

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БЖ – Блок живлення.

ЛБЖ – Лабораторний блок живлення.

ШІМ – Широко імпульсна модуляція.

САПР – Система автоматичного проектування і розрахунку.

ЄСКД – Єдина система конструкторської документації.

ДСТУ – Державний стандарт України.

ККД – Коефіцієнт корисної дії.

ІМС – Інтегральні мікросхеми.

АЦП – Аналого-цифровий перетворювач.

РЕА – Радіо-електрична апаратура.

## ВСТУП

Зараз, в століття інтегральних технологій габарити пристроїв знизилися на стільки, що повністю закінчила пристрій можна розмістити і на долоні. Не обійшло стороною це і УЗЧ. Зараз легко придбати досить компактну мікросхему підсилювача потрібної потужності і, доповнивши її деякими стандартними навісними елементами, отримати готовий прилад. Однак, за габарити мікросхем, в деякій мірі, потрібно "платити". Справа в тому, що багато мікросхеми вимагають досить громіздкі радіатори, тому в потужних підсилювачах, а точніше в їх вихідних каскадах застосовують в основному транзистори. Мікросхеми (наприклад, операційний підсилювач) дають дуже великий коефіцієнт посилення по напрузі, однак, для того щоб розвинути у навантаженні необхідну потужність потрібна ще й посилення по струму. Транзистори є приладами, які працюють з великими струмами, і, до того ж вони не дуже високочастотні, тобто вони відмінно підходять для ПЗЧ. У проміжних і вхідних каскадах частіше використовують все-таки мікросхеми. Таким чином, в сучасній апаратурі з успіхом застосовуються як транзистори, так і аналогові мікросхеми.

## 1 Загальнотехнічна частина

### 1.1 Літературний огляд теоретичних і практичних рішень

Підсилювач- пристрій, в якому здійснюється збільшення потужності вхідного сигналу за рахунок енергії допоміжного джерела живлення.

Навантажкою для даного ПЗЧ являються пасивні колонки. Ці колонки є доволі поширеним типом акустичної системи. Пасивна колонка складається з корпусу який може бути виготовлений із дерева або пластику і інтегрованого в корпус динаміка. Підключення колонок до підсилювача відбувається через акустичний кабель. Недоліком такої системи являється те що необхідне підключення зовнішнього підсилювача, без якого робота даної колонки не можлива. Перевагою є те що не потрібно додаткового живлення колонок

#### Технічні характеристики

а) частотний діапазон відносно 10кГц(-0,1 дБ).....	25-40000Гц
б) частотний діапазон відносно 10кГц(-1 дБ).....	8-125000Гц
в) частотний діапазон відносно 10кГц(-3 дБ).....	4-250000Гц
г)максимально вихідна потужність(8Ом,1кГц).....	97,4Вт
д) максимально вихідна потужність(8Ом, 20кГц).....	96,7Вт
е) THD+N (при $P_{\text{вых}} \leq 60\text{Вт}$ , 20кГц).....	0,0009%
є) THD+N (при максимально вихідній потужності, 1кГц).....	0,003%
ж) THD+N (при максимально вихідній потужності, 20кГц).....	0,008%
з) максимальна швидкість наростання вихідної напруги (для диф. каскада).....	225В/мкс

- и) номінальна напруга живлення(100Вт, 4 Ом).....36 В
- і) номінальна напруга живлення(100Вт, 8 Ом).....48 В

### **Принцип роботи**

Підсилювач складається з диференційного каскаду попереднього підсилення, транзистори BC556I і BC456 і двох каскадів на складених транзисторах, які включені по схемі з спільним колектором. Використовуються такі каскади в підсилювачах великої потужності, стаціонарній апаратурі, яка працює від мережі та в підсилювачах, які мають мати низький коефіцієнт гармоніки.

В схемі є підстроювальний резистор яким виставляють струм спокою, рекомендується виставляти 60-130мА. Також за допомогою підстрівального резистора встановлюється нуль на виході підсилювача.

Підсилювач працює в класі АВ тому потребує дуже хорошого охолодження. Вихідні транзистори 2SC5200 і 2SA1943 дуже великої потужності тому їх потрібно встановлювати на радіатор з використанням термопасти. Допускається нагрів транзисторів до 60 градусів, це є нормальний режим роботи .

### **Вибір елементної бази**

При виборі елементної бази слід опиратися на наступні критеріи для проєкту

- Елементи мають співпадати з тими що на схемі
- Відповідність елементів
- Вимоги до конструкції
- Економічна частина
- Універсальні радіоелементи
- Мінімальні розміри

З перелічених умов підбираємо правильні радіо деталі  
 оптимальним варіантом вибору постійних резисторів є типу MF-0.125  
 виробник фірми «Taiwan» з потужністю розсіювання 0.125Вт та 2 Вт

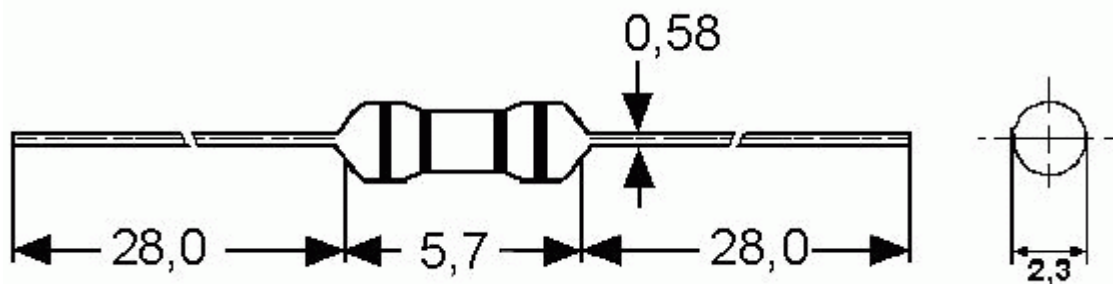


Рисунок 2.1- Габаритні розміри резистора типу MF-0.125

виробник фірми «Taiwan»

основні параметри:

Точність,%.....	5
Максимально робоча напруга, В.....	250
Робоча температура, С.....	150-50

Найкращим варіантом вибору підстроювального резистора буде резистор типу 3296 W203 фірма виробник «Bourns»

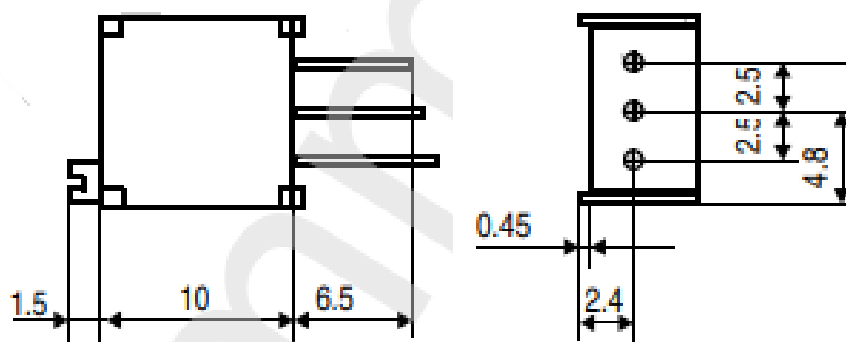


Рисунок 2.2- Габаритні розміри підстроювального резистора

типу 3296 W203 фірма виробник «Bourns»

основні параметри:

Точність,%.....	20
-----------------	----

Потужність, Вт .....	0.5
Макс. роб. Напруга, В.....	500
Кількість оборотів.....	25

В якості електролітичних конденсаторів я вибрав конденсатори фірми виробника «Chongx» тому що вони забезпечують оптимальні ціну і якість виготовлення, а також володіють хорошою надійністю.

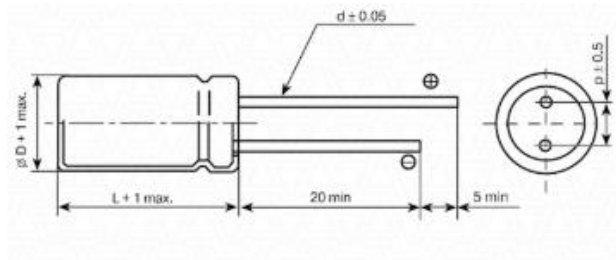


Рисунок 2.3- Габаритні розміри електролітичного конденсатора  
фірма виробник «Chongx»

основні параметри:

Точність, % .....	20
Робоча температура, С.....	-40...+150
Діапазон робочих напруг, В.....	6.3-100

Найкращим варіантом для забезпечення усіх умов є керамічний конденсатор фірми виробника «Hitano». Володіють хорошою стабільністю параметрів. Забезпечують оптимальну ціну та якість виготовлення деталі.

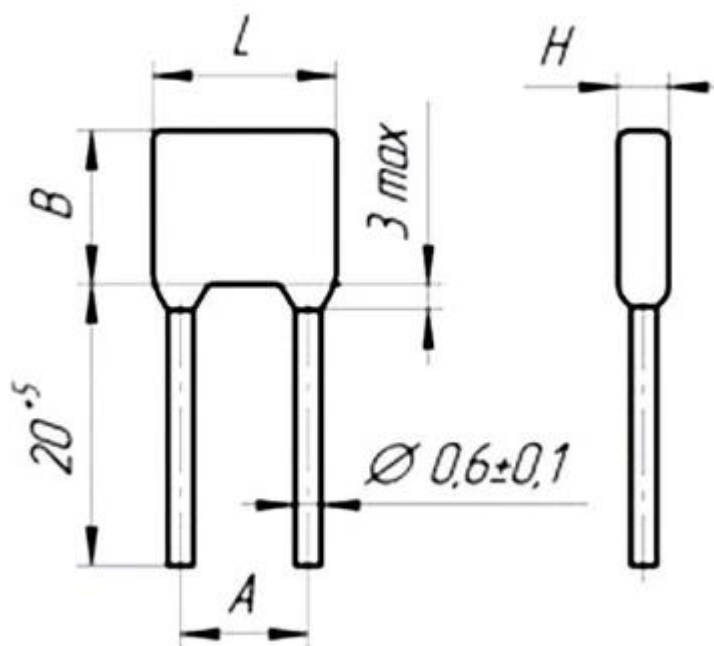


Рисунок 2.4- Габаритні розміри керамічного конденсатора  
 фірми виробника «Hitano»

основні параметри:

Точність,%.....	5
Опір ізоляції, ГОм.....	10
Добротність,Q .....	1000
Робоча температура, С.....	-25...+85

Для забезпечення стабільності параметрів, хорошої добротності та опору використані плівкові конденсатори фірми виробника «Murata Electronics» які забезпечують необхідні параметри для безвідмовної роботи пристрою в поїднані з оптимальною ціною та якістю виготовлення деталі

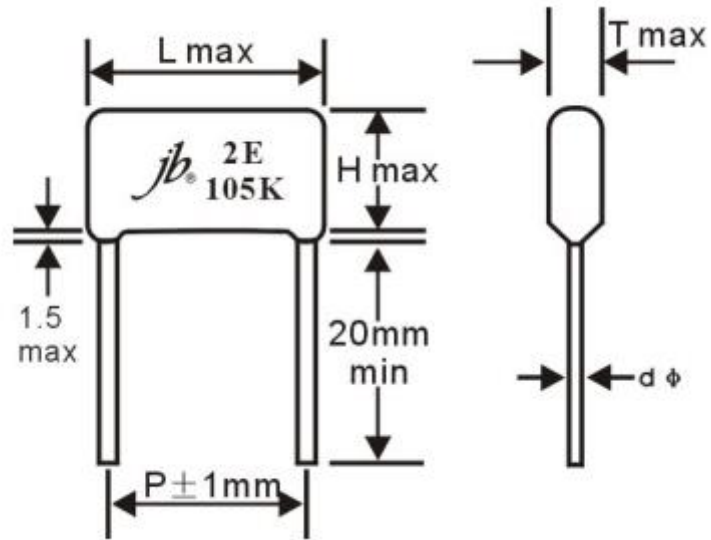


Рисунок 2.5- Габаритні розміри плівкового конденсатора  
 фірми виробника «Murata Electronics»

основні параметри:

Точність,%.....	10
Коефіцієнт розсіювання, tgδ.....	0.01
Діапазон робочих температур,С.....	-40... +85
Опір ізоляції, МОм.....	15000

Для забезпечення стабільності параметрів, хорошої добротності використані транзистори фірми виробника «MOSFET» які забезпечують необхідні параметри для безвідмовної роботи пристрою в поїднані з оптимальною ціною та якістю виготовлення деталі



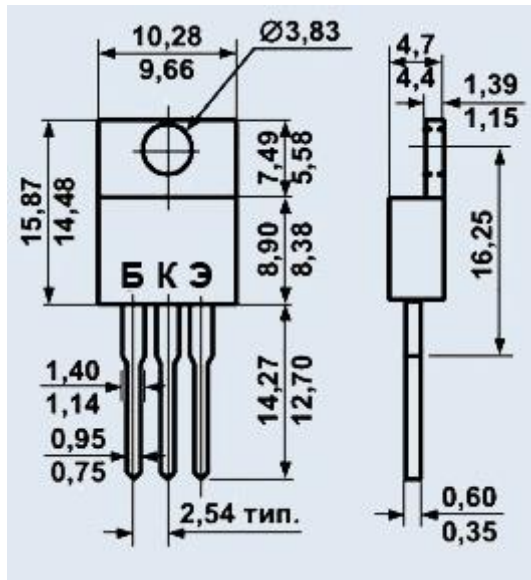


Рисунок 2.6- Габаритні розміри транзистора

фірми виробника «MOSFET»

основні параметри:

Точність,%.....5

Діапазон робочих температур,С..... -40... +85

## 2. Конструкторсько-технологічна частина

### 2.1 Опис конструкції спроектованого пристрою, стенду чи експериментального обладнання

Друкована плата підсилювача звуку розведена так щоб була можливість прикріплення транзисторів до радіатора охолодження. Транзистори кріпляться через термопасту до радіатора, для забезпечення кращого охолодження транзисторів

Радіатор одночасно виконує дві функції, він виконує роль як охолоджувального елемента так і задньої стінки корпусу прилада. Це здешевлює прилад, спрощує техпроцес і забезпечує кращу жорсткість конструкції

Підсилювач звуку є доволі великої потужності і тому виконаний у металевому корпусі. Корпус складається з двох «п» і «г» подібних кришок

які між собою з'єднані по бокам винтами і прикріплені до радіатора. Ножки виготовлені з ризини і вставлені у виштомпувані отвори, що забезпечує мінмальне скользіння приладу по поверхні на якій він стоїть.

В підсилювачі звуку є такі органи керування як регулятор гучності. Він встановлений на передню панель приладу, представляє з себе змінний резистор на 1 кОм на який надіта ручка регулятор у вигляді шайби з діаметром 20 мм., це дозволяє зробити точне налаштування підсилювача.

В задню стінку в радіатор вмонтовані акустичні входи і виходи. Їхню роль виконує «XLR» роз'єм, вони як правило використовуються в професійній аудіо і відео апаратурі для симетричного передавання сигналу. Їхній монтаж проводиться за допомогою винтів які вкручуються в радіатор. Підключення роз'ємів до плати проводиться з допомогою пайки через акустичний провідник.

Монтаж плати проводиться до днища корпусу приладу. Плата кріпиться винтами до стійок які виштампувані в днищі і зігнуті під кутом 90 градусів. Таким способом плата кріпиться до стійок лише з однієї сторони, з іншого боку плата зафіксована за допомогою транзисторів, які закріплені до радіатора з допомогою винтів і тому не виникає потреби в додаткових стійках. Плата зафіксована і механічно міцна, такий спосіб дозволяє зменшити вартість виробу і спростити тех процес

Блок живлення приладу знаходиться поза межами пристрою. Його підключення відбувається через роз'єм який вмонтований в задню частину корпусу.

Для регулювання приладу або його ремонту необхідно зняти верхню кришку, відкрутивши винти які знаходяться по бокам пристрою. Так ми отримаємо вільний доступ до самої плати і органів керування. На платі встановлені два змінні резистри якими ми виставляємо струм спокою і виставляємо нуль на виході підсилювача.

Корпус підсилювача звуку виконаний із листової сталі 08Х22Н6Т - корозійностійкої звичайної якості.. Товщина металу 1.5 мм. Металевий корпус витримує температури від -10 до +300 градусів

Корпус підсилювача звуку не є дуже складної форми і тому його можна виготовити за допомогою металопрокатних, пресувальних і штампувальних станків. Виконання якого здійснюється наступним чином: на завод поступають листи металу з яких буде вирізатись заготовка на корпус. За допомогою штампувальних станків з листа вирубують заготовку потрібних розмірів, після чого в ній будуть свирлити монтажні та технічні отвори. Далі деталь згинають в потрібному місці надаючи їй форму кришки корпусу.

Процес складання поділяється на такі основні операції:

Комплектування елементів, та розконсервація друкованої плати. Після чого друковану плату маркують штампом, заводський номер, фарбою типографічною ТНТФ-01 біла. Далі проводимо захист контактних площадок латексом, після чого проводимо операцію сушка для застигання латексу. Далі формуємо виводи електрорадіоелементів з кроком координатної сітки 2.5 мм. Дана операція проводиться автоматизовано, тому використовуються автомати для формування виводів резисторів, конденсаторів, транзисторів. Наступною операцією є лудження виводів електрорадіоелементів, яка здійснюється автоматизованим методом припоєм ПОС-61. Далі проходить встановлення ЕРЕ, що будуть запаюватися автоматично. Далі проходить автоматизована пайка елементів. Дана операція здійснюється методом пайки хвилею припою, який в свою чергу є простим, зменшує трудомісткість виготовлення друкованого вузла. В операції електромонтаж ми проводимо рихтування пайок після автоматизованої пайки, яке здійснюється не більше від 4% від усіх пайок, далі встановлюються перемички, роземи, регулятор запаюються вручну. Далі проводиться регулювання згідно інструкції, та операція лакування. Далі відбувається технічний контроль який здійснюється на пульті згідно інструкції.

## 2.2 Розробка методики досліджень поставлених завдань, аналіз похибок експериментів.

1. Коефіцієнт використаних мікросхем:

$$K_{вик.імс} = \frac{H_{імс}}{H_{ере}}, \quad (3.2.1)$$

де:  $H_{імс}$  – кількість мікроборок у вузлі,  $H_{імс} = 0$ ;

$H_{ере}$  – кількість електрорадіоелементів,  $H_{ере} = 76$ .

$$K_{вик.імс} = \frac{H_{імс}}{H_{імс} + H_{ере}} = \frac{0}{0 + 76} = 0$$

2. Коефіцієнт механізації і автоматизації

$$K_{а.м.} = \frac{H_{а.м.}}{H_{м}}, \quad (3.2.2)$$

де:  $H_{а.м.}$  з'єднань = 146;

$H_{м}$  кількість монтажних з'єднань,  $H_{м} = 146$ .

$$K_{а.м.} = \frac{H_{а.м.}}{H_{м}} = \frac{146}{146} = 1$$

3. Коефіцієнт підготовки електрорадіоелементів  $K_{м.п.ере}$  визначається

$$K_{м.п.ере} = \frac{H_{м.п.ере}}{H_{ере}}, \quad (3.2.3)$$

ЕРЕ включають що не потребують підготовки до монтажу,  $H_{м.п.ере} = 76$ .

$$K_{м.п.ере} = \frac{76}{76} = 1$$

4. Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів  $K_{\text{повт.ерс}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{повт.ерс}} = 1 - \frac{H_{\text{т.ерс}}}{H_{\text{ерс}}} = 1 - \frac{31}{76} = 0,6 \quad (3.2.4)$$

де:  $H_{\text{т.ерс}}$  – кількість типорозмірів електрорадіоелементів,  $H_{\text{т.ерс}} = 31$

5. Коефіцієнт застосовуваності електрорадіоелементів  $K_{\text{заст.ерс}}$  визначається по формулі:

$$K_{\text{заст.ерс}} = 1 - \frac{H_{\text{т.ерс.ерс}}}{H_{\text{т.ерс}}} = 1 - \frac{19}{76} = 0,75 \quad (3.2.5)$$

де:  $H_{\text{т.ерс.ерс}}$  – кількість типорозмірів оригінальних електрорадіоелементів.

$$H_{\text{т.ерс.ерс}} = 19$$

6. Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів  $K_{\text{уст.р.}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{уст.р.}} = 1 - \frac{H_{\text{уст.р.}}}{H_{\text{ерс}}} = 1 - \frac{114}{76} = -0,5 \quad (3.2.6)$$

де:  $H_{\text{уст.р.}}$  – кількість видів встановочних розмірів електрорадіоелементів.

7. Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей  $K_{\phi}$  визначається за формулою:

$$K_{\phi} = \frac{D_{\text{пр}}}{D} = \frac{1}{1} = 1, \quad (3.2.7)$$

де:  $D_{\text{пр}}$  – кількість механічних деталей, заготовки яких, або самі деталі отримані прогресивними методами формоутворення (штампування, пресування, лиття, пайка, зварка і т.д.),  $D_{\text{пр}} = 1$

$D$  – загальна кількість деталей у виробі.

8. Визначаємо комплексний показник технологічності за формулою:

$$K = \frac{\sum K_i \phi_i}{\sum \phi_i}, \quad (3.2.8)$$

Таблиця 3.1 Комплексний показник технологічності

№ п/п	Показник технологічності	Позначення	Величина	$\phi_i$
1.	Коефіцієнт використання мікросхем і мікрозборок.	$K_{\text{мн.мс}}$	0	1,000
2.	Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу.	$K_{\text{а.м.}}$	1	1,000
3.	Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ.	$K_{\text{м.п.ере}}$	1	0,750
4.	Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ.	$K_{\text{повт.ере}}$	0,6	0,500
5.	Коефіцієнт застосовуваності ЕРЕ.	$K_{\text{заст.ере}}$	0,75	0,310
6.	Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ.	$K_{\text{вст.р.}}$	-0,5	0,187
7.	Коефіцієнт прогресивності формоутворення.	$K_{\phi}$	1	0,110

Оцінка рівня технологічності виробу визначається з відношення розрахованого комплексного показника  $K$  до комплексного нормативного показника  $K_n$ , який відображає реальний існуючий рівень технологічності на підприємствах по випуску РЕА. Для нашого виробу  $K_n = 0,5$ .

Відношення  $K/K_n$  повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_H} \geq 1 \text{ (3.2.9)}$$

Перевіряємо умову:  $\frac{0,59}{0,5} = 1,19 \geq 1$

Дана умова виконується, отже конструкція вважається технологічною.

Пошук несправності ми проводимо по відповідному алгоритму зображеному на рисунку 3.1.

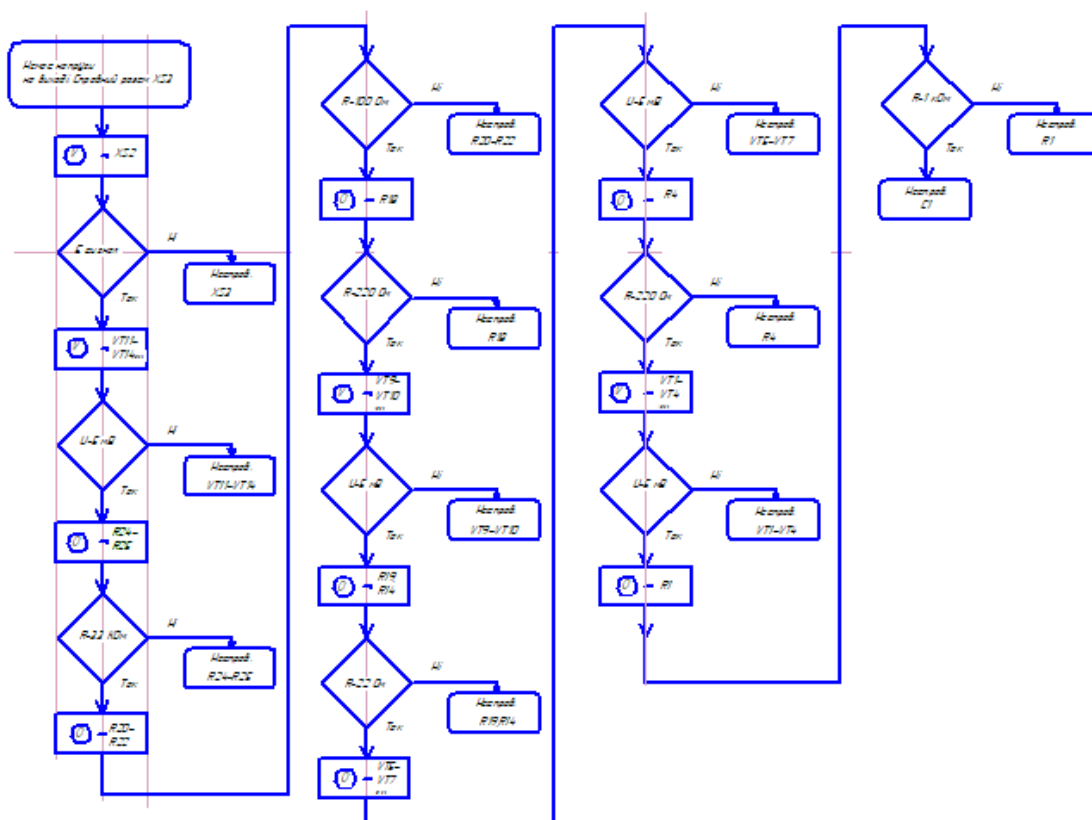
Для пошуку несправностей у підсилювачі звуку ми використовуємо вольтметр, або мультиметр, який має відповідний діапазон вимірювань для пошуку таких несправностей.

Починаємо перевірку із гнізда XS2, для цього підключимо щупи мультиметра до його контактів, якщо на його виході є напруга, то він являється справним і ми перейдемо до перевірки наступного елемента, але якщо він не пропускає напругу, то його слід замінити.

Наступний елемент, який ми перевірятимемо – це транзистори VT11-VT14 провіряєм чи на колекторі є напруга 9В якщо вона відсутня значить несправний транзистор VT11-VT14, то його слід замінити, якщо напруга присутня переходимо до перевірки резисторів R24-R25, провіряєм чи опір дорівнює 3.3КОм, якщо він не дорівнює даній велечині значить несправний резистор R24-R25, то його слід замінити, якщо опір дорівнює даній велечині переходимо до перевірки резисторів R20-R22 провіряєм чи опір дорівнює 100Ом якщо він не дорівнює даній велечині значить несправний резистор R20-R22, то його слід замінити, якщо опір дорівнює даній велечині переходимо до перевірки резистора R18, провіряєм чи опір дорівнює 220Ом якщо він не дорівнює даній велечині значить несправний резистор R18, то його слід замінити, якщо опір дорівнює даній велечині переходимо до перевірки транзистора VT9-VT10 провіряєм чи на колекторі є напруга 9В якщо вона відсутня значить несправний транзистор VT9-VT10, то його слід замінити, якщо напруга присутня переходимо до перевірки резисторів

R19,R14,проверяем чи опір дорівнює 22Ом, якщо він не дорівнює даній велечині значить несправний резистор R19,R14, то його слід замінити, якщо опір дорівнює даній велечині переходимо до наступної перевірки.

Наступним ми перевіряємо транзистори VT5-VT7проверяем чи на колекторі є напруга 9Вякщо вона відсутня значить несправний транзистор VT5-VT7, то його слід замінити, якщо напруга присутня переходимо до перевіркирезистораR4,проверяем чи опір дорівнює 220Ом якщо він не дорівнює даній велечині значить несправний резистор R4, то його слід замінити, якщо опір дорівнює даній велечині переходимо до перевірки транзистори VT1-VT4проверяем чи на колекторі є напруга 9Вякщо вона відсутня значить несправний транзистор VT1-VT4, то його слід замінити, якщо напруга присутня переходимо до перевіркирезистора R1,проверяем чи опір дорівнює 1КОм якщо він не дорівнює даній велечині значить несправний резистор R1, то його слід замінити, якщо опір дорівнює даній велечині отже несправний конденсаторC1.





### **3. Спеціальна частина**

#### **3.1 Наукові досліджень та математичне моделювання**

Для розробки плати мені знадобилась система автоматизованого проектування Altium Designer та програма для графічного моделювання КОМПАС-3D. За допомогою цих програм вирішуються такі завдання:

- автоматизована розробка друкованої плати вибраного приладу, в тому числі авто трасування друкованих провідників;
- автоматизована розробка текстової і графічної конструкторської документації;

Altium Designer включає весь необхідний набір інструментів для створення, редагування і виправлення створених проектів. Редактор схем дозволяє працювати з проектами будь якого розміру і складності. Редактор друкованих плат дозволяє автоматично та в ручному режимі розміщувати елементи.

При використанні авто трасувальника можна налаштовувати параметри трасування друкованих плат з великою густиною монтажу. Він може працювати в різних шарах друкованої плати із самостійним вибором необхідного шару.

До основних компонентів програми КОМПАС 3D можна віднести безпосередньо систему моделювання , модуль проектування специфікацій , універсальну систему автоматизованого проектування " КОМПАС- Графік» і власний текстовий редактор.

КОМПАС 3D здатний здійснювати експорт або імпорт найпоширеніших форматів моделей. Завдяки цьому забезпечується прекрасна інтеграція з

всілякими CAD / CAM / CAE пакетами. Можливості КОМПАС 3D без проблем можна розширити за допомогою різних додатків.

### 3.2 Вибір об'єкта моделювання і побудова його математичної моделі.

Схема каскаду з спільним емітером дає саме більше підсилення потужності, схема на рисунку 2.18.

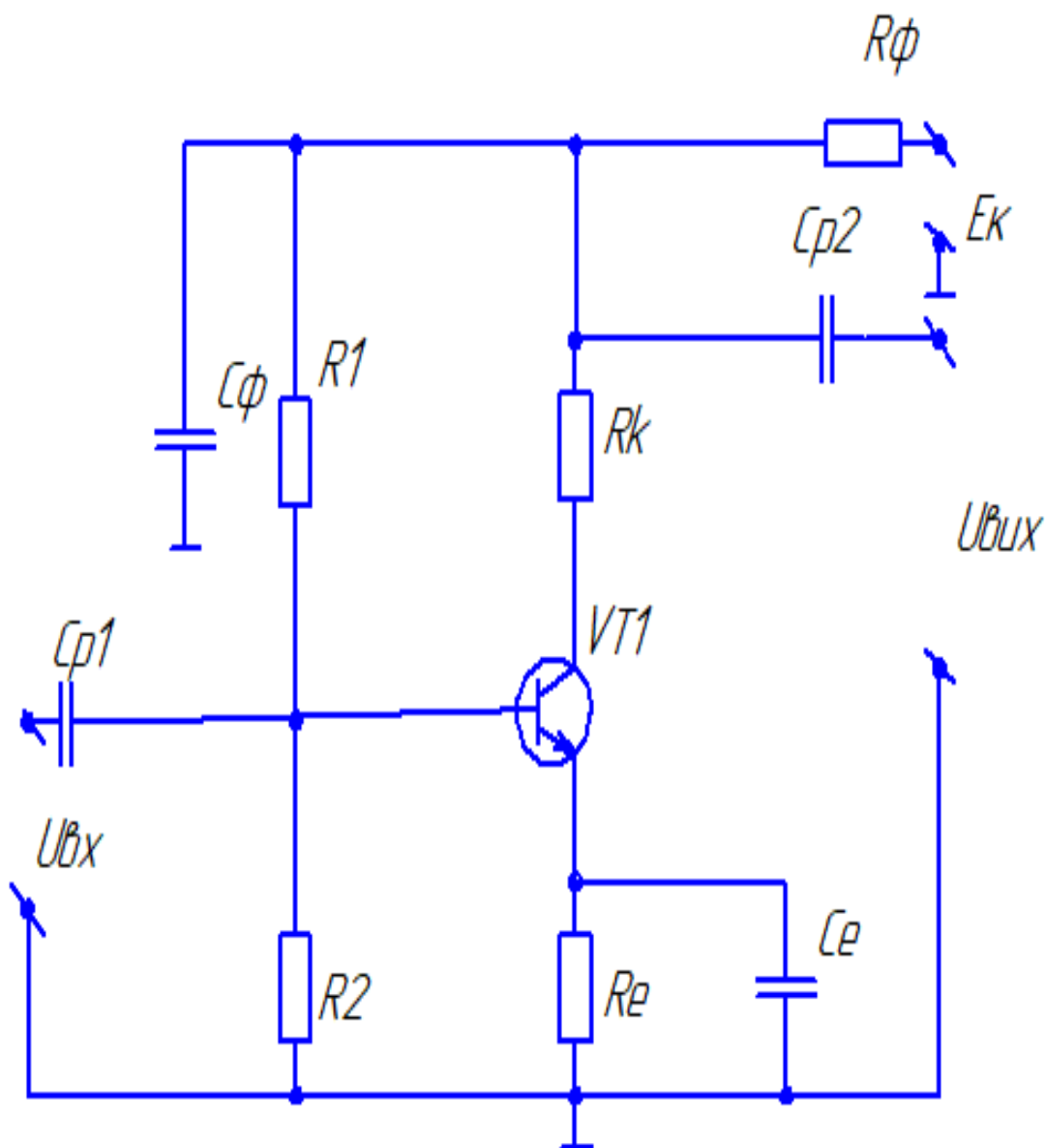


Рисунок 2.18 Схема електрична принципова каскаду попереднього підсилення із спільним емітером

Вихідні параметри при розрахунку випрямляча:

$U_H$  – необхідна напруга, в нашому випадку становить 45В.

$I_m$  – максимальний струм, споживаний навантаженням в нашому випадку становить 2А.

Отже:

Визначення величини напруги живлення каскаду з урахуванням падіння напруги на резисторі фільтру  $R_f$

$$E'_k = (0,8 \dots 0,9) E_k \quad (2.1)$$

$$E'_k = 0,8 * 45 = 36$$

Визначити величину струму спокою колекторного кола:

$$I_{k0}' = 1,4 I_{вх.наст} \quad (2.2)$$

$$I_{k0}' = 1,4 * 1 = 1,4$$

Визначити опір колекторного навантаження транзистора:

$$R_k = 0,4 E'_k / I_{k0}' \quad (2.3)$$

$$R_k = 0,4 * 36 / 1,4 = 20,1$$

Закругляємо до найближчого табличного значення  $R_k = 20$  Ом

Визначаємо опір резистора в колі емітера:

$$R_e = U_e / I_{k0}' \quad (2.4)$$

$$R_e = 3,6 / 1,4 = 2,5$$

Закругляємо до найближчого табличного значення  $R_e = 2,4$  Ом

Визначити опір резисторів дільників:

$$R_1 = \frac{E_k - U_{б0} - U_e}{I_d + I_{б0}} \quad (2.5)$$

$$R_1 = \frac{36 - 0,15 - 3,6}{0,2 + 3} = 53,75$$

Закругляємо до найближчого табличного значення  $R_1 = 54$  Ом

$$R_2 = \frac{U_{б0} + U_e}{I_d} \quad (2.6)$$

$$R_2 = \frac{0,15 + 3,6}{0,2} = 18,75$$

Закругляємо до найближчого табличного значення  $R_2 = 18$  Ом

$I_H$

Розрахунок монтажу можна розділити на три етапи: по змінному і постійному струму таконструктивно-технологічний. Розрахунок проводиться в такій послідовності:

З технологічних можливостей використовую хімічний метод 3 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85.

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{3A}{20 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 4,2\text{мм} \quad (2.7)$$

де  $I_{\max}$ - допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми,  $I_{\max} = 3A$ ;

$i_{\text{доп}}$  – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати  $j_{\text{доп}} = 20A/\text{мм}^2$ ,  $t$  – товщина провідника,  $35\text{мкм}=0,035\text{м}$

Таблиця 2.1 -Допустима густина струму, в залежності від методу виготовлення.

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{Д}} * t} = \frac{0,050 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 3\text{А} * 0,5\text{м}}{0,5\text{В} * 0,035\text{с}} = 4,2\text{мм} \quad (2.8)$$

де  $\rho = 0,050 \text{ Ом} * \text{мм}^2 / \text{м}$  – питомий об'ємний опір,

$L = 0,5\text{м}$  – довжина провідника,

$U_{\text{дон}} = 0,5\text{В}$  – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r \quad (2.9)$$

де  $d_E$  – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{\text{н.в.}}$  – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

$r$  – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм. Розрахункові значення  $d$  зводяться до нормалізованого ряду отворів: 0,9;1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,7$ - для конденсаторів

$d_{E2} = 0,9$ - для резисторів.

$d_{E3} = 1,1$  – для транзисторів

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,1 = 0,9 \text{ мм}$$

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,1 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 1 + |\pm 0,1| + 0,1 = 1,3 \text{ мм}$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів 0,9;1,1;1,3.

Розраховую діаметри контактних площадок:

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2,10)$$

де:  $h\phi$  – товщина фольги;  $D_{1min}$  – мінімальний ефективний діаметр площадки;

$$D_{1min} = 2 \left( b_m + \frac{d_{max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2,11)$$

де:  $b_m$  – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки;

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

$\delta_d$  і  $\delta_p$  - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,08 \text{ мм, } \delta_p = 0,2 \text{ мм.}$$

$d_{max}$  - максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.12)$$

де:  $\Delta d$  - допуск на отвір.

$$d_{max1} = 0,9 + 0,05 + 0,1 = 1,05 \text{ мм}$$

$$d_{max2} = 1,1 + 0,05 + 0,1 = 1,25 \text{ мм}$$

$$d_{max3} = 1,3 + 0,05 + 0,1 = 1,45 \text{ мм}$$

$$D_{1min1} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,05}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,73 \text{ мм}$$

$$D_{1min2} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,25}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,93 \text{ мм}$$

$$D_{1min3} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,45}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 2,13 \text{ мм}$$

$$D_{min1} = 1,73 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,81 \text{ мм}$$

$$D_{min2} = 1,93 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,01 \text{ мм}$$

$$D_{min3} = 2,13 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,21 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max}=D_{min}+(0,02...0,06) \quad (2,13)$$

$$D_{max1}=1,81+0,02=1,83\text{мм}$$

$$D_{max2}=2,01+0,02=2,03\text{мм}$$

$$D_{max3}=2,21+0,02=2,23\text{мм}$$

Таблиця 2.2 Допуски на розташування отворів та контактних площадок.

Параметри	Клас точності ДП			
	0,60	0,45	0,25	0,15
Мінімальне значення номінальної ширини провідника $b$ , мм	0,60	0,45	0,25	0,15
Номінальна відстань між провідниками $s$ , мм	0,60	0,45	0,25	0,15
Відношення діаметра отвору до товщини плати $y$	$\geq 0,50$	$\geq 0,50$	$\geq 0,33$	$\geq 0,33$
Допуск на отвір $\Delta d$ , мм, без металізації, $\varnothing \leq 1$ мм	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$
Допуск на отвір $\Delta d$ , мм, з металізацією, $\varnothing \leq 1$ мм	+ 0,10	+ 0,10	+ 0,05	+ 0,05
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	- 0,15	- 0,15	- 0,10	- 0,15
Допуск на ширину провідника $\Delta b$ , мм, без покриття	+ 0,15	+ 0,15	+ 0,10	+ 0,10
Теж саме, з покриттям	- 0,20	- 0,20	- 0,15	- 0,15
Допуск на ширину провідника $\Delta b$ , мм, без покриття	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	+0,03	$\pm 0,03$
Теж саме, з покриттям	+ 0,25	+ 0,15	+ 0,10	$\pm 0,05$
Допуск на розташування отворів $\delta d$ , мм, при розмірі плати менше 180 мм	- 0,20	- 0,10	- 0,08	0,05
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,20	0,15	0,08	0,05
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,25	0,20	0,10	0,08
Допуск на розташування контактних площадок $\delta p$ , мм, на ОДП і ДДП при розмірі плати менше 180 мм	0,30	0,25	0,15	0,10
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,35	0,25	0,20	0,15
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,40	0,30	0,25	0,20
Допуск на підтримання діелектрика БДП $\Delta d_{тр}$ , мм	0,45	0,35	0,30	0,25
Допуск на розташування контактних площадок $\delta p$ , мм, на БДП при розмірі плати менше 180 мм	0,03	0,03	0,03	0,03
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,40	0,35	0,30	0,25
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,50	0,45	0,40	0,35
Допуск на розташування провідників на ОДП і ДДП, $\delta p$ , мм	0,55	0,50	0,45	0,40
Теж саме, на БДП	0,15	0,10	0,05	0,03
Відстань від краю просверленого отвору до краю контактної площадки $b_M$	0,20	0,12	0,07	0,05
	0,06	0,045	0,035	0,025

Визначаю ширину провідників:

$$b_{min}=b_{1min}+1,5h_{\phi}(2,14)$$

де:  $b_{1min}$  - мінімальна ефективна ширина провідника, мм.

Мінімальна:

$$b_{min} = b_{1min} + 1.5h_{\Phi} \quad (2,15)$$

де  $b_{1min} = 0,18$  мм – мінімальна ефективна ширина провідника.

$$b_{min} = 0,18 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,23 \text{ мм};$$

максимальна

$$b_{max} = b_{min} + (0.02 \dots 0.06) \quad (2,16)$$

$$b_{max} = 0,23 + 0.04 = 0,27 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left[ \left( \frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left( \frac{d_{max}}{2} + \delta d \right) \right] \quad (2,17)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[ \left( \frac{1,83}{2} + 0,2 \right) + \left( \frac{1,05}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,78 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[ \left( \frac{2,03}{2} + 0,2 \right) + \left( \frac{1,25}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,58 \text{ мм}$$

$$S_{1min3} = 2,5 - \left[ \left( \frac{2,23}{2} + 0,2 \right) + \left( \frac{1,45}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,38 \text{ мм}$$

де:  $L_0$  – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (d_{max} + 2\delta p) \quad (2,19)$$



$$S_{2\min1} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,2) = 1,05 \text{ мм}$$

$$S_{2\min3} = 2,5 - (1,25 + 2 \cdot 0,2) = 0,85 \text{ мм}$$

$$S_{2\min3} = 2,5 - (1,45 + 2 \cdot 0,2) = 0,65 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (d_{\max} + 2\delta_d(2,20))$$

$$S_{3\min1} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,08) = 1,29 \text{ мм}$$

$$S_{3\min2} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,08) = 1,09 \text{ мм}$$

$$S_{3\min3} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,08) = 0,89 \text{ мм}$$

Під час електричного розрахунку було розраховано мінімальну відстань між двома контактними площадками, яка становить 0,7мм, мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу, яка становить 0,4мм, мінімальну відстань між двома провідниками 0,9мм.

При розрахунку мінімальної ширини друкованого провідника, в результаті обчислень ширина друкованого провідника дорівнює 4.2 мм.

Враховуючи вищесказане можна сказати що всі контактні площадки будуть мати розміри стандартної форми.

### **3.3 Дослідження математичної моделі приладової системи (симулювання).**

Проведемо кінцевий розрахунок надійності проектованого виробу підсилювача звуку.

Таблиця 2.1- Вихідні дані для розрахунку надійності

№ п/п	Тип елемента	Кіл.	Коеф.а.	Коеф.Л
1394	Транзистори НЧ кремнієві	7	1	3
1395	Транзистори ВЧ кремнієві	7	1	1,7

1396	Резистори недротяні пост.0,125-0,5	27	1	0,4
1397	Резистори недротяні пост.0,125-0,5	5	1	0,4
1398	Конденсатори електролітичні	8	1	2,2
1399	Конденсатори слюдяні, керамічні	14	1	1,2
1401	Друкована плата	1	1	0,1
1402	Пайки	134	1	0,01
1403	Роз'єм (на один контакт)	3	1	0,05

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів.....1

Коефіцієнт впливу вологості і температури.....1

Коефіцієнт атомосферних впливів.....1

РЕЗУЛЬТАТ РОЗРАХУНКУ

Поправочний коефіцієнт  $K = 4,17$

Інтенсивність відмов : 0,0003406473

Середня наробка на відмову,год (TSP) : 2935,587629786

№ п/п	Експл.(год)	Імов.безв.роб
-------	-------------	---------------

1	100	0,966508940488922
---	-----	-------------------

2	200	0,934139532045019
---	-----	-------------------

3	300	0,902854209385648
---	-----	-------------------

4	400	0,872616665329286
---	-----	-------------------

5	500	0,843391808660385
---	-----	-------------------

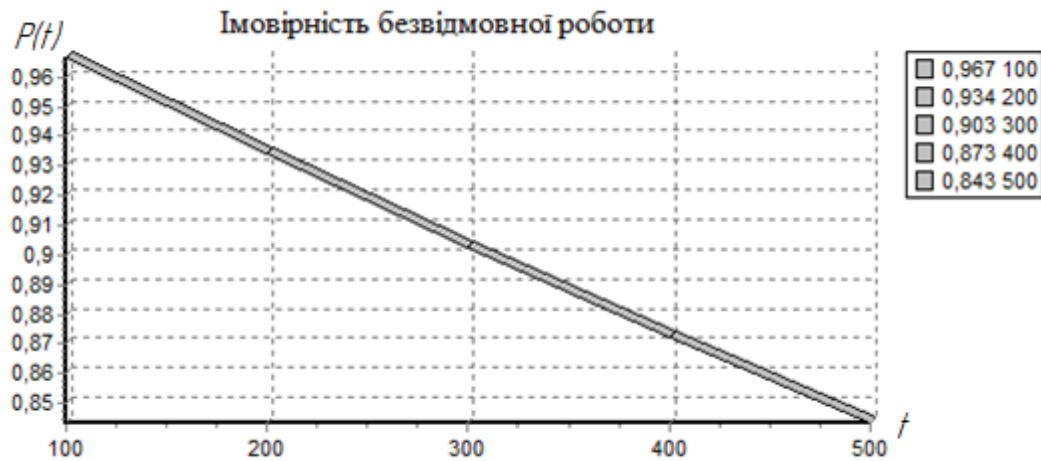


Рисунок 2.14 - Графік залежності безвідмовної роботи від часу

Наробка на відмову становить 11763.3 год. Надійність виробу є досить високою (див. рис. 2.11),

### **3.4 Вибір засобів для опрацювання алгоритмів та візуалізації отриманих результатів.**

Для розробки плати використовується система автоматизованого проектування Altium Designer та програма для графічного моделювання КОМПАС-3D. За допомогою цих програм вирішуються такі завдання:

- автоматизована розробка друкованої плати вибраного приладу, в тому числі авто трасування друкованих провідників;
- автоматизована розробка текстової і графічної конструкторської документації;

Altium Designer включає весь необхідний набір інструментів для створення, редагування і виправлення створених проектів. Редактор схем дозволяє працювати з проектами будь якого розміру і складності. Редактор друкованих плат дозволяє автоматично та в ручному режимі розміщувати елементи.

При використанні авто трасувальника можна налаштовувати параметри трасування друкованих плат з великою густиною монтажу. Він може працювати в різних шарах друкованої плати із самостійним вибором необхідного шару.

До основних компонентів програми КОМПАС 3D можна віднести безпосередньо систему моделювання , модуль проектування специфікацій , універсальну систему автоматизованого проектування " КОМПАС- Графік» і власний текстовий редактор.

КОМПАС 3D здатний здійснювати експорт або імпорт найпоширеніших форматів моделей. Завдяки цьому забезпечується прекрасна інтеграція з всілякими CAD / CAM / CAE пакетами. Можливості КОМПАС 3D без проблем можна розширити за допомогою різних додатків.

### **3.5 Опис реалізації поставленої задачі в системі автоматизованого проектування**

Відповідно до завдання необхідно описати створення електричної принципової підсилювача потужності в системі автоматизованого проектування Altium Designer

Основа робота проектування друкованої плати виконується в редакторі Schematic.

Необхідно запустити програму «AltiumDesigner-Schematic», створити новий проект друкованої плати File/New/Project/PCBproject і зберегти створений проект. У вікні панелі Project виділити ярлик проекту ПКМ і вибрати в контекстному меню AddNewtoProject/ Schematic. Після цього в дереві проекту з'явиться ярлик документу схеми електричної принципової із розширенням \*.SchDoc. Далі потрібно зберегти файл схеми в меню File.

Потрібно вибрати одиницю вимірювання для файлу схеми електричної принципової. На робочому полі натиснути ПКМ і в контекстному меню вибрати Options/Documentoptions. У вікні властивостей, що з'явиться вибрати вкладку Units, і вибрати метричні одиниці (міліметри).

Далі потрібно вибрати бібліотеку умовних графічних позначень. Викликати вікно Libraries в правій частині екрану, і вибрати з списку бібліотеку Integrated\_Library1.LibPkg . Далі потрібно інстальовати бібліотеку відкривши вікно AvailableLibraries і в вкладці Project тиснути кнопку AddLibrary...

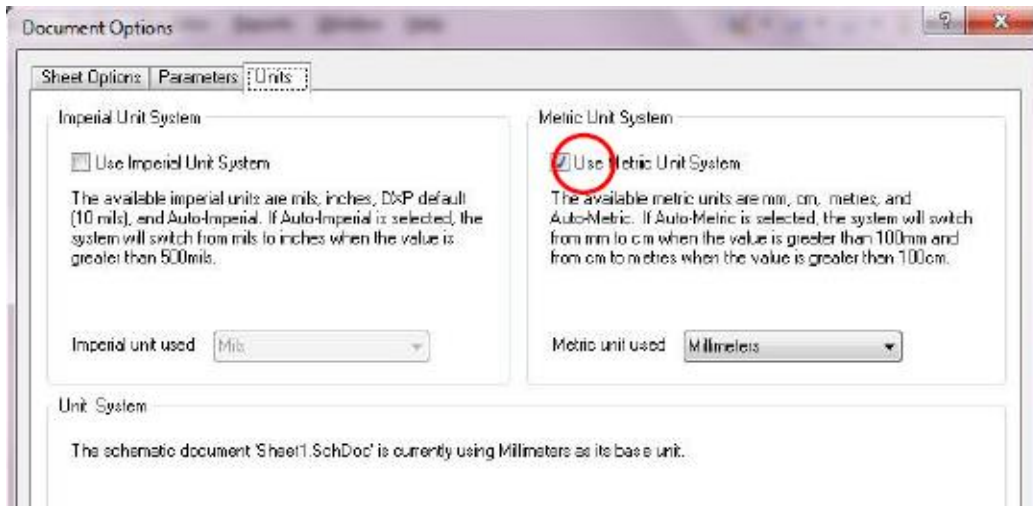


Рисунок 4.1 — Вибір одиниці вимірювання в системі AltiumDesigner

Вибирати крок координатної сітки натиснувши клавішу G та обрати крок 2.5 мм.

Далі потрібно розмістити елементи з прив'язкою до координатної сітки згідно схеми електричної принципової.

Редагування положення компонентів на схемі електричній принциповій.

Переміщення компонентів. Натиснути на зображенні елемента лівою кнопкою миші, і тримаючи її затиснутою, пересунути елемент.

Поворот компонентів. Натиснути лівою кнопкою миші по елементу, відпустити її і натиснути Пробіл, після чого елемент повернеться на 90°.

Дзеркальне відображення елемента. Натиснути на зображенні елемента лівою кнопкою миші, і не відпускаючи її натиснути клавішу X або Y для відображення в горизонтальній чи вертикальній площині відповідно.

Масштабування зображення. Зміна масштабу перегляду здійснюється мишею.

Далі потрібно редагувати властивості компонентів. Для редагування потрібно натиснути двічі лівою кнопкою миші по компоненту.

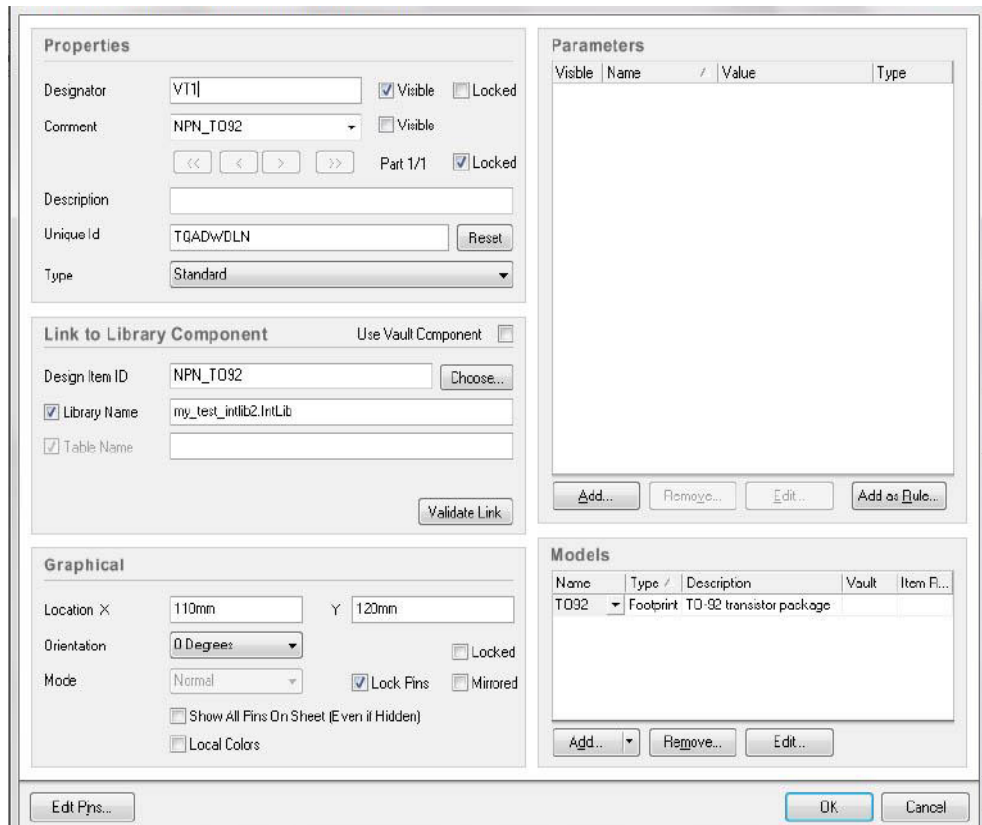
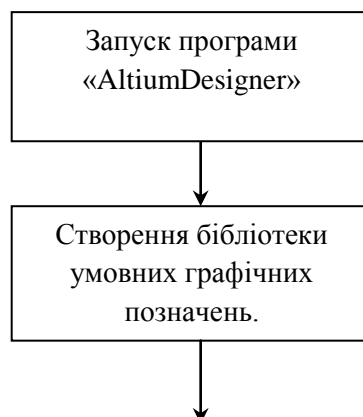


Рисунок 4.2 — Редагування компонентів в системі AltiumDesigner

Після розміщення компонентів в робочій області схеми електричної принципової, потрібно встановити електричні зв'язки між елементами командою PlaceWire. Вибрати команду PlaceWire курсор набуде вигляду великого перехрестя, далі навести курсор на область електричного з'єднання виводу елемента, при цьому курсор змінює вигляд на перехрестя з кутом 45°. Натиснути ЛКМ, і переміщуючи від елемента курсором за ним тягнеться лінія електричного зв'язку, і далі навести курсором на область електричного зв'язку потрібного елемента, і натиснувши ЛКМ зафіксувати створений електричний зв'язок між потрібними елементами.



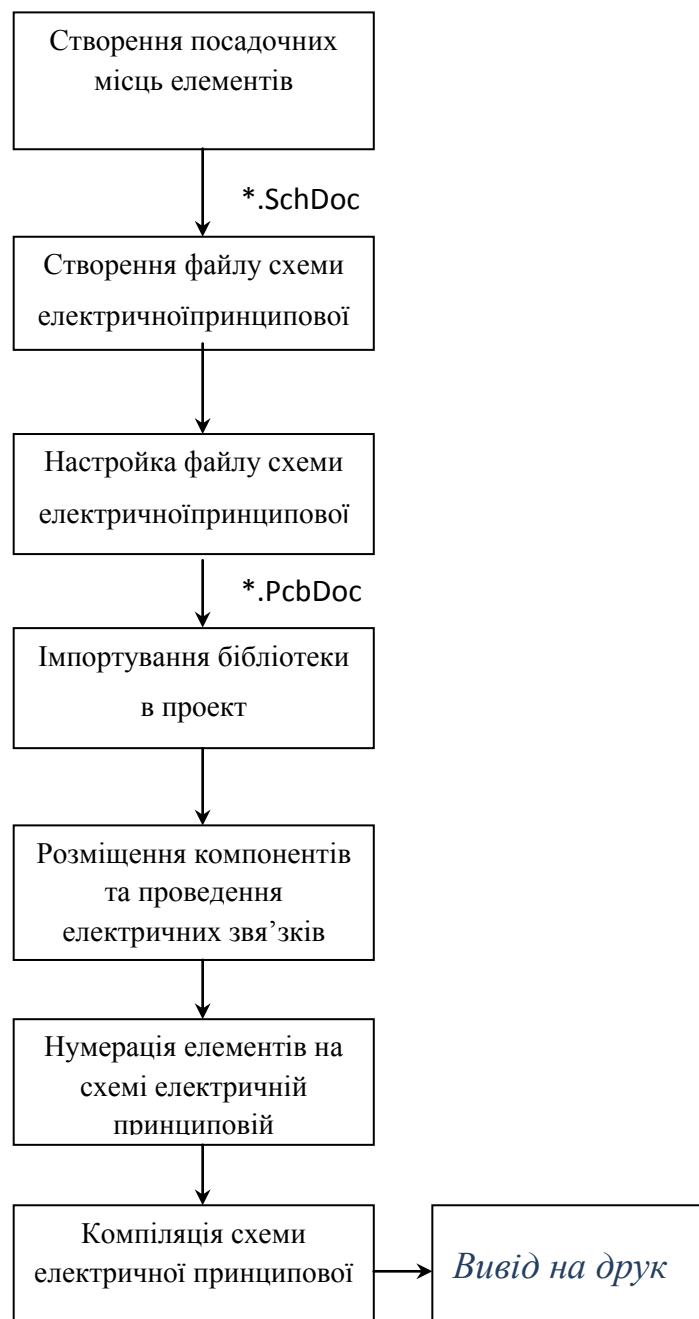


Рисунок 4.4 — Алгоритм створення схеми електричної принципової підсилювача звуку в системі AltiumDesigner

Після створення усіх потрібних ліній електричного зв'язку потрібно провести нумерацію елементів на схемі електричній принциповій. Для нумерації елементів потрібно вибрати команду Tools/AnnotateSchematics,

при цьому з'явиться вікно Annotate, в якому встановлюються параметри нумерації елементів на схемі електричній принциповій.

Група Schematic Annotation Configuration (конфігурація позначень елементів).

Група опцій OrderProcessing (порядок обробки), дозволяє обрати порядок нумерації елементів з випадуючого списку. При цьому вибраний спосіб ілюструється рисунком знизу списку.

Група опцій MatchingOptions (опцій збігу) дозволяє відмітити параметри за якими ідентифікуються компоненти, що повинні фізично знаходитися в одному корпусі.

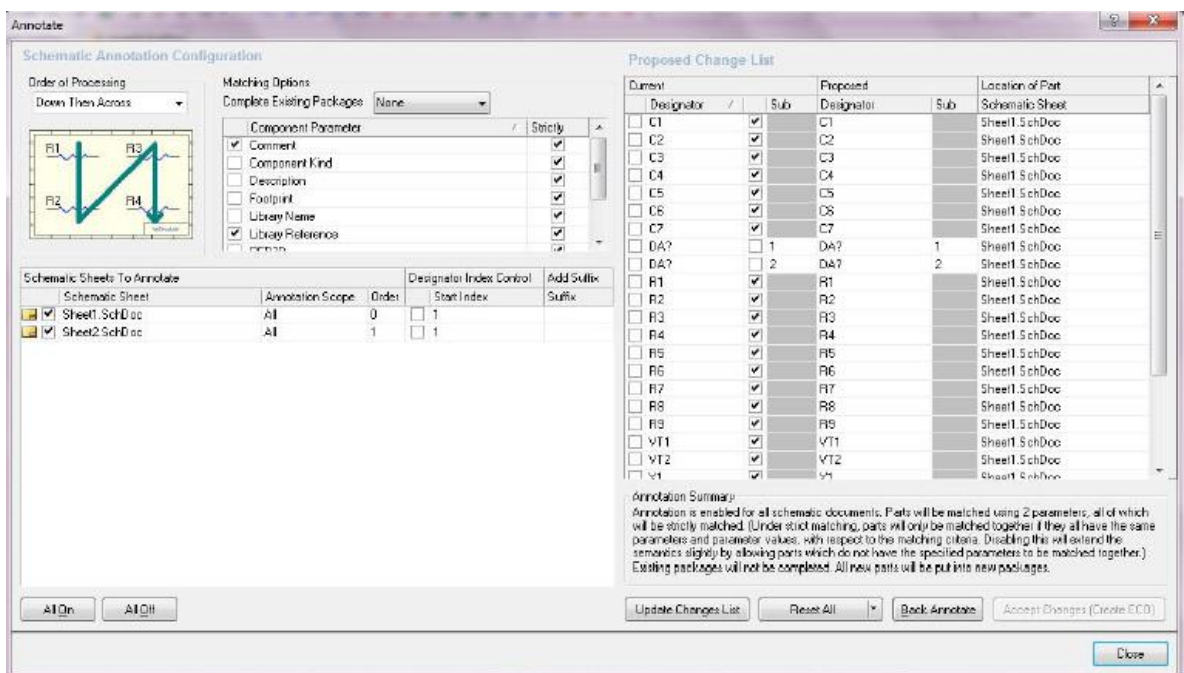


Рисунок 4.3 — Нумерація елементів на схемі електричній принциповій підсилювача звуку в системі AltiumDesigner

Загальна послідовність дій для зміни позиційних позначень при автоматичній нумерації елементів:

- вибрати пункт Annotate Schematic в меню Tools, при цьому відкриється вікно Annotate.
- Вибрати бажаний порядок нумерації та опції нумерації в групі SchematicAnnotationConfiguration вікна Annotate та в списку з запропонованими змінами (при необхідності).



- Натиснути кнопку UpdateChangeList для оновлення інформації в списку запропонованих змін.
- Натиснути кнопку AcceptChanges (CreateECO) для переходу до вікна запиту на зміну параметрів EngineeringChangeOrder із остаточним списком змін позиційних позначень елементів.
- У вікні EngineeringChangeOrder при необхідності зняти відмітку Modify для елементів, до яких не потрібно змінювати позиційне позначення.
- Натиснути кнопку ValidateChanges для перевірки змін.
- Натиснути кнопку ExecuteChanges для застосування змін.
- Закрити вікна EngineeringChangeOrder та Annotate кнопкою Close

Далі потрібно провести компіляцію проекту. Під час компіляції проекту відбувається перевірка правил створення схеми та електричних правил в документах проекту з подальшим виведенням усіх застережень та помилок на панелі Messagespanel (панель повідомлень). Для компіляції проекту потрібно обрати команду Project/CompilePCBProjectname.PrjPcb.

Після компіляції проекту усі зауваження та застереження появляться на панелі Messages. Слід зауважити, що панель Messagesпісля компіляції автоматично появиться лише при наявності помилок.

При відсутності помилок та застережень у вікні панелі Messages буде відображено лише одне повідомлення Compilesuccessful, noerrorsfound (компіляція успішна, помилок не знайдено).

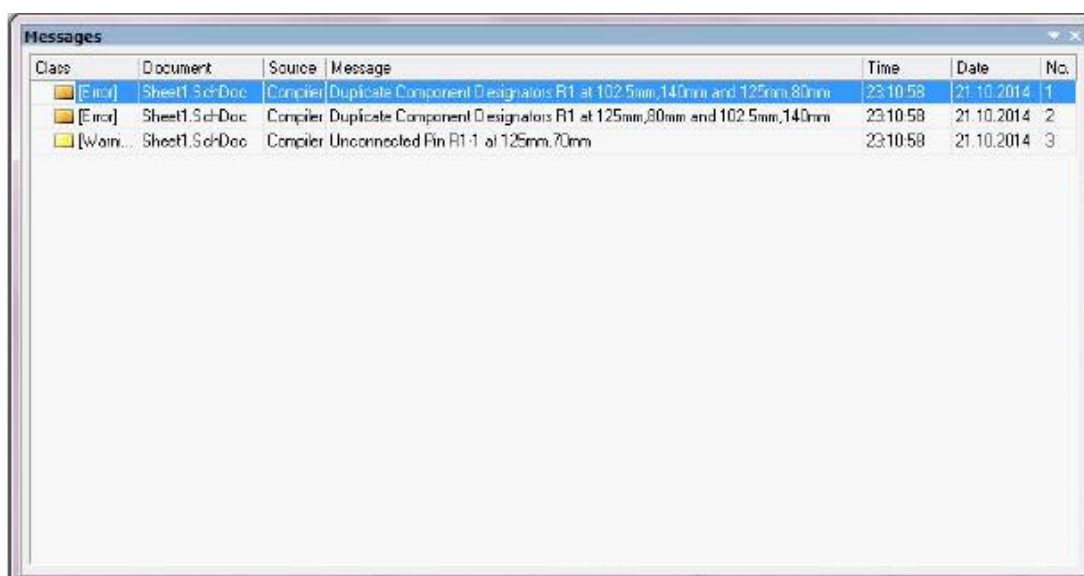


Рисунок 4.4 — Повідомлення про помилку, та застереження при компіляції проекту підсилювач звуку в системі AltiumDesigner

Друк та експорт схеми електричної принципової. Окрім стандартної процедури виведення проектних даних на принтері в AltiumDesignere спеціальний тип файлу OutputJobFile. В цьому файлі можна налаштовувати параметри виведення проектної документації на принтер чи у файл.

Послідовність дій при виведенні схеми електричної принципової через OutputJobFile для збереження в PDF форматі.

- Створити OutputJobFile, для чого вибрати команду File/New/OutputJobFile. Зберегти файл в папці проекту. При цьому файл з'явиться в дереві проекту на панелі Projects у вкладці OutputJobFile.

- Вибрати, яка документація підлягає виведенню (схема електрична принципова). Для цього в області Outputs знайти вкладку DocumentationOutputs (вихідна документація), натиснути ЛКМ на ярлику AddNewDocumentation (додати нову документацію), вибрати пункт SchematicPrints (друк схеми), а в ньому пункт з назвою документу схеми. Після цього в вкладці DocumentationOutputs з'явиться пункт SchematicPrints із назвою файлу схеми електричної принципової.

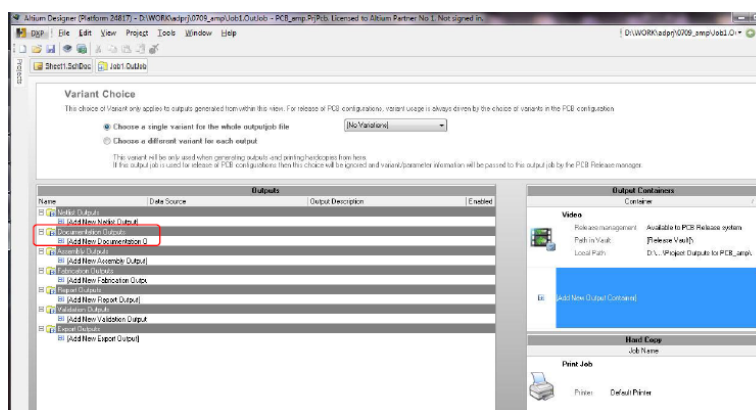


Рисунок 4.5 — Виведення схеми електричної принципової на друк в системі AltiumDesigner

Далі потрібно налаштувати параметри виводу для вибраного документа електричної схеми, та вибрати місце де буде збережено файл в PDF форматі.

Для переведення схеми електричної в КОМПАС-3D потрібно експортувати файл командою File/FabricationOutputs/ODB++Files і у вікні, яке при цьому відкрилося виконати команду File/Export/DXF/Save і зберегти файл з розширення \*.dxf. Запустити КОМПАС-3D і встановити основний напис на кресленні.

Результатом роботи є схема електрична принципова зображена на рис.4.6

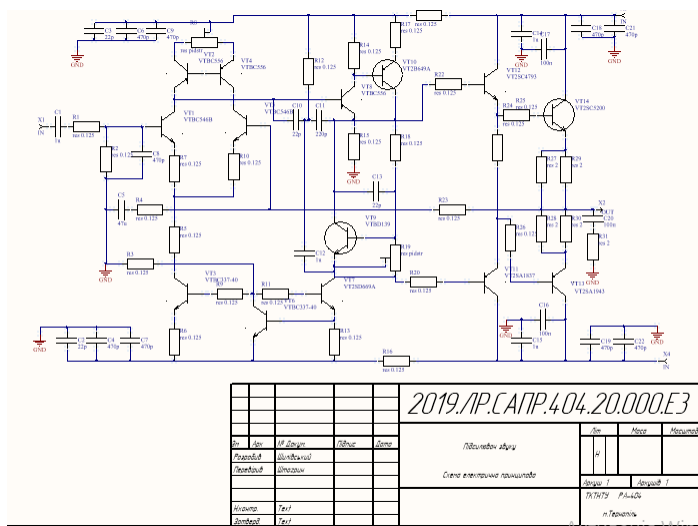


Рисунок 4.6 — Створення хеми електричної принципової підсилювача звуку в системі AltiumDesigner

## 4. Охорона праці

### 4.1 Управління та нагляд за безпекою життєдіяльності в Україні

Контроль за дотриманням законодавства з безпеки життєдіяльності в Україні здійснюють різні державні та громадські організації. Серед них державні органи різних рівнів компетенції:

- загальної (Верховна Рада, Кабінет Міністрів, виконавчі комітети місцевих рад народних депутатів, місцеві адміністрації);
- спеціальної (контролюють діяльність підприємств, установ, організацій і громадян з питань охорони праці, охорони здоров'я, охорони навколишнього природного середовища);

- галузевої (контролюють діяльність підприємств, установ, організацій і громадян з питань охорони праці, охорони здоров'я, охорони навколишнього природного середовища у кожній з галузей народного господарства).

Центральним органом виконавчої влади управління безпекою та захистом у надзвичайних ситуаціях (НС), державного пожежного нагляду за станом пожежної безпеки в населених пунктах і на об'єктах незалежно від форм власності та цивільного захисту в Україні є Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС). ДСНС України забезпечує реалізацію державної політики у сферах: цивільного захисту, захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та запобігання їх виникненню, ліквідації надзвичайних ситуацій, рятувальної справи, гасіння пожеж, пожежної та техногенної безпеки, діяльності аварійно-рятувальних служб, профілактики травматизму невиробничого характеру, а також гідрометеорологічної діяльності відповідно до Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності», Кодексу та інших законодавчих актів. Вона видає накази організаційно-розпорядчого характеру, організовує та контролює їх виконання.

Координацію діяльності органів виконавчої влади у сфері цивільного захисту у межах своїх повноважень здійснюють:

- Рада національної безпеки і оборони України;
- Кабінет Міністрів України.

Державне управління охороною праці в Україні здійснюють:

- Кабінет Міністрів України;
- міністерство соціальної політики України;
- міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади;
- місцева державна адміністрація, місцеві органи самоврядування.

Кабінет Міністрів України забезпечує:

- реалізацію державної політики в галузі охорони праці;

- затверджує національну програму по поліпшенню стану безпеки, гігієни праці і виробничого середовища;
- визначає функції міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці та нагляду за охороною праці;
- визначає порядок створення і використання державного, галузевого і регіональних фондів охорони праці.

Для розробки і реалізації системи державного управління охороною праці при Кабінеті Міністрів створена Національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення, яку очолює віце-прем'єр-міністр України.

Міністерство соціальної політики України:- здійснює державну експертизу умов праці;

- визначає порядок та здійснює контроль за якістю проведення атестації робочих місць на їх відповідність нормативним актам про охорону праці;
- бере участь у розробці нормативних актів про охорону праці.

Для координації, вдосконалення роботи з охорони праці і контролю за цією роботою в міністерствах та інших органах державної виконавчої влади створюються служби охорони праці.

Реалізація державної політики охорони здоров'я покладається на органи державної виконавчої влади. Особисту відповідальність за неї несе Президент України. При реалізації цієї політики Кабінет Міністрів України:

- організовує розробку та здійснення комплексних і цільових загальнодержавних програм;
- створює економічні, правові та організаційні механізми, що стимулюють ефективну діяльність в галузі охорони здоров'я;
- забезпечує розвиток мережі закладів охорони здоров'я, укладає міжурядові угоди і координує міжнародне співробітництво з питань охорони здоров'я тощо.

Міністерства, відомства та інші центральні органи державної виконавчої влади в межах своєї компетенції розробляють програми і прогнози в галузі охорони здоров'я, визначають єдині науково обґрунтовані державні стандарти, критерії та вимоги, що мають сприяти охороні здоров'я населення, формують і розміщують державні замовлення з метою матеріально-технічного забезпечення галузі, здійснюють державний контроль і нагляд та іншу виконавчо-розпорядчу діяльність в галузі охорони здоров'я. Спеціально уповноваженим органом державної виконавчої влади в галузі охорони здоров'я є Міністерство охорони здоров'я України, компетенція якого визначається положенням, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Державну санітарно-епідеміологічну службу України очолює державний санітарний лікар України – перший заступник міністра охорони здоров'я, який призначається на посаду і звільняється з неї Кабінетом Міністрів України.

Основні напрямки діяльності державної санітарно-епідеміологічної служби:

- здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду;
- визначення пріоритетних заходів у профілактиці захворювань, а також у охороні здоров'я населення від шкідливого впливу на нього факторів навколишнього середовища;
- вивчення, оцінка і прогнозування показників здоров'я населення залежно від стану середовища життєдіяльності людини, встановлення факторів навколишнього середовища, що шкідливо впливають на здоров'я населення;
- підготовка пропозицій по забезпеченню санітарного та епідемічного благополуччя населення, запобігання занесенню та поширенню особливо небезпечних (у тому числі карантинних) та небезпечних інфекційних хвороб;
- контроль за усуненням причин і умов виникнення і поширення інфекційних, масових неінфекційних захворювань, отруєнь та радіаційних уражень людей;
- державний облік інфекційних і професійних захворювань та отруєнь;

- видача висновків державної санітарно-гігієнічної експертизи щодо об'єктів поводження з відходами;
- встановлення санітарно-гігієнічних вимог до продукції, що виробляється з відходів, та видача гігієнічного сертифіката на неї.

#### **4.2 Опис заходів безпеки (для обслуговуючого персоналу) працівників при роботі на конвеєрі.**

Стрічкові конвеєри є одним з найпоширеніших видів промислового транспорту. Вони застосовуються для переміщення насипних і штучних вантажів в горизонтальному й похилому напрямках. Стрічкові конвеєри набули широкого поширення в ливарних цехах і на будівельних підприємствах, у гірничодобувній галузі, а також на електростанціях, у зернових сховищах та ін. Вони входять як складові частини у технологічні лінії, в різні механізовані і автоматизовані комплекси. Конструкції і технічні параметри стрічкових конвеєрів досить різноманітні.

Стрічкові конвеєри можна поділити на такі групи: загального призначення, що застосовуються у звичайних умовах і в основному як загальнозаводський транспор спеціальні, що застосовуються в особливих умовах, як приклад для підземних і відкритих гірничих робіт магістральні великої потужності, що застосовуються для обслуговування великих вантажопотоків вугілля, руди, і т. п. з переміщенням на порівняно великі відстані

Вимоги безпеки на конвеєрному транспорті зазначені в багатьох нормативних документах, зокрема в «Правилах охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом» (НПАОП 0.00-1.24-10), «Правилах охорони праці під час експлуатації об'єктів циклічно-потокової технології відкритих гірничих робіт», та ін.

Для забезпечення безпеки та захисту здоров'я працівників роботодавець має вживати заходів для того, щоб: проектування, спорудження, оснащення, введення в експлуатацію, експлуатація та обслуговування робочих зон

здійснювалися таким чином, щоб працівники могли виконувати покладену на них роботу без загрози їх безпеці та здоров'ю; виконання робіт у робочих зонах здійснювалося під наглядом відповідальної особи; виконання робіт, пов'язаних із специфічними ризиками, доручалося лише кваліфікованим працівникам і здійснювалося відповідно до наданих інструкцій; інструкції з питань безпечного ведення робіт були зрозумілими для всіх працівників були наявні відповідні засоби для надання першої допомоги регулярно здійснювалися інструктажі з питань безпечного виконання робіт та охорони праці.

Будівельні конструкції галерей та естакад необхідно виконувати з неспалимих матеріалів. На привідних станціях і перевантажувальних пунктах, а також по довжині конвеєра повинні бути встановлені засоби автоматичного пожежогасіння і автоматичної пожежної сигналізації.

На підприємстві повинен бути затверджений перелік працівників, які здійснюють контроль за технічним станом і безпечною експлуатацією конвеєрного транспорту. Приміщення машиністів конвеєра комплектують таблицею передпускової сигналізації із зазначенням кількості та тривалості звукових сигналів, комплектом інструкцій з охорони праці, технологічних інструкцій, інструкції з пожежної безпеки.

Стрічкові конвеєри (конвеєрні лінії) повинні бути обладнані аварійними пристроями, що забезпечують відключення приводу конвеєра з будь-якої точки по довжині зі сторони основних проходів та в місцях їх обслуговування.

Усі конвеєри обладнують світловою та звуковою сигналізацією, що діє по всій довжині конвеєра з достатнім рівнем звуку та світловими покажчиками, помітними в будь-якій точці конвеєра. Стрічкові конвеєри обладнують сигналізацією про початок запуску; пристроями, що блокують і унеможливають дистанційний пуск після спрацювання захисту конвеєра; засобами, що зменшують пилоутворення і надходження пилу в повітря робочої зони; пристроєм, що вимикає конвеєр у разі зупинки стрічки при ввімкненому приводі; пристроями, що запобігають боковому сходу стрічки, і датчиками від бокового сходу стрічки, що вимикають привід конвеєра у разі сходу стрічки



більше ніж на 10% її ширини; місцевим блокуванням, що запобігає пуску конвеєра з пульта керування.

Вантажі натяжних пристроїв конвеєрів розташовують так, щоб у випадку розриву стрічки або канатів виключалась можливість падіння вантажу на людей або обладнання.

Огородження, засоби блокування та сигналізація (передпускова), якими обладнують конвеєри, виготовляють і монтують на конвеєрах у суворій відповідності до проектного рішення. Кінцеві вимикачі монтують вздовж рами конвеєра на відстані не більше 50 метрів один від одного.

На стрічкових конвеєрах передбачають пристрої, які відключають привід при обриві та пробуксовці стрічки, обриві канатів натяжних пристроїв та забуттовці розвантажувальних воронки або жолобів, а також пристроїв, що запобігають зміщенню стрічки з барабанів та роликоопор.

Привідні та відхиляючі барабани, натяжні пристрої (візки натяжні, натяжки вертикальні, лебідки, траверси вантажні, вантажі, канати, блоки), ремінні та інші передачі, муфти, до яких можливий доступ обслуговуючого персоналу та осіб, працюючих поблизу, огороджують. На огороженнях головних та хвостових барабанів встановлюють блокуючі пристрої, що забезпечують відключення двигуна конвеєра при зніманні огороження.

Захисні огороження обладнують пристроями для надійного утримання в зачиненому (працюючому) стані. Демонтаж або переміщення огорожі в разі необхідності ремонту обладнання здійснюють за допомогою спеціального інструмента після зупинки конвеєра. Секції огороження робочої та холостої гілки конвеєра блокують з тросом аварійної зупинки конвеєрів.

Стрічкові конвеєри, у яких осі привідних, натяжних та відхиляючих барабанів привідних станцій, а також машини та обладнання дробарних та грохотильно-дробарних пунктів, що знаходяться вище 1,5 м від рівня підлоги (землі), облаштовують площадками для їх обслуговування.

У місцях завантаження конвеєрів влаштовують запобіжні борти, а по лінійній частині конвеєра, де можливе скачування з робочої гілки матеріалу, що транспортується, — фартухи.

При розміщенні конвеєрів над проходами для людей та обладнанням під нижньою гілкою стрічки встановлюють суцільні навіси, які виступають за габарити конвеєрів не менше ніж на 0,8 м. Ширина проходу повинна становити не менше 0,8 м.

Конструкцією конвеєра необхідно передбачити легкий і безпечний доступ до устаткування, елементів, блоків і контрольних засобів, які потребують періодичних перевірок, обслуговування, ремонтів, монтажу та демонтажу. У темну пору доби всі робочі місця та проходи повинні бути освітлені. Затемнені місця галерей повинні обов'язково освітлюватися і в денну пору.

## **5 КОРОТКІ ВИСНОВКИ ПО КВАЛІФІКАЦІЙНІЙ РОБОТІ БАКАЛАВАРА**

проекту було здійснено розробку конструкції «Підсилювача звуку» призначеного для збільшення потужності сигналу.

Проведено вибір елементної бази на основі їхніх електричних параметрів та сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altiumdesigner, за допомогою якої було здійснено трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є простою. Конструкція корпусу виробу є також нескладною. Корпус складається із металу, оскільки підсилювач є доволі потужним і важким.

Присутні в даному пристрої органи управління, які знаходяться на передній частині пристрою це є регулятор гучності, на задній стороні розміщені

акутичний вхід, вихід і гніздо живлення. Корпус має такі розміри 130x100x50, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

Проведено розрахунок друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

В технологічній частині курсового проекту була проведена кількісна і якісна оцінка технологічності. Розроблена конструкція даного пристрою являється технологічною і з деякими доробками може впроваджуватися у виробництво. Розроблена маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла і виробу.

Було виготовлено п'ять креслень для розробки «Підсилювача звуку»: електрична принципова схема, друкована плата, друкований вузол, складальне креслення виробу і технологічна схема ремонту.

## 6 ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Терещук Р.М., Терещук К.М., Седов С.А. Справочник радиолобителя, Киев, Наукова думка, 1982.
2. Белинский В.Т. Гондюл В.П. и др. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА, Киев, Выща школа, 1992.
3. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД, Издательство стандартов, 1989.
4. Дьяков А.В. В поміч радіолюбителю: Збірник виданий 95року В-В0 –ДОСААФ, 1986.
5. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТК ТДТУ, 2002р.
6. Романычева Э.Т. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Справочник.- М., Радио и связь, 1989.
7. <https://www.radiokot.ru/circuit/digital/home/75/>
8. <http://www.alldatasheet.com/>
9. <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/ADPV60A-CE.pdf>
10. <http://masterkit.ru/shop/removed/299494;>

# ДОДАТКИ