

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

приладів та контрольно-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня

**бакалавр**

(назва освітнього ступеня)

на тему:

**Розробка інформаційного забезпечення  
підсилювача потужності на основі контролера TDA 1715**

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи PBc-41  
спеціальності 152

Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка  
(шифр і назва спеціальності)

Матисюк В. В.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Пастернак Ю. О.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Апостол Ю. О.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедрою Паламар М. І.

(підпис) (прізвище та ініціали)

# ЗМІСТ

Вступ.....	
1 Загальнотехнічна частина.....	
1.1 Розробка технічного завдання.....	
1.2 Схема структурна виробу.....	
1.3Опис компонування виробу.....	
1.4 Вибір конструкції.....	
2 Конструкторсько-технологічна частина.....	
2.1 Вибір бази елементної.....	
2.2 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	
2.3 Конструкція плати друкованої.....	
2.4Аналіз економічній конструкції виробу.....	
2.5 Технологія виготовлення виробу.....	
2.5.1 Загальна інформація щодо складання та встановлення виробу що проектується.....	
2.5.2 Оцінка якісна технологічності конструкції.....	
2.5.3 Опис технологічний виготовлення одиниці друкованої.....	
2.5.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....	
2.5.5 Розробка та проектування технології маршрутно-операційної для збирання та встановлення виробу.....	
3 Спеціальна частина.....	
3.1 Опис принципу роботи схеми електричної принципової.....	
3.2 Розрахунок надійності виробу, що проектується.....	
3.3 Розробка технології ремонту, регулювання виробу.....	
4 Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.....	
Висновок.....	
Перелік посилань.....	
Додатки.....	

## РЕФЕРАТ

Темою кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка конструкції підсилювача потужності на TDA1517, розраховано його основні технічні параметри, проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації та показники собівартості.

У кваліфікаційній роботі бакалавра описано призначення, вимоги технічні та сферу використання радіопристрою, що проектується, здійснено вибір елементної бази, описано принцип роботи по електричній принциповій схемі, та виконано її аналіз, виконано розрахунок електричних параметрів окремих каскадів та обґрунтування виробу і опис конструкції, розраховано надійність пристрою, здійснено аналіз технологічності конструкції виробу і розроблено маршрутно-операційної технології складання і монтажу друкованого вузла.

Пояснювальна записка даного дипломного проекту становить аркушів формату А4.

Графічна частина становить шість аркушів формату А1.

В додатках подано специфікацію на складальне креслення друкованого вузла пристрою та перелічено елементи, що входять у схему електричну принципову, також техпроцеси.

Ключові слова: ПІДСИЛЮВАЧ ПОТУЖНОСТІ, ДРУКОВАНА ПЛАТА, РАДІОПРИСТРІЙ, НАДІЙНІСТЬ, КАСКАД

## ВСТУП

Підсилювач потужності звукових частот – це підсилювач електронний, функція якого полягає у підсиленні сигналів електричних з малою потужністю. Зазвичай розглядаються сигнали, у яких частота коливається у межах від 20 Гц до 22 кГц. Даний діапазон відповідає тому діапазону, який відноситься до коливань акустичних. Підсилення сигналу здійснюється до такого рівня, необхідність якого виникає для правильної роботи навантаження. Останнім етапом відтворення звуку (звуків) і є цей необхідний рівень.

Низькочастотні підсилювачі знаходять широке застосування для того, щоб для підсилувати сигнали зі звуковою інформацією. При даних випадках їх можна назвати підсилювачами звукової частоти. До складу підсилювача звукових частот входять як підсилювач попередній, так і підсилювач потужності (ПП). Призначенням підсилювача попереднього є завдання пов'язане з тим, щоб потужність підвищити та напругу збільшити, а також їх до такої величини довести, щоби було можливо здійснювати роботу підсилювача потужності (мається на увазі кінцевого). До складу підсилювача попереднього часто входить регулятор тембру, регулятор гучності, або до його складу також вводять еквайзера. У деяких випадках підсилювач попередній виконують у вигляді пристрою окремого. Від підсилювача потужності вимагається здатність до віддачі заданої потужності коливань електричних у напрямку ланцюга навантаження, або ж споживачів. Як звукові випромінювачі, тобто системи акустичні чи навушники можуть бути у якості його навантаження. Однією із дуже необхідних частин апаратури для запису чи відтворення звуку є низької частоти підсилювач.

### Класифікація.

Дані підсилювачі класифікують за тим, як він обробляє вхідний сигнал, а також за тим, за якою схемою вихідний каскад підсилювача побудований:

- клас «А» - сигнал обробляється аналоговим методом та наявним є робочий режим лінійний в елемента підсилення
- клас «АВ» - сигнал обробляється аналоговим методом та наявним є робочий режим, при якому кут відсічення великий, тобто понад  $90^\circ$
- клас «В» - сигнал обробляється аналоговим методом та наявним є робочий режим, при якому кут відсічення дорівнює  $90^\circ$
- клас «С» - сигнал обробляється аналоговим методом та наявним є робочий режим, при якому кут відсічення є малий тобто менший як  $90^\circ$

Згідно того, як використовують конструктивно підсилювач елементів активних:

- лампові, що використовують лампи електронні, електровакуумні. До 70-х років були основою підсилювачів. Можуть використовуватися у наші дні як підсилювачі інструментальні та для відтворення звуку. У порівнянні з іншими типами підсилювачів, як правило, лампові УЗЧ мають переважно характеристики експлуатації не дуже надійні та рівень нелінійних спотворень у них є досить високим.
- транзисторні, що побудовані як на польових транзисторах, так і на біполярних. Через те, що дана конструкція є досить простою, та можливо досягнути велику вихідну потужність, така конструкція є і досі поширеною. Зараз така схема навіть у тих випадках, коли застосовують у потужні підсилювачі, замінюється поступово на інтегральні.
- інтегральні, що побудовані на інтегральних мікросхемах. Вони здійснюють роботу за різними класами та будуються на основі різних схем. Існують, однокристальні мікросхеми, на яких містяться і попередні, і кінцеві підсилювачі потужності одночасно. Їхньою беззаперечною перевагою є невеликі габарити, що впливають із малої кількості елементів.
- гібридні, у яких частина каскадів збирають з напівпровідникових елементів, при цьому частково використовують електронні лампи. Підсилювачі, у яких частково використовують інтегральні мікросхеми, а частково на електронні лампи або транзистори, часто також називаються гібридними.

За видом узгодження вихідного каскаду підсилювача згідно навантаження поділяються на:

- трансформаторні – як правило, дану схему узгодження використовують для підсилювачів лампових. Це пов'язане з тим, що необхідно погодити великий вихідний опір лампи з невеликим опором навантаження. У висококласних підсилювачів транзисторних існує непогане узгодження трансформатора з навантаженням.

- безтрансформаторні – цю схему використовують для узгодження як інтегральних, так і транзисторних підсилювачів. Це відбувається тому, що транзисторний каскад володіють малим вихідним опором. При цьому відбувається хороше узгодження із навантаженням низькоомним.

Спотворенням сигналу називають явище змін сигналу, яке відбувається в тому разі, коли в системі передачі та обробки сигналу ідеальні та реальні характеристики є різними.

#### Види спотворень

Нелінійність системи передачі та обробки сигналу спричиняє нелінійні спотворення. Даний тип спотворень спричиняє наявність складових частин, що є відсутніми у вхідному сигналі при спектрі частоти сигналу на виході. Зміни форми коливальних процесів, які відбуваються у електричному колі є нелінійними спотвореннями. Це відбувається під час проходження сигналу у трансформаторі чи підсилювачі. Дані зміни спричиняються тим, що відбувається порушення пропорційності між напруговими значеннями протягом певної миті, як при вході даного ланцюга так і на виході. У разі нелінійної характеристики залежності вихідної напруги від вхідної проходить дана зміна пропорції. Оцінка кількісна спотворень нелінійних здійснюється за допомогою коефіцієнта спотворень нелінійних чи коефіцієнтом гармонік. Не ідеальність характеристики (амплітудно-частотної) системи передачі та обробки сигналу, спричиняє частотні спотворення.

Частотні спотворення викликані не ідеальними причинами амплітудно-частотних характеристик системи обробки та передачі сигналів. Індикатором

кількості частотних спотворень в будь-якому пристрої є нерівність амплітудно-частотної характеристики, кількісним показником заданої частоти в спектрі сигналу є коефіцієнт спотворення частоти.

Динамічні спотворення спричинені не ідеальними динамічними властивостями сигнального процесу та системи передачі (швидкість, надмірне регулювання тощо). Деформація форми сигналу внаслідок обмеженого збільшення вихідної напруги і швидкої зміни вхідної напруги.

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

- Напряга живлення В .....9...18;
- Максимальний струм спожиання, А.....1;
- Потужність, Вт.....35;
- Максимальна потужність розсіювання Вт .....6;
- Кількість каналів.....2;
- Опір навантаження Ом .....4;
- Діапазон частот, Гц.....500...20000;
- Маса, г.....350;
- Габаритні розміри, мм .....240x135x125;
- Діапазон робочих температур, °С.....+10...+50;
- Регулятор потужності .....лінійний.

## 1.2 Схема структурна виробу

Даний прилад живиться напругою ~9-18В. Напряга поступає на блок управління вентилятором, у якому знаходиться датчик, що сигналізує про наявність напруги. Після чого напруга надходить на попередній підсилювач та підсилювач потужності. Також прилад має вхід та вихід навантаження.

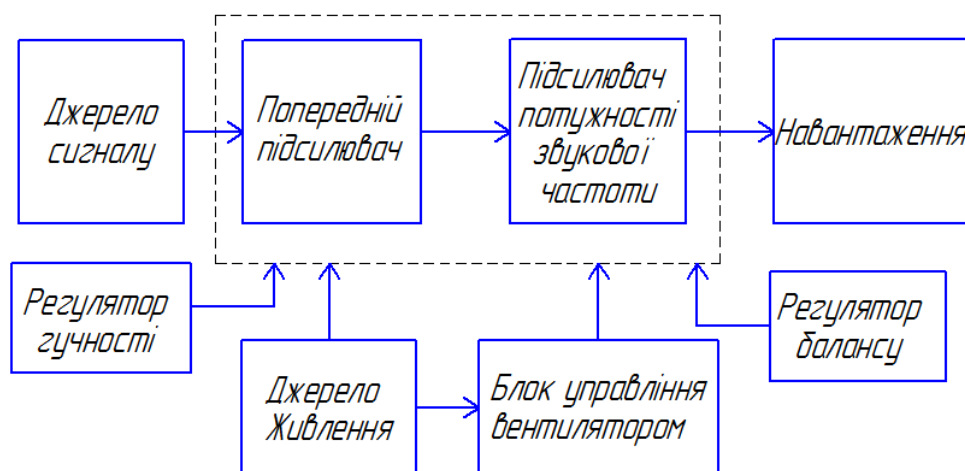


Рисунок 1.1 - Схема електрична структурна



Від джерела живлення надходить напруга на схему, на вхід поступає сигнал з відтворюючого пристрою та надходить на попередній підсилювач DA1. Підсилювач потужності DA2. До виходу підключається навантаження в якості динаміка або гучномовця, також є можливість підключення навушників.

### 1.3 Опис конструювання виробу.

Конструювання РЕА є частиною процесу проектування, протягом якого визначаються загальна форма та розміри всього пристрою та взаємне розміщення окремих компонентів, блоків та деталей. Якість конструкції значною мірою впливає не лише на стан технічних аспектів, на характеристики експлуатації та технології виробленого приладу, а і на стан надійності та на те, як він виглядає зовні.

Протягом проектування повинні бути дотримані наступні вимоги:

1. Механічні та теплові ефекти конструкційних елементів не повинні суттєво впливати на їх технічні характеристики.

2. Не повинно бути помітних паразитарних електричних зв'язків між окремими компонентами, блоками а також приладами, які можуть здійснювати вплив на характеристики технічні виробленого приладу.

3. Розташування та конструкція елементів керування та лічильників забезпечують максимальний комфорт оператору.

4. Розташування конструктивних елементів одне відносно одного має гарантувати доцільність складення та монтажу, враховуючи використання верстатів як автоматичних, так і напівавтоматичних. доступність до деталей, необхідний щоб оглянути, обслуговувати та ремонтувати деталі має бути легким.

5. Розміри та вага виробленого приладу мають бути мінімальними.

6. Вироблений прилад має бути технічно естетичним.

Крок встановлення мікросхеми інтегральної роблять відповідно до проектної щільності та режимами температури компонентів плати. Також

значення помітне мають тип методу розробки топології плати, в якості якого використовують ручний тип або машинний; тип корпусу та те, наскільки складним є ланцюг електричний. Крок що рекомендується для встановлення мікросхеми - 2,5 мм.

Ми відповідаємо таким вимогам до компоновання друкованого виробу: забезпечуємо кращу щільність розташування частин, усуваємо помітні електричні паразитні з'єднання, які здійснюють негативно вплив на характеристики технічні.

Радіоелементи мають штифтові клеми, тому вони встановлюються в отворах друкованої плати, клеми згинаються під кутом  $30^\circ \pm 2^\circ$ , вирізаються всередині контактних ділянок і герметизуються припоєм «хвиля припою».

Схема зі штифтами розміщена з одного боку друкованої плати, оскільки штифти закріплені через отвори, а кінці штифтів виступають на тильній стороні картки. Корпус ІМС міцно тримається на платі герметичними штифтами і стійкий майже до будь-яких механічних впливів.

При розташуванні радіодеталей на платі друкованій треба наступне мати на увазі:

- 1) Добитися мінімальної довжини доріжок (друкованих провідників).
- 2) Розміщувати елементи так, щоб максимально зменшити негативний вплив елементів один на другий: не розміщувати елементи, які виділяють велику кількість тепла поряд з ІМС або напівпровідниковими елементами; джерела електромагнітного випромінювання не розміщувати поряд з ІМС.
- 3) Розміщуючи елементи на платі повинна бути передбачена нормальна конвекція повітря, особливо в зоні розміщення елементів, які нагріваються.
- 4) Повинен бути забезпечений легкий доступ до елементів, які регулюються.
- 5) Не розміщувати елементи з великою масою по центру плати.
- 6) Передбачити додаткове механічне кріплення для крупно-габаритних елементів (приклеювання, припаювання, механічно (за допомогою скоби, різьбовим з'єднанням)).

7) Мікросхеми на друкованій платі розміщувати довшою стороною вздовж повітряних потоків.

8) Забезпечити вільний доступ для кріплення друкованого вузла.

#### 1.4 Вибір конструкції

Корпус є важливою складовою приладу. Він забезпечує захист механічний компонентів, що у ньому розміщені, виріб служить основою конструкції несучої як під час роботи, так і під час транспортування. Він також забезпечує хороший захист від пилу, від вологи та, прямих сонячних променів та здатний захистити прилад від пошкоджень механічних.

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси. Передня і задня кришки сформовані за типом “корита”. До передньої кришки кріпляться регулятори гучності та балансу, кнопки вимкнення внутрішнього динаміка та ввімкнення акустичних систем, плата керування вентилятором та динамік за допомогою гвинтів. До заної кришки кріпляться гнізда живлення, навушників та вхідного сигналу, також з’єднувач АС. Також до неї кріпиться друкована плата за допомогою гвинтів. Кришки між собою кріпляться за допомогою гвинтів.

Корпус РЕА призначений для механічного захисту частин виробу, закріплення виробу на об’єкті при транспортуванні та експлуатації, покращення зовнішнього вигляду виробу.

Даний корпус РЕА задовольняє такі вимоги:

- 1) Однозначно визначає взаємне розміщення частин виробу.
- 2) Корпус РЕА забезпечує заданий тепловий режим роботи його вузлів та частин виробу.
- 3) Конструкція корпусу забезпечує мінімальні паразитні зв’язки та впливи частин виробу між собою.
- 4) Даний корпус має міцну конструкцію, що забезпечує механічний захист, як в процесі експлуатації так і при транспортуванні.
- 5) Конструкція корпусу забезпечує мінімальну масу і габарити.

- 6) Корпус просто і бажано без пайок забезпечує підключення зовнішніх пристроїв.
- 7) Конструкція корпусу забезпечує захист від вологи, брисків води, туманів.
- 8) Корпус повинен забезпечити під'єднання внутрішніх вузлів один до другого без використання пайок.
- 9) Корпус повинен мати спеціальне місце для вкладання джгутів, шлейфів, а також їх механічне кріплення.
- 10) Забезпечує легкий доступ до блоків при його ремонті і регулюванні.

## 2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Вибір бази елементної

При виборі бази елементів виробу проектованого в якості критеріїв слід розглядати такі пункти:

- назви елементів, наведені на схемі, відповідають електричному принципу; - наявність цих елементів у виробництві;
- технічні вимоги до проектування;
- економічні вигоди;
- універсальність радіоелементів;
- стабільність параметрів;
- мінімальна кількість розмірів коробок.

Дизайн продукту базувався на сучасних елементах.

При виборі предметів, співвідношення ціни

- радіоелектричний компонент та його технічні характеристики, а також необхідні електричні параметри, та надійність в діапазоні температур, вологості та механічних впливів.

На основі цих умов вибираються такі електрорадіоелементи::

Вибираємо динамік CX-1022 компанії «FANTOM» BA1 (рис. 2.1), який має хороші звукові властивості та є відносно дешевим.



Рисунок 2.1 - динамік CX-1022 «FANTOM»

-Тип системи.....Коаксіальна автоакустика;

- Потужність номінальна (максимальна), Вт.....20(80);
- Рівень чутливості, (дБ/Вт/1 м).....89;
- Діапазон відтворюваних частот, Гц.....100-20000;
- Опір, Ом.....4;
- Кількість смуг.....2;
- Матеріал дифузора.....поліпропілен інжекційного лиття;
- Діаметр дифузора.....100;
- Виконання.....круглий;
- Діаметр, мм.....100;
- Монтажна глибина, мм.....43.

В якості електролітичного конденсатора використовуємо конденсатор типу 1H100MED «NICHICON» (рис. 2.2) - C1, C3, C6, C15, C16, C18, C21-23, C26-31 - оксидно електролітичні алюмінієві, вони мають досить великі відхилення ємності, але це достатньо для забезпечення хороших параметрів для нашого виробу.

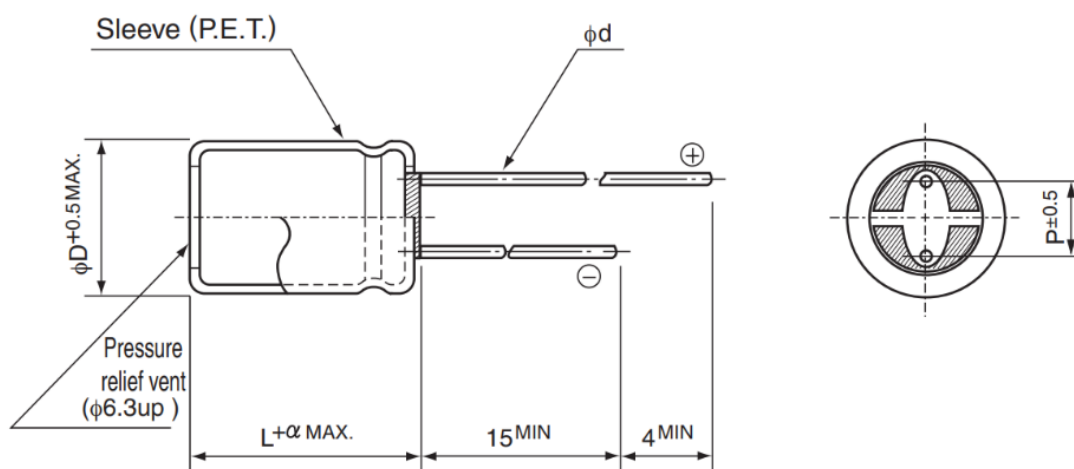


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри конденсатора типу 1H100MED "NICHICON"

p-2.5      L-11      D-6.3      d-0.5

Основні параметри конденсаторів:

- Номінальна напруга В .....100, 16;
- Номінальна ємність мкФ .....4,7.....2200;

- Допуск ємності % .....  $\pm 20$ ;
- Термін служби ..... 2000;
- Робоча температура ° C ..... -55 ... 105;
- Тангенс кута втрат, % ..... 0,14.

Конденсатори фірми «SR PASSIVES» (рис. 2.3) – керамічні неізольовані C2, C4, C5, C7-C14, C17, C19, C20, C24, C25. Невеликими вони є за розмірами, недорогі та їх є багато. Параметри електричні у них непогані. Можуть вони працювати як при постійному, так і при пульсуючому струмах. Підходять вони і для режимів імпульсних.



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд керамічного конденсатора

- растр виводів, мм ..... 2,54;
- діаметр корпусу, мм ..... 2,54.

Основні параметри:

- робоча напруга ..... 50В;
- відхилення ємності від номінального значення .....  $\pm 10\%$ ;
- інтервал робочих температур .....  $-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$ ;
- температурний коефіцієнт ємності .....  $+3,3\%$ ;
- відносна вологість ..... до 98%.

Мікросхема фірми «Texas Instruments» LM358P DA1 (рис. 2.4) являється інтегральним двоканальним операційним підсилювачем.

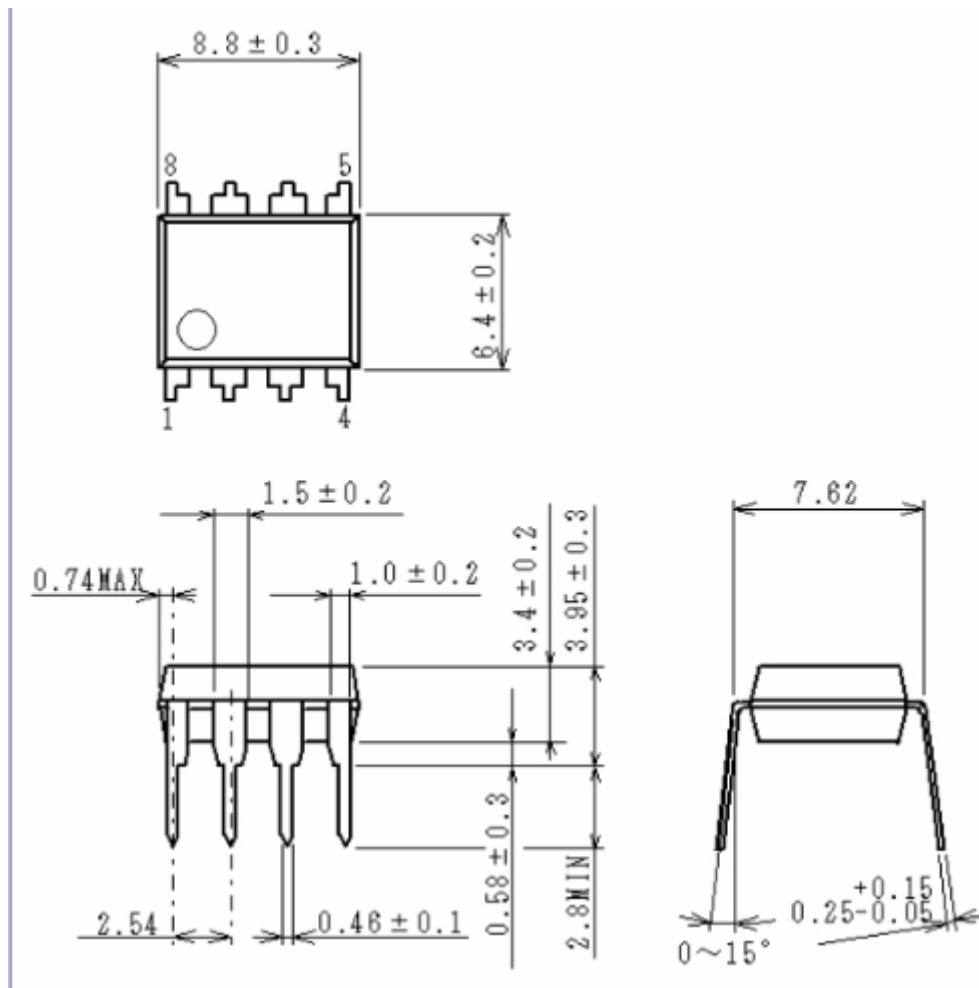


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри мікросхеми типу LM358P

Основні параметри мікросхеми:

кількість каналів, шт.....	2;
напруга живлення, В.....	3...32;
частота, МГц.....	1;
напруга зміщення, мВ.....	2;
температурний діапазон, С.....	-40...+125;
тип корпусу.....	DIP8.

Мікросхема типу TDA1517 фірми «Philips» DA2 (рис. 2.5) являється основою в проектуваному пристрої і служить підсилювачем потужності НЧ сигналу.



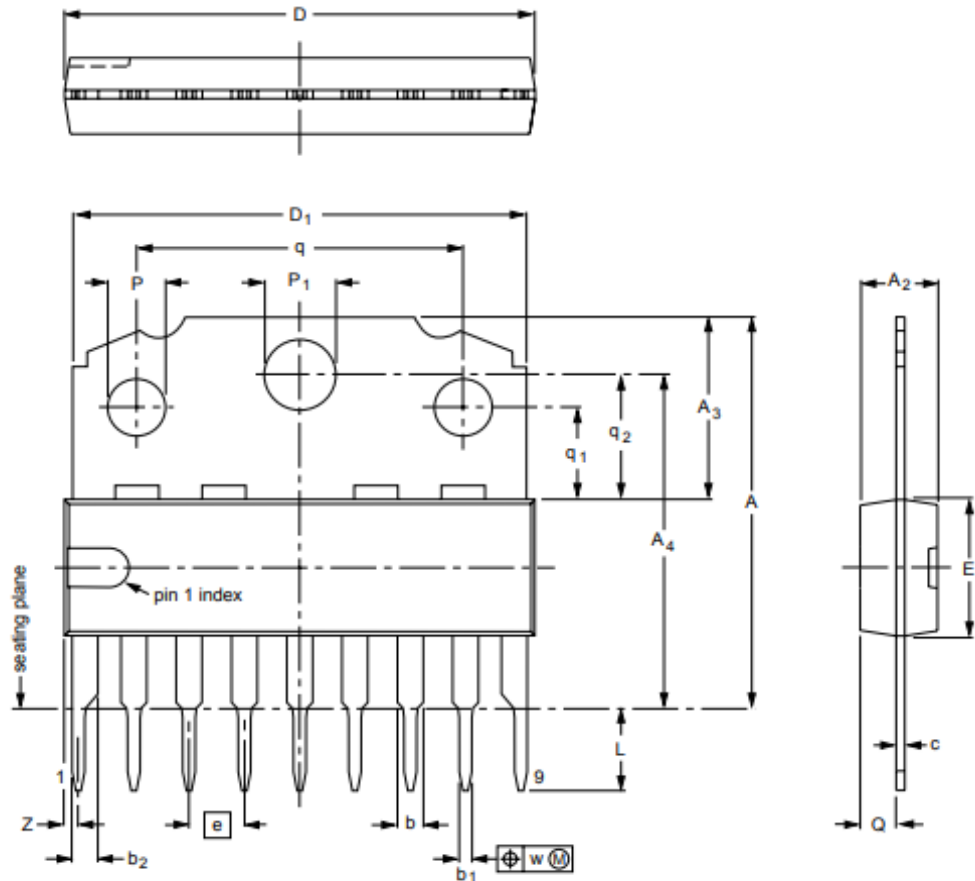


Рисунок 2.5 - Габаритні розміри мікросхеми TDA1517

Габаритні розміри, мм:

-A.....	18,5;
-A2.....	3,7;
-A3.....	8,7;
-b.....	1,4;
-b1.....	0,6;
-b2.....	1,4;
-c.....	0,48;
-D.....	21,8;
-D1.....	21,4;
-E.....	6,4;
-e.....	2,54;
-L.....	3,9;
-P.....	2,75;
-P1.....	3,4;

-Q.....	1,75;
-q.....	15;
-q1.....	4,4;
-q2.....	5,9;
-w.....	0,25;

Основні параметри мікросхеми:

-мінімальна напруга живлення, В.....	6;
-номінальна напруга живлення, В.....	14,4;
-максимальна напруга живлення, В.....	18;
-струм споживання, мА.....	40;
-вхідний опір, кОм.....	50;
-вихідна потужність, Вт.....	6;
-опір навантаження, Ом.....	4;
-частота, кГц.....	100.

В якості стабілізатора напруги вибираємо стабілізатор типу cl7805d2t «CDIL» DA3 (рис. 2.6):

Основні параметри мікросхеми:

-вхідна напруга, В.....	35;
-вихідна напруга, В.....	5;
-вихідний опір, мОм.....	17;
-струм в стані спокою, мА.....	8;
-струм короткого замикання, мА.....	750;
-максимальний вихідний струм, А.....	2.2.

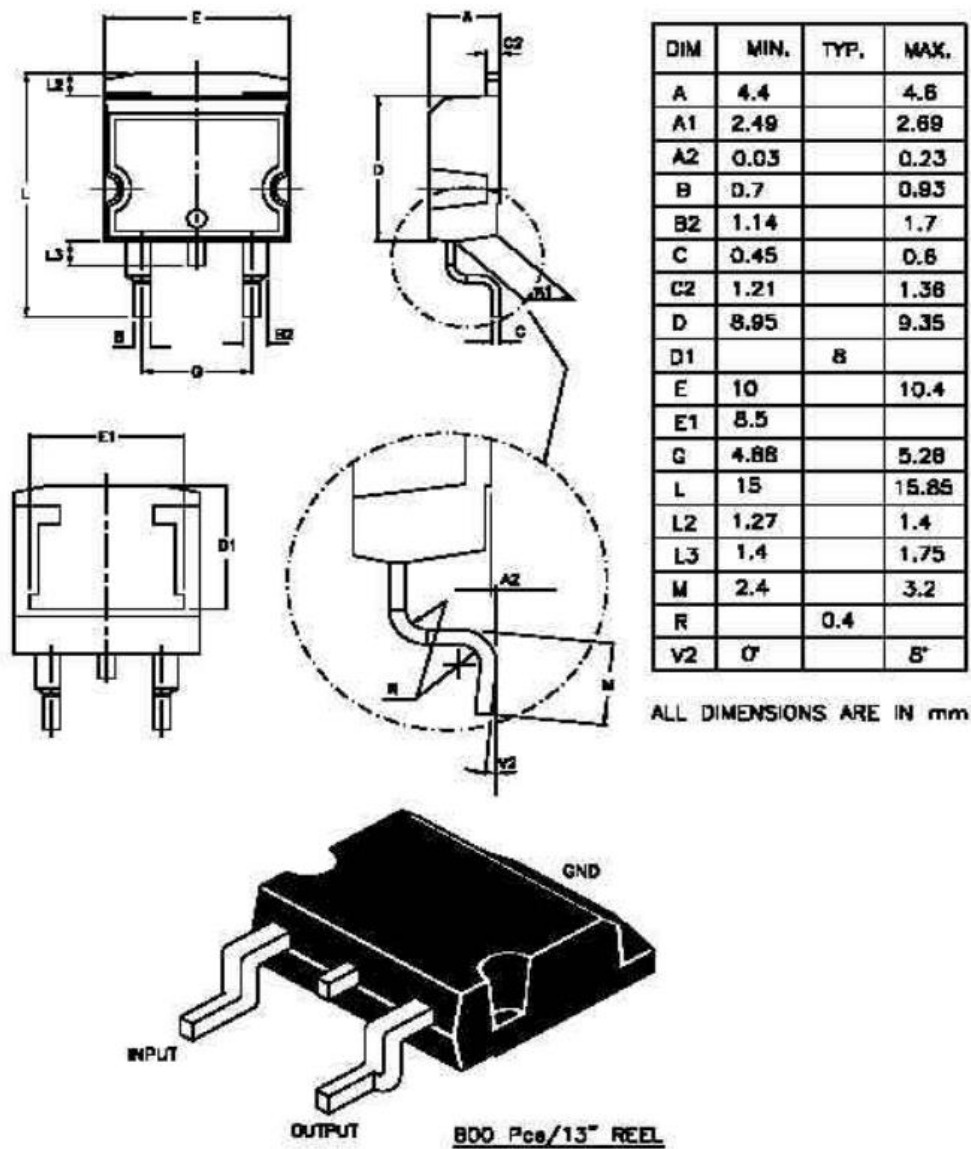


Рисунок 2.6 - Габаритні розміри мікросхеми c17805d2t

Запобіжник MF-R185 фірми «Bourns» (рис. 2.7) захищає електричне коло від коротких замикань і значних перевантажень. Запобіжники широко застосовують при використанні електрообладнання як у побутовій, так і в промисловій сфері. Запобіжники можуть вбудовуватися в комплектні пристрої. Вони призначені для використання в різних кліматичних поясах, місцях з певними умовами експлуатації, наприклад в робочих умовах, де вони відчують різноманітні механічні дії. Запобіжники володіють різним ступенем захисту.



e-goods.biz.ua

Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд запобіжника типу MF-R185 «Bourns»

Габаритні розміри:

-L.....20;  
-d.....5.

Основні параметри запобіжника:

максимальна напруга, В.....30;  
максимальний струм, А.....4;  
опір, Ом.....0,11.

Світлодіод FYL-3014GD1A «FORWARD» HL1 (рис. 2.8) є хорошим і дешевим датчиком, який в даному випадку сигналізує про наявність живлення.

Основні параметри світлодіода:

-Тип діода.....LED;  
-Діаметр діода, мм.....3;  
-Колір діода.....жовто-зелений;  
-Яскравість, мкд.....40;  
-Голівка.....опукла;  
-Довжина хвилі, нм.....565-575;  
-Лінза діода.....зелена;  
-Струм діода, мА.....20;  
-Кут світіння.....40°.

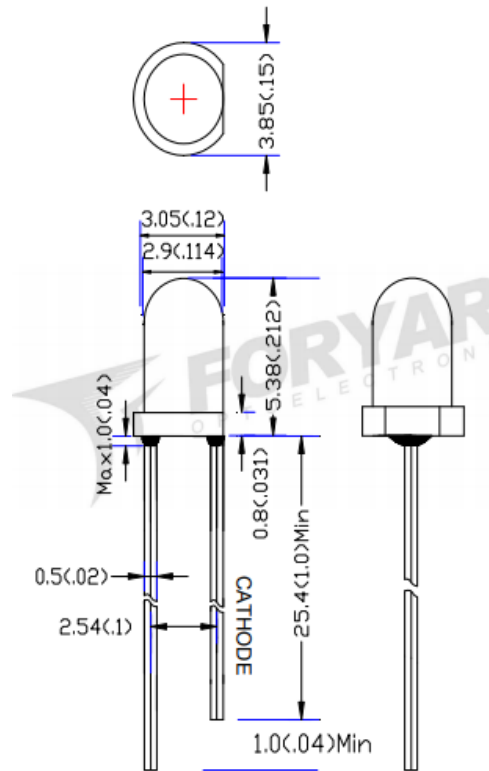


Рисунок 2.8 – габаритні розміри світлодіода  
FYL-3014GD1A «FORIARD»

Вентилятор охолодження EE80151S1-000U-A99 «SUNON» M1 (рис. 2.9) є компактним, проте не одним з найменших і для своїх розмірів є досить продуктивним.

Основні характеристики:

-Тип вентилятора.....	DC;
-Вид вентилятора.....	осьовий;
-Споживана потужність, Вт.....	1,96;
-Номінальний струм, А.....	0,163;
-Продуктивність вентиляторів, м3/г.....	62,86;
-Рівень шуму, дБА .....	34,7;
-Вид підшипника.....	ковзання;
-Частота обертання, обр./хв.....	3000 (±10%);
-Маса, г.....	68;
-Допустиме споживання струму і потужності, %.....	±15;
-Опір ізоляції мін., МОм.....	10;

- Матеріал крильчатки.....термопласт;
- Матеріал корпусу.....термопласт;
- Клас ізоляції.....А;
- Виводи.....2 проводи;
- Робоча температура, °С .....-10...70;
- Довжина проводу, мм.....300;
- Статичний тиск.....3,55мм Н2О;
- Привід вентилятора.....безщітковий двигун DC;
- Клас горючості.....UL94V-0;
- Додаткові функції.....Авторестарт;
- Розмір  
проводу.....24AWG.

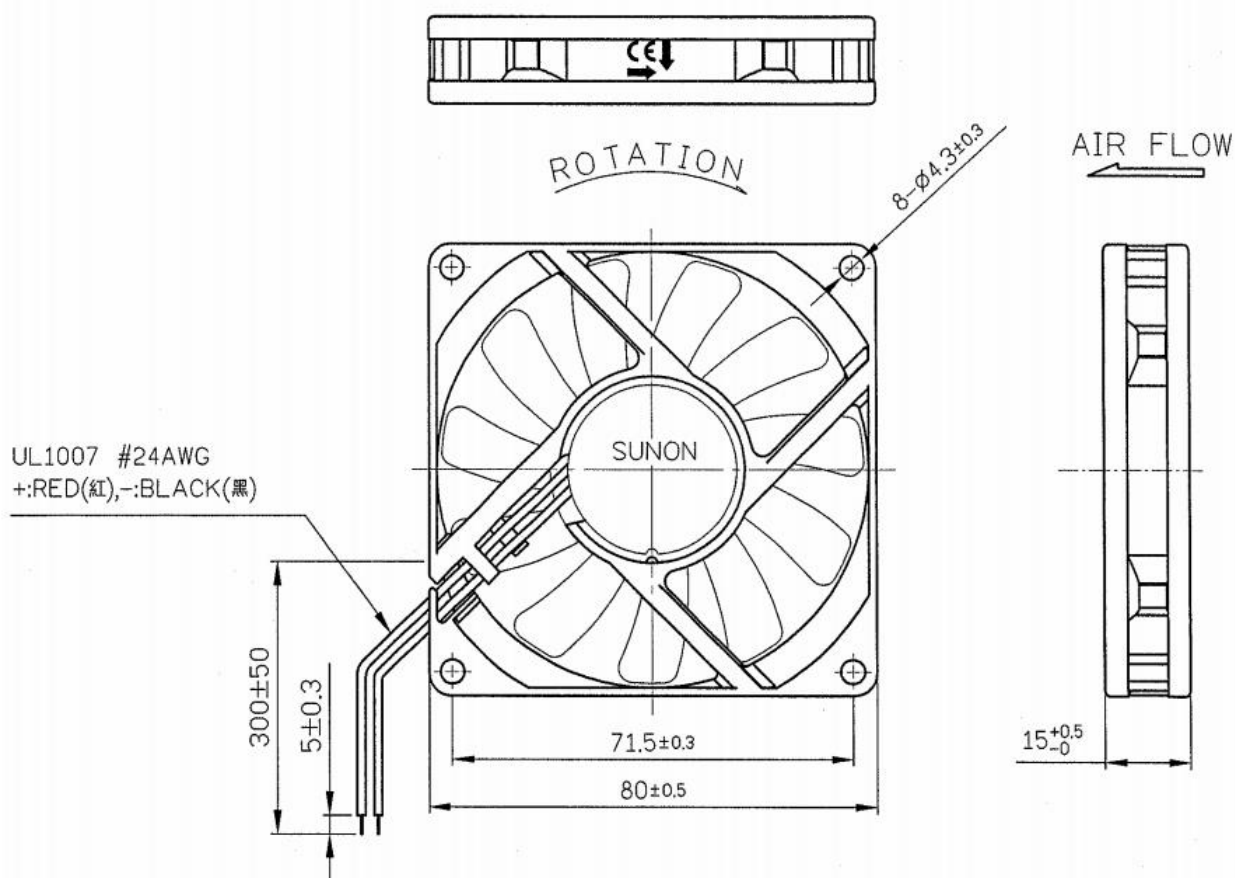


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри вентилятора охолодження  
EE80151S1-000U-A99 «SUNON»

Оптимальним варіантом вибору постійних резисторів є «ROYAL ОНМ» потужністю 0,25Вт (рис. 2.10) R1-R5, R7-R29, R31-R35. Є у них параметри дуже стабільності. Опір цих резисторів від частот чи напруг, чи температурного стану мало залежить. Резистори ці мають розміри малі та надійність високу. Призначені для роботи в електричних колах постійного, змінного та імпульсного струмів.

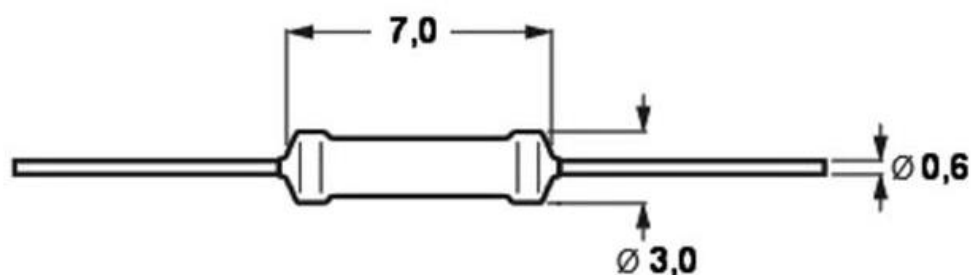


Рисунок 2.10- Габаритні розміри резисторів

Основні параметри:

- номінальна потужність, Вт..... 0,25, 1, 2;
- діапазон номінальних опорів, Ом..... $1 \dots 10 \cdot 10^6$ ;
- допустиме відхилення опору, %..... $\pm 10$ ;
- максимальна робоча напруга, В.....200;
- діапазон робочих температур, °С..... -60.....+70;

В даному апараті можна використати змінний резистор типу 16Т1-В100К виробник фірми «China» з опором 100кОм R2, R6, також його використання обумовлено доступністю, дешевизною та відповідними електричними параметрами (рис. 2.11).

Основні параметри резистора:

- номінальна потужність, Вт.....2;
- діапазон номінальних опорів, кОм..... $1-2,2 \cdot 10^3$ ;
- максимальна робоча напруга, В.....250;
- допустиме відхилення опору, %..... $\pm 20$ .

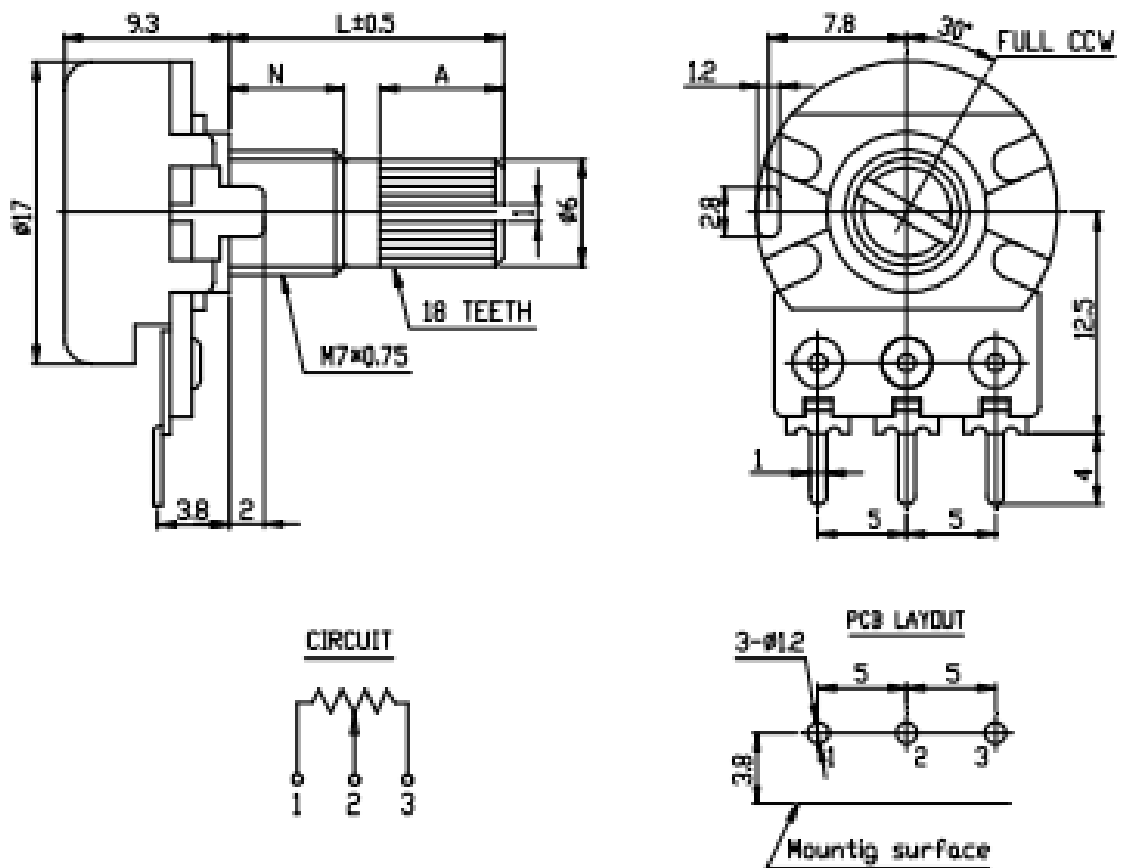


Рисунок 2.11 - Габаритні розміри резистора 16T1-B100K

У прилад входить підстроювальний резистор R30 – 00-00038485 «RUNTRON» (рис. 2.12) для регулювання та підстроювання напруги пристрою.

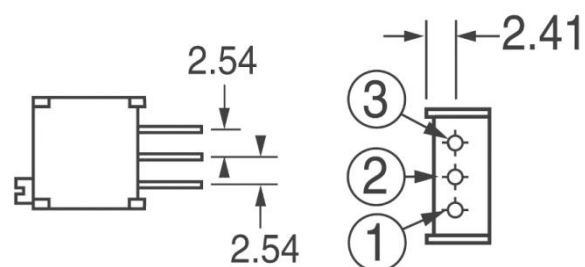


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри резистора 3296P-1-102LF

Технічні характеристики резистора:

- номінальна потужність Вт .....1;
- номінал кОм .....2,2, 50;



- діапазон відхилення від номінального опору %.....±20;
- максимальна робоча напруга В .....500;
- кількість оборотів.....25;
- діапазон робочих температур °С .....-65...+150.

Перемикач В4004 «Wealth Metal Factory» -SA1- призначений для включення і виключення приладу (рис. 2.13)

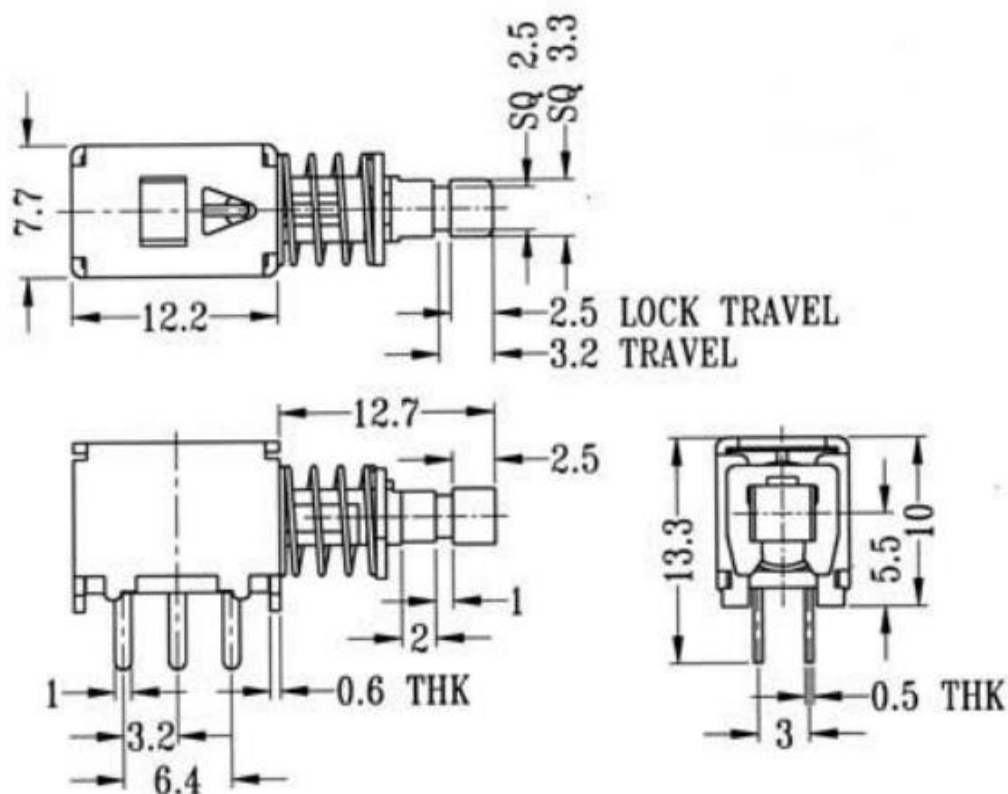


Рисунок 2.13 – габаритні розміри перемикача В4004 «Wealth Metal Factory»

Основні параметри перемикача:

- робоча напруга, В.....250;
- робочий струм, А.....6;
- кількість контактних груп.....3;
- кількість контактів в групі.....2;
- опір ізоляції, МОм.....1.

В даній схемі використовуються діод UT3020 «DIGI-w» VD1 (рис. 2.14). Він є дешевий та мало корпусний і тому поширений дуже діод цей. Бік катода помічений кільцем чорним. Дуже багато фірм випускають діод цей.

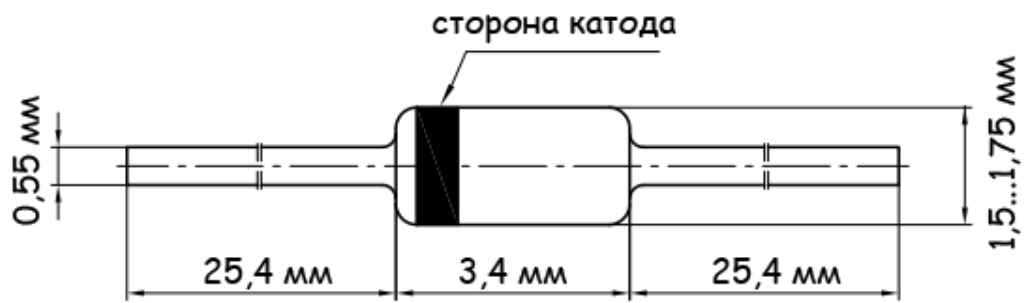


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри діода UT3020 «DIGI-w»

Технічні характеристики діода 1N4148:

- матеріал.....кремній;
- корпус..... DO-35;
- максимальна постійна зворотна напруга В .....75;
- максимальна імпульсна зворотна напруга В .....120;
- максимальний прямий (випрямлений за півперіод)  
струм А .....0,2;
- максимально допустимий прямий імпульсний  
струм А .....0,45;
- максимальний зворотній струм мкА .....5;
- максимальна пряма напруга В .....1;
- максимальний час зворотного відновлення мкс .....0,004;
- діапазон робочих температур °С .....-65...+150.

Діод BZV55C «CDI» VD2 (рис. 2.15) найпопулярніший зі всіх діодів.

Діод пропускає через себе струм тільки в одному напрямку, відсікаючи одну з полярностей напруги.

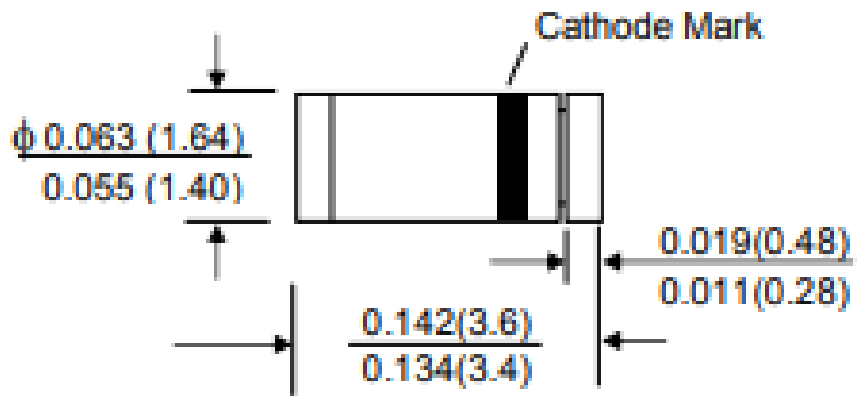
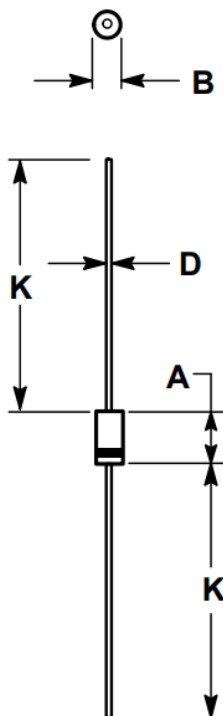


Рисунок 2.15 – габаритні розміри діода BZV55C «CDI»

Основні характеристики:

- максимальна пряма напруга, В.....0.9;
- потужність розсіювання, мВт.....500;
- постійний прямий струм, мА.....250;
- діапазон робочих температур, °С.....-60...+200.

В даній схемі використовуються діод MUR120 «MOTOROLA» VD3 (рис. 2.16). Бік катода помічений кільцем чорним.



NOTES:

1. ALL RULES AND NOTES ASSOCIATED WITH JEDEC DO-41 OUTLINE SHALL APPLY.
2. POLARITY DENOTED BY CATHODE BAND.
3. LEAD DIAMETER NOT CONTROLLED WITHIN F DIMENSION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	5.97	6.60	0.235	0.260
B	2.79	3.05	0.110	0.120
D	0.76	0.86	0.030	0.034
K	27.94	—	1.100	—

Рисунок 2.16 – габаритні розміри діода MUR120 «MOTOROLA»

Основні технічні характеристики:

- максимальний миттєвий зворотній струм, мА.....50;
- максимальна миттєва пряма напруга, В.....0,7;
- максимальний час зворотного відновлення, нс.....35;
- максимальний прямий час відновлення, нс.....25.

Стабілітрон серії BZV55C-12 «CDI» VD4 (рис. 2.17) відноситься до стабілітронів кремнієвих, що мають потужність 0,5Вт для встановлення на поверхні.



Рисунок 2.17 - Стабілітрон BZV55C-12 «CDI»

Габаритні розміри:

- довжина, мм.....7,5;
- діаметр, мм.....3.5;

Основні технічні характеристики:

- потужність розсіювання, Вт.....0,5;
- мінімальна напруга стабілізації, В.....9,4;
- номінальна напруга стабілізації, В.....10;
- максимальна напруга стабілізації, В.....10,6;
- статичний опір, Ом.....15;
- температурний коефіцієнт напруги стабілізації, %/°C.....10;
- максимальний струм стабілізації, мА.....42;
- робоча температура, °C.....-65...200.

Транзистори 2В6111 «МОСПЕС» (рис. 2.18) VT1, кремнієві структури р-п-р. Призначені для застосування в підсилювачах, генераторах низької і високої частот, перемикаючих пристроях.

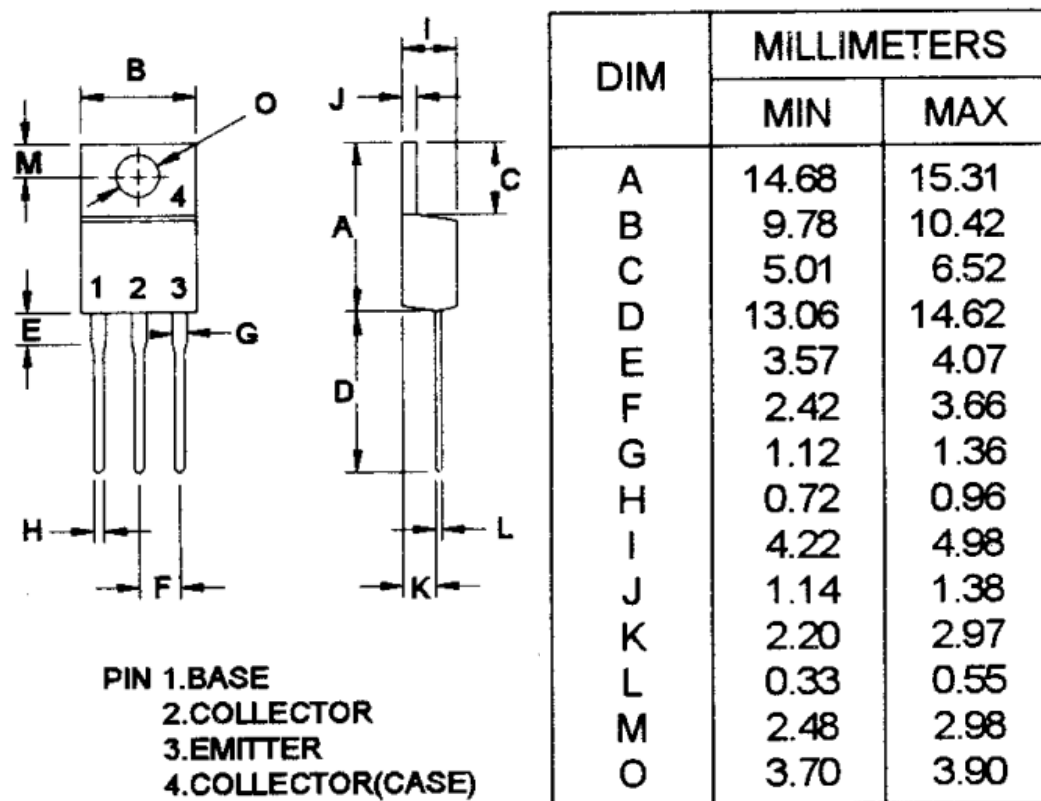


Рисунок 2.18 – габаритні розміри транзистора 2В6111 «МОСПЕС»

Основні технічні характеристики:

- напруга колектор-емітер, В.....30;
- напруга колектор-база, В.....40;
- напруга емітер-база, В.....5;
- струм колектора, А.....7;
- струм бази, А.....3;
- робоча температура, °С.....-60...+150.

Транзистори KSP05 «FAIRCHILD» (рис. 2.19) VT2-VT4, кремнієві структури п-р-п. Застосовуються в підсилювачах, генераторах низької і високої частот.

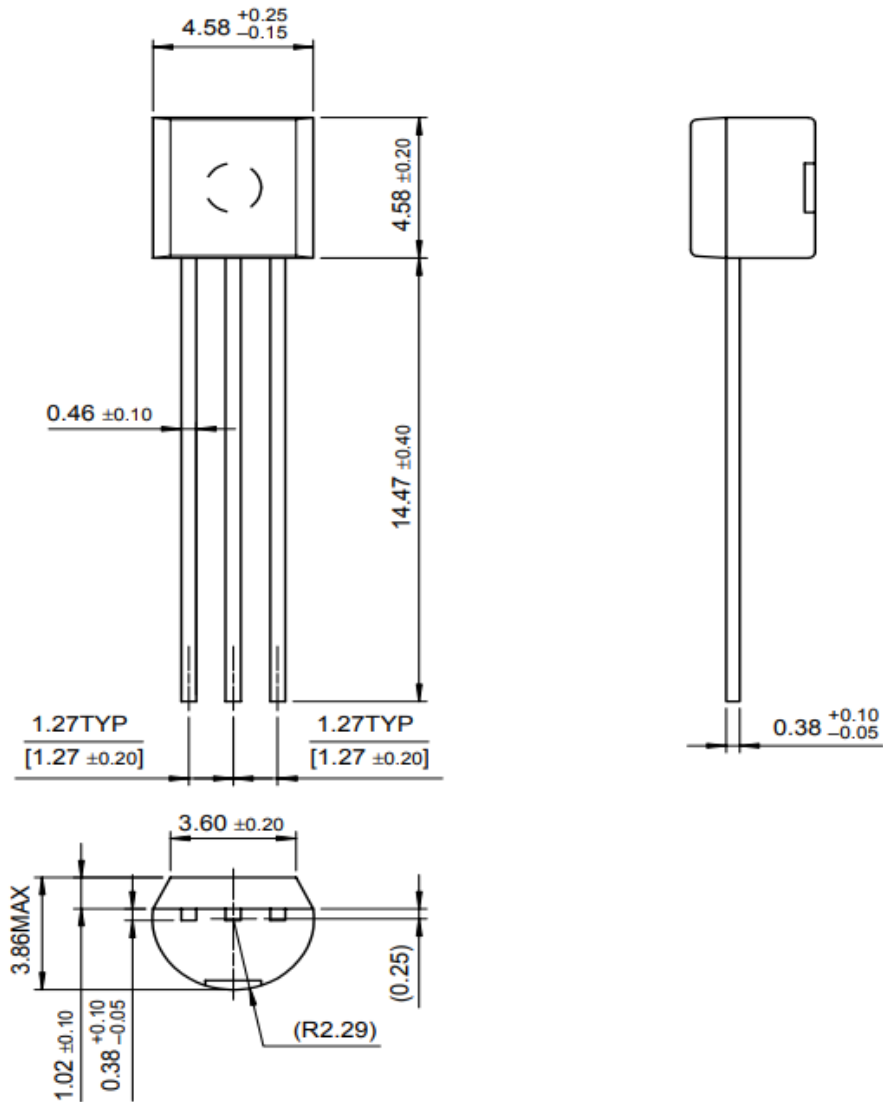


Рисунок 2.19 – Габаритні розміри транзистора KSP05 «FAIRCHILD»

Основні технічні характеристики:

- напруга колектор-емітер, В.....60;
- напруга колектор-база, В.....60;
- напруга емітер-база, В.....4;
- струм колектора, мА.....500;
- потужність розсіювання колектора, мВт.....625;
- робоча температура, °С.....-55...+150.

Обираючи елементну базу для розробки даного пристрою я опирався на відповідність елементів параметрам схеми, доступність їх в місцях продажу, хорошу якість виконання та не високу ціну, а також щоб вони підходили до даного приладу та конструкції виробу. В проектованому виробі я використав

базу елементів, яка існує на даний час. Підбір елементів враховував зв'язок взаємний між цінами і характеристиками радіоелементів. Також даний підбір обрахував як забезпечити необхідні електричні параметри та надійність при різних температурах, вологостях і впливах механічних.

## 2.2 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 2.20.

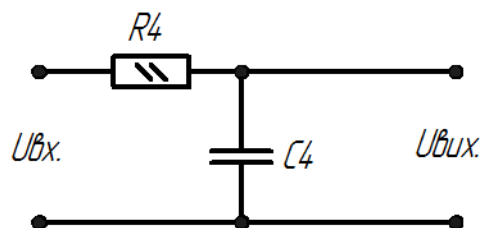


Рисунок 2.20 – Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 100\text{пФ}$$

$$f_c = 4,4\text{кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR} \quad (2.1)$$

де:  $C$  – ємність конденсатора;

$R$  – опір резистора;

Оскільки частоту зрізу нам відомо, вона становить 4,4кГц, то розрахуємо тільки опір резистора.

3. Розрахунок опору резистора:

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c} \quad (2.2)$$

де:  $f_c$  – частота зрізу, становить 4,4кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 2,2} = 7,5\text{кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 7,5кОм та потужністю розсіювання 0,25Вт.

$$R4 = 7,5\text{кОм}$$

### 2.3 Конструкція плати друкованої

Основною складовою частиною проектованого пристрою є друкована плата.

Друкована плата являється двосторонньою і виготовлена з фольгованого склотекстоліту СФ2-35Г-1,5КП ГОСТ 2910-74. Він повинен задовільняти таким вимогам:

- механічна міцність при малій товщині;
- вологостійкість;
- високий коефіцієнт діелектричної проникливості, особливо на високих частотах;
- стійкість до дії хімічних речовин;
- добре піддаватися механічній обробці;
- витримувати високі температури;
- хороша теплопровідність;
- хороша адгезія із провідником;
- коефіцієнт лінійного розширення ізоляційної основи повинен бути близьким до коефіцієнту лінійного розширення провідника.

Провідним шаром на склотекстоліті являється мідь. Товщина мідної фольги складає 35 мкм. Вона володіє такими властивостями:

- мінімальний опір;
- корозостійкість;
- добре взаємодіє з травниками;
- добре паяється;
- коефіцієнт лінійного розширення фольги близький до коефіцієнта лінійного розширення ізоляційної основи;
- хороша адгезія до ізолятора.



Розрахунок друкованої плати складається з етапів наступних:

- розрахунок змінного струму і постійного струму;
- проектування;
- розрахунку технології.

В наступному порядку розрахунок ведеться:

Я вибираю комбінований спосіб виробництва відповідно до технологічної можливості виробництва. Проводжу його за 4 класом точності плат друкованих ОСТ 4.010.022-85.

Визначив я ширину мінімальну провідника друкованого для ланцюгів живлення та заземлення:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{дон}} \cdot t} \quad (2.3)$$

де:  $I_{\max}$  - постійний струм найбільший, що у провіднику протікає.

Визначено з аналізу принципової діаграми,  $I_{\max} = 1 \text{ A}$  ;

$I_{\text{дон}} = 48 \text{ A/мм}^2$  – допустима щільність струму для комбінованого способу виробництва;

$t = 35 \text{ мкм}$  – товщина провідника.

$$b_{\min 1} = \frac{1}{48 \cdot 0,035} = 0,59 \text{ мм}$$

3. Визначаю мінімальну ширину провідника у мм, наприклад, виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{\min 2} = \frac{p \cdot I_{\max} \cdot l}{t \cdot U_{\text{дон}}} \quad (2.4)$$

де:  $p = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$  – значення опору об'ємного;

$L = 0,54 \text{ м}$  – довжина провідника;

$U_{\text{дон}} = 0,6 \text{ В}$  – значення допустимого падіння напруги.

$$b_{\min 2} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 1 \cdot 0,54 \text{ м}}{0,6B \cdot 0,035 \text{ мккм}} = 0,42 \text{ мм}$$

4. Визначив номінальне значення діаметра отвору монтажного d:

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.5)$$

де:  $d_E$  – значення діаметру максимального вихідної одиниці;

$\Delta d_{н.в.}$  – відхилення від нижньої межі номінального діаметра фіксуючого отвору (0,1 для всіх)

$r$  – мінімальна різниця діаметра отвору та максимального діаметра вихідного отвору  $EPE$  повинні вибиратися в діапазоні від 0,1 до 0,4 мм. Розрахункові значення  $d$  зменшуються для нормованої кількості отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_E = 0,4$  для резисторів MLT малої потужності, конденсаторів, електроліт, кераміка, мікросхема, діод.

$d_E = 1,1$  для котушок, вилок, мікросхем підсилювача та пайки проводів.

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,4 + |\pm 0,1| + 0,1 = 0,6 \text{ мм}$$

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,6 + |\pm 0,1| + 0,1 = 0,8 \text{ мм}$$

Приймаються такі діаметри отворів 0,6; 0,8.

5. Обчислив діаметри контактних пластин:

$$D_{\min} = D_{I\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.6)$$

де:  $h\phi$  – товщина листа;

$D_{I\min}$  – найменший фактичний діаметр ділянки;

$$D_{I\min} = 2 \left( b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta_d + \delta_p \right) \quad (2.7)$$

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 розміщення отвору та контактної пластини;

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

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

$$d_{max}=d+\Delta d+(0,1\dots 0,15) \quad (2.8)$$

де:  $\Delta d$  - допуск для отвору.

$$d_{max1}=0,6+0,05+0,1=0,8 \text{ мм}$$

$$d_{max2}=0,8+0,05+0,1=1 \text{ мм}$$

$$D_{1min1} = 2\left(0,06 + \frac{0,75}{2} + 0,08 + 0,2\right) = 1,4 \text{ мм}$$

$$D_{1min2} = 2\left(0,06 + \frac{0,95}{2} + 0,08 + 0,2\right) = 1,6 \text{ мм}$$

$$D_{min1} = 1,43 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,5 \text{ мм}$$

$$D_{min2} = 1,63 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,7 \text{ мм}$$

Діаметр найбільший контактної пластини:

$$D_{max}=D_{min}+(0,02\dots 0,06) \quad (2.9)$$

$$D_{max1}=1,5+0,02=1,5 \text{ мм}$$

$$D_{max2}=1,7+0,02=1,7 \text{ мм}$$

6. Визначив ширину провідників:

$$b_{min}=b_{1min}+1,5h_{\phi} \quad (2.10)$$

де:  $b_{1min}$  - найменша ширина фактична провідника, мм.  $b_{1min}=0,18 \text{ мм}$  для плат 4- го класу точності.

$$b_{min}=0,15+1,5 \cdot 0,035=0,25 \text{ мм}$$

7. Визначив відстань найменшу між елементами струмопровідного матеріалу.

Відстань найменша між контактною пластиною та провідником:

$$S_{1min} = L_0 - \left[ \left( \frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left( \frac{d_{max}}{2} + \delta d \right) \right] \quad (2.11)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[ \left( \frac{1,52}{2} + 0,2 \right) + \left( \frac{0,75}{2} + 0,08 \right) \right] = 1,1 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[ \left( \frac{1,72}{2} + 0,2 \right) + \left( \frac{0,95}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,6 \text{ мм}$$

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

Відстань найменша між двома пластинами, що контактують:

$$S_{2min} = L_0 - (d_{max} + 2\delta_p) \quad (2.12)$$

$$S_{2min1} = 2,5 - (0,75 + 2 \cdot 0,2) = 1,4 \text{ мм}$$

$$S_{2min2} = 2,5 - (0,95 + 2 \cdot 0,2) = 1,2 \text{ мм}$$

Відстань найменша між двох провідників:

$$S_{3min} = L_0 - (d_{max} + 2\delta_d) \quad (2.13)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (0,75 + 2 \cdot 0,08) = 1,1 \text{ мм}$$

$$S_{3min2} = 2,5 - (0,95 + 2 \cdot 0,08) = 1,4 \text{ мм}$$

Під час електричного розрахунку було розраховано відстань найменшу між двома пластинами, що контактують, становить вона 0,7 мм. Було розраховано відстань найменшу між елементами провідного матеріалу, становить вона 0,4 мм. Також визначив я відстань найменшу між провідниками двома, яка рівна 0,9 мм.

## 2.4 Аналіз економічній конструкції виробу

Найбільш важливий технічний показник будь-якого електричного обладнання є, безумовно, його споживана потужність, яка вимірюється у Вт.

Крім цього варто пам'ятати, що електрична споживана потужність Вт електрообладнання буває активного і реактивного характеру. Тобто, як відомо з фізики, активною потужністю буде володіти та електричне навантаження, яка безповоротно витрачає надходить електроенергію на свою роботу (в основному це робота з виділення тепла через фізичні перетворення електричної енергії в енергію тепла).

Для споживачів, яким властива активна потужність Вт, характерна пряма залежність зазначеної номінальної потужності до її дійсного значення і роботі електрообладнання. Іншими словами, що написано на пристрої, то і

буде в дійсності. Інше справа йде з електричним устаткуванням, якому властиво володіти реактивною потужністю.

Електричною реактивною потужністю володіють всі ті пристрої, у яких є в робочих силових ланцюгах елементи індуктивності (катушки) і ємності (конденсатори). Справа в тому, що якщо у електроустаткування з активною потужністю вся енергія йде в роботу, то в пристроях з реактивною потужністю частина електричної енергії з катушок і конденсаторів повертається назад у мережу, але вже змінена за своєю фазою. Ця повернута електроенергія відіграє негативну роль в силових електричних системах, оскільки своєю протифазою здатна перевантажувати електромережу і погіршувати якість електроенергії.

Пристроєм, яким характерна реактивна потужність, і у яких не стоять фільтри і вузли компенсації цієї реактивної складової, властиві, як мінімум невідповідність зазначеної номінальної електричної потужності і реально робочої, а як максимум, вони здатні вносити в електричну мережу перешкоди і перевантажувати окремі ділянки електричної системи електропостачання (до тих місць, де може стояти ємність або індуктивність, яка гаситиме реактивну складову).

Даний пристрій відноситься до підсилювальних приладів. Його напруга живлення становить 18В, а струм споживання 0,66А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=3*220=12 \text{ (Вт)} \quad (2.14)$$

## 2.5 Технологія виготовлення виробу

### 2.6.1 Загальна інформація щодо складання та встановлення виробу що проектується

Щоб гарантувати технологічність виробу та зручність складання під час виготовлення та демонтажу, та щоб влаштувати усунення несправностей, оболонка може бути виконана із передньої і задньої кришок. Ця конструкція

повинна забезпечувати легкість доступу до потрібної частини приладу, який відповідає вашим потребам.

Даний корпус виготовляється з чорної пластмаси. Такі корпуси мають переваги над металевими в простоті виготовлення, легкості зборки і обробці але недолік пластмаси полягає в тому що вона є гігроскопічною із часом такий корпус втрачає властивості захисту. Ще такий корпус має гарний естетичний вигляд.

Цей вид корпусу виробляють за допомогою методу лиття, а це є одним із базових методів виробництва. Цей метод виробництва дозволяє дотримуватися точного розміру зразка, уникнути зайвого додаткового охолодження форми та багато іншого, він швидше охолоджується.

Для того щоб кріпити друкований вузол, виливають чотири стійки. Товщина стінок корпусу становить 2мм. З використанням друкованого монтажу значно спростила зборка вузла також налагоджування і регулювання.

Основною складовою продукту є друкована плата, виготовлена двостороннього фольгованого скловолокна СФ2-35-ІКП (ГОСТ10316-78) товщиною 1,5мм, метод виготовлення комбінований. Цей метод видаляє незахищені ділянки плівки, утворюючи друковану плату, і металізація наноситься на отвори ЕРЕ. Цей метод дещо складніший і дорожчий, ніж травлення, і вимагає більш складних процесів.

Перш ніж встановлювати радіодеталі, плата маркується фарбою. ТНТФ-01 (ТУ29-02-889-88).

Підготовка радіодеталей до кріплення приладової панелі. Рекомендується робити висновок із використанням зигзагу, що зменшує робочий час та складність і позбавляє потреби збільшувати робочі місця. Конденсаторні штифти та мікросхеми не формуються, оскільки вони вже сформовані.

Лудіння з'єднань радіоелементів повинно проводитися вручну потоком АТІ-120.

Радіодеталі встановлюються вручну. Пайка автоматизована за допомогою паяльної хвилі, що дозволяє одночасно закрити всі роз'єми.

Для радіодеталей, які не припаюються автоматично, використовуйте ручну пайку електричним паяльником на 36 В. Тип припою ПОС-61 (ГОСТ21931-76) та флюс АТІ-120 (ГОСТ32142-82). Після пайки плату миють і покривають безбарвним лаком для захисту АК-113 (ГОСТ23832-79). Це захищає плату від вологи та впливу навколишнього середовища і дає стійкість до температур від -60 до + 1000 С.

Пластина закріплюється саморізами за допомогою електричної викрутки, що збільшує швидкість складання. Пояснювальні написи на корпусі зроблені швидкосохнучою фарбою методом трафаретного друку.

### 2.5.2 Оцінка якiсна технологiчностi конструкцiї

Технологiчностi конструкцiї виробу - це сукупностi особливостей конструкцiї, що виявляється у вартостi робочої сили, виробничого обладнання, матерiалiв та оптимальному часi технологiчної пiдготовки виробництва, виготовлення, експлуатацiї, ремонту порiвняно з вiдповiдними iх показниками. типи конструкцiй. Технологiчностi оцiнюється двома способами - або кiлькiсно, або якiсно.

Кiлькiсною оцiнкою технологiчностi називають розрахунок, який використовує математичнi формули показникiв технологiчностi. Оцiнкою якiсною називають усну перевiрку технологiчного рiвня конструкцiї виробу.

Технологiчностi виробу оцiнюється для забезпечення ефективної обробки та аналізу конструкцiї для зменшення витрат на розробку, пiдготовку технологiчну, вироблення, використання та ремонт. У випадку якiсної оцiнки повинен бути проведений структурно-технологiчний аналіз конструкцiї з точки зору пристосованостi виробу до умов виробництва та витрат, понесених пiд час виробництва та використання. Процес збирання друкованого виробу слiд роздiлити на такi першочерговi етапи:

- Упорядкування, маркування.

-Захист контактних накладок без автоматичного латексного паяння латексним дозатором

- Сушіння плат у шафах.

- Створення форми виходів в електрорадіоелементах.

- Лудіння радіоелементів. Вони виконуються автоматизованим методом паяння припоєм. ПОС – 61

- Встановлення ЕРЕ, які вимагають автоматизованої пайки.

Встановлення ЕРЕ проводиться вручну оскільки є велика кількість типів елементів і використовувати автоматизований метод установки для серійного виробництва не доцільно.

- Автоматизована пайка ЕРЕ. Здійснюється методом пайки хвилею (припой ПОС-61), що значно зменшує трудомісткість виготовлення друкованого вузла.

- Рихтування пайки – це виправлення пайок, здійснюється вручну.

- Регулювання і технічний контроль. Здійснюється на пульті згідно інструкції.

Для того щоб скласти виріб використовується пневмоверт і електропаяльник, не треба спеціального обладнання.

### 2.5.3 Опис технологічний виготовлення плати друкованої

Для виготовлення друкованої плати для виробу повинна бути виготовлена друкована плата з перфорованими провідниками, контактними колодками та отворами свердленими. Скловолокно використовується як діелектрична основа. Необхідно задовольнити наступні умови:

1. Він має високу механічну стійкість при малій товщині.

3. Він має бути дуже хімічно та вологостійким.

4. Він мусить мати низьку проникність діелектричну.

2. Бути повинен гнучким та схильним до всіх видів вирізів.

6. Мати мінімальні діелектричні втрати в діапазоні частот, що використовуються для роботи.

5. Бути здатним до високої адгезії.



На цей момент використовується склопластиковий лист, що має товщину 35 мкм. Як шар провідний, обираємо мідь. Даний матеріал має провідні властивості, які необхідні. Також він має хорошу адгезію до ізоляційного матеріалу. Для схеми друкованої використовується метод комбінований. Згідно методу цього передбачено операції такі:

1. Вирізати заготовки.
2. Штампувати отвори в основі.
3. Підготувати заготовки поверхні.
4. Нанести фоторезист в якості сухої плівки.
5. Нанести лак для захисту.
6. Свердлими отвори.
7. Здійснити хімічне покриття міддю.
8. Зняти захисний лак.
9. Зробити напилення методом гальваніка.
10. Зробити електролітичне мідне покриття і нанести захисний шар.
11. Видалити фоторезист.
12. Протравити плату друковану.
13. Промити плату друковану.
14. Здійснити обробку механічну.

1. шляхом заготівельної роботи готуються всі необхідні електронні компоненти для використання в майбутньому.

Виконується персоналом, що займається комплектуванням обладнання.

2. Деталі монтуються і фіксуються вручну.

При такому виді виробництва можна застосувати верстати напівавтоматизовані.

3. Кріплення та механічне складання монтажних кабелів (мають на увазі перемички гнучкі), які потім підключаються до REC, які не входять в комплект вузла друкованого.

4. Паяти утримуючі ущільнювачі. Робиться автоматично: паяння хвилиною вручну, а мостів що гнуться, паяють електричним паяльником.

Паяння виконується матеріалами такими, тобто АТІ - 120 (флюс) та РС - 61 (припій).

5 Тест на механічний опір з'єднань, що спаяні, виконують на опорах спеціальних. Вони створюють вібрації, тиск та інші штучні фактори, які відповідають умовам роботи даного пристрою. Це роблять працівники, які навчені для керування спеціальними видами обладнання.

6. Правильність складання з'єднань візуально перевіряють. Роблять це середньокваліфіковані робітники.

7. Випробовування з'єднань на міцність електричну. Виготовляється на кронштейнах спеціально спроектованих. Його виконують середньокваліфіковані робітники. Після завершення цих двох процесів технічних отримують одиницю друковану для пристрою, що проектується.

#### 2.5.4 Кількісна оцінка технологічності одиниці друкованої

При оцінюванні кількісному виробничих потужностей розраховують комплексний показник виробничої потужності  $K$ , у якому враховується середнє значення субіндикаторів з урахуванням коефіцієнтів, що зображують їх значення при розрахунках.

На вузлі існує коефіцієнт використання мікросхем та мікрозборок:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{ере}}}, \quad (2.15)$$

де:  $H_{\text{імс}}$  – кількість мікросхем і мікрозборок у вузлі,  $H_{\text{імс}} = 2$ ;

$H_{\text{ере}}$  – кількість загальна електричних радіоелементів,  $H_{\text{ере}} = 62$ .

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{2}{62} = 0,03$$

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу  $K_{\text{а.м.}}$ . Коефіцієнт автоматизації та механізації системи  $K_{\text{а.т.}}$  можна визначити згідно формули:

$$K_{\text{а.м.}} = \frac{H_{\text{а.м.}}}{H_{\text{м}}}, \quad (2.16)$$

де:  $N_{a.m.}$  з'єднань = 77;

$N_M$  – кількість з'єднань кріплення вкупі,  $N_M = 123$ .

$$K_{Am.} = \frac{77}{123} = 0,62$$

Коефіцієнт механізації виробництва електричних радіоелементів  $K_{m.n.ere}$  можна визначити згідно формули:

$$K_{m.n.ere} = \frac{H_{m.n.ere}}{H_{ere}}, \quad (2.17)$$

де:  $N_{m.n.ere}$  - кількість електричних радіоелементів, які за допомогою автоматизованого методу чи механізованого методу готують до встановлення. Ці ЕРЕ включають такі, яким не потрібна підготовка до встановлення,  $N_{m.n.ere} = 47$ .

$$K_{m.n.ere} = \frac{62}{62} = 1$$

Коефіцієнт повторюваності електричних радіоелементів  $K_{повт.ere}$  визначити можна згідно такої формули:

$$K_{повт.ere} = 1 - \frac{H_{т.ere}}{H_{ere}} = 1 - \frac{30}{62} = 0,52 \quad (2.18)$$

де:  $N_{т.ere}$  – кількість розмірів радіоелементів електричних,  $N_{т.ere} = 30$ .

Коефіцієнт застосування радіоелементів електричних  $K_{заст.ere}$  визначити можна згідно такої формули:

$$K_{заст.ere} = 1 - \frac{H_{т.ор.ere}}{H_{т.ere}} = 1 - \frac{15}{30} = 0,5 \quad (2.19)$$

де:  $N_{т.ор.ere}$  – кількість видів розмірів електричних радіодеталей,  $N_{т.ор.ere} = 15$ .

Установочний розмірний коефіцієнт радіоелементів  $K_{вст.р.}$  визначити можна згідно такої формули:

$$K_{вст.р.} = 1 - \frac{H_{вст.р.}}{H_{ере}} = 1 - \frac{99}{62} = 0,59 \quad (2.20)$$

де:  $H_{вст.р.}$  – кількість видів розмірів для монтажу електричних радіодеталей.

Коефіцієнт прогресивності утворення форми деталей  $K_{\phi}$  визначити можна згідно такої формули:

$$K_{\phi} = \frac{D_{пр}}{D} = \frac{4}{4} = 1 \quad (2.21)$$

де:  $D_{пр}$  – кількість деталей механічних, для яких здійснено формування заготовок чи самих деталей за допомогою пресувань, штампувань, лиття, зварювання, спаювання тощо,  $D_{пр} = 4$ .

$D$  – кількість сукупна деталей у складі виробу.

Показники вищезазначені технологічні наведені в таблиці 2.1:

Таблиця 2.1 - Показники технологічні

/п	Показник технологічності	Позначення	Величина	фі
.	Коефіцієнт використання мікросхем і мікро зборок	Квик.і мс	0,03	1,000
	Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу	Ка.м.	0,62	1,000
	Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ.	Км.п.е ре	1	0,750
	Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ	Кповт. ере	0,52	0,500
	Коефіцієнт застосовуваності ЕРЕ	Кзаст. ере	0,5	0,310
	Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ.	Квст.р.	0,59	0,187
.	Коефіцієнт прогресивност формоутворення	К $\phi$	1	0,110

Визначено комплексний індекс технологічності згідно формули:

$$K = \frac{\sum K_i \varphi_i}{\sum \varphi_i} \quad (2.22)$$

$$K = \frac{0,03 + 0,62 + 0,75 + 0,26 + 0,15 + 0,11 + 0,11}{3,857} = \frac{2,03}{3,857} = 0,52$$

Оцінка рівня виробництва продукту визначається на основі співвідношення між розрахованим комплексним індексом  $K$  і комплексним нормативним показником  $K_n$ , який відображає реальний рівень виробничих можливостей підприємств з виробництва РЕА. Для виробленого приладу нашого  $K_n = 0,52$ .

Відношення  $K/K_n$  має відповідати наступним умовам:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.23)$$

Умову перевірити:

$$\frac{0,52}{0,5} = 1,04 \geq 1.$$

Ця умова виконана, тому конструкція носить технологічний характер.

2.5.5 Розробка та проектування технології маршрутно-операційної для збирання та встановлення виробу

Технологія маршрутно-операційна для збирання та встановлення описує послідовність операцій, що виконуються спочатку для виготовлення друкованого вузла, після для того, щоб скласти весь корпус пристрою. Виготовлено за спеціальною технологією, зображених на картках технологічних відповідно до відповідних вимог.

На технологічних картках також розраховується кількість матеріалів, що використовуються у виробництві, і час, витрачений на монтаж виробу.

Технологія маршрутно-операційна для збирання та встановлення одиниці друкованої включена у додатки кваліфікаційної роботи.

## 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 3.1 Опис принципу роботи схеми електричної принципової

Проектований пристрій призначений для підсилення сигналу НЧ частоти. Він не має високої вихідної потужності, являється не дуже великим по габаритних розмірах та споживає мало струму, що дуже добре показується на енергоефективності пристрою, оскільки на даний час розробники апаратури намагаються зробити так щоб пристрій споживав мало енергії,але при цьому видавав хороші результати.

Такого підсилювача буде досить для підсилення вихідного НЧ сигналу від мобільного телефону, бо зараз все більше в наше життя входять мобільні технології, а як нам відомо телефонне може видати великої потужності звуку, бо має обмеження в габаритах.

При малих розмірах не буде можливо відтворити хороший звук та потужність, тому для таких випадків було розроблено приймач на мікросхемі TDA1517.

Проектований пристрій має відносно просту схему, дешевизну конструкції, широкий асортимент застосовуваних комплектуючих.

Щоб керувати таким пристроєм не потрібно висококваліфікованих спеціалістів, для управління пристроєм нам потрібно лише підключити до нього джерело вхідного сигналу і потім увімкнути пристрій, та задати рівень гучності.

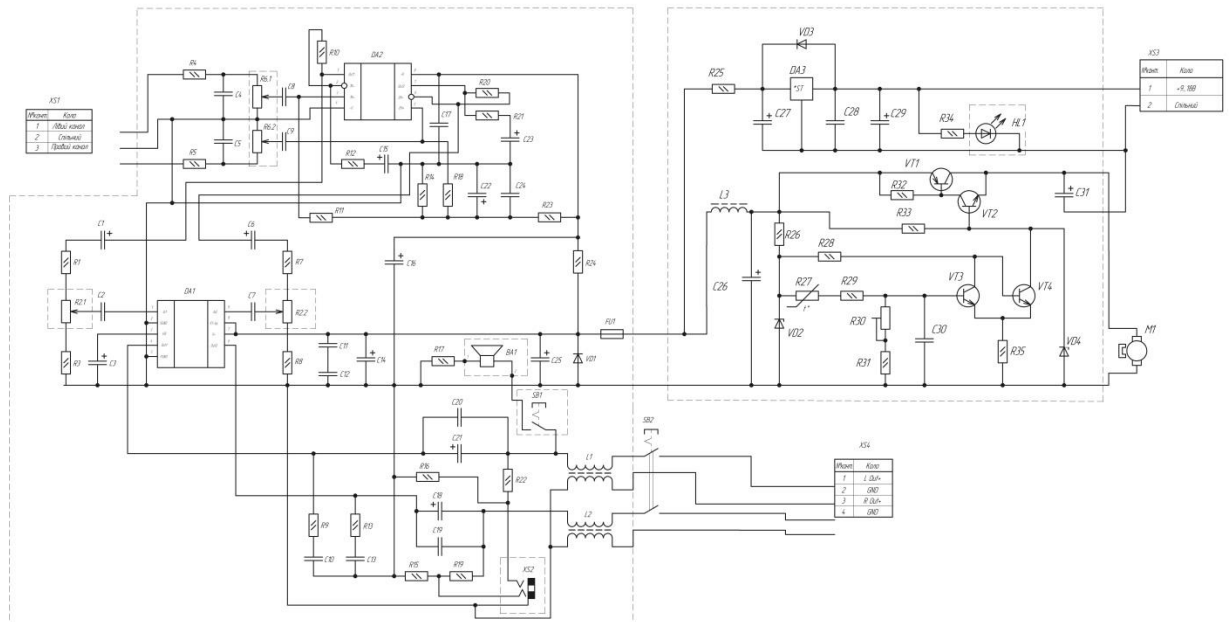


Рисунок 3.1 – Схема електрична принципова

Напруга звукової частоти від джерела стереосигналу надходить на регулятор гучності - здвоєний змінний резистор R6 - через захисні резистори R4, R5. Конденсатори C4, C5 запобігають проникненню на вхід підсилювача радіочастот, наприклад, від потужної радіостанції або мобільного телефонного апарату. З роторів змінного резистора звукові електричні сигнали надходять на неінвертуючі входи здвоєного операційного підсилювача DA2. Коефіцієнт підсилення DA2 залежить від співвідношення опорів резисторів B33 R12/R9 і R20/R21. Дільник напруги живлення на резисторах R11 і R23 створює «середню точку» для живлення ОП DA2. Резистор R24 і конденсатори C16, C17 - фільтр живлення DA2.

З виходів DA2 електричні сигнали через захисні резистори R1, R7 і розділові конденсатори C1, C6 надходять на регулятор стерео-балансу - змінний резистор R2. Наявність розділових конденсаторів C1, C6 запобігає протікання постійної складової через змінний резистор, що позитивно позначається на мінімізації власних шумів підсилювача. Напруга з роторів змінного резистора R2 через розділові конденсатори C2, C7 надходить на DA1 - здвоєний інтегральний ППЗЧ типу TDA1517, що працює в двотактному двоканальному режимі з однополярним живленням. Підсилені сигнали ППЗЧ з виходів DA1 через розділові конденсатори C18-C21, дроселі

L1, L2 і замкнуті контакти вимикача SB1 надходять на гнізда XS4, XS5, призначені для підключення акустичних систем.

При замкнутих контактах вимикача SB1 працює контрольна динамічна головка, резистор R17 обмежує подану на неї електричну потужність. До гнізда XS2 можна підключити головні стереотелефони, резистори R15, R16, R19 обмежують подану на них потужність, а також запобігають появі клацання при підключенні акустичних систем до працюючого підсилювача. Резистори R9, R13 і конденсатори C10, C15 запобігають самозбудження ППЗЧ на ультразвукових частотах.

Конденсатори C11, C12, C14, C25 - блокувальні по ланцюгу живлення ППЗЧ. Наявність двох послідовно включених керамічних конденсаторів C11, C12 збільшує їх пробивну напругу. Діод VD1 захищає підсилювач від пошкодження при переполюсовці напруги живлення, в цьому випадку спрацює полімерний самовідновлюючий запобіжник FU1.

Для отримання найбільшої вихідної потужності при неспотвореному вихідному сигналі, напруга живлення ППЗЧ бажано вибрати в інтервалі 17...18В. При напрузі живлення більше 18,5В робота мікросхеми DA1 блокується вбудованими в неї захисними засобами. Максимальна вихідна потужність для мікросхеми TDA1517 може досягати 6 Вт в кожному каналі.

### 3.2 Розрахунок надійності виробу, що проектується

Надійність - це здатність виробу до виконання своїх заданих функцій за певних умов експлуатації, зберігаючи при цьому значення основних параметрів у межах, які є заданими. Характеристикою надійності є низка розрахункових показників, найважливішими з яких є середній час роботи до відмови, інтенсивність відмов, та ймовірність роботи безвідмовної. Ймовірність зображує те, яка частина виробів із заданої кількості буде працювати бездоганно на протязі даного часу. Рівень відмов - це кількість відмов на одиницю, яка працює в даний момент часу. Середній час роботи до поломки виявляється при огляді значної кількості виробів. Чим вище, Кращу



надійність продукту показує більше значення ТСР. Розрахунок надійності проектованого виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD\_Release:

Таблиця 3.1 - Вихідні дані для розрахунку надійності

/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K_{\text{-сть}} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	11,52
2	Конденсатори керамічні	3	0,1	1,4	1,82
3	Напівпровідникові ІМС		1	0,03	0,06
4	Резистори ROYAL OHM-0,25	2	0,42	0,8	7,392
5	Резистори змінні	2	0,42	5	4,2
6	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
7	Дросель	2	0,1	1	0,2
8	Динамік		1	6,5	6,5
9	Перемикачі		1	0,5	1
10	Діоди випрямляючі	1	0,35	0,7	0,245
11	Гніздо	5	1	0,02	0,1
12	Плата друкована	1	1	0,1	0,1
13	Провідники та пайки навісні	2	1	0,02	0,04

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів.....1

Коефіцієнт впливу вологості і температури.....1

Коефіцієнт атомосферних впливів.....1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 3.3677e-005 1/год

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи P(t):

t = 10 год. P(t) = 0,999663

t = 100 год. P(t) = 0,996638

$t = 1000$  год.  $P(t) = 0,996884$

$t = 10000$  год.  $P(t) = 0,714073$

$t = 100000$  год.  $P(t) = 0,034469$

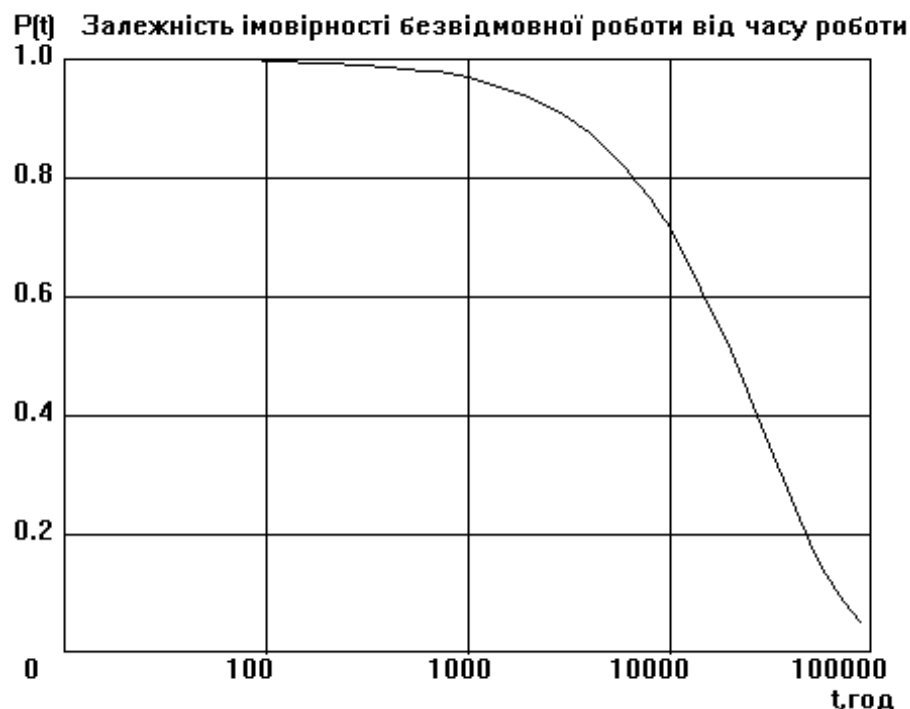


Рисунок 3.2 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Наробка на відмову становить 29694 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

### 3.3 Розробка технології ремонту, регулювання виробу

Налаштування схеми проводиться в наступному порядку. На рис.3.3 зображена схема ремонту підсилювача потужності на TDA1517.

Для перевірки роботи та налагодження пристрою використовуються такі елементи як вольтметр, омметр. За допомогою даних приладів перевіряються напруги та опори відповідних радіоелементів та визначається їх працездатність.

В цьому проектованому пристрої найчастіше може виникати несправність відсутності НЧ звукового сигналу на одному із вихідних

каналів. Ми розглянемо схему ремонту пристрою при відсутності сигналу на правому каналі.

Пошук причини несправності почнемо із перевірки наявності сигналу на роз'ємі XS1, якщо сигналу не виявлено, то це свідчить про обрив електричних провідників біля роз'єму, а якщо сигнал виявлено, то продовжуємо пошук перевіривши наявність сигналу на виводі 7 мікросхеми DA2, якщо на мікросхемі не буде присутній сигнал, то потрібно її замінити, бо вона несправна, або ще причиною може бути змінний резистор R6.

Продовжимо перевірку наявності сигналу на мікросхемі DA1, вивід 6, якщо сигнал буде відсутній, то причина в мікросхемі DA1. Дану мікросхему потрібно замінити і перевірити роботу пристрою, але якщо ж сигналу немає, то причина ховається в обриві котушки L2, яку потрібно добре пропаяти.

Для пошуку несправності підсилювача потужності на TDA1517 ми використали осцилограф, який добре підходить для проведення вимірювань.

Детальна схема пошуку несправності зображена на рисунку 3.3.

Попередніх налаштувань пристрій не потребує, оскільки немає елементів налаштування, є тільки змінний резистор для регулювання звуку, та змінний резистор для регулювання балансу.

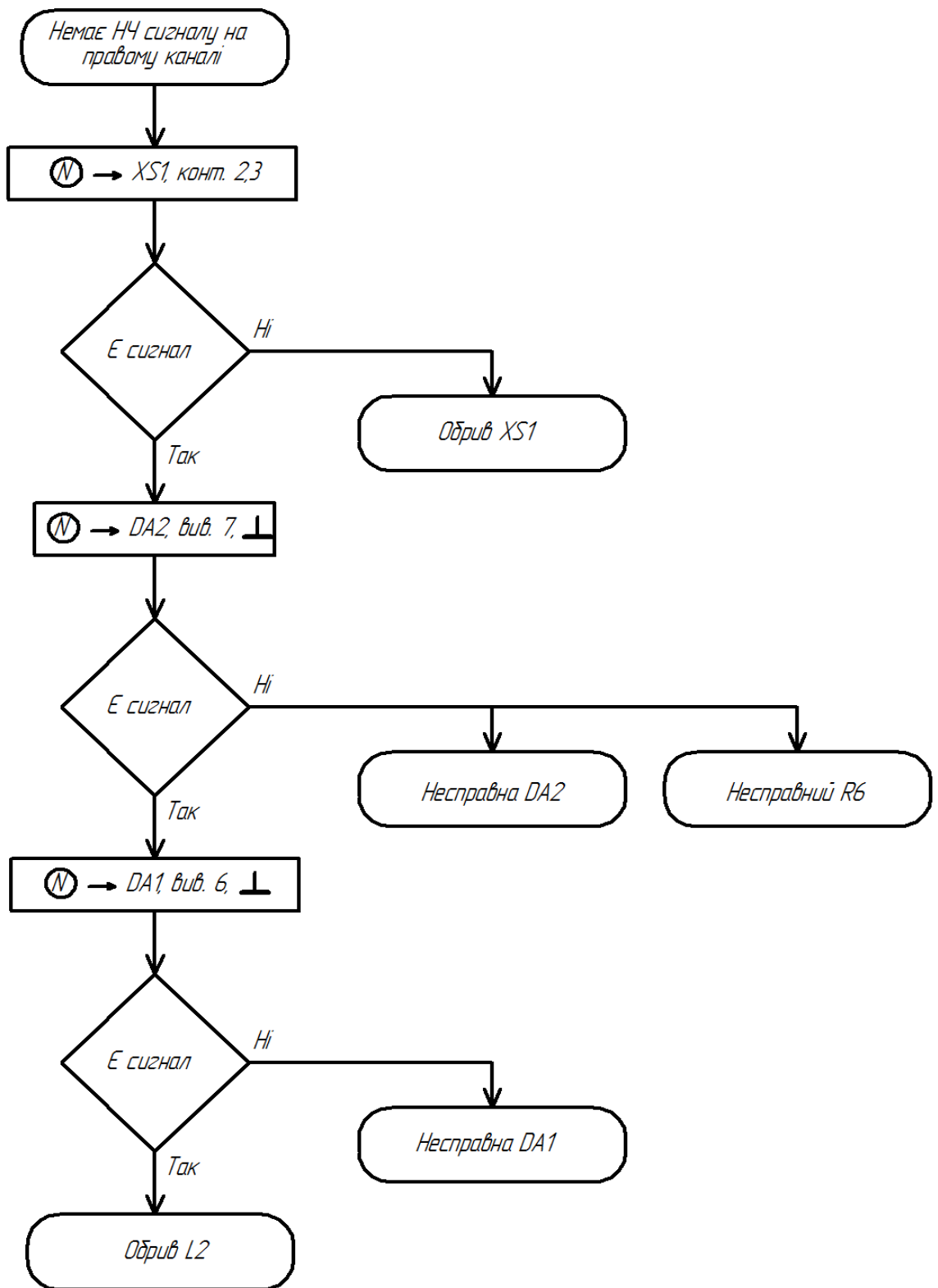


Рисунок 3.3 - Алгоритм пошуку несправності

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Вплив діяльності людини на довкілля

В умовах науково-технічного прогресу значно ускладнились взаємовідносини суспільства з природою. Людина отримала можливість впливати на хід природних процесів, підкорила сили природи, почала опановувати майже всі доступні відновні і невідновні природні ресурси, але разом з тим забруднювати і руйнувати довкілля.

За оцінкою Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), із більш ніж 6 млн. відомих хімічних сполук практично використовується до 500 тис. сполук; із них біля 40 тис. мають шкідливі для людини властивості, а 12 тис. є токсичними.

До початку ХХІ ст. забруднення навколишнього середовища відходами, викидами, стічними водами всіх видів промислового виробництва, сільського господарства, комунального господарства міст набуло глобального характеру і поставило людство на грань екологічної катастрофи.

Втручання людини у природні процеси різко зростає і може спричинити зміну режиму ґрунтових і підземних вод у цілих регіонах, поверхневого стоку, структури ґрунтів, інтенсифікацію ерозійних процесів, активізацію геохімічних та хімічних процесів у атмосфері, гідросфері та літосфері, зміни мікроклімату тощо. Сучасна діяльність, наприклад, будівництво гідротехнічних споруд, шахт, рудників, доріг, свердловин, водойм, дамб, деформація суші ядерними вибухами, будівництво гігантських міст, обводнення і озеленення пустель, та інші повсякденні аспекти діяльності людини, вже викликали значні видимі і приховані зміни довкілля.

Під забрудненням навколишнього середовища розуміють надходження в біосферу будь-яких твердих, рідких і газоподібних речовин або видів енергії (теплоти, звуку, радіоактивності і т.п.) у кількостях, що шкідливо впливають на людину, тварин і рослини як безпосередньо, так і непрямым шляхом. Безпосередньо об'єктами забруднення (акцепторами забруднених речовин) є основні компоненти екотопу (місце існування біотичного угруповання):

- атмосфера,
- вода,
- ґрунт.

Опосередкованими об'єктами забруднення (жертвами забруднення) є складові біогеоценозу:

- рослини,
- тварини,
- гриби,
- мікроорганізми.

Фахівці по різному класифікують забруднення природного середовища, в залежності від того, який принцип беруть за основу класифікації, зокрема - за типом походження, за часом взаємодії з довкіллям, за способом впливу. За просторовим поширенням (розміру охоплюючих територій) забруднення поділяють на:

- локальні забруднення характерні для міст, значних промислових підприємств, районів видобутку тих або інших корисних копалин, значних тваринницьких комплексів;

- регіональні забруднення охоплюють значні території й акваторії, що підлягають впливу значних промислових районів.

- глобальні забруднення частіше всього викликаються атмосферними викидами, поширюються на великі відстані від місця свого виникнення і створюють несприятливий вплив на крупні регіони, а іноді і на всю планету.

За джерелами виникнення забруднення поділяють на:

- промислові (наприклад, SO<sub>2</sub>);
- транспортні (наприклад, альдегіди вихлопів автотранспорту);
- сільськогосподарські (наприклад, пестициди);
- побутові (наприклад, синтетичні мийних засобів).

За типом походження:

- фізичні забруднення - це зміни теплових, електричних, радіаційних, світлових полів у природному середовищі, шуми, вібрації, гравітаційні сили, спричинені людиною.

- механічні забруднення - це різні тверді частки та предмети (викинуті як непридатні, спрацьовані, вилучені з вжитку).
- хімічні забруднення - тверді, газоподібні й рідкі речовини, хімічні елементи й сполуки штучного походження, які надходять - у біосферу, порушуючи встановлені природою процеси кругообігу речовин і енергії.
- біологічні забруднення - різні організми, що з'явилися завдяки життєдіяльності людства - бактеріологічна зброя, нові віруси (збудники СНІДу, коронавірусу, інших хвороб).

Джерела забруднення дуже різноманітні: серед них не тільки промислові підприємства і паливно-енергетичний комплекс, але і побутові відходи, відходи тваринництва, транспорту, а також хімічні речовини, які людина цілеспрямовано вводить до екосистеми для захисту корисних продуцентів і консументів від шкідників, хвороб і бур'янів.

Серед інгредієнтів забруднення - тисячі хімічних сполук, особливо важкі метали та оксиди, токсичні речовини та аерозолі. Різні джерела викидів можуть бути однаковими за складом і характером забруднюючих речовин.

Джерела забруднюючих речовин різноманітні, також багаточисельні види відходів і характер їхнього впливу на компоненти біосфери. Біосфера забруднюється твердими відходами, газовими викидами і стічними водами металургійних, металообробних і машинобудівних заводів. Величезної шкоди завдають водяним ресурсам стічні води целюлозно-паперової, харчової, деревообробної, нафтохімічної промисловості. Розвиток автомобільного транспорту призвів до забруднення атмосфери міст і транспортних комунікацій важкими металами і токсичними вуглеводнями, а постійне зростання масштабів морських перевезень викликало майже повсюдне забруднення морів і океанів нафтою і нафтопродуктами. Масове застосування мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин призвело до появи отрутохімікатів в атмосфері, ґрунтах і природних водах, забрудненню біогенними елементами водойм, водотоків і сільськогосподарської продукції (нітрати, пестициди і т.п.). В процесі експлуатації хімічних заводів і теплових електростанцій також утворюються величезні кількості твердих відходів (недогарок, шлаки, золи і

т.п.), що складуються на великих площах, вчиняючи негативний вплив на атмосферу, поверхневі і підземні води, ґрунтовий покрив (пилування, виділення газів і т.п.).

#### 4.2 Опис принципу дії системи пожежогасіння, яка використовується на ділянці підприємства

Для гасіння можливої пожежі, яка може виникнути на ділянці, що виробляє вироби, описані у кваліфікаційній роботі, передбачають систему протипожежного водопостачання.

Система протипожежного водопостачання - це комплекс інженерно-технічних пристроїв, що виконують важливу роль у забезпеченні пожежної безпеки об'єктів та населених пунктів.

Під протипожежним водопостачанням розуміють таке водопостачання, коли вода подається цілодобово і у такій кількості, яка необхідна для гасіння пожеж ззовні та всередині будівель і споруд.

Водопроводи розраховують на безперервну подачу води для виробничих, господарських та протипожежних потреб, іноді проектують спеціальні протипожежні водоводи. У деяких випадках допускається зберігання пожежного об'єму води у спеціальних резервуарах чи відкритих водоймах.

Протипожежні потреби складаються з розрахункових витрат води на зовнішнє пожежогасіння через гідрант і внутрішнє пожежогасіння через пожежні кран-комплекти, спринклерні, дренчерні та інші системи та установки пожежогасіння.

Водопроводи протипожежного призначення не проектується у виробничих будівлях I та II ступенів вогнестійкості з виробничими категоріями за пожежною небезпекою Г і Д незалежно від їх об'єму і у будівлях III ступеня вогнестійкості тієї ж пожежної небезпеки, але за умови, що їх об'єм не перевищує 1000 м. В нормативних документах (БНіП) визначені умови, за яких влаштування водопроводів протипожежного призначення у будівлях є обов'язковим.



Для отримання води з мережі на протипожежні потреби у колодязях встановлюють підземні або наземні пожежні гідранти, як правило за кільцевою системою, яка дозволяє у випадку аварії гідранта з одного боку магістралі подавати воду з іншого. До цехів або приміщень, що розташовані окремо, прокладають тунельні водопровідні лінії.

Пожежні гідранти на території підприємства встановлюють уздовж доріг та проїздів на розрахунковій відстані один від одного, але не далі 150 м та педалі як за 5 м від стін виробничого приміщення й поблизу перехрестя доріг. При встановленні гідрантів поза проїжджою частиною їх розташовують не далі як за 2 м від її краю. На стіні будівлі, біля місця розміщення гідранта, вивішують знак, який освітлюється у нічну пору доби. Протипожежний трубопровід має забезпечувати тиск не менше як 4 атм і не більше як 10 атм при витраті води не менш як 5 л/с.

Для надання струменю води необхідного напрямку, збільшення дальності дії і розпилення використовують ручні й лафетні стволи. Дальність струменя води залежить від параметрів ствола і тиску. Лафетні стволи призначені для отримання потужних водяних струменів. Живлення лафетних стволів здійснюється по 2-4 пожежних рукавах. Для надання струменю дальності й циліндричної форми служать насадки стволів, а для отримання конуса дрібно розпленої води - застосовують стволи різних конструкцій.

Від мережі зовнішнього водопроводу живиться також внутрішній протипожежний водопровід з одним або двома вводами і внутрішніми пожежними кран-комплектами, які розміщуються у коридорах або сходових клітках на висоті 1,35 м від підлоги. Кран-комплект закривається у шафу і обладнується пожежним рукавом довжиною 20 м і пожежним стволом. На дверцятах шафи має бути позначка ПК з номером. Відстань між внутрішніми кран-комплектами залежить від довжини пожежного рукава, дальності дії струменя води та кількості необхідних пожежних струменів.

## ВИСНОВКИ

Згідно завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра було розроблено конструкцію підсилювача потужності на TDA1517

Проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації.

Виріб проектувався з врахуванням сучасних вимог економічного, естетичного, конструктивно-технологічного характеру, норм дизайну та ергономіки.

Пристрій є досить простий у виготовленні, зручний в експлуатації та ремонті.

З проведених розрахунків кількісної оцінки технологічності видно, що конструкція даного пристрою є повністю технологічною і відповідає існуючому рівню технологічності на підприємствах по випуску подібної РЕА.

Використання сучасної елементної бази дозволило зменшити його габарити і масу.

Технологічний процес виготовлення проектованого виробу достатньо простий, більшість операцій піддаються автоматизації і механізації. Це позитивно впливає на зменшення затрат по оплаті праці, підвищує її продуктивність, позитивно впливає на собівартість готової продукції.

Пристрій повністю пристосований для малосерійного виробництва з можливим переходом підприємства на його серійний випуск.

Розповсюдженість і широке практичне застосування вибраних елементів значно полегшує ремонт проектованого виробу.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки по виконанню електричних розрахунків каскадів радіоелектронної апаратури - ТК ТДТУ, 2014р.
2. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТК ТДТУ, 2014р.
3. Москатов Є.А. Справочник по полупроводниковым приборам. Издание 2-е, Таганрог, 219с.
4. Надійність технічних систем: Довідник / Ю.К. Беляєв, В.А. Богатирьов і ін.; під ред. И.А. Ушукова. – М.: Радіо й зв'язок, 1985. – 608с.
5. Нелюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів: Підручник: – Н – 40 Харків: Компанія СМІТ, 2005. – 592 с.
6. Перебаскин А.В. Маркировка электронных компонентов. Изд. 9-е, Издательский дом . “Додэка”, 2004. – 208с.
7. Хаванов А.В. Краткий справочник по электронике. Изд. 2-е, испр. – М. 416с.
8. Широков А.М. Надійність радіоелектронних пристроїв. – М.: Высш.шк., 1972. –235с.
9. <https://www.chipdip.ru/product/elc10d101e> [www.cityradio.narod.ru](http://www.cityradio.narod.ru).
10. <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> [www.radio-portal.ru](http://www.radio-portal.ru). [www.vprl.ru](http://www.vprl.ru).
11. <http://www.platan.ru/shop/part/PBS-4.html>.
12. <http://www.rct.ru/catalog/box-header-connector/pbs-4.html>.
13. <http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/FUSE-RFTQ.pdf>.
14. <https://ru.mouser.com/ProductDetail/Texas-Instruments/MC34063AP/?qs=paYhMW8qfiu1umxNjP0GEg%3D%3D>.

### Перелік стандартів

1. ГОСТ 2.105-79 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам
2. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.

ДОДАТКИ