення декодера VS1053 до Arduino Micro.

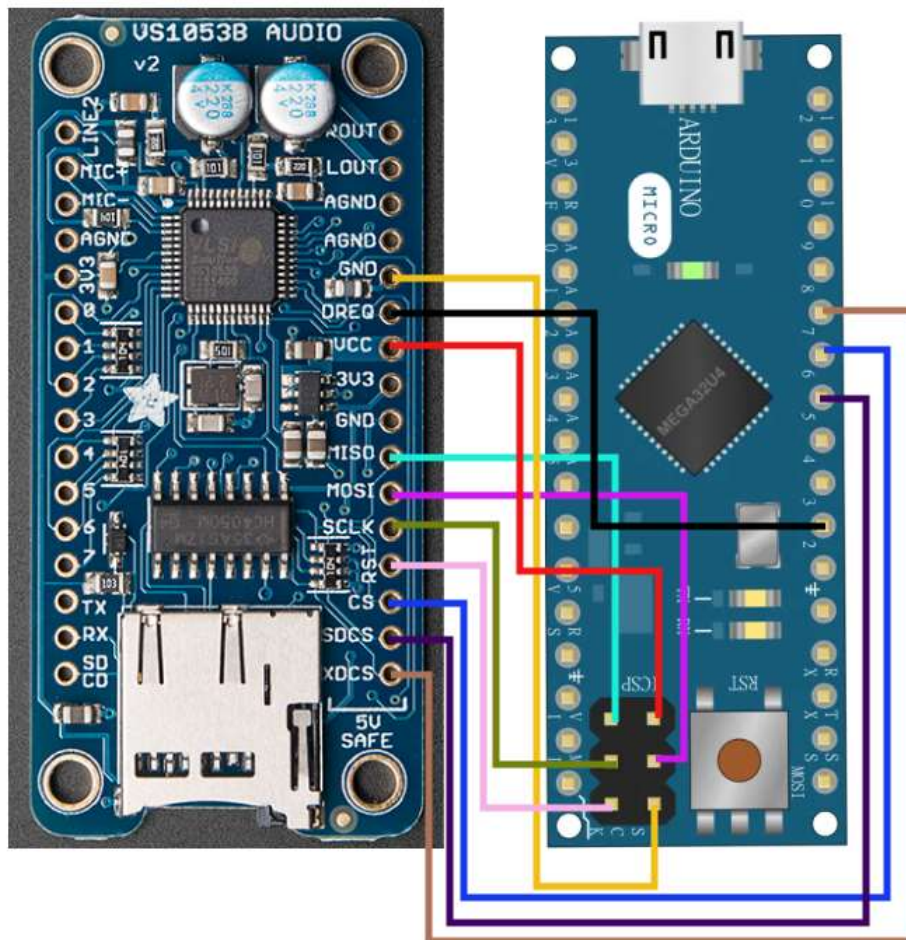


Рисунок 4.3 – Схематичне підключення декодера до Arduino Micro

- Пін декодера «GND» підключається до пина Arduino «GND»
- Пін декодера «RST» підключається до пина Arduino «RESET»
- Пін декодера «MOSI» підключається до пина Arduino «MOSI»
- Пін декодера «SCLK» підключається до пина Arduino «SCK»
- Пін декодера «VCC» підключається до пина Arduino «5V»
- Пін декодера «MISO» підключається до пина Arduino «MISO»
- Пін декодера «DREQ» підключається до пина Arduino «3»
- Пін декодера «SDCS» підключається до пина Arduino «6»
- Пін декодера «CS» підключається до пина Arduino «7»
- Пін декодера «XDCS» підключається до пина Arduino «8»

Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Підключення дисплею до Arduino Micro

На рисунку 4.4 зображено підключення дисплею до Arduino Micro.

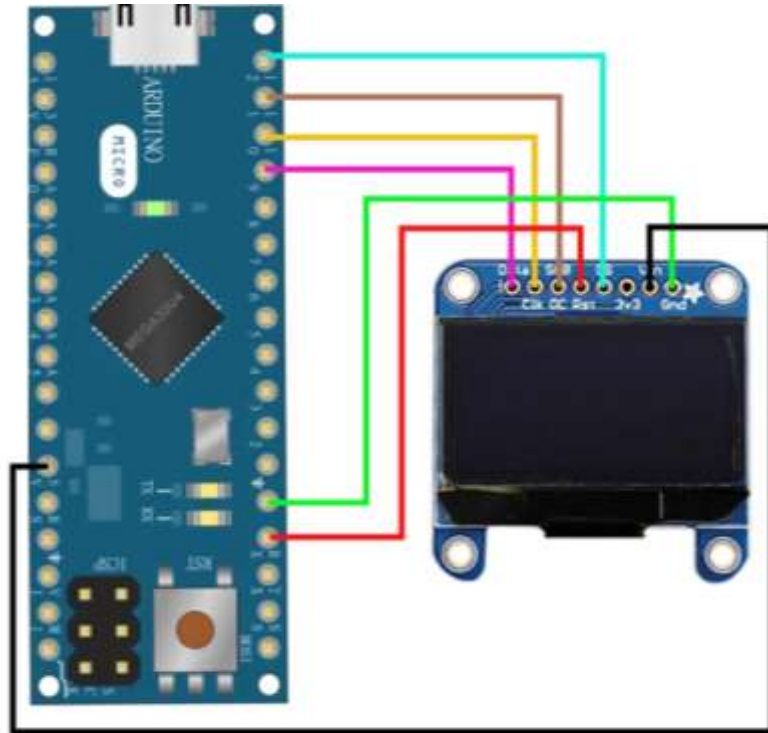


Рисунок 4.4 – Схематичне підключення дисплею до Arduino Micro

Пін дисплею «Data» підключається до пина Arduino «9»

Пін дисплею «Clk» підключається до пина Arduino «10»

Пін дисплею «SA0» підключається до пина Arduino «11»

Пін дисплею «Rst» підключається до пина Arduino «RESET»

Пін дисплею «CS» підключається до пина Arduino «12»

Пін дисплею «Vin» підключається до пина Arduino «5V»

Пін дисплею «Gnd» підключається до пина Arduino «GND»

Зм.	Лис.	№ докум.	Підпис	Дата

РА81.464131.001 ТЗ

Лист

33

Схематичне підключення всіх електронних модулів зображено на рис 4.5

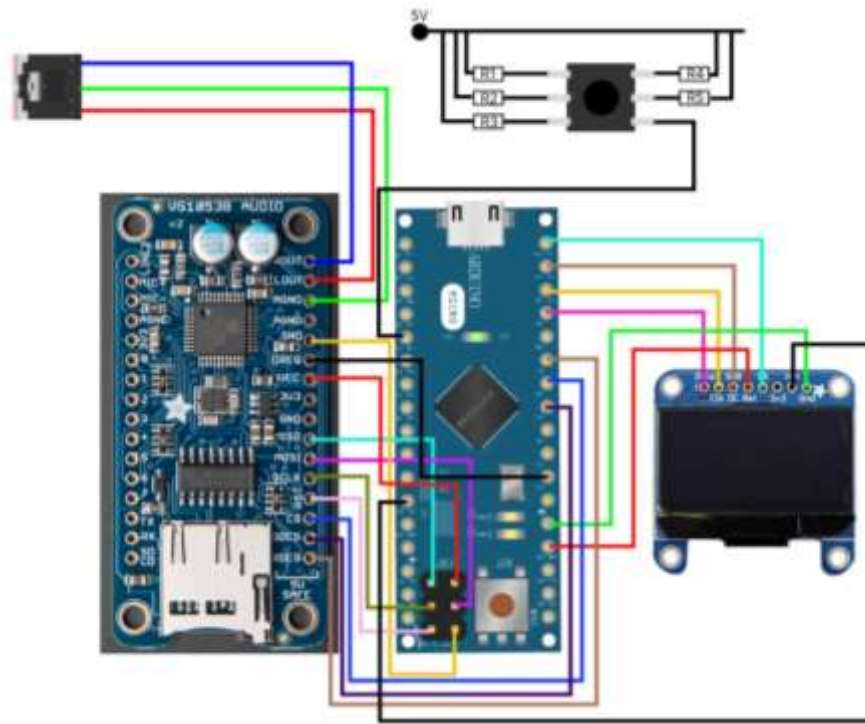


Рисунок 4.5 – Схематичне підключення всіх електронних модулів

4.3 Блок схема програмного коду

Void setup – загальна функція налаштування. В ній відбувається ініціалізація дисплею та кнопки, а саме піна A0. Потім йде перевірка підключення декодера та присутності карти пам'яті. Якщо щось не так, то код буде видавати помилку. Якщо все працює тоді йде наступна основна функція void loop. На якій відбувається зчитування кнопки та встановлення параметрів «diya» Потім йде перевірка чи грає музика ? Якщо ні, то кнопка VERH, NYZ рухається по списку директорій. Кнопка LIVO відповідає за перехід в попередню директо-рію, а PRAVO за перехід в вибрану. Кнопка NATYSK відповідає за початок гри обраного файлу. Якщо музика грає, тоді ці кнопки відповідають за інші функції. Кнопка VERH відповідає за збільшення гучності , NYZ за зменшення. Кнопки LIVO та PRAVO за вихід в навігацію та NATYSK за призупинення. Далі йде оновлення інформації дисплею та цикл починається спочатку.

На рисунку 4.6 зображена блок схема програмного коду.

Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата

РА81.464131.001 ТЗ

Лист

34

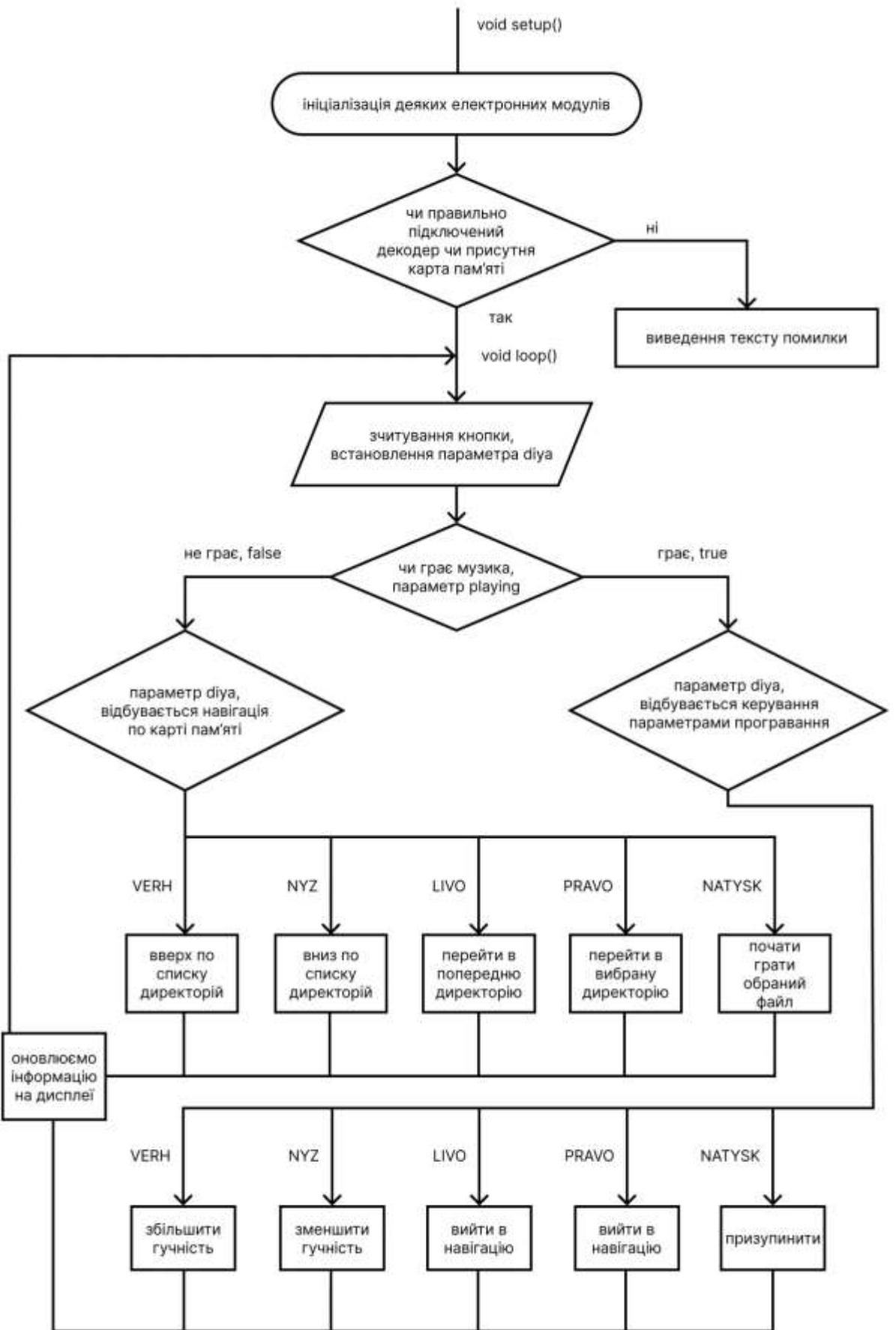


Рисунок 4.6 – Блок схема програмного коду

Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата

4.4 Програмний код цифрового програвача

Для початку було підключено необхідні бібліотеки:

```
#include <SPI.h> // підключення для керування декодером по протоколу SPI
```

```
#include <SD.h> // підключення для роботи з SD-картою (картою пам'яті)
```

```
#include <Adafruit_VS1053.h> // підключення для роботи з декодером
```

```
#include <Wire.h> // підключення для керування дисплеєм по протоколу I2C
```

```
#include <Adafruit_I2CDevice.h> // потрібна для підключення бібліотеки <Adafruit_GFX.h>
```

```
#include <Adafruit_GFX.h> // підключення для виводу графічних елементів на дисплей
```

```
#include <Adafruit_SSD1306.h> // підключення необхідне для роботи з дисплеєм
```

Потім було задано змінні для підключення декодера VS1053

```
#define DREQ_DEC 3 // Запит даних, шина введення (в Arduino)
```

```
#define CARDCS_DEC 6 // Пін для вибору чіпа картки
```

```
#define CS_DEC 7 // Контакт вибору мікросхеми VS1053 (вихід)
```

```
#define DCS_DEC 8 // Вибір мікросхеми даних / синхронізація байтів (вихід)
```

```
#define RESET_DEC 13 // Контакт скидання VS1053 (вихід)
```

Далі задала змінну для декодера та ініціалізувала її.

```
Adafruit_VS1053_FilePlayer decoder =  
Adafruit_VS1053_FilePlayer(RESET_DEC, CS_DEC, DCS_DEC,  
DREQ_DEC, CARDCS_DEC);
```

Потім задала змінні для підключення OLED дисплею.

```
#define MOSI_DIS 9
#define CLK_DIS 10
#define DC_DIS 11
#define CS_DIS 12
#define RESET_DIS 13
```

Далі задала змінні, що відповідають пінам підключення ардуіно.

```
Adafruit_SSD1306 display(MOSI_DIS, CLK_DIS, DC_DIS, RESET_DIS,
CS_DIS);
```

Задала змінні, що будуть відповідати положенню кнопки.

```
#define BEZDII 0 // ніяких дій
#define VERH 1 // вгору
#define NYZ 2 // вниз
#define LIVO 3 // вліво
#define PRAVO 4 // вправо
#define NATYSK 5 // натискання
```

Далі визначаю значення змінної пауз після дій.

```
#define ZATRYMKA 250
```

Задала змінні, що відповідатимуть за максимальні значення.

```
#define MIN_VOL 50 // гучність
#define FILES_DIS 5 // рядки
#define NUM_FILES 60 // файли
```

Задала змінну програвання.

```
boolean playing = false;
uint8_t vidstup = 0;
uint8_t vybir = 0;
char* fileArray[NUM_FILES];
boolean directoryArray[NUM_FILES];
uint8_t fileNumber = 0;
```

```
struct StateStruct {
    uint8_t huchnist;
    char files[NUM_FILES];
} state = {
```

					РА81.464131.001 ТЗ	Лист
						37
Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата		

```

    30,
    "/"
};

void setup() {

    pinMode(A0, INPUT); // пін A0 працює в режимі на вхід

    display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC);

    if (!decoder.begin() // !SD.begin(CARDCS_DEC) //
!decoder.useInterrupt(VS1053_FILEPLAYER_PIN_INT)) {
        draw("!!!ПОМЫЛКА!!!");
        while (1);
    }

    decoder.setVolume(state.huchnist, state.huchnist); // передаємо в функцію
два параметри оскільки визначаємо гучність для правого і лівого каналів

    updateArray(state.files);
}

```

Цикл роботи програвача

```

void loop() {
    uint8_t diya = readButton(analogRead(A0)); // на початку циклу зчитуємо
вхідні дані піна, до якого під'єднана кнопка

    if (!playing) { // якщо не грає музика

        if (diya == VERH) {
            if (vybir > 0) {
                vybir--;
                if (vybir < vidstup) {
                    vidstup--;
                }
            }
        } else if (diya == NYZ) {
            if (vybir < fileNumber) {
                vybir++;
                if (vybir >= vidstup + FILES_DIS) {
                    vidstup = vybir - FILES_DIS + 1;
                }
            }
        } else if (diya == LIVO) {
            // Go back

```

					РА81.464131.001 ТЗ	Лист
Зм	Лис	НО ДОКУМ	Підпис	Дата		38

```

uint8_t l = strlen(state.files) - 2;
while (l > 1 && state.files[l] != '/') {
    l--;
}
state.files[l] = '\0';

updateArray(state.files);
vidstup = vybir = 0;

} else if (diya == PRAVO) {

    if (directoryArray[vybir]) { // Directory

        strcat(state.files, fileArray[vybir]);
        strcat(state.files, "/");

        updateArray(state.files);
        vidstup = vybir = 0;
    }
    delay(ZATRYMKA);

} else if (diya == NATYSK) {

    if (!directoryArray[vybir]) { // File
        char song[NUM_FILES] = "\0";
        strcat(song, state.files);
        strcat(song, fileArray[vybir]);
        decoder.startPlayingFile(song);
        playing = true;
        free(song);
    }

    delay(ZATRYMKA);
}

} else { // якщо музика грає

    if (diya == VERH) {
        if (state.huchnist > 0) {
            state.huchnist--;
        }
        decoder.setVolume(state.huchnist, state.huchnist);
    }

} else if (diya == NYZ) {
    if (state.huchnist < MIN_VOL) {
        state.huchnist++;
    }
}

```

					РА81.464131.001 ТЗ	Лист
						39
Зм	Лис	НО ДОКУМ	Підпис	Дата		

```

    }
    decoder.setVolume(state.huchnist, state.huchnist);

} else if (diya == LIVO || diya == PRAVO) {

    decoder.stopPlaying();
    playing = false;

    delay(ZATRYMKA);

} else if (diya == NATYSK) {
    if (!decoder.paused()) {
        decoder.pausePlaying(true);
    } else {
        decoder.pausePlaying(false);
    }

    delay(ZATRYMKA);
}
}

redraw();
delay(50);
}

void updateArray(char* path) {

    for (uint8_t i = 0; i < fileNumber; i++) {
        free(fileArray[i]);
    }

    File dir = SD.open(path);

    for (uint8_t i = 0; i < NUM_FILES; i++) {
        File entry = dir.openNextFile();
        if (!entry) break;
        fileArray[i] = strdup(entry.name());
        directoryArray[i] = entry.isDirectory();
        fileNumber = i;
        entry.close();
    }
}

```

Функція для зчитування кнопки.

Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата

РА81.464131.001 ТЗ

Лист
40


```

uint8_t readButton(uint16_t diya) {
    if (diya > 940 && diya < 960) {
        return VERH;
    } else if (diya > 750 && diya < 780) {
        return NYZ;
    } else if (diya > 910 && diya < 940) {
        return LIVO;
    } else if (diya > 1000 && diya < 1040) {
        return PRAVO;
    } else if (diya > 820 && diya < 860) {
        return NATYSK;
    } else {
        return BEZDII;
    }
}

```

Задала функції дисплею.

```

void draw(char * m) {
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
    display.println(m);
    display.display();
}

```

```

void redraw() {
    display.clearDisplay();
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0, 0);
}

```

Вивела інформацію на екран.

```

if (!playing) {
    for (uint8_t i = vidstup; i < (vidstup + FILES_DIS) && i <= fileNumber;
        i++) {
        display.print((vybir == i) ? "> " : " ");
        display.print(fileArray[i]);
        display.println(directoryArray[i] ? "/" : "");
    }

} else {
    display.print((!decoder.paused()) ? "> " : "\ ");
}

```

Зм.	Лис	НО ДОКУМ	Підпис	Дата

```
display.setCursor(15, 0);  
display.print(fileArray[vybir]);
```

```
char timebuffer[9];  
formatTime(timebuffer, decoder.decodeTime());  
display.setCursor(0, 10);  
display.print(timebuffer);
```

```
char volbuffer[3];  
snprintf(volbuffer, 3, "%02i", MIN_VOL + 1 - state.huchnist);  
display.setCursor(110, 10);  
display.print(volbuffer);  
}  
display.display();  
}
```

```
char* formatTime(char* buffer, uint16_t time) {  
    uint8_t hours = (time / 3600);  
    uint8_t minutes = ((time % 3600) / 60);  
    uint8_t seconds = ((time % 3600) % 60);  
  
    snprintf(buffer, 9, "%02i:%02i:%02i", hours, minutes, seconds);  
}
```

					РА81.464131.001 ТЗ	Лист
						42
Зм.	Лис	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ

5.1 Конструювання пристрою

Конструювання цифрового програвача аудіо контенту розроблялось у програмі SolidWorks. Дана програма створена для розроблення елементів, може проектувати дуже точні 3D-об'єкти, створювати 2D креслення, створювати зображення та анімацію 3D-об'єктів. Також можна оцінити вартість виготовлення створених 3D-об'єктів. В SolidWorks я розробила 3D моделі кожного електронного модулю, верхній та нижній корпуси пристрою.

На рис.5.1 зображено повну 3D конструкцію цифрового програвача аудіо контенту.

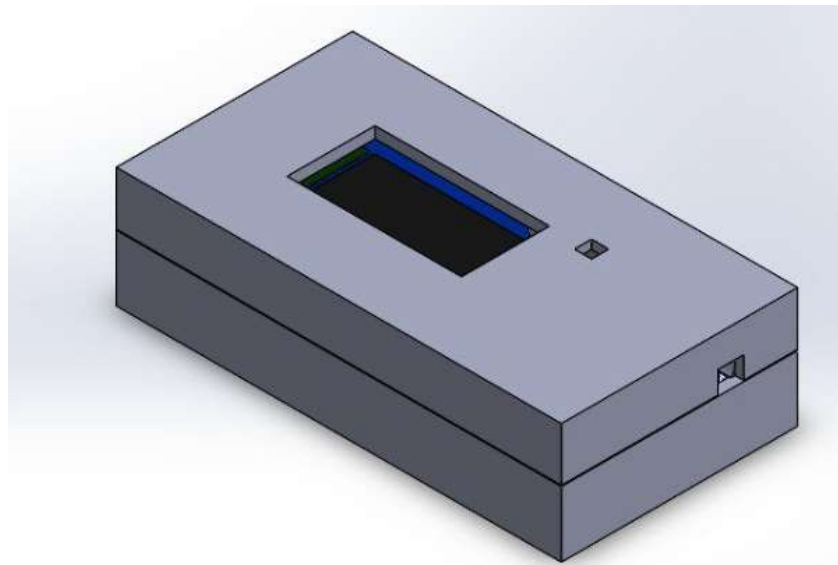


Рисунок 5.1 – 3D конструкція пристрою

Спочатку було розроблено 3D моделі кожного електронного модулю окремо. Створені модулі: кнопка, роз'єм, дисплей, декодер VS1053 та Arduino Micro було розроблено та розташовано так, щоб вони могли взаємодіяти та працювати один з одним. Потім було розроблено корпус для електронних компонентів, який складається з нижньої та верхньої частин.

На рис.5.2 зображено 3D конструкція нижньої частини корпусу.

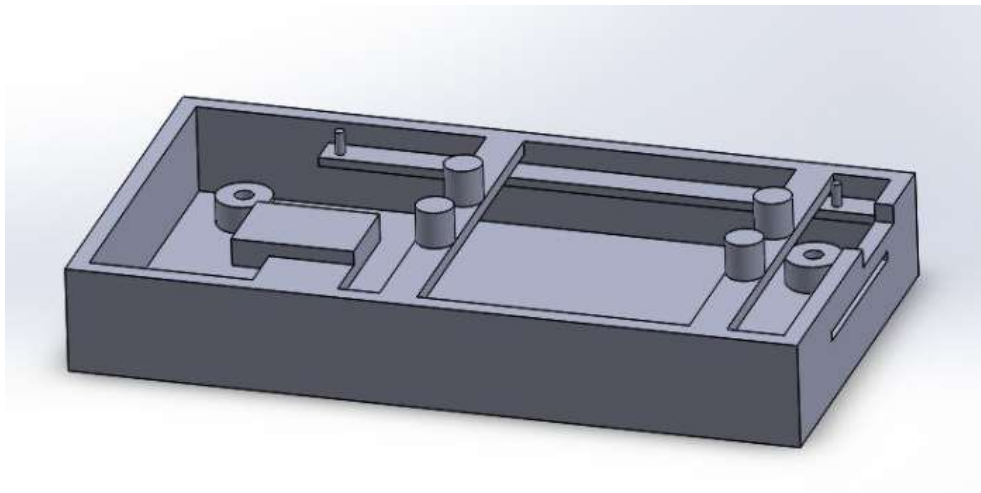


Рисунок 5.2 – 3D конструкція нижньої частини корпусу.

У розробленій конструкції нижньої частини корпусу з правої сторони створено отвір для SD карти і заглиблення для роз'єму мікро USB. Це заглиблення при накладанні верхньої частини корпусу буде створювати отвір. Також було зроблено допуски з кожної сторони по 2мм. і товщина стінок також по 2 мм. Габарити корпусу залежать від габаритів найбільшої плати, якою являється декодер VS1053. В середині корпусу було розроблено у відповідних місцях виступи для саморізів. Даними виступами буде фіксуватися нижня плата декодер VS1053. Далі зверху нижньої частини корпусу розроблений виступ для фіксації з Arduino Micro. Він також містить два маленьких виступи для отворів. Ці отвори потім продовжуються на верхній частині корпусу і складають собою суцільну лінію для того, щоб Arduino Micro була зафіксована та залишалась на одному місці і не рухалась по корпусу. Далі було зконструйовано дві горизонтальні поперечні лінії на яких створено 4 виступи. Вони розроблені для того щоб на них тримався дисплей. Дисплей має 4 отвори для фіксації, але вони створені для виступів які знаходяться зверху та йдуть до поперечної лінії. Таким чином фіксуючи дисплей на одному місці ці виступи на нижній частині корпусу його підтримують знизу, а виступи що знаходяться зверху не дають йому змінити положення на горизонтальній площині. Тобто одні вирізи задають дисплею висоту, а інші фіксують його положення в просторі. Також ці поперечні лінії призначені для фіксації верхньої частини корпусу, так як у верхній частині корпусу є чотири відповідні так звані гачки, які

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						44
Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата		

кріпляться до нього. Далі зконструйовано з лівої сторони нижньої частині корпусу прямокутний виступ, який служить підтримкою для кнопки, щоб вона трималась по висоті. Ліва частина цього виступу призначена для підтримки та фіксації (який відходить від підтримки кнопки) роз'єму mini jack, також в просторі.

Наступна частина конструкції зображена на рис.5.3

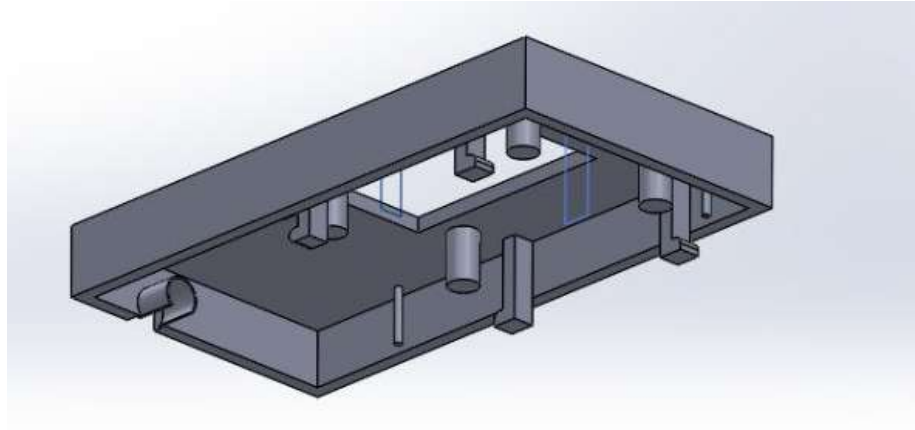


Рисунок 5.3 – 3D конструкція верхньої частини корпусу

У розробленій конструкції верхньої частини корпусу створено найбільший отвір для дисплея. Також навколо отвіра створено широкі виступи для плати дисплея. Роз'єм mini jack фіксується завдяки нижній та верхній частин корпусу. При достатньо сильному затисканні роз'єм mini jack буде заходити в пів отвір корпусу та завдяки цьому буде триматися верхній корпус. Тобто корпус буде висіти, а завдяки нижній частині корпусу він буде фіксуватися в просторі. Далі було розроблено тоненькі виступи, які потрібні для плати Arduino Micro. Верхня частина корпусу з лівої сторони також містить отвір для кнопки. Даний отвір фіксує положення кнопки, щоб вона не крутилась. А в низу вона фіксує його за висотою. Також у конструкції розроблено чотири гачки, які при закритті будуть згинатися та фіксуватися за поперечні лінії. Щоб відкрити корпус потрібно достатньо сильно потянути за верхню частину корпусу, а щоб закрити треба так само заклацнути в правильному положенні.

На рис.5.4 зображена 3D конструкція нижньої та верхньої частин корпусу разом та електронні компоненти, що містяться всередині.



Рисунок 5.4 – Зовнішній та внутрішній вигляд 3D конструкції цифрового програвача аудіо контенту

Повна 3D конструкція цифрового програвача складається з двох частин корпусу. В середині корпусу зконструйовано всі необхідні електронні компоненти. Конструювання було розроблено в SolidWorks, як це було зазначено раніше, в режимі «збірка». Першою було розташовано плату Arduino Micro, вона фіксована, тобто відносно неї будуть розташовуватися всі елементи. Потім вже було розставлено всі решта елементи, що знаходяться в середині корпусу з наступними відношеннями. Далі декодер розташовується відносно Arduino Micro, а саме площини їх відповідних сторін і вони є колінеарні. Оскільки плата декодера вже зафіксована відносно неї можна фіксувати положення по площині XY. Далі йде розташування переднього відношення декодера з роз'ємом mini jack. Тобто площина де закінчується в нього роз'єм співпадає з боковою площиною корпусу. Нижня площина роз'єму mini jack співпадає з нижньою площиною Arduino. Верхня площина роз'єму співпадає з площиною кнопки з якої користувач нажимає на неї. Потім було зафіксовано положення дисплея. Його ліва площина співпадає з лівою площиною Arduino Micro, вони колінеарні. Потім фіксуємо кнопку, її площина співпадає з площиною роз'єму mini jack. Верхня площина плати дисплея співпадає з верхньою площиною плати роз'єму. Далі йде розташування корпусу. Нижня площина декодера лягає на виступи для вкручення саморізів і їх площина співпадає. Правий верхній отвір плати співпадає з виступом для саморізу та вони концентричні. Далі є

					РА81.464131.001 ТЗ	Лист
Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата		46

виступ у нижній частині корпусу який є підтримкою для плати Arduino Micro, тобто верхня площина співпадає з нижньою частиною Arduino Micro. Потім у верхній і нижній частині корпусу площини знаходяться у одній площині щоб вони співпадали коли їх співставляти.

5.2 Перевірка коду

Для початку було підключено Arduino до комп'ютера. Після запуску програми Arduino IDE було обрано до якого порта комп'ютера було підключено Arduino. Для перевірки коду було застосовано Arduino UNO, так як принцип її роботи та Arduino Micro однаковий. Спочатку при перевірці коду виникло декілька помилок, так як в деяких місцях був неправильний синтаксис. Після виправлення всіх помилок код запрацював.

На рис. 5.5 зображено скріншоти успішної компіляції.

```
decoder.setVolume(state.huchnist, state.huchnist); // передаємо в функцію два параметри оскільки визначаємо гучність  
updateArray(state.files);  
}
```



Рисунок 5.5 – Скріншот компіляції

На рис. 5.6 зображено скріншоти завершення завантаження програми на плату.

Програма використовує 85% пам'яті та 76% оперативної пам'яті.

```
decoder.setVolume(state.huchnist, state.huchnist); // передаємо в функцію два параметри оскільки визначаємо гучність  
updateArray(state.files);  
}
```

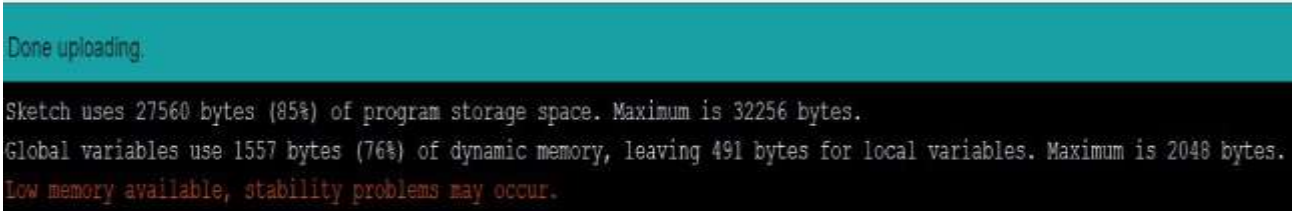


Рисунок 5.6– Скріншот завантаження

За результатами перевірки код було скопійовано успішно. При завантаженні проблем не виникло.

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						48
<i>Зм.</i>	<i>Лис.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

- 1) Під час огляду існуючих програвачів було проаналізовано їх особливості, переваги та недоліи. На основі існуючих рішень було розроблено цифровий програвач з урахуванням їх недоліків та вдосконаленням їх.
- 2) В результаті огляду електронних модулів, було обрано оптимальні варіанти. А саме обрано якісні компоненти, що найбільше задовольняють розроблюваному програвачу та являються відносно не дорогими. Також створено та проаналізовано структурну схему по якій видно як будуть поєднуватися та взаємодіяти компоненти один з одним.
- 3) При розробці цифрового програвача було створено блок схему для розуміння коду. Обрано оптимальне програмне забезпечення та розроблено код для програвача. Електронні модулі було з'єднано за схемами для розуміння.
- 4) У програмі SolidWorks зроблена конструкція всього корпусу та розміщення електронних модулів. В даній програмі розміщено все компактно, що є зручним для користування. Також було проведено перевірку роботи програвача, яка показала що пристрій працює коректно та не має ніяких дефектів.

В ході виконання дипломного проекту було розроблено цифровий програвач формату FLAC. Крім того програвач може підтримувати стандартні формати. Цифровий програмавач реалізований на базі Arduino, має дисплей. Він вийшов не високої вартості, не великий розміру, як і планувалась, зручний у використанні.

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						49
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Категорії цифрових програвачів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hotline.ua/guides/yak-vibrati-mp3-pler/>
2. Ipod touch 7 (2019). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://izi.ua/p-42883542-apple-ipod-touch-7gen-2019-32-gb-space-gray>
3. Характеристики Ipod touch 7 (2019). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://support.apple.com/kb/SP796?locale=ru_RU&viewlocale=uk_UA
4. Sony walkman a105. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://in.pinterest.com/pin/sony-walkman-makes-a-comeback-powered-with-android--215046950944791935/>
5. Характеристики sony walkman a105. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hires.com.ua/muzykalnyi-pleer-sony-walkman-nw-a105-chernyi/p8387/>
6. FiiO M3 Pro. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ae01.alicdn.com/kf/Hc58d7bdf59a440038da833c322643f8dx.jpg_q50.jpg
7. Характеристики FiiO M3 Pro. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://porta.fi/ru/obzor-pleera-fiio-m3-pro-luchshij-iz-mladshih/>
8. Xduoo X3S. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ae04.alicdn.com/kf/HTB135q.NFXXXXX.XpXXq6xXFXXXi/MP3-XDUOO-X2-hi-fi.jpg>
9. Характеристики Xduoo X3S. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://xduoo.net/product/x2s/>
10. Ipod nano 7. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ilounge.ua/files/products/ipod-nano-7g-1.650x650.jpg>
11. Характеристики Ipod nano 7. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://igotoffer.com/apple/ipod-nano-7th-gen-2-5-multitouch-16-gb>

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						50
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

12. Формат MP3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://poradumo.com.ua/178914-chim-vidrizniayetsia-mp3-vid-wav/>
13. Формат WAV. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://poradumo.com.ua/178914-chim-vidrizniayetsia-mp3-vid-wav/>
14. Формат AAC. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uk.gadget-info.com/22031-aac-vs-mp3-which-music-format-is-better>
15. WMA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.wikiwand.com/uk/WMA>
16. FLAC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://uk.upwiki.one/wiki/FLAC>
17. Підтримка код формату FLAC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tebapit.com/%D1%89%D0%BE-%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B5-%D0%B0%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82-flac/>
18. Arduino UNO. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://doc.arduino.ua/img/hardware/ArduinoUno_r2_front.jpg
19. Характеристики arduino UNO. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>
20. Raspberry Pi4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hotline.ua/img/tx/208/2083902875.jpg>
21. Arduino Micro. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doc.arduino.ua/img/hardware/ArduinoMicroFront.jpg>
22. Характеристики Arduino Micro. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/27992/1/OMPT_laboratorni.pdf
23. Дисплей LCD. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://media.ecommerce.eu/products/big/a/azdelivery-modulo-pantalla-oled-display-i2c-128-x-64-pixeles-13-pulgadas-con-caracteres-blancos-compatible-con-arduino-y-raspberry-pi-con-e-book-incluido.webp>

24. Дисплей OLED. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cdn-reichelt.de/bilder/web/artikel_ws/A300/ADAFRUIT-938-30091227-01.jpg
25. Переваги OLED дисплею. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mobileplanet.ua/ua/blog/yakiy-ekran-krashche-ips-oled-abo-super-117>
26. Декодер VS1053. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://bois083.files.wordpress.com/2014/02/vs1053_board.png
27. Роз'єм mini jack. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://images.izi.ua/80193253>
28. Кнопка. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : доступу: <https://www.globalhobby.ru/wa-data/public/shop/products/83/23/2383/images/11087/RCK367000.750@2x.jpg>
29. Схема виходів кнопки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SKQUCAA010-ALPS.pdf>
30. Схема підключення кнопки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://content.instructables.com/ORIG/F8X/QWC3/G1BBBYQT/F8XQWC3G1BBBYQT.png?auto=webp&frame=1&fit=bounds&md=7996cc8d8feb60f5de55780f25e0f76f>

Додаток А

ПОГОДЖЕНО

Керівник дипломного проекту

проф., д.т.н. Степанов М.М

(дата) (підпис)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Степанов М. М

(дата) (підпис)

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

“Цифровий програвач аудіо контенту формату FLAC ”

Київ 2022

					<i>РА81.464131.001 ТЗ</i>	Лист
						53
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 НАЗВА І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

Назва дипломного проекту «Цифровий програвач аудіо контенту формату FLAC».

Підставою для виконання є завдання, узгоджене з кафедрою прикладної електроніки від ___2022 р.

2 ВИКОНАВЦІ

Керівник дипломного проекту – проф.,д.т.н Степанов Михайло Михайлович.

Виконавець – студент групи РА – 81 Гавриш Карина Олександрівна.

3 МЕТА ВИКОНАНА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ І ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКЦІЇ

Метою дипломного проекту є розробка конструкції цифрового програвача формату FLAC, перевірка її на працездатність та оформлення необхідної конструкторської документації.

Цифровий програвач призначений для прослуховування аудіо у високій якості звуку.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1 Призначення

Цифровий програвач призначений для прослуховування аудіо у високій якості звуку в різних місцях.

Відтворювагтя форматів – MP3, WAV, FLAC.

Напруга живлення – 5 – 12В.

Струм живлення – 2А.

4.2 Життєздатності та стійкості до зовнішніх впливів і чинників

Кліматичне виконання УХЛ 4 за ГОСТ 15150-69. Захист від механічних пошкоджень М13 за ГОСТ 17516.1-90.

4.3 Надійності

Середній час безвідмовної роботи 1 рік 8760 годин.

Імовірність безвідмовної роботи 0.9.

					РА81.464131.001 ТЗ	Лист
						54
Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Середній срок служби не менше 2-ох років.

4.4 Конструкції

Вимоги до габаритних параметрів та маси не висуваються.

4.5 Уніфікації і стандартизації

Вимоги до уніфікації і стандартизації не висовуються. На боковій панелі міститься отвір для подачі живлення та роз'єм mini jack. Також присутній отвір для кнопки, дисплею та карти пам'яті.

4.6 Дизайне ергономіки та технічної естетики

Колір корпусу сірий.

В корпусі повинні бути отвори для підключення живлення та отвір для карти пам'яті.

4.7 Експлуатації, зручності технічного обслуговування та ремонту

Технічні обслуговування проводити 1 раз на рік. Чистку від запилення 1 раз на місяць.

Ремонтування здійснюється в сервісному центрі майстером.

4.8 Безпеки для життя, здоров'я і майна громадянин та охорони довкілля

Керуватися положеннями стандартів про вимоги техніки безпеки, електробезпеки, а саме ГОСТ 1220070-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.1.038- 88.

4.9 Траспортування і зберігання

Транспортувати автомобільним, залізничним та авіаційним видами транспорту в упакованому вигляді. Зберігання проводиться в складському приміщенні при температурі від 0°C до +40°C і відносній вологості повітря не більше 70% та відсутності в ньому кислотних парів, які шкідливо діють на матеріали.

					РА81.464131.001 ТЗ	Лист
						55
Зм	Лис	№ докум	Підпис	Дата		

4.10 Якості і технічного рівня

Відповідає світовому рівні.

5 ВИМОГИ ДО СИРОВИНИ, МАТЕРІАЛІВ І ПКВ

Вимоги до сировини та матеріалів не висуваються.

6 ВИМОГИ ДО КОНСЕРВАЦІЇ, ПАКУВАННЯ ТА МАРКУВАННЯ

Пакування та маркування виконується за ДСТУ 4171-2003. Консервація не передбачена. Упаковка повинна мати достатню міцність щоб зберегти виріб при транспортуванні. Також повинна вмщати прилад з літературою, яка надається кінцевому споживачу. Для пакування пристрій потрібно згорнути в бульбашко – повітряну плівку та помістити в картонну коробку.

7 ВИМОГИ ДО РОЗРОБЛЮВАНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Оформлення документації оформлюється згідно ДСТУ 308:2015.

Склад конструкторської документації:

- 1.Текстова документація (пояснювальна записка, специфікація на пристрій)
- 2.Графічна документація (структурна схема, два кресленика деталей, чкладальний кресленик)

Орієнтований зміст дипломного проекту

1. Аналіз ситуації на ринку програвачів. Аналіз технічного завдання.
2. Обґрунтування та вибір електронних модулів.
3. Розробка програмного забезпечення.
4. Проектування приладу.

					РА81.464131.001 ТЗ	Лист
						56
<i>Зм</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		