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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)
Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра
(назва освітнього ступеня)

на тему: *Ревербератор електронний 100-12000 Гц*

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

(підпис) *Кузнецов М. М* (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) *Дунець В. Л* (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) *Марценюк А. С* (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) *Дунець В. Л* (прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2022

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

Факультет *прикладних інформаційних технологій та електроінженерії*
(повна назва факультету)

Кафедра *радіотехнічних систем*
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (прізвище та ініціали)

« » 20___ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

6. Консультанти розділів роботи
на здобуття освітнього ступеня *бакалавр*
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю *172 Телекомунцнікація та радіотехніка*
(шифр і назва спеціальності)

студенту *Кузнецову Михайлу Миколайовичу*
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Ревербератор електронний 100-12000 Гц*

Керівник роботи *Дунець Василь Любомирович*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи

3. Вихідні дані до роботи *Напруга живлення 9-12 В, струм споживання 20 мА, частотний діапазон 100-12000 Гц, вихідний сигнал 250 мВ, робоча температура -20 - +50, маса 300 г.*

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ, основна частина, аналіз технічного завдання, аналіз найбільш поширених реверберaторів, обґрунтування технічного завдання, технічні характеристики ревербератора, розробка структурної схеми ревербератора, розробка схеми електричної принципової, проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми ревербератора, вибір елементної бази, спеціальна частина САПР, безпека життєдіяльності, основи охорони праці, висновки

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

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	*Барановський В.М д.т.н. професор, кафедра МТ*	14.04.24	

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	*Розробка та затвердження технічного завдання*		
2	*Аналіз технічного завдання, аналіз існуючих рішень на ринку*		
3	*Створення структурної схеми*		
4	*Створення та розрахунок схеми електричної принципової*		
5	*Вибір елементної бази*		
6	*Компонування вузлла*		
7	*Автоматичне трасування за допомогою Altium Designer*		
8	*Створення друкованого вузла*		
9	*Опис спеціально їчастини пояснювальної записки*		
10	*Написаня розділу безпеки життєдіяльності та основи охорони праці*		
11	*Огляд рецензента*		
12	*Попередній захист роботи*		
13	*Захист КР*		

Студент _____ *Кузнецов М.М*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ *Дунець В.Л*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: «Ревербератор електронний 100-12000 Гц». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАс-41. // Тернопіль, 2022р. //с.-63, рис.-23, табл.-5, бібліог. – 0, додат.-7.

Ключові слова: РЕВЕРБЕРАТОР, РЕВЕРБЕРАЦІЯ, ПОШУК, ОБРОБКА ЦИФРОВА, МІКРОПРОЦЕСОР, МІКРОСХЕМА

Дана робота заключається в розробці ревербератора електронного частотою 100-12000 Гц, який буде входити в склад любої аудіо системи. В процесі кваліфікаційної роботи було розроблено повний комплект конструкторської документації, та наведено розрахунки окремих каскадів.

В додатках подано специфікацію на складальне креслення друкованого вузла пристрою і перелік елементів до схеми електричної принципової.

Annotation

Theme of qualification work: "Electronic reverb 100-12000 Gh". Qualifying work of the bachelor // Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyuy, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, group RA-41. // Ternopil, 2022 //s.- 63, fig.- 23, tab.- 5, bibliog. -0, Dodat.- 7.

Keywords: REVERBERATOR, REVERBERATION, SEARCH, DIGITAL PROCESSING, MICROPROCESSOR, MICROCIRCUIT

This work is to develop an electronic reverb with a frequency of 100-12000 Hz, which will be part of any audio system. In the process of qualification work, a complete set of design documentation was developed, and calculations of individual stages were given.

The appendices provide a specification for the assembly drawing of the printed unit of the device and a list of elements to the electrical circuit diagram.

Зміст

Вступ 8
1 Основна частина 10
1.1 Аналіз технічного завдання 10
1.1.1 Аналіз найбільш поширених реверберatorів 10
1.1.2 Обгрунтування технічного завдання 12
1.1.3 Технічні характеристики ревербератора 12
1.2 Розробка структурної схеми ревербератора 13
1.3 Розробка схеми електричної принципової 14
1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми ревербератора 18
1.4.1 Проектування і розрахунок каскаду стабілізатора напруги 18
1.4.2 Розрахунок ключа на двох транзисторах 22
1.4.3 Вибір змінних резисторів 24
1.5 Вибір елементної бази 25
1.6 Висновки до розділу 1 41
2 Спеціальна частина (САПР) 44
2.1 Програмне забезпечення 44
2.2 Детальний опис створення схеми електричної принципової та плати друкованої за допомогою САПР 45
2.3 Висновки до розділу 2 48
3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці 49
3.1 Правила техніки безпеки при експлуатації обладнання 49
3.2 Вимоги до техніки безпеки при виготовлені та налаштуванні вузла ревербератора 47
3.3 Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій 50

					КММ.2.032.001 ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Кузнецов М.М			Реверберatorе лектронний 100–12000 Гц Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш 6 / Аркушів 60
Перевірив		Дунець В.Л					
Н. Контр.		Марценюк А.С				ТНТУ, ФПТ, каф.РТ Рас-41	
Затверд.							

3.4 Висновки до розділу 3……55
Висновки 56
Список використаних джерел 57
Додатки..... 59

Вступ

З давніх часів люди пробували виражати свої почуття за допомогою музики, створюючи все нові та нові шедеври. З появою електроніки процес відтворення та створення музики спростився, і це дало змогу створювати складні музичні твори, з різними ефектами. Можна відверто заявити що музика почала оточувати нас, вона вдтворюється в повсякденному житті, на робі, під час відпочинку. Жоден концерт не обходиться без музичного супроводу. В процесі відтворення голосу в великих приміщеннях виникає проблема з ослабленням сили звуку, яка пов’язана з поглинанням звуку самими перешкодами. Даний процес можна віднести до ефекту реверберації. Саме даний ефект і буде описано в даній кваліфікаційній роботі.

Реверберація – процес який супроводжується відбиттям звуку від утворених на його шляху перешкод, відповідно з послабленням сили звуку, через поглинання перешкодами енергії звуку.

Звук неймовірно цікава річ. Ми можемо перебувати в великому кінотеатрі і чути динамік за багато метрів від себе дуже чітко, або перебувати в аудиторії з великою кількість людей і ледве чути людину за метер від себе. Саме тому реверберація є дуже поширеним явищем, і є моменти коли реверберація є потрібна, а коли не бажана. Під час виступів на сцені, автор для кращого свого звучання використовує мікрофон, саме в вданому випадку незначна реверберація може надати звуку більш насичене та тепле звучання.Реверберація є небажаною коли її неможливо контролювати. Місце яке оточене постійними гучними звуками, коли дані звуки відбиваються разом все це призводить до того що динаіки повинні лунати голосніше, щоб можна було почути голос, це лише збільшує проблему реверберації.

Тому для вирішення проблем з реверберацією було розроблено спеціальний прилад який отримав назву – ревербератор.

До найперший прилад для штучної реверберації можна віднести спеціальну кімнату, в якої стіни були під спеціальними кутами щоб забезпечити потрібний ефект.

До наступного типу можна віднести пластинчастий ревербератор, принцип якого базувався на металевй пластині. Наспний тип це пружинний ревербератор. На сьогоднішній день широке розповсюдження набув електронний ревербератор, в основі якого лягла електронна обробка звуку.

Електронний ревербератор складається з блока перед підсилювача та блока самого ревербератора. На сьогодення широкого розповсюдження набули мікросхеми, на яких і базується блок самого ревербератора, це дає нам можливість сменьшити габаритні розміри приладу та забезпечити його швидкодію, тому дані параметри праховуються при розробці приладу.

1 Основна частина

1.1Аналіз технічного завдання

1.1.1 Аналіз найбільш поширених реверберататорів

Проводячи аналіз ринку можна звернути увагу на те що ревербератор є досить специфічний прилад. Більшість ринку зосередилася на музичній сфері, і використовує ревербератор як прилад для музики. Ревербератори які забезпечують підключення мікрофону, та обробку звукового сигналу з мікрофону є досить мало. Найбільш розповсюдженими зустрічаються ревербератори на мікросхемі PT2399.(Див.рис.1.1) Дана мікросхема є популярною і знайшла своє призначення в недорогих підсилювачах ефекту, а також мікрофонних претворівачах звукових ефектів.

Рисунок 1.1– Блок ревербератора електронного на мікросхемі PT2399.

Основним недоліком даного виробу є мікросхема на якій і побудований сам ревербератор, дана мікросхема може працювати тільки в одному з режимів, а саме в режимі «echo». Саме це і знижує ефективність даного

виробу. Дана система не може забезпечити нормальний ефект реверберації оскільки цей процес досить складний і для його реалізації потрібно більше змінних налаштувань, а даний виріб забезпечений лиш одним змінним резистором який дозволяє коригувати затримку вихідного сигналу, що є недостатнім для ефекту реверберації.

Найбільш похожим виробомом по параметрах, буде елекронний ревербератор XH-M173. (Див.рис.1.2).

Рисунок 1.2– Плата електронного ревербератора XH-M173.

Дана плата ревербератора виконана на мікросхемі PT2399, яка працює тільки в режимі «echo». А також недоліком є змінне живлення. До переваг можна віднести забезпечення регулювання фонового звуку, регулювання звуку мікрофону, регулювання часу реверберації. Основню перевагою даної плати є підключення телефону з фонограмою через розєм 3,5 мм.

Отже, провіши аналіз по ринку можна зробити висновок що дана робота бакалавра, а семе розробка ревербератора електронного частотою 100-12000 Гц є актуальною. Адже даний проектований виріб може працювати в двох режимах роботи, а саме в режимі «echo» і також в режимі обємний звук.

1.1.2 Обгрунтування технічного завдання

Реверберат електронний буде входити до скаладу музичної системи, чи системи відтворення звуку, тому для проектованого виробу потрібно задати певні параметри та обмеження, які будуть заключатися в габаритних розмірах, вазі приладу, кількості режимім роботи, можливість регулювання змінних параметрів.

Перш за все виріб повинен бути витривалий до механічних навантажень, сюди можна віднести: удари при падінні, вібрації. Щоб забезпечити цю надійність потрібно забезпечити правильну компоновку вузла, бажано щоб всі елементи були розмішені на друкованій платі і утворювали жорстку конструкцію.

Габаритні розміри не повинні перевищувати 100х70 мм, що збезпечить оптимальне розміщення в корпусі, та вагою в 400 г.

Розробляючи ревербератор потрібно забезпечити регулювання всіх потрібних параметрів, щою проектований виріб виконував перед ним поставлене завдання. До змінних параметрім потрібно віднести: регулювання часу затримки сигналу, гучності сигналу та регулювання глибиною ефекту.

Потрібно забезпечити легкодоступне, та просте живлення приладу, і при можливості забезпечити автономність живлення приладу. Що призводить до розробки конструкції зі стумом споживання не більше 30 мА.

1.1.3 Технічні характеристики ревербератора

Напруга живлення, В …..……...……..…….9-12;

Тип живлення:

Зовнішнє,……..……блок живлення;

Внутрішнє,…….……батарейки;

струм споживання, мА…..……...……...….20;

частотний діапазон, Гц ……..……...……..…..100…12000;

вихідний сигнал, мВ ……..……..…….…….250;

призначення……..……...…….для мікрофону;

час затримки, мс «Max»…….…….…… 100 ;

розєм-мікрофон……...……..…..RCA;

габаритні розміри:

довжина, мм…….……..100мм;

ширина, мм…..……..……70мм;

висота, мм……..……...24мм;

маса, г …….…….……..……...300;

робоча температура……..……min-20,max+50.

1.2 Розробка структурної схеми ревербератора

Даний розділ призначений для того щоб описати на прикладі структурної схеми принцип роботи ревербератора електроного. Структурна схема виробу зображена на риснку 1.3.

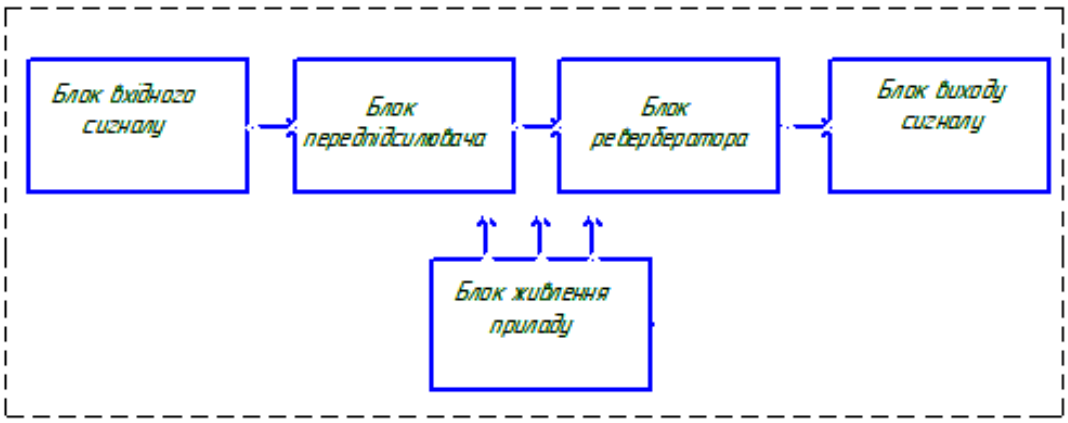


Рисунок 1.3 – Структурна схема ревербератора електронного частотою 100-1200 Гц.

Структурна схема ревербератора електронного скаладається з п’яти основних блоків:

– блок перед підсилювача;

– блок ревербератора;

– блока вхідного та вихідного сигналу;

– блока живлення;

Сигнал із блока вхідного сигналу поступає на блок перед підсилювача, коефіцієнт підсилення відбувається біля 40 Дб. Після підсилення сигналу він поступає на блок ревербератора. Даний блок є основним в проектованому виробі. В склад цього блоку входить мікросхема яка буде забезпечувати всю фунціонувальну роботу приладу. До складу блоку ревербератора входить демодулятор, дельта-модулятор, генератор сигналу, також ділянка памяті з ємність 20 кб. Регулювання приладу та ефектів реверберації забезпечується трьома змінними резисторами, які забезпечують регулювання наступних параметрів:

– затримка сигналу ефекту ехо;

– затримка сигналу ефекту обємний звук;

– глибину звучання сингалів.

Блок живлення та стабілізації напруги ревербератора забезпечує стабільне живлення мікросхеми що збільшує її довговічність та стабільність параметрів.

До скаладу ревербератора входить два види живлення 9 воль яке напряму живить схему приладу, а також 1,5 вольти від батарейок типу ААА. Даний тип живлення поступає на перетворювач напруги і підвищується до 9 вольт, щоб забезпечити оптимальну напругу живлення схеми. Останнім каскадом ревербератора є вихідний каскад який скаладаєтьсяз фільтрів та вихідних елементів підключення наступного каскаду.

1.3 Розробка схеми електричної принципової

В даному розділі розглянется детально принцип роботи ревербератора електронного на схемі електричній принципові (Див рис.1.4).

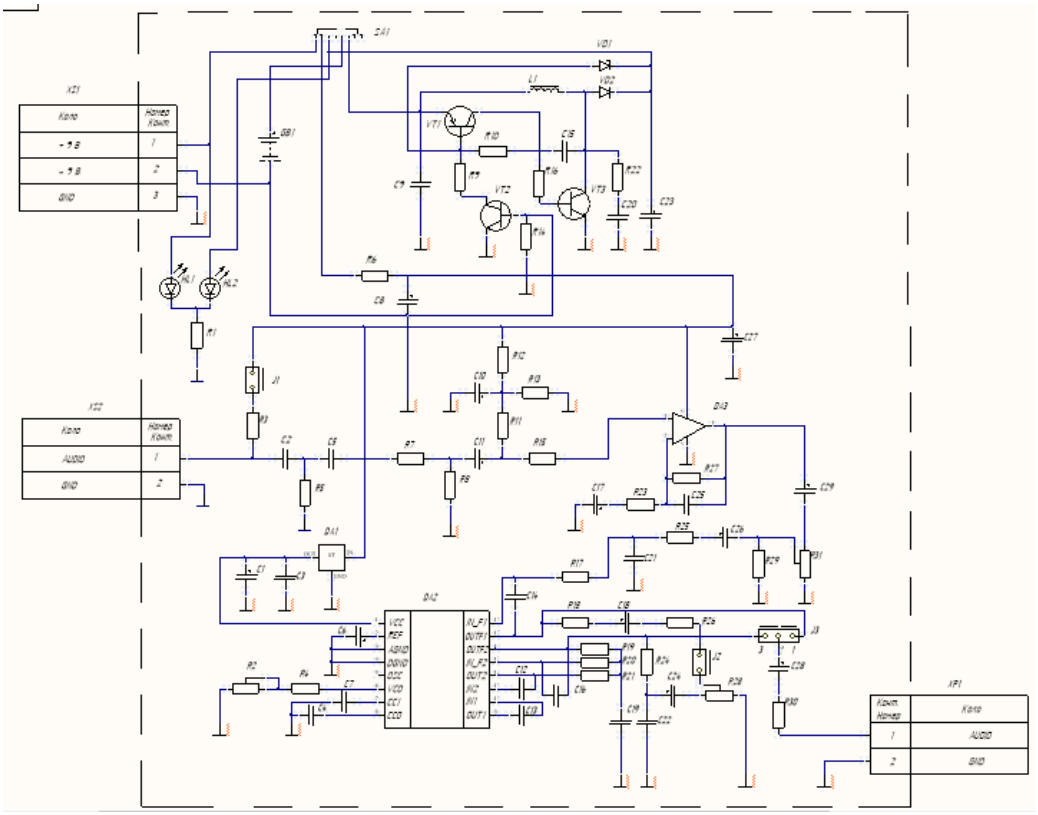


Рисунок 1.4 – Електрична принципова схема ревербератора електронного

Ревербератор складається з шести об'єднаних блоків: блоку передпідсилювача, блоку самого ревербератора, каскаду який буде забезпечувати стабільне живлення мікросхеми ревербератора, юлока вихідного сигналу, блока керування та живлення. Вхідний сигнал поступає на вхідний каскад який утворює фільт з елементів С2, R5. Після фільтрації сигнал поступає на блок передпідсилювача який виконаний на операційній мікросхемі ВА4558 на схемі позначається DA3. Коефіцієнт підсилення вибирається близько 40 дБ, даний коефіцієнт визначається відношенням резисторів R23, R27 в розрахунку роботи передпідсилювача безпосередньо з мікрофоном. Конденсатор С17 пвикористовується в схемі для усунення зсуву рівня сигналу по постійному струму. Конденсатор С25 визначає в якому частотному діапазоні буде праювати каскад. Змінний резистор R31 призначений для регулювання рівня сигналу, що знімається з передпідсилювача та подається на блок самого ревербератора. Елементи С14,

C21, C26, R17, R25, R29 виконують роль фільтрів сигналу. Сам блок реверберatора виконаний на базі спеціалізованої інтегральної мікросхеми HT8970 на схемі позначається DA2, що складається з дельта-модулятора, демодулятора, генератора і ділянки пам'яті ємністю 20 Кб, необхідних фільтрів, АЦП і ЦАП, блоку початкових установок та блоку логіки. Завдяки присутности внутрішньої памяті формується затримка сигналу в межах від 30 мс до 100 мс. Сама затримка сигналу керується змінним резистором R2. Дана інтегральна мікросхема може працювати в одному з двох режимів - (echo) або (surround). Змінним резистором R28 регулюється глибина ефекту реверберatора. HT8970 працює при напрузі 9В, для забезпечення цієї напруги і для її стабільності в схемі передбачено лінійний стабілізатор LM78L05 позначається на схемі DA1, який разом із елементами C1, C3 забезпечують стабільну та безперебійну напругу. C29, C30 елементи вихідного фільтра.

При проектуванні даного виробу схема електрична а також вся конструкторська документація проектується для універсального приладу який має широкий функціонал. Реверберatор спроектований так що дозволяє змінювати свої фунції роботи. Прилад має можливість працювати крім заданого мікрофона ще й з селекторним мікрофоном, для цього на схемі призначена перемичка в вигляді джапрера J1 та резистор R1, живлення селекторного мікрофону. При використанні ефекту (echo) прилад розробляється згідно схеми електричної принципової та встановлення всіх заданих елементів. Перемичка J2 необхідно замкнути, а J3 – замикається джампером в положення 1-2. Якщо прилад розробляється на ефект (surround), чи змінюєьєся фунціонал приладу перемикач J2 необхідно розімкнути, а J3 - перемкнути джампером в положенні 2-3. Також до заданих штирів є можливість підключення клавішних перемикачів які вмонтовуються в корпус, що забезпечить краще та зручніше перемикання режимів реверберatора.

Мікрофон підключається на RCA роз'єм XS2 типу "тюльпан". Вихід приладу XP1 спроектований такаж під RCA розєм типу "тюльпан". До нього можна підключити наприклад : підсилювач потужності або подальший каскад обробки сигналу.

Даний прилад спроектований так, що дозволяє живитися від блока живлення 9 вольт, а також автономно від батарейок 1,5 вольти. Живлення 9 вольт підключається на розєм XS1, живлення 1,5 вольти поступає на перетворювач напруги який складається з транзисторів VT1, VT2, VT3 які забезпечують керування напругою. 1,5 вольти поступають на базу транзистора VT2, резистор R14 не пропускає складову живлення на землю. Резистори R9, R10 є дільником який обмежує струм протікання на базу транзистора VT1. Для утворення 9 вольт в схемі присутній дросель DL1, який згладжує імпульси, а також стабілітрон VD1 на 9 вольт, з якого напруга поступає на наступні каскади проектованого виробу. Елементи R6, C8 виконують роль фільтра по живлення 9 вольт, в верхньому положення від внутрішнього живлення 1,5 вольти, середнє положення перемикача прилад вимкнений. Для орієнтації яке живлення ввімкненне в приладі присутні світлодіоди індикації HL1, HL2 червоний та зелений. HL1 індикує ввімнення живлення 9 вольт, HL2 ввімкнення внутрішнього живлення, резистор R1 це струмообмежувальний резистор для світлодіодів.

Ревербератор керується трьохпозиційним перемикачем SA1, це зроблено для того щоб забезпечити зручне перемикання між режимами живлення. Тобто в нижньому положенні перемикача прилад буде живитися від блока живлення 9 вольт, в верхньому положенні, живлення буде ввімкнене автономне від батарейок 1,5 вольти, середнє положення перемикача, прилад вимкнений.

Конструктивно ревербератор виконаний на друкованій платі з фольгованого склотекстоліту розмірами 100х75 мм. Конструкція передбачає

установку плати в корпус, для цього на платі є монтажні отвори під гвинти 2,5 мм.

1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми ревербератора

1.4.1 Проектування і розрахунок каскаду стабілізатора напруги

В якості розрахункового каскаду було вибрано каскад стабілізатора напруги. Стабілізатором напруги називають частину схеми яка забезпечує стабільну та безперебійну напругу кскаду. В схемі стабілізатор виконаний на мікросхемі LM78L05 і позначається на схемі DA1. Забезпечує стабільну напругу, а саме 5В для мікросхеми DA2, HT8970.

Проводячи розрахунок стабілізатора напруги для інтегральної мікросхеми HT8970, беруться за основу наступні початкові дані :

–$U_{ст\ вих\ ном}$ – показник вихідного значення напруги напруги;

–$U_{ст\ вих\ min}$, $U_{ст\ вих\ max}$ – вихідне мінімальне та максимальне значення напруги;

–$I_{н\ min}$, $I_{н\ max}$ – показник мінамалььного і максимального струму навантаження;

–αU - температурна нестабільність вхідної напруги;

– $K_{нстU}$ - нестабільність вихідної напруги;

–$K_{п}$ – значення пульсацій вихідної напруги;

–$K_{стU}$ – коефіцієнт стабілізації напруги;

– $R_{ст\ вих}$ – показник внутрішнього опору стабілізатора;

–γ – значення температурного коефіцієну.

Вибирається стабілізатор який буде відповідати наступним параметрам $U_{ст\ вих}$, $I_{ст\ вих\ max}$, $K_{стU}$, γ , $R_{ст\ вих}$ і таблицею 1.1. Віддається перевага тим мікросхемам які використовуються з малою кількість зовнішніх елементів. Це спрощує розрахунок та зменшує схему.

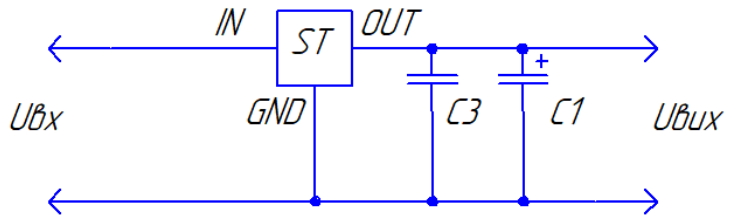


Рисунок 1.5 – Електрична принципова схема стабілізатора напруги

$$U_{ІМС\ ВИХ} \geq U_{СТ\ ВИХ}\ ;$$

$$U_{\text{ІМС ВИХ}} \geq I_{H\ max};$$

$$K_{ІМС} \geq K_{СТU}.$$

Було обрано стабілізатор LM78L05

Вибрравши стабілізатор LM78L05 розраховуємо наступні параметри:

$$U_{СТ\ ВХ\ min} = U_{СТ\ ВNX\ max} + U_{СТ\ ПД} \quad (1.1)$$

$$U_{СТ\ ВХ\ min} = 5{,}1 + 2{,}5 = 7{,}6\ (В);$$

$$U_{СТ\ ВХ} = \frac{U_{СТ\ ВХ\ min}}{1-\alpha}\ ; \quad (1.12)$$

$$U_{СТ\ ВХ} = \frac{7{,}6}{1-0{,}03} = \frac{7{,}6}{1-0{,}997} = 7{,}62\ (В)\ ;$$

$$U_{СТ\ ВХ\ max} = U_{СТ\ ВХ}(1+\alpha); \quad (1.13)$$

$$U_{СТ\ ВХ\ max} = 7{,}62(1+0{,}03) = 7{,}62 + 1{,}03 = 8{,}68\ (В)\ ;$$

де α(+), α(-) – значення які показують плюсове та відємне змінювання вхідної напруги.

Таблиця 1.1 – Параметри стабілізаторів.

Тип ІМС	$U_{ст\ вх}$, В (min... max)	$U_{ст\ вих}$, В (min... max)	$K_{ист U}$, $\frac{\%}{В}$ не більше за	$K_{ист U}$, $\frac{\%}{А}$ не більше за	$K_{ст\ сг}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U, $\frac{\%}{^\circ C}$ не більше за	$I_{ст\ вих}$, А (max)	$P_{ст\ роз}$, Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{стсп}$, мА	$U_{стпд}$, В не більше за
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
К142ЕН1А	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН1В	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2А	20..40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2Б	20... 40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2В	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
К142ЕН2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
КТ42ЕН3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
К142ЕН4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
К142ЕН5А	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
К142ЕН5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
К142ЕН5В	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
К142ЕН5Г	8,5... 15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5А	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5В	7,5... 15	4,82... 5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН5Г	8,5... 15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
КР142ЕН6А	-...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
КР142ЕН6Б	-...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
К142ЕН6В	-...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
К142ЕН6Г	-...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142ЕН8А	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142ЕН8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Можливі граничні значення ККД

$$\eta_{max} = \frac{U_{СТ\ ВХ\ max}}{U_{СТ\ ВХ\ min}}; \qquad (1.4)$$

$$\eta_{max} = \frac{8,65}{7,6} = 1,14\ (В);$$

$$\eta_{min} = \frac{U_{СТ\ ВХ\ min}}{U_{СТ\ ВХ\ max}}\ ; \qquad (1.6)$$

$$\eta_{min} = \frac{7,6}{8,65} = 0,89\ (В);$$

Вважається що струм який споживає даний стабілізатор є досить малим

$$I_{СТ\ ВИХ} \equiv I_{СТ\ ВХ}\ .$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I\,0}}\ ; \qquad (1.6)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт коливання $К_{п0}$=0,03 %;

r – значення опору, визначається в (Ом).

$$C_0 = \frac{5}{45 \times 0,03} = 100,1 \quad (мКФ)\ ; \qquad (1.7)$$

Розраховуємо робочу напругу:

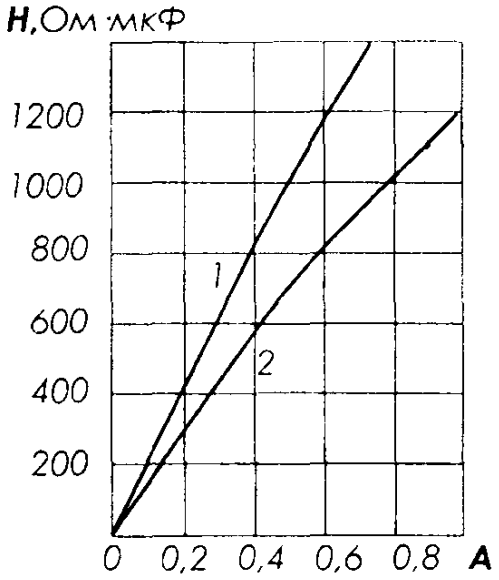


Рисунок 1.6 – Графік для визначенняя даних для коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1{,}4 \times 11 = 15{,}4\ (\text{В});$$

Провівши розрахунок проводимо вибір конденсатора з параметрами $C_{0\ ном}$ і $U_{роб}$.

Вибирається електролітичний конденсатор фірми ZV SIZE A 25В і ємністю 100 мкФ та та робочою напругою 25 В.

1.4.2 Розрахунок ключа на двох транзисторах

При проектуванні ревербератора електронного, було прийнято рішення розробити автономне живлення приладу, для можливості експлуатації приладу окремо від мережі живлення. Для цього в схемі використовується каскад на двох транзисторах (Див.рис.1.7).

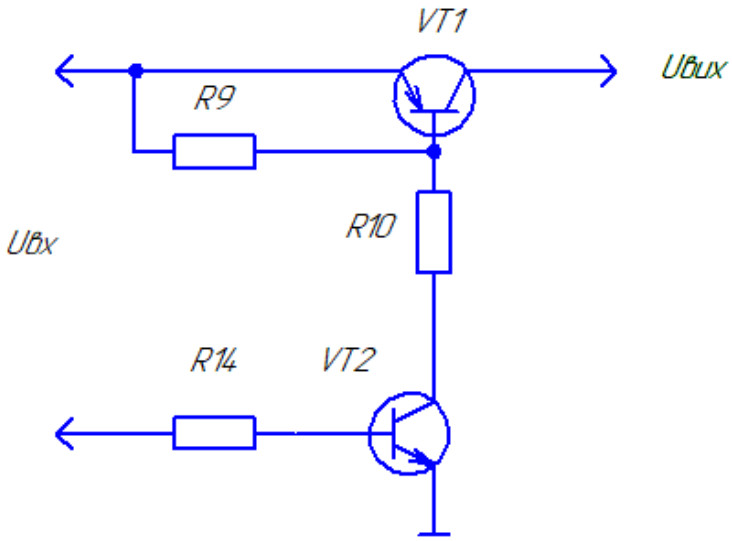


Рисунок 1.7 – Каскад ключа на двох транзисторах

Враховуючи струм споживання приладу, було прийнято рішення використати саме такий каскад, адже саме така конфігурація електронних ключів має практично нульове енергоспоживання.

В даному розділі буде проведено розрахунок транзисторного ключа.

Для того щоб розрахувати номінал резистора R14, для початку нам потрібно знайти струм бази транзистора VT2, маркування даного транзистора 2N5551

$$I_B = k_{\text{нас}} \frac{I_K}{\beta} \quad (1.9)$$

I_B – струм бази;

$K_{нас}$ – коефіцієнт насичення транзистора, вибирається в межах від 2 до 5;

$I_к$ – струм колектора;

β – коефіцієнт підсилення по струму.

Чим більший струм подається на базу транзистора, тим більше транзистор входить в режим насичення. Якщо коефіцієнт є більший , то транзистор сильніше йде в режим насичення. Режим глибокого насичення поганий через те, що вмикання транзистора затримується, але хороший тоді, коли потрібно даний транзистор тримати під навантаженням, адже тоді транзистор гріється меньше.

Туму було прийняте рішення вибрати коефіцієнт рівний 3.

$$I_B = 3\frac{0{,}6}{148} = 12{,}1 \times 10^{-3} = 12{,}1 \text{ (мА)}$$

Знайючи струм бази, тепер можна розрахувати резистор бази.

$$R_B = \frac{U_ж}{I_B} \quad (1.10)$$

R_B – резистор бази;

$U_ж$ – напруга живлення.

$$R_B = \frac{1{,}5}{12{,}1 \times 10^{-3}} = 1{,}5 \text{ кОм}$$

1.4.3 Вибір змінних резисторів

Згідно технічного завдання проектований прилад повинен забезпечувати коректне та якісне регулювання заданих параметрів, тому велику увагу слід приділити вибору змінних резисторів.

В проектованому виробі присутні три регулятори гучності R2, R28, R31, які будуть забезпечувати регулювання звуку та ефектів реверберації.

Для забезпечення внесення меншої кількості завад регулятор гучності рекомендується розділити каскадами. В нашому випадку регулятор розміщується між каскадами попереднього підсилення та каскадом реверберatора.

В якості регулятора гучності було прийнято вибрати змінний резистор 16К1 фірми DB LECTRO Inc номіналом 22 кОм. Дана марка резистора має хороші технічні параметри, тому вибір зупинився саме на ньому.

В якості резисторів які будуть забезпечувати регулювання ефекту «echo» і ефекту обємний звук будуть використовуватися резистори фірми DB LECTRO Inc –16К1 номіналами 47 кОм, та 22 кОм

Для кожного типу резистора потрібно враховувати його розміри, матеріал виготовлення та технічні характеристики, це забезпечить тривалу працездатність елементу. Також для резистора встановлюється задане значення робочої напруги, яке перевищувати не можна.

Напруга резистора може обмежуватися значенням опору резистора, та заданою потужністю розсіювання даного резистора.

$$U \leq \sqrt{Rном \times Pном} \qquad (1.11)$$

U- напруга живлення реверберatора

$R_{ном}$- номінальне значення опору резистора

$P_{ном}$- номінальна потужність резистора

Розрахунок буде проводитися для трьох резисторів з номіналом 22 кОм та 47 кОм.

$$9 \leq \sqrt{22кОм \times 0,2Вт}$$

$$9 \leq \sqrt{47кОм \times 0,2}Вт$$

$$9 \leq 66,3$$

$$9 \leq 96,9$$

Отже дані резисторі цілком підходять для використання в даному проектованому виробі.

Змінні резистори розміщенні по краях плати, це забезпечує оптимальне розміщення в корпусі та простий доступ до регулювання параметрів приладу.

1.5 Вибір елементної бази

Вибираючи елементну базу для виробу потрібно враховувати певні параметри згідно яких повинен відбуватися вибір елемнтів:

–Всі елементи повинні відповідати схемі електричній принципові, та переліку елементів;

–Елементи не повинні бути зняті з виробництва;

–Елементи повинні відповідати поставленим вимогам до проектованого виробу;

–Ціна елементів повинна не перевищувати економічний показник;

–Всі елементи повинні бути універсальними, в разі потреби їхньої заміни;

–Всі вибрані елементи повинні відповідати ГОСТ та мати стабільні параметри.

Враховуючи задані параметри для радіоелементів вибираємо наступні:

Головним елементом в даному проектованому приладі буде мікросхема HT8970 DA2 виготовлена фірмою HOLTEK (див. рис. 1.8). Дана мікросхема

виконує роль процесора обємного звуку та ефекту відлуння. Дана мікросхема використовується в більшості приладах, тому буде доцільно використати її в даному проектованому виробі, адже вона доступна не дорога, та відповідає всім поставленим параметрам для проектованого виробу.

–Виробник…… HOLTEK;

–напруга харчування, В…….……4.5…5.5;

–кількість каналів…….……..2;

–струм споживання, мА…….……...…….……30 ;

–температурні межі роботи……-40…+125.

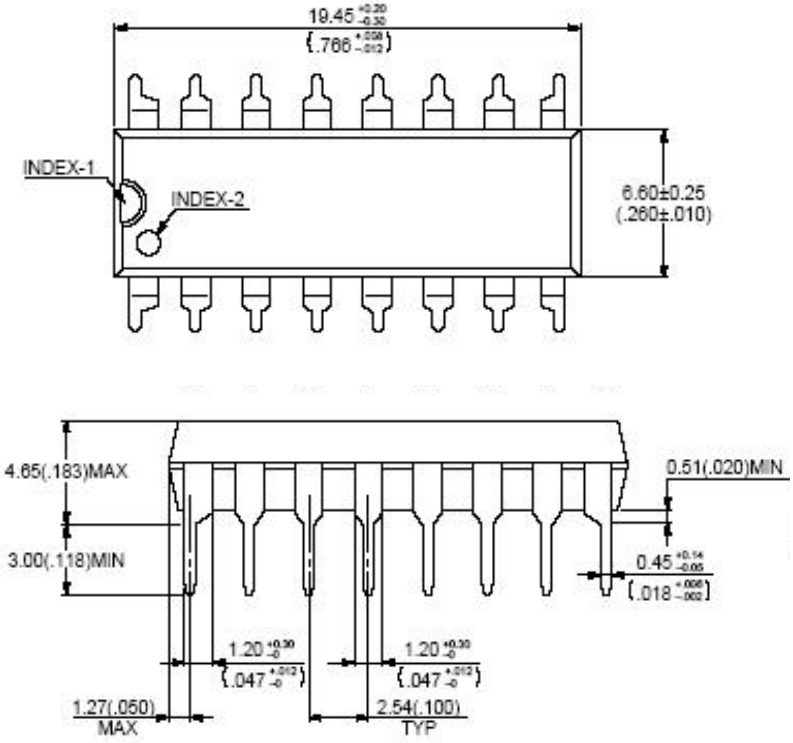


Рисунок 1.8- Вигляд та розміри мікросхеми HT8970, фірми HOLTEK.

Для забезпечення стабільної напруги мікросхеми HT8970 і для її стабільності в схемі передбачено лінійний стабілізатор LM78L05 DA1 виготовлений фірмою Texas Instruments (див. рис. 1.9). Даний стабілізатор забезпечує вихідну напругу 5В.

–Виробник…….……. Texas Instruments;

–вхідна напруга, В……………………..……..…..……………….……7…10;

–вихідна напруга, В…………………..…...………………………..+5;

–максимальний вихідний струм, мА…….….…………………………100 ;

–струм власного споживання, мА……...….………………….......5;

–тип корпусу…………………………….…………………………....ТО-92;

–температурні межі роботи ………………………………………-40…+125.

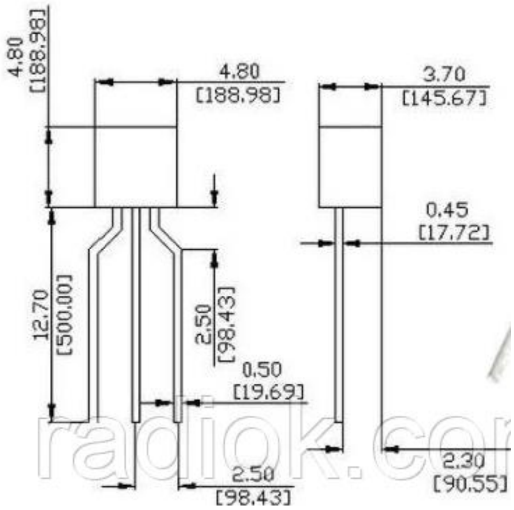


Рисунок 1.9- Вигляд, розміри та розпіновка мікросхеми LM78L05, фірми Texas Instruments.

Для підсилення сигналу в схемі було прийнято використати операційний підсилювач на мікросхемі BA4558 DA3, дана мікросхема виготовлена фірмою ROHM (див. рис. 1.10). Мікросхема забезпечує підсилення сигналу близько 40 дБ.

–Виробник…………………………………………………………… ROHM;

–напруга харчування, В………...……………….…………...……4.…15;

–кількість каналів………………………………………………………..2;

–максимальний вихідний струм, мА……...………………………..……10 ;

–пропускна здатність, МГц…………..……..…………………………….. 2;

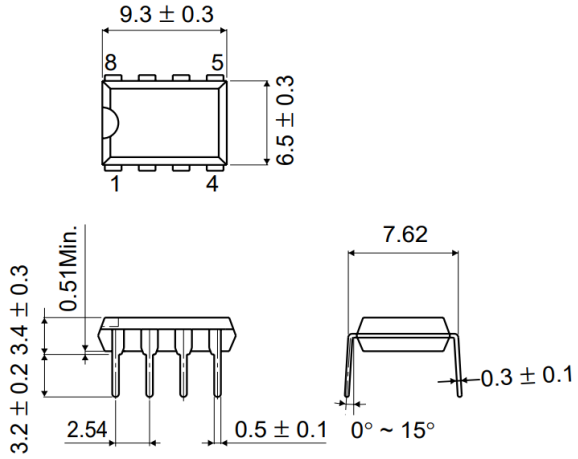


Рисунок 1.10- Вигляд та розміри та мікросхеми BA4558, фірми ROHM

Електролітичні конденсатори С1, С6, С8, С9, С10, С17,С18, С23, С24, С26- С29 серії «SK» фірми «JAMICON» (див. рис. 1.11.). Ці конденсатори використовуються як елементи накопичення заряду, широко розповсюджені і використовуються в багатьох пристроях, що доцільно буде їх використати в проектованому виробі, адже вони не дорогі, та відповідають поставленим параметрам для проектованого виробу.

–виробник…….. JAMICON;

–діапазон ємності, мкФ……..……..0,47…4700;

–діапазон напруги, В…….6,3…450;

–відхилення ємності……..…….……±20%;

–діапазон робочих температур від…… -55° С до + 105 ° С.

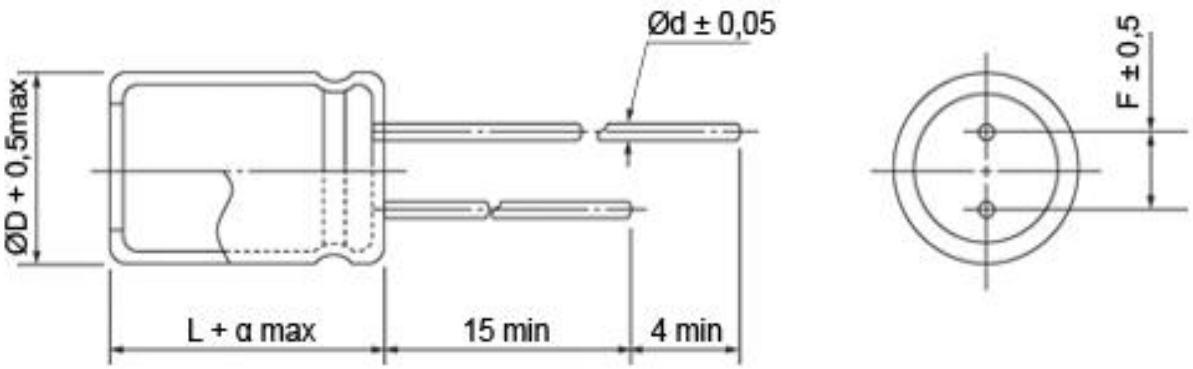


Рисунок 1.11 - Вигляд конденсатора серії «SK» фірми JAMICON.

Таблиця 1.2 – Стандартні розміра конденсаторів серії «SK» фірми JAMICON.

D мм	5	6,3	8	10	12,5	16	18	22	25
d мм	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0
F мм	2,0	2,5	3,5	3,5	5,0	7,5	7,5	10,0	12,5
α мм	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0

В якості керамічних конденсаторів, було прийнято рішення вибрати конденсатори типорозміром 1206. Конденсатори С2, С5, С12, С13, С22 було вибрано з серії «Y5V». С11, С14-С16, С19-С21 вибрано з серї «NPO». Конденсатори С3, С4, С7 вибрано з серії «X7R». Всі конденсатори виготовляє фірма Ether Components (див. рис. 1.11.). Дані конденсатори широко розповсюджені та легкозамінні, тому прийнято рішення використати саме їх в проектованому приладі.

–Виробник……..…… Murata;

–діапазон ємності, пФ-мкФ……..……..1…2,5;

–інтервал робочих температур……..-40°…+85°;

–номінальна напруга, В……..……..50;

–допустиме відхилення ємності……..……...±10%.

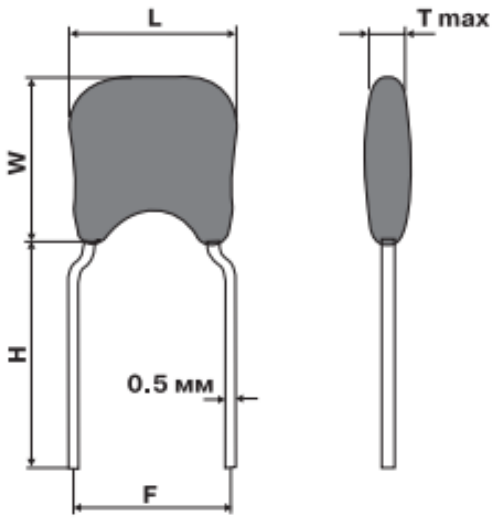


Рисунок 1.12 - Вигляд конденсатора серії «X7R», «NPO», «Y5V» фірми Murata.

Таблиця 1.3 Розміра конденсатора типорозміром 1206 серії «X7R» «X7R», «NPO», «Y5V» фірми Murata

F(мм)	L(мм)	H(мм)	W+2(мм)	Tmax
5.0	5.0	10	4.5	3.8

В проектованому пристрої будуть використовуватися постійні резистори R1, R3-R27, R29, R30 С2-33 (див. рис.1.13.). Ці резистори виконують роль як і струмообмежувальних елементів так і фільтрувальних в поєднанні з конденсаторами, широко розповсюджені і використовуються в багатьох пристроях, що доцільно буде їх використати в проектованому виробі, адже вони не дорогі,та відповідають поставленим параметрам для проектованого виробу.

–Виробник……..……ЗАО"Резистор-НН";

–діапазон номінальних опорів, Ом-МОм……1…22;

–номінальна потужність, Вт……..……. 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2 ;

–гранична напруга, В ……..……200; 250; 350; 500; 750 ;

–допустимі відхилення опорів……...± 1; ± 2; ± 5; ± 10%;

–діапазон температур…….…..…… -60 ... +200 ° С.

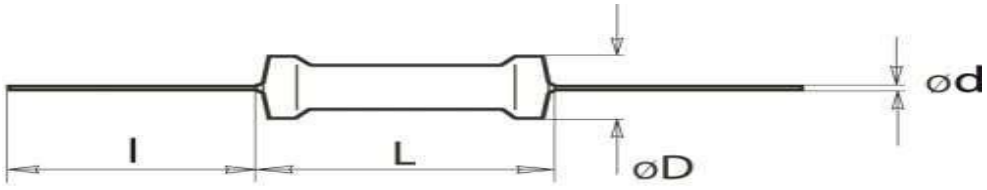


Рисунок 1.13 – Зовнішній вигляд резистора постійного резистора С2-33.

Таблиця 1.4 Стандартні розміра резистора С2-33 фірми ЗАО Резистор-НН

Види резистора	L	I	D	d	Маса,г
С2-33-0,125	6,0	20 ± 3	2,2	0,6 ± 0,1	0,15

Для зєднання мікрофона з реверберatором було прийнято використати гніздовий RCA розєм типу CC-134B XS2, (див. рис.1.14.) який буде розміщуватися на платі. Також такий розєм буде використовуватися щоб зєднати ревербератор з наступним каскадом, на платі позначається XP1. Даний розєм доступний і робить прилад універсальним по підключенню з зовнішніми елементами, тому конструктивно правильним рішенням буде використати саме даний розєм.

–виробник…… NINIGI;

–максимальна напруга пропускання, В……500;

–опір, МОм……..100;

–вага, г……..……3.4;

–робоча температура…….……-25…+125.

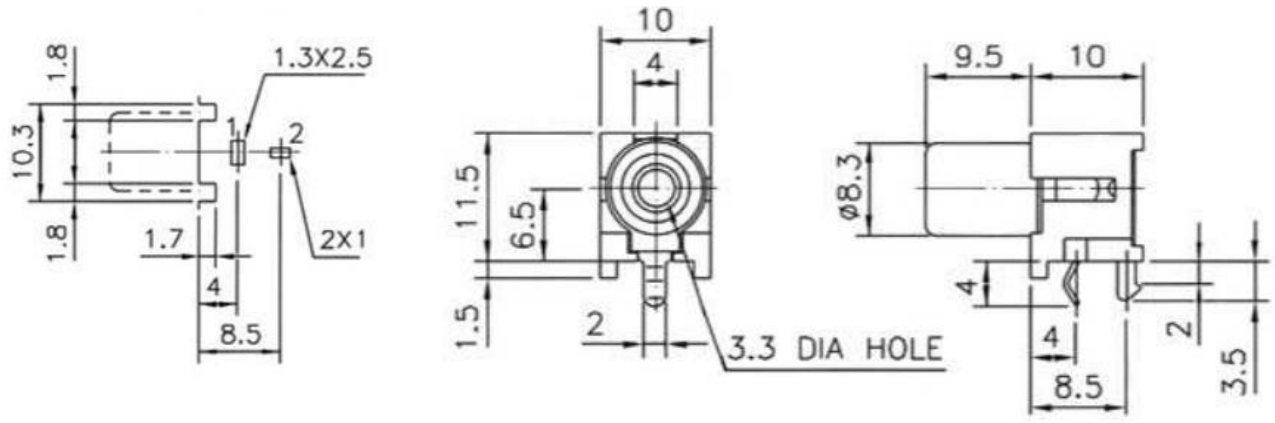


Рисунок 1.14 - Вигляд RCA роз’ємну CC-134B фірми NINIGI.

J1, J2, штирьові розєми на 2 контакти, а J3 це штирьовий розєм на 3 контакти PLS-40 (див. рис.1.15.) виробник Connfly electronic. Ці розєми використовуються в схемі для підключення додаткових можливостей реверберatора вони широко розповсюджені і використовуються в багатьох пристроях, що доцільно буде їх використати в проектованому виробі, адже вони не дорогі,та відповідають поставленим параметрам для проектованого виробу.

–виробник…….……. Connfly electronic;

–максимальна напруга пропускання, В…..……500;

–опір ізолятора , МОм……..……500;

–вага, г……..…….……...……2.4;

–температурні межі роботи……..…….……-55…+140

.

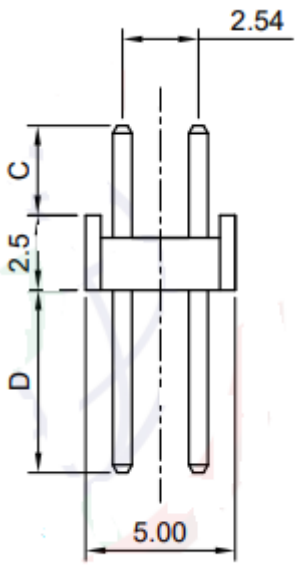


Рисунок 1.15 – Загальний вигляд штирьового роз’ємну та розміри роз’ємну PLS-2 фірми Connfly electronic.

Для забезпечного електричного зєднання між контактами в J1, J2, J3 передбачено контактний джампер MJ-0-6 фірми Connfly electronic (див. рис.1.15.). Дані джамера широко розповсюджені і використовуються в багатьох пристроях, що доцільно буде їх використати в проектованому виробі, адже вони не дорогі,та відповідають поставленим параметрам для проектованого виробу.

–виробник…… Connfly electronic;

–максимальна напруга пропускання, В……600В;

–максимальний струм, А……3А;

–вага, г……...……1.4г;

–температурні межі роботи …….……-40…+105.

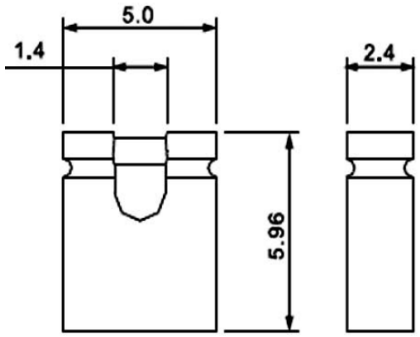


Рисунок 1.16 - Вигляд та розміри джампера MJ-0-6 фірми Connfly electronic.

В даному проектованому пристрої буде використовуватися змінні резистори R2, R28, R31, 16K1 на 22 кОм і 47 кОм фірми DB LECTRO Inc (див. рис. 1.16.). Дані резистори використовується в схемі як елементи що змінюють силу сигналу та встановлюють різні ефекти, вони відповідають всім поставленим вимогам для даного приладу і є не дорогими тому буде доцільно використати саме їх.

–Виробник…….. DB LECTRO Inc;

–стандартний діапазон опору, Ом-МОм..... 50 ~ 2;

–допустимі відхилення опорів…….....± 10%.

–Спосіб монтажу……..…….....на плату.

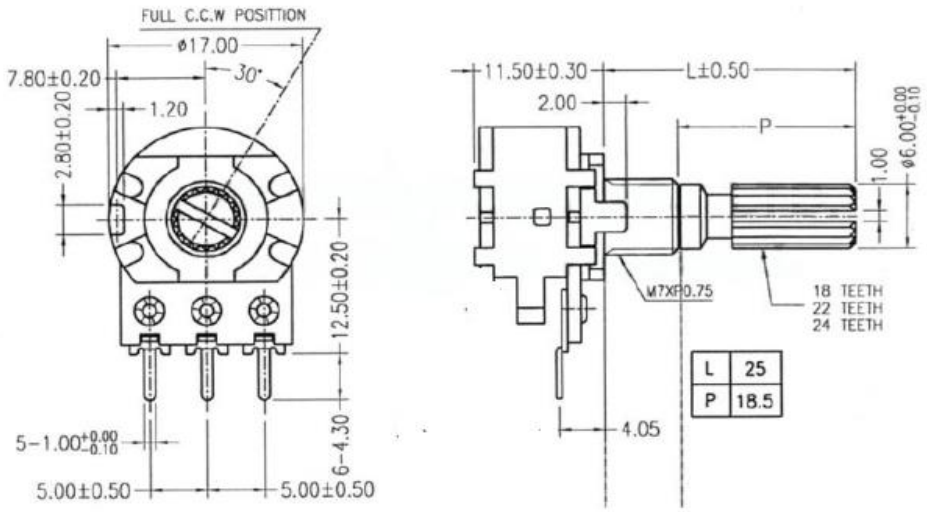


Рисунок 1.17 - Вигляд та розміри підстроювального резистора 16K1 фірми DB LECTRO Inc.

В виробі використовуються три транзистори VT1, VT2, VT3. Дані транзистори монтуються в корпусі TO-92 (див. рис. 1.17.), даний корпус є стандартним для багатьох транзисторів тому вони відповідають всім поставленим параметрам і доцільно буде використати саме їх в проектованому виробі.

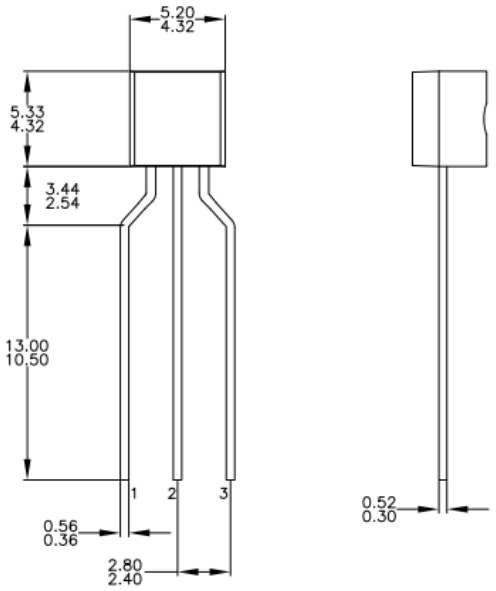


Рисунок 1.18 - Вигляд та розміри транзистора в корпусі TO-92

Для ввімкнення та вимкнення приладу вибрана тактова кнопка SA1 KCD1-2-103 фірми KeKeQeen (див. рис. 2.18.). Даний тип кнопки був вибраний по причині присутності в приладові двох типів живлення. І щоб забезпечити почергове включення була вибрана трьохпозиційна кнопка. Вона використовується в багатьох пристроях, тому буде доцільно використати її в даному проектованому виробі, адже вона не дорога, та відповідає всім поставленим параметрам для проектованого виробу.

Технічні характеристики перемикача SS23D03:

–Виробник……..…….…… KeKeQeen;

–Конфігурація контактів…….……- SPST-NO- SPST ;

–Кількість положень…….……3;

–Максимальна робоча напруга…….……..……..250В;

–Робоча температура…….. -25...70°C;

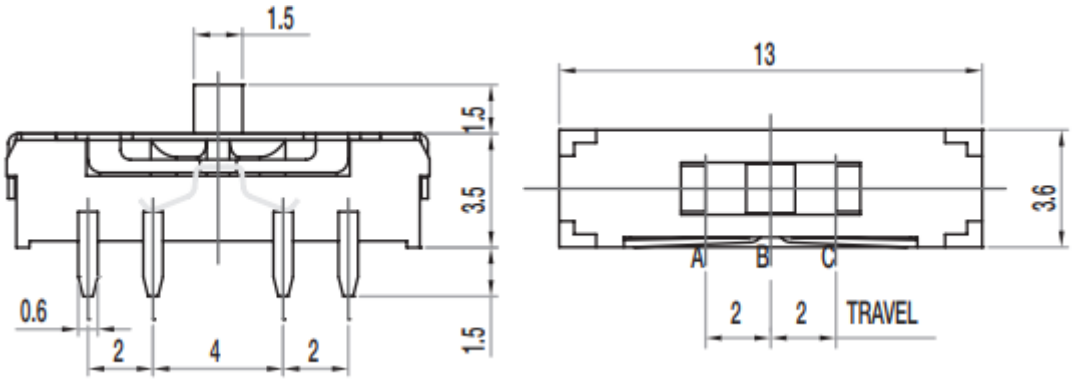


Рисунок 1.19 - Вигляд та розміри перемикача SS23D03 фірми KeKeQeen.

Таблиця 1.5- Розміри перемикача SS23D03F.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10,2	14	9,8	9,7	6	4,2	0,5	5,4	0,5	1,1	3x3

1.6 Компоновка друкованого вузла ревербератора

Компоновка друкованого вузла пристрою є одним з найважливіших етапів проектування любого приладу. В процесі компоновки визначається велика кількість параметрів приладу. Сюди можна віднести габаритні розміри, розміщення окремих функціонувальних елементів. Потрібно враховувати що елементи потрібно розміщувати згідно фізіологічних факторів людини, щоб прилад був зручни в управлінні та експлуатації. Також від компоновки друкованого вузла залежить міцність виробу та його довговічність.

Для забезпечення зручності виготовлення друкованого вузла всі елементи розміщуються на одній стороні плати, доріжки проходять на двох сторонах.

Враховуючи фізіологічні чинники людини елементи підключення живлення XS1, вхід аудіо сигналу XS2, та вихід аудіо сигналу XP1, який буде підключатися в подальшому на наступний каскад обробки сигналу. Дані компоненти було розміщено на краю плати для зручності підключення. Потенціометри R2 який забезпечує керування ефету «есхо», R28 забезпечує та визначає глибуну ефекту, R31регулює гучність сигналу. Дані регулятори виводяться на передню панель приладу для зручності в управління та налаштуванні проектованого виробу.

Елементи індикації HL1, HL2 та елемент ввімкнення та вимкнення приладу SA1 розміщаються на верхній панелі приладу це дозволить оператору швидко орієнтуватися в виборі режиму ввімкнення приладу.

Такі елементи як мікросхеми DA1, DA2, DA3 рекомендується розміщувати по центру плати, це розміщення аргументується тим що до мікросхеми підходить велика кількість доріжок.Розміщення мікросхеми по центру спрощує розведення плати, зменшує довжину доріжок, що в свою чергу змньшує утворення паратних зв’язків, що можна віднести до переваги даного вуззла.

Принцип роботи та побудови мікросхеми DA2 представлено на окремому форматі.

Друкована плата реверберatора виготовлена комбінованим методом. Всі електрорадіоелементи для неї використані у вивідному форматі. Такий тип встановлення елементів надає конструкції друкованої плати таких переваг:

-Забезпечує зручне встановлення елементів;

-покращення тепловідводу від елементів за рахунок контакту з поверхнею плати;

-полегшення організації автоматизації пайки.

Розміщення елементів на платі ґрунтується на таких вимогах:

-Забезпечення мінімального паразитного впливу;

-забезпечення мінімальної довжини друкованих провідників;

-якомога більша інтеграція при забезпеченні найменших взаємовпливів;

-повинен бути забезпечений вільний доступ до елементів регулювання;

-забезпечення нормальних теплових режимів електрорадіоелементів.

Даний друкований вузол виготовляється комбінованим методом, тобто, елементи розмішені на одній стороні плати, а провідники на двох сторонах. Тому розрахунок проводиться в наступній послідовності:

1)Проводиться визначення мінімальної ширини провідника, відповідно струму який буде по ньому протікати:

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{i_{доп} \cdot t} \quad (1.12)$$

де I_{max} – значення струму, який протікає через провідник. береться із аналізу електричної принципової схеми, I_{max} = 0,05А;

$i_{доп}$ = 75А/мм^2 – густина електричного струму, яка допускається для заданого методу виготовлення плати ;

t = 35мкм = 0,035 – товщина провідника.

$$b_{min1} = \frac{0,05}{75 \cdot 0,035} = 0,019 \text{ (мм)};$$

2)Розраховуємо мінімально допустиму ширину провідника, мм, враховуючи значення напруги яка спадає на ньому:

$$b_{min2} = \frac{p \cdot I_{max} \cdot l}{U_{доп} \cdot t} \quad (1.13)$$

де ρ – питомий об’ємний. ρ = 0,050Ом*мм^2/м;

l – відстань провідника. l = 0,15м;

$U_{доп}$ – допустимий спад напруги, який не повинен перевищувати 5%.Ці відсотки розраховуються від напруги живлення транзисторів чи мікросхеми. $U_{доп}$ = 0,2В.

$$b_{min2} = \frac{0{,}050 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}15}{0{,}2 \cdot 0{,}020} = 0{,}18 \text{ (мм)};$$

3)Проводомо розрахунок в якому визначаємо мінімальні значення монтажних отворів:

$$d = d_e + |\Delta d_{н.в.}| + r \qquad (1.14)$$

де d_e – максимальний діаметр виводу елемента який встановлюється на плату;

$\Delta d_{н.в.}$ – допустиме відхилення для всіх монтажних отворів (0,1 для всіх);

r – різниця яка , вибирається в межах 0,1…0,4мм, і відповідає за значення отвору на монтажній платі, і значенням виводу ЕРЕ. Для розрахунку потібно звести значення отворів до стандартизованого ряду, ці значення будуть наступні: 1.3, 0.5, 0.9, 0.6 мм.

d_{e1} = 0,5 для мікросхем, електролітичних конденсаторів,.

d_{e2} = 0,6 для керамічних конденсаторів, постійних резисторів, дроселя.

d_{e2} = 0,9 для діодів.

d_{e2} = 1,3 для гнізда зєднання.

$$d_1 = 0{,}5 + |0{,}1| + 0{,}1 = 0{,}7 \text{ (мм)};$$
$$d_2 = 0{,}6 + |0{,}1| + 0{,}1 = 0{,}8 \text{ (мм)};$$
$$d_3 = 0{,}9 + |0{,}1| + 0{,}1 = 1{,}1 \text{ (мм)};$$
$$d_4 = 1{,}1 + |0{,}1| + 0{,}1 = 1{,}3 \text{ (мм)};$$
$$d_5 = 1{,}3 + |0{,}1| + 0{,}1 = 1{,}5 \text{ (мм)}.$$

Провіши розрахунок вибираю стандартні розраховані діаметри отворів: 0,7мм; 1,3мм, 1,5.

4)Проводимо розрахунок величини контактних майданчиків:

$$D_{min} = D_{1min} + 1{,}5h_{ф} \quad (1.26)$$

де $h_ф$ – грубизна шару фольги;

D_{1min} – мінімальне ефктивне значення яке показує наскільки корисно використовується контактний майданчик.

$$D_{1min} = 2(b_m + \frac{d_{max}}{2} + \delta d + \delta p) \quad (1.15)$$

де $b_м$ – відстань від просвердленого отвору до краю монтажної майданчика; $b_м$ = 0,06мм.

δd і δp – значення допусків для сверлильних отворів і контактних майданчиків; δd = 0,25мм; δp = 0,3мм.

d_{max} – максимальний діаметр свердлильного отвору, мм.

$$d_{max} = d + \Delta d + (0{,}1 \dots 0{,}15) \quad (1.16)$$

де Δd – відповідне значення допуску на отвір.

$$d_{max1} = 0{,}7 + 0{,}1 + 0{,}1 = 0{,}9\ (\text{мм});$$
$$d_{max2} = 1{,}3 + 0{,}1 + 0{,}1 = 1{,}5\ (\text{мм});$$
$$d_{max2} = 1{,}5 + 0{,}1 + 0{,}1 = 1{,}7\ (\text{мм}).$$

$$D_{1min1} = 2\left(0{,}06 + \frac{0{,}9}{2} + 0{,}25 + 0{,}4\right) = 2{,}32\ (\text{мм});$$

$$D_{1min2} = 2\left(0{,}06 + \frac{1{,}5}{2} + 0{,}25 + 0{,}4\right) = 2{,}92\ (\text{мм});$$

$$D_{1min3} = 2\left(0{,}06 + \frac{1{,}7}{2} + 0{,}25 + 0{,}4\right) = 3{,}12\ (\text{мм}).$$

$$D_{min1} = 2{,}32 + 1{,}5 \cdot 0{,}02 = 2{,}35\ (\text{мм});$$
$$D_{min2} = 2{,}92 + 1{,}5 \cdot 0{,}02 = 2{,}95\ (\text{мм});$$
$$D_{min3} = 3{,}12 + 1{,}5 \cdot 0{,}02 = 3{,}15\ (\text{мм}).$$

5)Проводимо розрахунок допустимого діаметру контактного майданчика для даного приладу:

$$D_{max} = D_{min} + (0{,}2 \ldots 0{,}6) \qquad (1.17)$$

$$D_{max1} = 2{,}35 + 0{,}2 = 2{,}55\ (\text{мм});$$
$$D_{max2} = 2{,}95 + 0{,}2 = 3{,}15\ (\text{мм});$$
$$D_{max3} = 3{,}15 + 0{,}2 = 3{,}35\ (\text{мм}).$$

6)Визначаємо ширину провідників. Мінімальне значення ширини провідникової доріжки для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовлені комбінованим методом:

$$b_{min} = b_{1min} + 1{,}5h_{ф} \qquad (1.18)$$

де b_{1min} – мінімальне значення ефективності використання ширини провідникової доріжки. b_{1min} = 0,18 мм для плат 1–3 го класів точності.

$$b_{min} = 0{,}18 + 1{,}5 \cdot 0{,}02 = 0{,}21\ (\text{мм});$$

7)Проводимо розрахунок мінімальної відстані від провідникової доріжки до контактного майданчика:

$$S_{1min} = L_0 - [\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p\right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta 1\right)] \quad (1.19)$$

де L_0 – відстань мі заданими елементами.

$$S_{1min1} = 2{,}5 - \left[\left(\frac{2{,}55}{2} + 0{,}4\right) + \left(\frac{0{,}9}{2} + 0{,}1\right)\right] = 0{,}25 \text{ (мм)};$$
$$S_{1min2} = 2{,}5 - \left[\left(\frac{3{,}15}{2} + 0{,}4\right) + \left(\frac{1{,}5}{2} + 0{,}1\right)\right] = -0{,}32 \text{ (мм)};$$
$$S_{1min3} = 2{,}5 - \left[\left(\frac{3{,}35}{2} + 0{,}4\right) + \left(\frac{1{,}7}{2} + 0{,}1\right)\right] = -0{,}45 \text{ (мм)}.$$

8) Проводимо розрахунок допустимої відстані між контактними майданчиками:

$$S_{2min} = L_0 - (d_{max} + 2\delta p) \quad (1.20)$$

$$S_{2min1} = 2{,}5 - (0{,}9 + 2 \cdot 0{,}4) = 0{,}8 \text{ (мм)};$$
$$S_{2min2} = 2{,}5 - (1{,}5 + 2 \cdot 0{,}4) = 0{,}2 \text{ (мм)};$$
$$S_{2min3} = 2{,}5 - (1{,}7 + 2 \cdot 0{,}4) = 0{,}1 \text{ (мм)}.$$

9) Проводимо розрахунок допустимої відстані між двома провідниковими доріжками:

$$S_{2min} = L_0 - (d_{max} + 2\delta d) \quad (1.21)$$

$$S_{2min1} = 2{,}5 - (0{,}9 + 2 \cdot 0{,}2) = 1{,}2 \text{ (мм)};$$
$$S_{2min2} = 2{,}5 - (1{,}5 + 2 \cdot 0{,}2) = 0{,}6 \text{ (мм)};$$
$$S_{2min2} = 2{,}5 - (1{,}7 + 2 \cdot 0{,}2) = 0{,}3 \text{ (мм)}.$$

Закінчивши розрахунок друкованого монтажу, плати, реверберatора електронного, можна зробити наступний висновок:

Мінімальне значення ширини друкованого провідника може становити 0,14мм.

Провіши розрахунок всі монтажні отвори були зведені до стандартизованих знчень: 0,7мм; 1,3мм, 1,5.

Було проведено розрахунок контактних майданчиків, для всх видів отворів :

Для отворів 0,7мм становить 2,55мм.

Для отворів 1,3мм становить 3,15мм.

Для отворів 1,5мм становить 3,35

Було проведено розрахунок відстані між провідною доріжкою і контактним майданчиком, в результаті отримали наступні значення: 0,25мм і -0,32 мм, -0,45 мм.

Було проведено розрахунок відстані між двома контактними майданчиками, результати розрахунку: 0,8мм та 0,2мм, 0,1 мм.

Було розраховано відстань між двома провідними доріжками, результати розрахунку: 1,2мм та 0,6мм, 0,3мм.

Проаналізувавши розрахунок, бачимо, що деякі значення вийшли відємними, це означає що контактні майданчики та монтажні отвори можуть мати нестандартну форму.

1.6 Висновки до розділу 1

У даному розділі описано етапи проектування реверберatора електронного 100-12000 Гц, в процесі було розроблено схему структурну реверберatора електронного, схему електричну принципову та вузол друкований. На основі схеми електричної принципової було проведено вибір елементної бази, та складено перелік елементів. Також в даному розділі проведені розрахунки по схемі електричній принциповій. Було

розраховано каскад стабілізатора напруги, каскад ключа на двох транзисторах та проведено вибір змінних резисторів. Описано процеси розробки компоновки та конструкції друкованого вузла ревербератора.

2 Спеціальна частина (САПР)

2.1 Програмне забезпечення

Для ефективності проектування комплекту конструкторської документації ревербератора використовувалося програмне забезпечення САПР: Altium Designer, і КОМПАС-3D V13.

Використання САПР дозволяє:

– Підвищити якість проектованих виробі;

–зменьшити час на проектування виробу;

–зменьшити кількість помилок оператора;

– розробляти більш складні конструкції, з якими людина вже не може самостійно справитися.

– зменшити вартість на проектування виробу.

Altium Designer – це система автоматизованого проектування яку розробила австрійска компанія Altium. Ідея даної програми полягає в наскрізному проектуванні що дозволяє створювати від простішого, схеми електричні принципові, конструкторську документацію до них, а також розробляти трьохвимірні моделі друкованих вузлів, або окремих частинок приладу та синхронізовувати все в одну бібліотеку. Дана програма також дозволяє перетворювати великі схеми в менші підсхеми та забезпечує швидку орієнтацію в всій документації.

КОМПАС-3D V13 – це система САПР яка дозволяє точно створити креслення виробу яке буде відповідати всім стандартам ГОСТ. Система забезбечина простим інтерфейсом що дозволяє прото розібратися в програмі.

2.2 Детальний опис створення схеми електричної принципової та плати друкованої за допомогою САПР

Згідно завдання необхідно описати створення плати від початку і до завершення, в Altium Designer. Для початку потрібно створити проект в якому буде відбуватися зберігання всіх файлів, для цього потрібно натиснути File → New → Project → PCB Project. Отриманий проект зберігаємо натиснувши ПКМ → Save Project. Перш ніж розпочати створення схеми електричної принципової потрібно створити бібліотеку символів та бібліотеку посадочних місць. Створення бібліотеки символів буде проілюстровано на прикладі символа резистора.

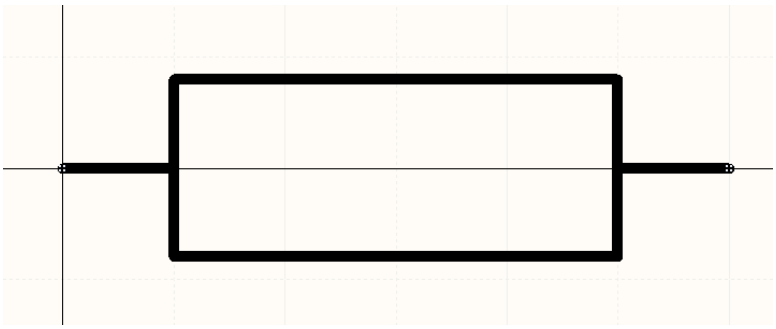


Рисунок 2.1 – Умовне графічне позначення резистора.

Створення бібліотеки посадочних місць буде проілюстровано на прикладі посадочного місця резистора.

Створення файлу бібліотеки посадочних місць. Нова бібліотека створюється командою File → New → Library → PCB Library. Після створення бібліотеку посадочних місць бажано зберегти в тій самій папці, що і створена перед тим бібліотека символів, щоб потім об’єднувати їх в інтегровану бібліотеку. Документ бібліотеки посадочних місць в Altium Designer має розширення *.PcbLib.

Робота з бібліотекою посадочних місць здійснюється за допомогою панелі PCB Library, яка зазвичай розташовується в лівій частині екрану

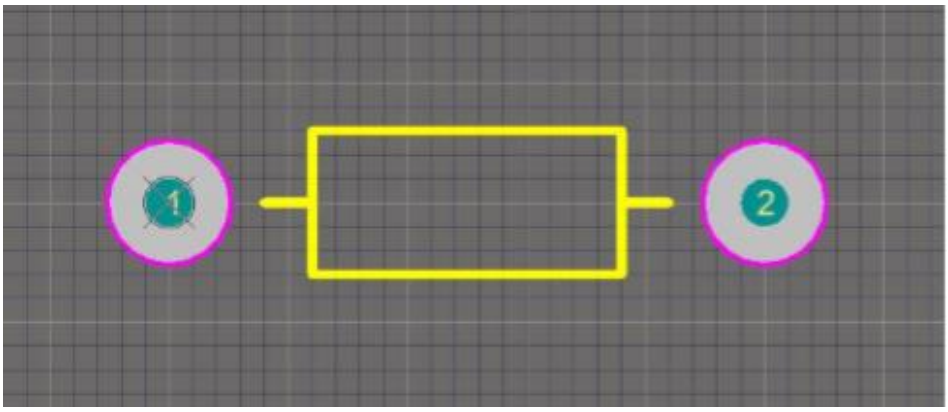


Рисунок 2.2 – Вигляд посадочного місця резистора

Створення схеми електричної принципової у програмі відбувається наступним чином. Відкриваючи панель Projects за допомогою ПКМ виділити дану область і виконату наступні команди Add New to Project → Schematic. Після цього в дереві проекту повинен з'явитись ярлик документу електричної принципової схеми із розширенням *.ShcDoc. Далі необхідно зберегти файл схеми в папці проекту. Це можна зробити через ПКМ → Save. В новоствореному проекті потрібно встановити метричну систему. Праметри аркушу на схемі електричні принципові встановлюються на вкладці Sheet Options вікна Document Options .

Для того щоб розмістити компонент на новоствореному полі потрібно скористатися панелю Libraries, і за допомогою миші, перетягнути умовне графічне позначення елементу в робочу область на якій будується схема.

Розмістивши елементи потрібно провести електричні звязки. Електричні зв'язки між елементами встановлюються командою Place Wire. Скористатись клавіатурним скороченням, послідовно натиснувши клавіші P т а W викликати команду Place Wire. Вісля вибору команди Place Ware навести курсор на область електричного з’єднання виводу елемента, при цьому сіре перехрестя змінює колір на червоне. Натискаючи ліву клавішу миші і фіксуючи її провести лінію електричного зв’язку

Після розставлення елементів та утворення зв’язків між ними потрібно виконати їх нумерацію. Нумерацію можна виконувати вручну за допомогою

подвійного натискання лівої кнопки миші на елементів та введені значення у полі Designator вікна Properties for Schematic Component in Sheet. Завершена схема має наступний вигляд (див. рис.2.3.).

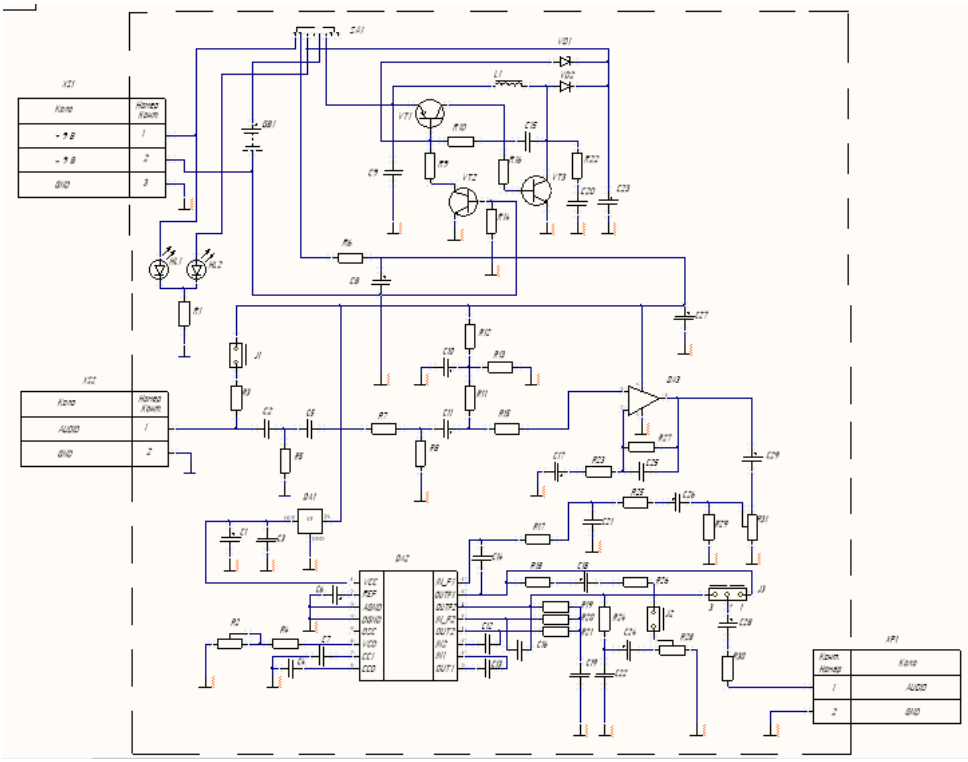


Рисунок 2.3 – Вигляд схеми електричної принципової в Altium Designer

Наступним кроком є створення файлу друкованої плати див. рис.2.4.).

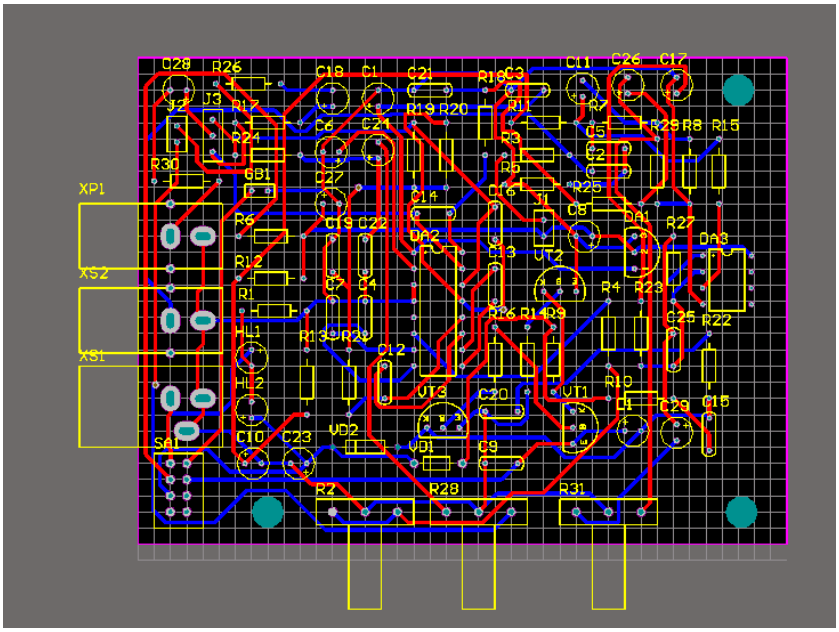


Рисунок 2.4 – Вигляд друкованої плати в Altium Designer.

2.3 Висновки до розділу 2

У даному розділі описано процес проектування графічної частини реверберatора електронного 100-12000 Гц за допомогою САПР. Проектування відбувалося за допомогою двох програм, а саме КОМПАС 13 та Altium Designer. В програмі Компас розроблялося креслення структурної схеми, а також креслення прати друкованої та вузла реверберatора. В програмі Altium Designer розроблялося креслення схеми електричної принципової і проводилося автоматичне трасування друкованої плати.

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

3.1 Правила техніки безпеки при експлуатації обладнання

В порядку поточної експлуатації черговому персоналу дозволяється пр. оводити наступні роботи (із записом в журналі і з дотриманням ПТЕ):
Без зняття напруги чистку і обтірку кожухів і корпусів електрообладнання, м астило підшипників, догляд за кільцями і колекторами електричних машин, з міну ламп і перегорілих плавких вставок запобіжників;

При повному знятті напруги ремонт магнітних пускачів, кнопок, пусков их реостатів, автоматів і рубильників в разі встановлення їх поза щитами і збі рками.

Догляд і нагляд за щітками обертається електричної машини черговий персонал повинен виконувати при дотриманні наступних запобіжних заходів: працювати тільки в комбінезоні і остерігатися, щоб одяг або обтиральний матеріал не були захоплені обертовими частинами машини. Поправляти щітки треба в нарукавниках, щільно стягають руку у зап'ястя; на ногах повинні бути діелектричні калоші, якщо на підлозі не розстелені діелектричні мати (килимки з рифленою гуми);
одночасно не торкатися руками струмоведучих частин різної полярності або струмоведучих і заземлених частин машини;
шліфування кілець ротора робити тільки за допомогою колодок з ізоляційного матеріалу, стоячи на гумовому килимку або в калошах. Обслуговувати працюючі електричні машини слід обов'язково в головних уборах і захисних окулярах.

Не можна накривати брезентом працюють електричні машини. Якщо потрібно ізолювати працюючу електричну машину від зовнішнього середовища, її захищають щитами, фанерою або ж закривають кожухом, але так, щоб не погіршились умови охолодження.

3.2 Вимоги техніки безпеки при виготовлені та налаштуванні вузла реверберatора

Процес пайки супроводжується забрудненням повітряного середовища, робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може призвести до свинцевим отруєнням організму і викликати зміни крові, нервової системи і судин. З метою попередження отруєнь свинцем ділянки пайки обладнуються відповідно до вимог санітарних правил. Пайка - нероз'ємне з'єднання деталей за допомогою припою. Найбільш часто вживані припої - олов'яно-свинцеві (ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61) іПОСК-50, що містить свинець. У приміщеннях, де проводиться паяння припоєм, що містить свинець, щоб уникнути попадання свинцю в організм не дозволяється зберігати особисті речі. Робоче місце пайки обладнується місцевою витяжною вентиляцією, що забезпечує концентрацію свинцю в робочій зоні. Для запобігання опіків і забруднення свинцем шкіри рук працюючих повинні бути видані серветки для видалення зайвого припою з жала паяльника, а також пінцети для підтримки припаюємо дроти і для подачі припою до місця пайки, якщо відсутня автоматична подача. При монтажних роботах, пов'язаних з небезпекою засмічення або опіку очей, передбачена видача працюючим захисних окулярів. Для захисту від окислення місць пайки застосовують флюси: каніфольноспиртові при пайці припоями ПОС-40, ПОС-61 і ПОС-50, хлористий цинк при пайці і лудженні припоями ПОС-18 і ПОС-30. Каніфоль подразнює шкіру, може викликати висипання, а хлористий цинк може викликати сильне подразнення, пропалювати шкіру і слизові оболонки. Найбільш ефективними заходами, що попереджують професійні захворювання при пайці, є механізація і автоматизація паяльних робіт, впровадження нових технологічних процесів: облудження методом занурення, виборча пайка і пайка хвилею припою (із застосуванням друкованого монтажу), що дозволяє повністю виключити зіткнення шкіри працівників зі свинцем і флюсами. Необхідно відзначити, що

при об'ємному монтажі все частіше застосовують метод накрутки проводу на вивід з гострими кромками без подальшої пайки. Накрутка проводиться спеціальним пістолетом, що створює десятикратну надійність з'єднання, і продуктивність такого монтажу в два з половиною рази вище, ніж при пайці. Цей метод виключає шкідливі для здоров'я випари свинцю, припою, флюсу та розчинників при промиванні місця пайки. При виготовленні багатошарових друкованих плат (БШДП) проводиться механічна обробка шаруватих пластиків (різка, пробивання отворів). Працюючі на обробці шаруватих пластиків повинні дотримуватися правил техніки безпеки під час холодної обробки матеріалів. Важливим чинником, що погіршує умови праці в механічних дільницях, є шум, вироблений працюючим обладнанням. Важливе значення має правильне і достатнє освітлення ділянок і робочих місць холодної обробки матеріалів. Промивання плат проводиться в розчині ізопропилового спирту і ацетону. При використанні спирту і ацетону необхідно враховувати, що ці речовини є пожежонебезпечними і шкідливими для здоров'я. Хімічне очищення плат проводиться розчинами фосфатів (тринатрійфосфат), натрієвої соди, натрієвого лугу. При постійній роботі з розчинами часті різноманітні хронічні подразнення шкіри. Дуже небезпечне попадання навіть найменших кількостей NaOH в очі. У процесі хімічного міднення застосовуються шкідливі речовини: сірчана, соляна, азотна кислоти, хлорна мідь, хлористий палладій, гідроокис натрію, сегнетова сіль, трихлоретилен. Тому необхідно дотримуватись вимог правил безпеки. Для травлення міді з пустих ділянок плат використовується ряд травників; хлорне залізо, персульфат амонію, хлорна мідь, сплав «Розе», хромовий ангідрид із сірчаною кислотою і ряд інших є токсичними речовинами. До роботи з цими травниками допускаються особи, навчені безпечним прийомам роботи і пройшли інструктаж на робочих місцях по роботі зі шкідливими і отруйними речовинами. У разі потрапляння травників на шкіру або слизову оболонку очей необхідно негайно рясно промити їх проточною водою або розчином

квасців і змастити вазеліном або оливковою олією, а потім звернутися до медпункту. Роботу з травниками проводитися в спецодязі (халат, фартух поліетиленовий, бавовняні й гумові рукавички) і захисних окулярах. Робочі місця обладнуються. витяжною вентиляцією. Монтаж радіоелектронного обладнання. Виготовлення каркасів, шасі обладнання на слюсарно-механічних ділянках необхідно проводити з дотриманням вимог техніки безпеки при холодній і гарячій обробці металів. При монтажі радіоелектронного обладнання слід дотримуватися вимоги електробезпеки і працювати тільки справним електроінструментом (електродрилем, електропаяльником). Електропаяльники і лампи для місцевого освітлення необхідно застосовувати із нищою ніж 220В Для пониження мережевої напруги 220В слід застосовувати понижуючий трансформатор. Один кінець вторинної (понижувальної) обмотки трансформатора і металевий кожух необхідно заземлювати. При живленні апаратури від цехової мережі слід застосовувати штепсельні роз'єми. У випадку несправності в мережевій проводці необхідно викликати електромонтера. При монтажі радіоелементів забороняється:

- перевіряти на дотик наявність напруги і нагрів струмоведучих частин схеми; застосовувати для з'єднання блоків і приладів проводи з пошкодженою ізоляцією;

- виробляти пайку і установку деталей в обладнанні, що знаходиться під напругою;

- вимірювати напруги і струми переносними приладами з неізольованими проводами і щупами;

- підключати блоки та прилади до устаткування, що знаходиться під напругою;

- замінювати запобіжники у включеному обладнанні;

- працювати на високовольтних установках без захисних засобів.

Особлива небезпека виникає при встановлені силових транзисторів які під’єднуються до джерела живлення.

3.3 Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій.

Для організації робіт щодо ліквідації наслідків аварій, катастроф, стихійних лих утворюються Державні комісії з надзвичайних ситуацій - ДКНС. ДКНС діють при Кабінеті міністрів країни, в областях, містах, регіонах як на постійній основі, так і у випадку виникнення НС. До їх функцій входить забезпечення постійної готовності до дій аварійно-рятівних служб, контроль за розробкою та реалізацією заходів з попередження можливих аварій і катастроф. Усі завдання з ліквідації НС виконуються по черзі у максимально короткі строки.

У першу чергу вирішуються завдання щодо термінового захисту населення, запобігання розвитку чи зменшення впливу НС і завдання з підготовки та виконання рятувальних та інших невідкладних робіт. З цією метою виконуються:

– сповіщення населення про небезпеку чи загрозу небезпеки;

– евакуація людей та тварин із небезпечних зон, використання засобів профілактики захворювань, травматизму, надання медичної та іншої допомоги;

– локалізація аварій, зупинка чи зміна технологічного процесу, попередження і гасіння пожеж;

– приведення в готовність органів управління, сил і засобів для рятувальних робіт, ведення розвідки в осередках ураження, оцінка ситуації, що склалася.

Рятувальні та інші невідкладні роботи починаються одразу ж у міру готовності сил та засобів для їх проведення, ведуться безперервно з

необхідною заміною рятівників і ліквідаторів при дотриманні техніки безпеки та заходів перестороги.

Наступними, вирішуються завдання щодо забезпечення життєдіяльності населення в районах, що постраждали внаслідок аварії, катастрофи чи стихійного лиха.

Проводиться відновлення зруйнованого житла, спорудження тимчасових будівель (намети, землянки, навіси тощо), відновлення енерго- та водозабезпечення, ліній зв'язку, об'єктів комунального обслуговування. Також здійснюються санітарне очищення осередку ураження, забезпечення людей продуктами харчування, предметами першої необхідності та ін. Одночасно розпочинаються роботи з відновлення функціонування уражених об'єктів.

Багато видів НС можна прогнозувати, що дає можливість завчасно спланувати основні заходи з ліквідації їх наслідків. Проведення робіт за підготовленим планом (відкорегованими згідно з реальною ситуацією) дозволить значно прискорити ці роботи, зменшити масштаб наслідків аварії, катастрофи.

Сутність рятувальних та інших невідкладних робіт — це усунення безпосередньої загрози життю та здоров'ю людей, відновлення життєзабезпечення населення, запобігання або значне зменшення матеріальних збитків. Рятувальні та інші невідкладні роботи включають також усунення пошкоджень, які заважають проведенню рятувальних робіт, створення умов для наступного проведення відновлювальних робіт. РІНР поділяють на рятувальні роботи і невідкладні роботи.

Для ліквідації наслідків хімічного зараження та проведення рятувальних робіт у першу чергу залучаються санітарні дружини, зведені загони (команди, групи), команди (групи) знезараження, формування механізації. Спочатку в осередок вводяться санітарні дружини, формування радіаційного і хімічного захисту, охорони громадського порядку та ін.

Особовий склад формувань забезпечується засобами індивідуального захисту, антидотами, індивідуальними протихімічними пакетами та підготовляються до порядку дій в осередку ураження.

В осередку хімічного ураження, перш за все, надається допомога потерпілим (ураженим), проводиться відбір за складністю поранення та організовується евакуація в медичні установи. Осередок ураження оточується - здійснюється знезараження місцевості, транспорту, споруд, а також санітарна обробка особового складу формувань і населення. В першу чергу, надягаються протигази на уражених, їм надається перша медична допомога, вводячи антидоти.

Формування знезаражування дегазують проїзд та переходи, територію, споруди, техніку, чим забезпечують дії інших формувань, а також виведення населення із осередку хімічного ураження.

Необхідно завжди пам'ятати, що при проведенні рятувальних робіт в осередку хімічного ураження можливий застій зараження повітря в підземних спорудах, приміщеннях, парках, закритих дворах, а також розповсюдження його по трубопроводах та тунелях. Тому після завершення рятувальних робіт або заміни формувань направляються на пункти спеціальної обробки. Пункти спеціальної обробки розгортаються на незараженій території (місцевості) та поблизу маршрутів виходу формувань і населення.

3.4 Висновки до розділу 3

У розділі безпека життєдіяльності, основи охорони праці було описано три розділи: правила техніки безпеки при експлуатації обладнання, вимоги техніки безпеки при виготовлені та налаштуванні вузла ревербератора, ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій.

Висновки

В кваліфікаційні роботі бакалавра було розроблено ревербератор електронний, розраховано його основні технічні параметри, проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації

Даний виріб можна віднести до класу як переносної так і стаціонарної побутової радіоапаратури і призначений для застосування як у приміщенні, так і на відкритому повітрі. Завдяки використанню сучасної елементної бази, особливо спеціалізованих інтегральних мікросхем, були досягнуті високі показники по надійності і економічності.

Проектування здійснювалось з врахуванням сучасних вимог конструктивно-технологічного, економічного, естетичного характеру, норм ергономіки та дизайну. Розповсюдженість та широке практичне застосування вибраних елементів значно полегшує ремонт проектованого блоку.

Розробка виробу потребувала використання певних програм. Для проектування плати використовувалася така програма як Altium Designer, для розробки друкованого вузла використовуваляся система автоматизованого проектування КОМПАС

Технологічний процес виготовлення проектованого виробу є відносно простий адже всі елементи розміщені на платі. Прилад розроблений так що не потребує великих затрат на виробництво. Це істотно зменшує затрати праці, підвищує її продуктивність, позитивно впливає на собівартість готової продукції

Список використаних джерел

1. Методичні вказівки до КП [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=205141 Дата доступу 10.03.2021.

2. Реверберація [Електронний ресурс]. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F. Дата доступу 10.03.2021.

3. Електронний ревербератор [Електронний ресурс]. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: https://cxem.net/sound/music/music22.php. Дата доступу 10.03.2021.

4. HT8970 [Електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: https://static.chipdip.ru/lib/299/DOC000299161.pdf. Дата доступу 26.03.2021.

5. BA4558 [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://www.mouser.com/datasheet/2/348/rohm_semiconductor_rohms30338-1-1742634.pdfДата доступу 26.03.2021.

6. LM78L05 [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: http://www.sinava.ru/LM78L05.php. Дата доступу 27.03.2021.

7. Конденсатори керамічні [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: https://static.chipdip.ru/lib/056/DOC000056282.pdf. Дата доступу 27.03.2021.

8. Конденсатори електролітичні [Електронний ресурс]. – 2005. – Режим доступу до ресурсу: https://asenergi.com/catalog/kondensatory-elektroliticheskie.html. Дата доступу 27.03.2021.

9. Резистори [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: https://electro-boom.kh.ua/rezistory-s2-23-opisanie. Дата доступу 27.03.2021.

10. Розєм [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: https://www.shopellectric.com/product-page/bc-500x10-2-gn Дата доступу 27.03.2021.

11. Методи виготовлення друкованих плат [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: http://obrobka.pp.ua/3354-metodi-vigotovlennya-drukovanih-plat.%20html Дата доступу 15.03.2021

12. Документація Altium Designer [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://www.altium.com/ru/documentation/altium-designer Дата доступу 19.03.2021.

Перелік стандартів

1. ГОСТ 2.105-79 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам

2. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.

Додатки

Додаток А

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“____”_____20_...р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Ревербератор електронний 100-12000 Гц»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Дунець В.Л._____
“____”_____20__р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
П.І.Б. Кузнецов М.М
“____”_____20__р.

Тернопіль, 2022

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Джерело живлення високовольтне ”
1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № _____ від “___”_____ 20 р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент П.І.П. групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка реверберatора 100-12000 Гц, що включає в себе:

–розробка схемотехнічного рішення для даного реверберatора;
–вибір компонентної бази розроблювального реверберatора;
–розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи реверберatора;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Ждерело живлення повинне бути розраховане на живлення від мережі постійного струму напругою по ГОСТ 22261 і допускати роботу від мережі (5-9 В)

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження джерела живлення повинні відповідати значенням, наведеним у додатку І.

4.1.3. Похибка установки вихідної напруги джерела не повинна бути більше ± 3%.

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Джерело повинне відповідати вимогам цього стандарту, а також технічній документації на джерело конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Джерело повинне забезпечувати задану додатком 1 вихідну напругу з моменту включення.

4.2.3. Джерело повинне забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при максимальному струмі навантаження і максимальній напрузі мережі живлення при нормальних кліматичних умовах.
Час попереднього прогріву джерела не повинний перевищувати 30 хв.

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

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні джерело повинне відповідати ГОСТ 22261 (група 4), кліматичного виконання УХЛ, категорії 3.1 ГОСТ 15150.

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

4.2.7. У комплект джерела живлення повинні входити: джерело живлення, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 12000 год.

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

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 8 років. Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Джерело повинне піддаватися приймально-здавальним та періодичним випробуванням.

4.3.2. При приймально-здавальних випробуваннях джерело живлення повинне піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів джерело висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

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

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

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

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

–пояснювальна записка;

–структурна схема реверберatора електронного 100-12000 Гц;
–електрична принципова схема реверберatора електронного 100-12000 Гц;
–друкована плата реверберatора електронного 100-12000 Гц;
–друкований вузол реверберatора електронного 100-12000 Гц.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

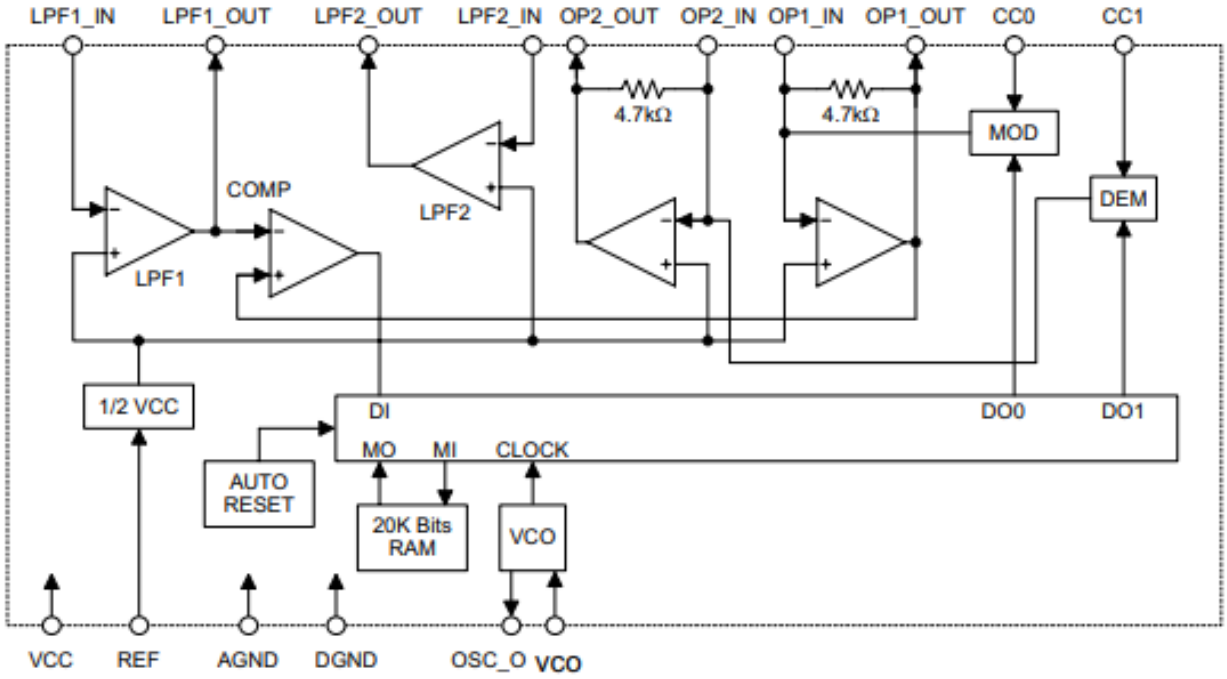
№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	*19.03.2021*
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	*01.04.2021*
3	Розробка структурної схеми	*24.04.2021*
4	Розрахунок основних вузлів у схемі реверберatора електронного 100-12000 Гц.	*07.05.2021*
5	Вибір компонентної бази для реверберatора електронного 100-12000 Гц.	*10.05.2021*
6	Компоновка друкованого вузла	*14.05.2021*
7	Створення допоміжної документації	*25.05.2021*
8	Спеціальна частина	*01.06.2021*
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	*11.06.2021*
10	Нормоконтроль	*11.06.2021*
11	Попередній захист КР	*11.06.2021*
12	Захист КР	*21.06.2021*

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

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

Block Diagram



Номер	Назва виводу	Пояснення
1	DGND	Digital ground
2	OSC_O	System oscillator output
3	VCO	System oscillator input, system frequency adjustable pin
4	CC1	Current control 1
5	CC0	Current control 0
6	OP1_OUT	OP1 output
7	OP1_IN	OP1 input
8	OP2_IN	OP2 input
9	OP2_OUT	OP2 output
10	LPF2_IN	Low pass filter 2 input
11	LPF2_OUT	Low pass filter 2 output
12	LPF1_OUT	Low pass filter 1 output
13	LPF1_IN	Low pass filter 1 input
14	VCC	Analog and positive power supply
15	REF	Analog reference voltage
16	AGND	Analog ground

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
	Ревербератор електронний		
	Конденсатори		
C1	ZV SIZE A 25В –220мкФ±10% JAMICON	1	
C2	Y5V–1206–25В –0,47мкФ±10% Murata	1	
C3,C4	X7R–1206–25В –0,1мкФ–±10% Murata	2	
C5	Y5V–1206–25В–0,68мкФ±10% Murata	1	
C6	ZV SIZE A 25В–4,7мкФ±10% JAMICON	1	
C7	X7R–1206–25В –0,1мкФ±10% Murata	1	
C8	ZV SIZE A 25В –4,7мкФ±10% JAMICON	1	
C9	ZV SIZE A 25В –1мкФ±10% JAMICON	1	
C10	ZV SIZE A 25В –220мкФ±10% JAMICON	1	
C11	NP0–1206–25В –560пФ±10% Murata	1	
C12,C13	Y5V–1206–25В –0,047мкФ±10% Murata	2	
C14	NP0–1206–25В –560пФ±10% Murata	1	
C15	NP0–1206–25В –3,3нФ±10% Murata	1	
C16	NP0–1206–25В –560пФ±10% Murata	1	
C17	ZV SIZE A 25В –22мкФ±10% JAMICON	1	
C18	ZV SIZE A 25В –4,7мкФ±10% JAMICON	1	
C19	NP0–1206–25В –560пФ±10% Murata	1	
C20	NP0–1206–25В –100нФ±10% Murata	1	
C21	NP0–1206–25В–5600пФ±10% Murata	1	
C22	Y5V–1206–25В –0,033мкФ±10% Murata	1	
C23	ZV SIZE A 25В –100мкФ±10% JAMICON	1	
C24	ZV SIZE A 25В –1мкФ±10% JAMICON	1	
C25	NP0–1206–25В –39пФ±10% Murata	1	
C26	ZV SIZE A 25В –4,7мкФ±10% JAMICON	1	
C27	ZV SIZE A 25В –220мкФ±10% JAMICON	1	
C28	ZV SIZE A 25В –10мкФ±10% JAMICON	1	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	КММ.2.108.001 ПЕ		
Розроб.		Кузнецов М.М			Ревербератор електронний 100–12000 Гц Перелік елементів	Літ.	Арк. 1 / Аркушів 4
Перевір.		Дунець В.Л					
Реценз.						ТНТУ, ФПТ, каф.РТ Рас–41	
Н. Контр.		Марценюк А.С					
Затверд.							

Поз.	Назва	Кіл.	Примітки
C29	ZV SIZE A 25В -4,7мкФ±10% JAMICON	1	
	Мікросхеми		
DA1	LM78L05 Texas Instruments	1	
DA2	HT8970 HOLTEK	1	
DA3	BA4558 ROHM	1	
	Дросель		
DL1	COILO406-0.1 FERROCORE	1	
	Джерело живлення		
GB1-GB4	COILO406-0.1 FERROCORE	4	
	Світлодіоди		
HL1-HL2	HLMP-1600-5B-BROCARDCOM LIMITED	2	
	Перемички		
J1,J2	PLS_2 Connfly electronic	2	
J3	PLS_3 Connfly electronic	1	
	Резистори		
R1	С2-33-0,125Вт-1кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R2	0,125Вт -4,7кОм±10% 16K1 DB LECTRO Inc	1	Змінний
R3,R4	С2-33-0,125Вт-10кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	2	
R5	С2-33-0,125Вт-4,7кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R6,R7	С2-33-0,125Вт-1кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	2	
R8	С2-33-0,125Вт-4,7кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R9	С2-33-0,125Вт-3,3кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R10	С2-33-0,125Вт-1кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R11	С2-33-0,125Вт-4,7кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R12,R13	С2-33-0,125Вт-4,7кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	2	
R14	С2-33-0,125Вт-220кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	

Поз.	Назва	Кіл.	Примітки
R15	С2-33-0,125Вт-1кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R16	С2-33-0,125Вт-2200м±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R17	С2-33-0,125Вт-10кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R18	С2-33-0,125Вт-12кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R19	С2-33-0,125Вт-15кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R20	С2-33-0,125Вт-10кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R21	С2-33-0,125Вт-15кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R22	С2-33-0,125Вт-1кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R23	С2-33-0,125Вт-5600м±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R24	С2-33-0,125Вт-13кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R25	С2-33-0,125Вт-15кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R26	С2-33-0,125Вт-16кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R27	С2-33-0,125Вт-4,7кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R28	0,125Вт-22кОм±10% 16К1 DB LECTRO Inc	1	Змінний
R29	С2-33-0,125Вт-100кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R30	С2-33-0,125Вт-4,7кОм±10% ОЖО. 467.173 ТУ	1	
R31	125Вт-22кОм±10% R16K1 DB LECTRO Inc	1	Змінний
	Перемикач		
SA1	SS23D03 KeKeQeen	1	
	Діоди		
VD1	1N4739A ON Semiconductor	1	
VD2	SF28 MASTER INSTRUMENT	1	
	Транзистори		
VT1	SS8550 NSEMI	1	
VT2	2N5551 Philips	1	
VT3	SS8050Fairchild	1	
	Гнізда		
XS1	DJK-05D-9B KLS	1	

Поз.	Назва	Кіл.	Примітки
XS2	RCA-CC-134B NINIGI	1	
XP1	RCA-CC-134B NINIGI	1	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація		
А3			КММ2.032.000 Е3	Схема електрична принципова		
А4			КММ2.108.001 ПЕ	Перелік елементів		
А3			КММ3.119.003 СК	Вузол друкований		
				Деталі		
А3		1	КММ7.161.002	Плата друкована	1	
				Інші вироби		
				Ревербератор електронний		
				Конденсатори		
		2		Y5V-1206-25В-0,033мкФ±10% MURATA	1	С22
		3		Y5V-1206-25В-0,047мкФ±10% MURATA	2	С12,С13
		4		X7R-1206-25В-0,1мкФ±10% MURATA	3	С3,С4,С7
		5		Y5V-1206-25В-0,47мкФ±10% MURATA	1	С2,
		6		Y5V-1206-25В-0,68мкФ±10% MURATA	1	С5
		7		ZV SIZE A 25В-1мкФ±10% JAMICON	2	С9,С24
		8		ZV SIZE A 25В-4,7мкФ±10% JAMICON	4	С6,С8,С18,С26
		9		ZV SIZE A 25В-4,7мкФ±10% JAMICON	1	С29
		10		ZV SIZE A 25В-10мкФ±10% JAMICON	1	С28
		11		ZV SIZE A 25В-22мкФ±10% JAMICON	1	С17
		12		NP0-1206-25В-100мкФ±10% JAMICON	1	С23
		13		NP0-1206-25В-220мкФ±10% JAMICON	3	С1,С10,С27
		14		NP0-1206-25В-39пкФ±10% MURATA	1	С25
		15		NP0-1206-25В-560пкФ±10% MURATA	4	С11,С14,С16,С19
		16		NP0-1206-25В-5600пкФ±10% MURATA	1	С21
		17		NP0-1206-25В-3,3нФ±10% MURATA	1	С15
		18		NP0-1206-25В-100нФ±10% MURATA	1	С20

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КММ6.108.003 СП		
Розроб.		Кузнецов М.М			Вузол друкований Специфікація	Літ.	Аркуш 1 / Аркушів 3
Перевір.		Дунець В.Л				Н	
Н Контр.		МарценюкА.С				ТНТУ, ФПТ, каф.РТ Рас-41	
Затверд.							

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Мікросхеми		
		19		LM78L05 Texas Instruments	1	DA1
		20		HT8970 HOLTEK	1	DA2
		21		BA4558 ROHM	1	DA3
				Дросель		
		22		COILO406-0.1 FERROCORE	1	DL1
				Світлодіоди		
		23		HLMP-1600-5B-BROCARDCOM LIMITED	2	HL1,HL2
				Перемички		
		24		PLS_2 Connfly electronic	2	J1,J2
		25		PLS_3 Connfly electronic	1	J3
				Резистори		
				С2-33 ОЖ0.467.173 ТУ		
		26		С2-33-0125Вт-220Ом±10%	1	R16
		27		С2-33-0125Вт-560Ом±10%	1	R23
		28		С2-33-0125Вт-1кОм±10%	4	R1,R6,R7,R10
		29		С2-33-0125Вт-1кОм±10%	1	R15,R22
		30		С2-33-0125Вт-3,3кОм±10%	1	R9
		31		С2-33-0125Вт-4,7кОм±10%	4	R5.R8,R12,R13
		32		С2-33-0125Вт-4,7кОм±10%	1	R30
		33		С2-33-0125Вт-10кОм±10%	4	R3,R4,R17,R20
		34		С2-33-0125Вт-12кОм±10%	1	R18
		35		С2-33-0125Вт-13кОм±10%	1	R24
		36		С2-33-0125Вт-15кОм±10%	3	R19,R21,R25
		37		С2-33-0125Вт-16кОм±10%	1	R26
		38	Підстроювальні	125Вт-22кОм±10% RM-065DBLECTRO Inc	2	R28,R31
		39	Підстроювальний	125Вт-4,7кОм±10% RM-065DBLECTRO Inc	1	R2
		40		С2-33-0125Вт-100кОм±10%	1	R29

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Перемикач		
		41		SS23D03 KeKeQeen	1	SA1
				Діоди		
		42		1N4739A ON Semiconductor	1	VD1
		43		SF28 MASTER INSTRUMENT	1	VD2
				Транзистори		
		44		SS8550O NSEMI	1	VT1
		45		N5551 Philips	1	VT2
		46		SS8050Fairchild	1	VT3
				Гнізда		
		47		DJK-05D-9B KLS	1	XS1
		48		RCA-CC-134B NINIGI	1	XS2
		49		RCA-CC-134B NINIGI	1	XP1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КММ6.108.003 СП	Арк. 3