

АНОТАЦІЯ

Темою дипломного проекту є розробка конструкції потужного підсилювача потужності звуку, розраховано його основні технічні параметри, проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації та показники собівартості.

У спеціальній частині дипломного проекту розкрито призначення, область застосування та технічні вимоги до проєктованого радіопристрою, 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.

У економічній частині дипломного проекту розрахована вартість основних та допоміжних матеріалів для виготовлення радіопристрою, розрахована собівартість пристрою, та складена таблиця техніко- економічних показників.

У розділі охорона праці розкрито матеріальне і моральне відшкодування за нещасний випадок і профзахворювання, вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні виробу, способи гасіння пожеж.

Пояснювальна записка даного дипломного проекту становить **..** листів формату А4.

Графічна частина становить чотири листи формату А2 та два листи А2, а також плакат.

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

В графічну частину входять такі креслення:

- схема електрична принципова;

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- схема електрична структурна;
- робоче креслення плати друкованої;
- технологічна схема ремонту;
- складальне креслення друкованого вузла;
- складальне креслення корпусу.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Транзисторний моно підсилювач звуку призначений для підсилення з досить великою потужністю. Дуже часто його використовують також в машинах, підключають до сабвуфера.

Проектований пристрій призначений для підсилення звукових частот до заданого рівня, при відповідності вимогам їх параметрів. Призначення підсилювача звукових частот в кінцевому підсумку полягає в отриманні на заданому опорі кінцевого навантажувального пристрою, колонки, сигнал необхідної потужності. Сучасні підсилювачі звукових частот виконуються переважно на мікроконтролерах і мікросхемах, польових та біполярних транзисторах в дискретному і інтегральному виконанні. Переважно транзисторні каскади використовують в якості підсилення сигналу.

Експлуатується цей пристрій в середині приміщення отже зміни температури будуть незначними. Опираючись на це можна не використовувати елементну базу з високими показниками стабільності.

Прилад живиться від мережі 220В та є стаціонарним, тому не потребує додаткового захисту ЕРЕ від вібрацій та ударів.

Електроніка являє собою найбільш популярну галузь науки і техніки. Вона вивчає фізичні основи і практичне застосування різних електронних приладів. До фізичної електроніці відносять: електронні та іонні процеси в газах і провідниках. На поверхні розділу між вакуумом і газом, твердими і рідкими тілами. До технічної електроніці відносять вивчення пристрою електронних приладів та їх застосування. Область присвячена застосуванню електронних приладів у промисловості називається Промислової Електронікою.

Успіхи електроніки в значній мірі стимульовані розвитком радіотехніки. Електроніка та радіотехніка настільки тісно пов'язані, що в 50-і роки їх об'єднують і цю область техніки називають Радіоелектроніка. Радіоелектроніка сьогодні це комплекс галузей науки і техніки, пов'язаних з

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проблемою передачі, прийому і перетворення інформації за допомогою електромагнітних коливань і хвиль в радіо і оптичному діапазоні частот. Електронні прилади служать основними елементами радіотехнічних пристроїв і визначають найважливіші показники радіоапаратури. З іншого боку багато проблем в радіотехніці призвели до винаходу нових і удосконалення діючих електронних приладів. Ці прилади застосовуються у радіозв'язку, телебаченні, під час запису і відтворенні звуку, в радіолакації, в радіонавігації, в радіотелеуправленні, радіовимірювань та інших областях радіотехніки.

Сучасний етап розвитку техніки характеризується все зростаючим проникненні електроніки в усі сфери життя і діяльності людей. За даними американської статистики до 80% від обсягу всієї промисловості займає електроніка. Досягнення в галузі електроніки сприяють успішному вирішенню складних науково-технічних проблем. Підвищенню ефективності наукових досліджень, створенню нових видів машин і устаткування. Розробці ефективних технологій і систем управління: отриманню матеріалу з унікальними властивостями, удосконалення процесів збору та обробки інформації. Охоплюючи широке коло науково-технічних і виробничих проблем, електроніка спирається на досягнення в різних галузях знань. При цьому з одного боку електроніка ставить завдання перед іншими науками і виробництвом, стимулюючи їх подальший розвиток, і з іншого боку озброює їх якісно новими технічними засобами і методами дослідження.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення.....220В;
2. Діапазон робочих температур.....-10...+30°C;
3. Кількість каналів.....1;
4. Опір навантаження.....4/8Ом;
5. Номінальна потужність 200Вт;
6. Габаритні розміри.....210*161*160мм;
7. Маса.....0,9кг;

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Даний прилад живиться напругою ~220-240В. Після чого напруга поступає на понижувальний трансформатор та випрамляч. Після випрамляча випрямлена напруга надходить на попередній та вихідний каскади. Також прилад має вхід та вихід навантаження.

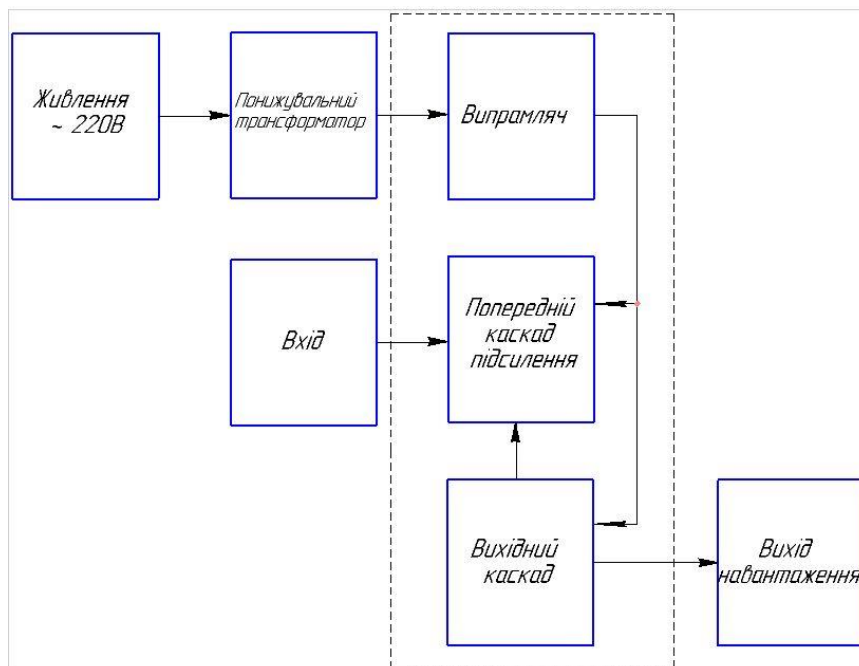


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Цей підсилювач повністю симетричних від входу до виходу, вся схема зібрана на комплементарних парах. Вихідний каскад підсилювача працює в класі АВ.

Всі характеристики високоякісного транзисторного підсилювача класу АВ розряду HI-FI високої потужності зведено в таблиці 1. Один із найважливіших параметрів – нелінійні спотворення, при 2/3 від максимальної потужності складає 0,04 %, при максимальній же потужності 0,08-0,1% - це і дозволяє віднести цей підсилювач до розряду HI-FI досить високого рівня.

Таблиця 2.1 – Залежність вихідної потужності від напруги і навантаження

Параметр	Навантаження		
	8Ом	4Ом	2Ом(міст 4 Ом)
Макс. напруга живлення,В	65	60	40
Макс.вихідна потужність,Вт при спотвореннях до1% і напругах живлення:			
30	40	85	170
35	60	120	240
40	80	160	320
45	105	210	Не включати!
50	135	270	Не включати!
55	160	390	Не включати!
60	200	Не включати!	Не включати!
65	240	Не включати!	Не включати!
Коефіцієнт підсилення	28		
Нелінійні спотворення,%(при 2/3 від макс. Потужності	0.04		
Швидкість наростання вих. сигналу не менше, В/мкс	50		
Вхідний опір	27		

Вихідний каскад підсилювача працює в класі АВ, завдяки цьому на виході отримуємо мінімальний рівень нелінійних спотворень для підсилювачів такого класу. У схемі два вихідних каскади, які побудовані на комплементарних парах 2SC5200 + 2SA1943.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Емітерні резистори служать додатковим захистом для вихідного каскаду, вони підбираються з потужністю в 5 Ватт.

VD2, VD3 стабілітрони на 15 вольт. Вони забезпечують потрібну напругу для живлення диференціальних каскадів підсилювача (саме в цьому каскаді «утворюється звук»).

R15* — підлаштувальний резистор, яким регулюють струм спокою вихідного каскаду.

Резистори R4 і R13 забезпечують струмогасіння, без них враз полетять стабілітрони, а разом з ними і весь диференціальний каскад. Номінал цих резисторів потрібно підібрати виходячи від напруги живлення.

Резистори R3 і R6 – обмежуючі резистори, що потрібні для параметричного стабілізатора напруги, зібраного на стабілітронах VD2 і VD3. Номінали напруги залежать від напруги живлення підсилювача, чим менша напруга живлення, тим менші номінали цих резисторів

R14 – його номінал визначає коефіцієнт підсилення підсилювача.

C14 – шумоподавляючий конденсатор.

C20-C21 – служать для зменшення швидкодії підсилювача, оскільки без них наростання вихідного сигналу занадто велике і підсилювач стає схильним до самозбудження.

C10, C13 – електролітичні конденсатори для параметричного стабілізатора напруги.

C22, C23 – служать для згладжування живлення підсилювача напруги.

C25, C26 – необхідні для фільтрації живлення самого підсилювача.

VT6 – служить для теплової компенсації струму спокою кінцевого каскаду.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів.

Компонування РЕА – це частина процесу конструювання під час якого визначається форма, габаратні розміри всього апарату, а також взаємне розміщення окремих вузлів, деталей і блоків. Від якості компонування в значній мірі залежать технічні, технологічні і експлуатаційні характеристики виробу, а також його надійність, зовнішній вигляд.

У процесі компонування необхідно дотримуватись таких вимог:

1) Між окремими вузлами, приладами і блоками повинні бути відсутні помітні паразитні, електричні взаємозв'язки, що впливають на технічні характеристики виробу.

2) Теплові і механічні впливи елементів конструкції не повинні значно погіршувати їх технічні характеристики.

3) Взаємне розміщення елементів конструкції повинно забезпечити технологічність складання і монтажу з врахуванням використання автоматів і напівавтоматів. Легкий доступ до деталей для контролю, ремонту і обслуговування.

4) Розміщення і конструкція органів управління та лічильних пристроїв повинні забезпечити максимальну зручність для оператора.

5) Виріб повинен задовольняти вимогам технічної естетики.

6) Габарити і маса виробу повинні бути мінімальні.

Крок установки інтегральних мікросхем визначається необхідною щільністю компоновки, температурними режимами роботи компонентів на платі, методом розробки топології плати (ручна, машина), типом корпусу і складністю електричної схеми. Рекомендований крок установки ІМС 2,5 мм.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для друкованого вузла виконуємо наступні вимоги компоновання: забезпечимо оптимальну щільність розміщення компонентів, виключимо помітні паразитні електричні взаємозв'язки, що погано впливають на технічні характеристики виробу.

Електрорадіоелементи мають штиреві виводи, отже, їх встановлюємо в отвори друкованої плати, загинаємо виводи під кутом $30^{\circ} \pm 2^{\circ}$, обрізаємо в межах контактних площадок і запаюємо методом пайки «хвилею припою».

ІМС з выводами розташовуємо з одного боку друкованого вузла, тому що монтаж штирковими выводами проводиться в наскрізні отвори, причому кінці выводів виступають на зворотну сторону плати. Корпус ІМС міцно утримується на платі запаяними выводами і витримує практично будь-які механічні дії.

При розміщенні електрорадіоелементів на друкованій платі необхідно враховувати наступне:

- 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.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус використовується для захисту внутрішніх компонентів приладу від попадання пилу, сонячного проміння і вологи, а також для захисту від ураження електричним струмом користувача, коли той буде проводити певні маніпуляції із пристроєм. Взагалі корпус являється досить важливою складовою пристрою, оскільки в середині нього кріпляться всі вузли і елементи.

Корпус проектного приладу виготовлятиметься із металу оскільки містить радіоелементів, які будуть сильно нагріватися, тому є потреба в додатковому розсіюванні тепла, яке значно підвищується використавши в якості матеріалу для корпусу сталь, алюміній або інший тим металу.

Даний виріб складається з корпусу, друкованого вузла та трансформатора та гнізд підключення. У нижній кришці корпусу кріпиться друкований вузол та трансформатор за допомогою гвинтів та шайб. До нижньої кришки кріпиться також шнур мережевий та гнізда. До верхньої кришки нічого не кріпиться.

У верхній кришці корпусу є багато продовгуватих отворів для покращення відведення тепла від друкованої плати за межі корпусу.

Між собою кришки з'єднуються за допомогою вісьми гвинтів. Оскільки всі електрорадіоелементи змонтовані на друкованій платі, то і кріпитися їм до корпусу додатково не потрібно. При збиранні корпусу нижня кришка кріпиться до верхньої кришки за допомогою вісьми 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.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Під час вибору елементної бази для проєктованого виробу основними критеріями слід вважати, наступні вимоги для дипломного проєктування це:

- відповідність номіналів елементів вказаних в схемі електричній принциповій;
- наявність даних елементів на виробництві;
- технічні вимоги поставлені до конструкції;
- економічна вигода;
- універсальність радіоелементів;
- стабільність параметрів;
- мінімальна кількість розмірів корпусів.

В проєктованому виробі була використана сучасна елементна база.

При виборі елементів враховувалося співвідношення між ціною

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

радіоелемента та його технічними характеристиками, а також забезпечення необхідних електричних параметрів та надійності в діапазоні температур, вологості та механічних впливів.

Виходячи із цих умов, вибираємо наступні електрорадіоелементи:

Електролітичні конденсатори b41828- C5, C9, C15, C17, C10, C13, C18, C19, C25, C26 використовуютьс для фільтрації та в якості фільтрів. Серія конденсаторів b41828 (рисунок 2.1) – алюмінієві електролітичні конденсатори, загального застосування. Особливостями серії є зменшені розміри, висока надійність і стійкість до великих пульсацій струму.

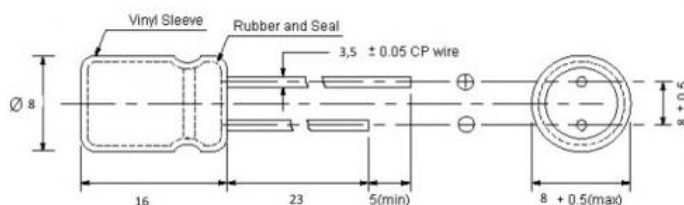


Рисунок 2.1– Габаритні розміри конденсатора серії b41828

Технічні характеристики конденсатора серії b41828:

- діапазон робочих напруг.....25В;
- діапазон робочих температур.....-40...+85°C;
- відхилення ємності від номінального значення.....±20%;
- тангенс кута втрат.....0,16%.

Конденсатори b37979 (C20...C22, C14, C29, C11, C12, C27, C28, C6, C16, C23, C24) відносяться до розряду низьковольтних конденсаторів із застосуванням у внутрішній конструкції неорганічного діелектрика. Використовуються як роздільні конденсатори та згладжування живлення.

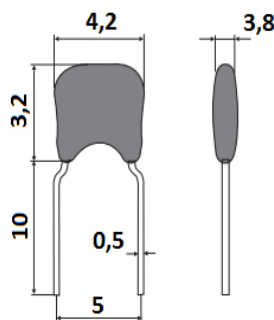


Рисунок 2.2 – Габаритні розміри конденсатора b37979

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

Технічні характеристики конденсатора b37979:

- робоча напруга.....50В;
- відхилення ємності від номінального значення.....±10%;
- інтервал робочих температур.....-60...+125°C;
- відносна вологість.....до 98%;
- термін збереження.....12 років.

Металізовані плівкові конденсатори мають майже необмеженою можливістю самовідновлення. Таким чином, можливість короткого замикання практично виключається. Конденсатори стійкі до великих імпульсним струмів, високому рівню пульсацій і мають великий термін служби.

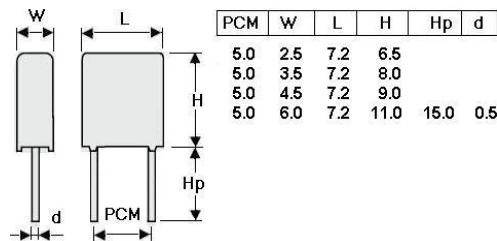


Рисунок 2.3 – Габаритні розміри конденсатора B32529C1102J000

Технічні характеристики:

- Робоча напруга змінна, В63;
- Робоча напруга постійне, В 100;
- Номінальна ємністю 1000;
- Одиниця виміру пФ;
- Допуск номінальної ємності,%5;
- Робоча температура, С-55 ... 100;
- Відстань між висновками F, мм5;
- Висота корпусу H, мм6.5;
- Товщина корпусу T, мм2.5;
- Довжина корпусу L, мм7.2.

В схемі застосовується котушка індуктивності B82141A1333K000 "Epcos", для придушення перешкод, згладжування биття, накопичення

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергії, обмеження змінного струму, в резонансних (коливальний контур) і частотно-виборчих ланцюгах, як елементи індуктивності штучних ліній затримки з зосередженими параметрами, створення магнітних полів, датчиків переміщень і так далі.

Таблиця 2.2 Технічні характеристики котушки індуктивності

Виробник	EPCOS
Детальний опис	33μН Неекранований індуктор дроту 300 мА 1,12 Ом Макс
серії	SBC
Робоча температура	-55 ° С ~ 125 ° С
Тип кріплення	Через отвір
Розмір / розмір	0,118 дюймів x 0,268 дюйма (3,00 мм x 6,80 мм)
Тип	Дріт
Безперервна оцінка екранування	300мА Неекранований
толерантність	± 10%
Пакет / касета	Осьовий
індуктивність	33μН
Q @ Частота	55 @ 2.52 МГц
Матеріал - ядро	Феррит
Опір постійного струму (DCR)	1,12 Ом Макс
Частота - Незалежний резонанс	10 Гц
Частота індукції - тест	2.52 МГц

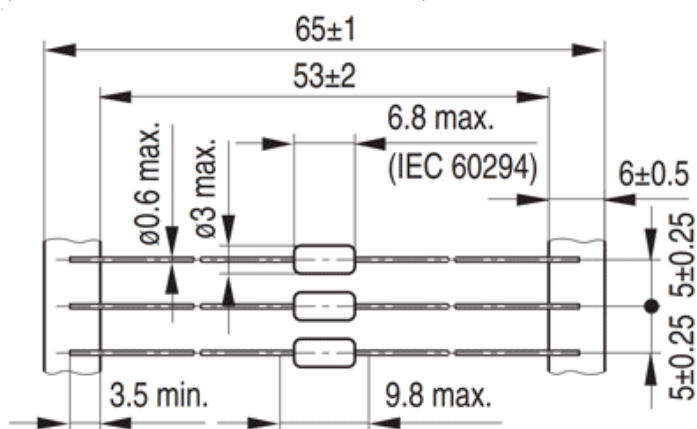


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри котушки індуктивності B82141A1333K000

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

Постійні недротяні неізолювані резистори R1...R14, R16...R32, MFP "Yageo" (рисунок 2.5) загального застосування призначені для роботи в колах постійного, змінного та імпульсного струму.

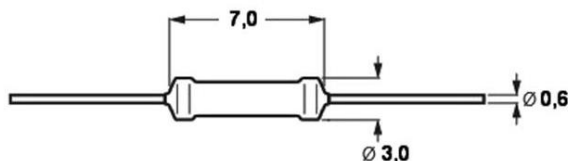


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри резистора MFP "Yageo"

Технічні характеристики резистора MFP "Yageo":

- номінальна потужність.....0,125Вт;
- відхилення опору від номінального значення.....±5%;
- діапазон робочих температур.....-55...+125°C;
- максимальна робоча напруга.....250В.

У апарат входить підстроювальний резистор R15 -3296P-1-102LF (рисунок 2.6) для регулювання струму спокою вихідного каскаду.

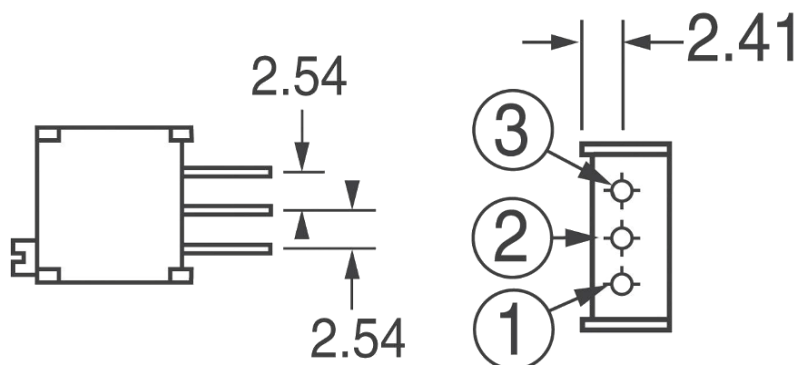


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри резистора 3296P-1-102LF

Технічні характеристики резистора 3296P-1-102LF -1 кОм :

- номінальна потужність.....0,5Вт;
- діапазон відхилення від номінального опору.....±20%;
- максимальна робоча напруга.....500В;
- кількість оборотів.....25;
- діапазон робочих температур.....-65...+150°C.

Стабілітрони VD2-VD3-1N5352BRLG кремнієві, планарні, потужністю 5 Вт. Призначені для стабілізації номінального напруги 12 В в діапазоні струмів стабілізації 0,25 ... 21 мА. Випускаються в скляному корпусі з гнучкими висновками. Для позначення полярності стабілітрона використовується умовна маркування - кільцева смуга з боку катодного виводу.

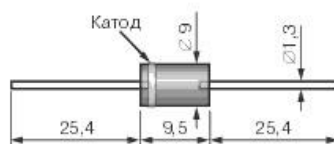


Рисунок 2.7 – Габаритні розміри стабілітрон-1N5352BRLG

Технічні характеристики:

Потужність розсіювання, Вт5;
 Мінімальна напруга стабілізації, В.....14.25;
 Номінальна напруга стабілізації, В.....15;
 Максимальна напруга стабілізації, В.....15.75;
 Статичний опір $R_{ст.}$, Ом.....2.5;
 при струмі $I_{ст.}$, мА75;
 Мінімальний струм стабілізації $i_{ст.мин.}$, мА.....75;
 Максимальний струм стабілізації $i_{ст.макс.}$, мА.....315;
 Робоча температура, С.....-65 ... 200;
 спосіб монтажув отвір;
 корпус.....do201.

2KBP10M-E4 / 51-VD1 є 4-контактним однофазним скляним пасивованим мостовим випрямляючим діодом з високою здатністю до перенапруги і ідеальним для друкованих плат. Це загальне призначення для випрямлення повний хвилі АС / DC моста для побутової техніки, офісного обладнання та телекомунікаційних додатків

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

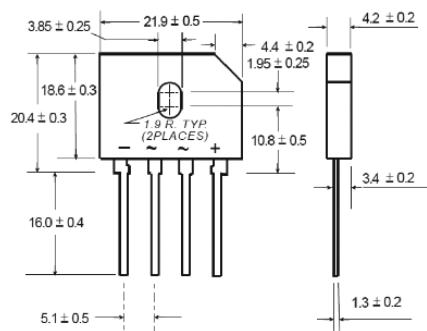


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри діодного моста 2KBP10M-E4

Технічні характеристики:

- Максимальна постійна зворотна напруга, В.....1000;
- Максимальна імпульсна зворотна напруга, В.....1000;
- Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм, А.....2;
- Максимальний допустимий прямий імпульсний струм, А.....60;
- Максимальний зворотний струм, мкА.....10;
- Максимальна пряма напругу, В.....1;
- Робоча температура, С.....-40 ... + 150;
- спосіб монтажу.....в отвір;
- корпус.....d-44;
- кількість фаз.....1.

BD139-VT6 від STMicroelectronics є наскрізним транзистором низької напруги NPN в пакеті TO-126 (SOT-32). Цей пристрій виготовлено в епітаксіальній плоскій технології. Використовується для аудіо підсилювачів і драйверів, що використовують додаткові або квазідодаткові схеми.

Колектор до напруги випромінювача (VCE) 80V. Колектор струму (Ic) 1.5A. Power розсіювання (Pd) 12.5W. Collector для емітера насичення напруги 500mV при 0.5A колектора current. DC струму посилення (hFE) 25 при 0,5 А струму колектора. Температура робочого переходу від 150 ° C

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

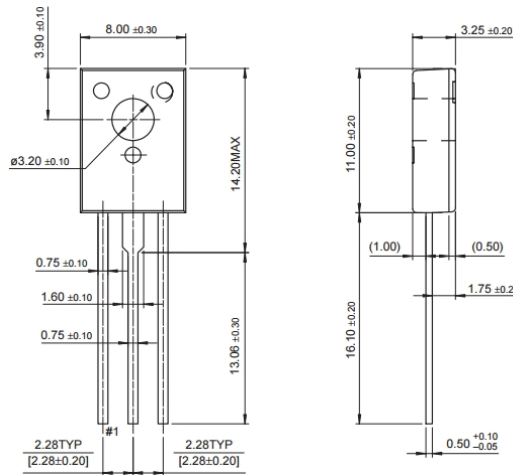


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри транзистора BD139

Технічні характеристики:

- структура nnp;
- Макс. напр. к-б при заданому зворотному струмі до і розімкненої ланцюга е. ($U_{кб0 макс}$), В 100;
- Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкненої ланцюга б. ($U_{ке0 макс}$), В..... 80;
- Максимально допустимий струм до ($I_{к макс.}$) 1;
- Статичний коефіцієнт передачі струму h_{21e} хв 63;
- Гранична частота коефіцієнта передачі струму $f_{гр}$. МГц 190;
- Максимальна потужність, що розсіюється, Вт 8;
- корпус to126.

NPN транзистори 2N5551BU - VT1, VT3 розроблені для високовольтних підсилювачів загального застосування і драйверів газорозрядних дисплеїв.

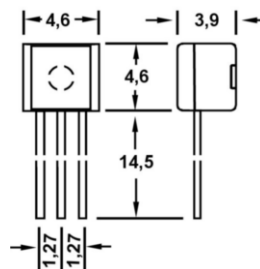


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри транзистора 2N5551BU

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

Технічні характеристики:

- Напруга насичення колектор-емітер..... 0.5 В;
 Напруга емітер-база6 В;
 Робочі частоти:100 - 300 МГц;
 Вихідна ємність6 пФ;
 Шум (слабосигнальних ланцюга)8 дБ;
 структураnpn;
 Макс. напр. к-б при заданому зворотному струмі до і розімкненої ланцюга е. (Uкбо макс), В180;
 Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкненої ланцюга б. (Uкео макс), В160;
 Максимально допустимий струм до (Iк макс.)0.6;
 Статичний коефіцієнт передачі струму h21е хв50;
 Гранична частота коефіцієнта передачі струму fгр.МГц100;
 Максимальна потужність, що розсіюється, Вт0.35;
 корпусto92.

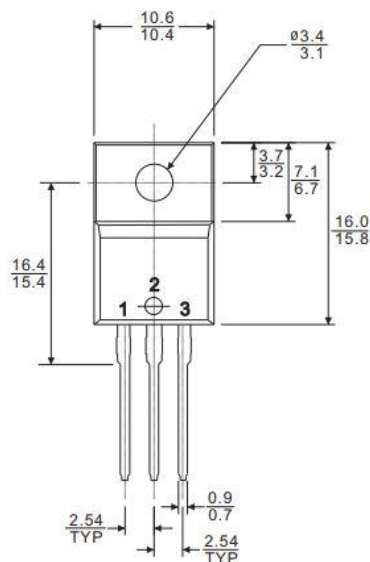


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри транзистора 2SA183

Технічні характеристика:

- Тип матеріалу:Si;
 Полярність:PNP;

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальна потужність, що розсіюється (P_c):20 W;
 Максимально допустима напруга колектор-база (U_{cb}):230 V;
 Максимально допустима напруга колектор-емітер (U_{ce}):230 V;
 Максимально допустима напруга емітер-база (U_{eb}):5 V;
 Максимально постійний струм колектора (I_c):..... 1 A;
 Гранична температура PN-переходу (T_j):150 ° C;
 Гранична частота коефіцієнта передачі струму (f_t):70 MHz;
 Ємність колекторного переходу (C_c):..... 30 pf;
 Статичний коефіцієнт передачі струму (h_{fe}):..... 100;
 Корпус транзистора:TO220.

Транзистор 2SA1943 структури PNP призначений для роботи в високоякісних (Hi-Fi) підсилювачах низької частоти спільно з комплементарною парою 2SC5200.

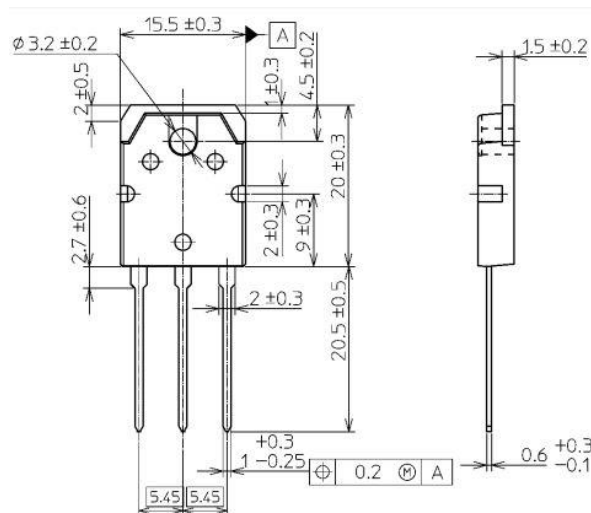


Рисунок 2.12– Габаритні розміри транзистора 2SA1943-O(Q)-VT9,VT11,VT13

Технічні характеристики:

структура pnp;
 Макс. напр. к-б при заданому зворотному струмі до і розімкненої ланцюга е. ($U_{кбо макс}$), В230;
 Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкненої ланцюга б. ($U_{кео макс}$), В230;
 Максимально допустимий струм до ($I_{к макс.}$)17;

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Статичний коефіцієнт передачі струму h_{21e} хв160;
 Гранична частота коефіцієнта передачі струму $f_{гр.МГц}$ 30;
 Максимальна потужність, що розсіюється, Вт150;
 корпусto3р.

Транзистори 2SC4793-VT7, VT8 кремнієві, планарні, структури n-p-n, підсилювальні. Призначені для застосування в високоякісних підсилювачах звукової частоти. Маркування транзистора вказується на корпусі.

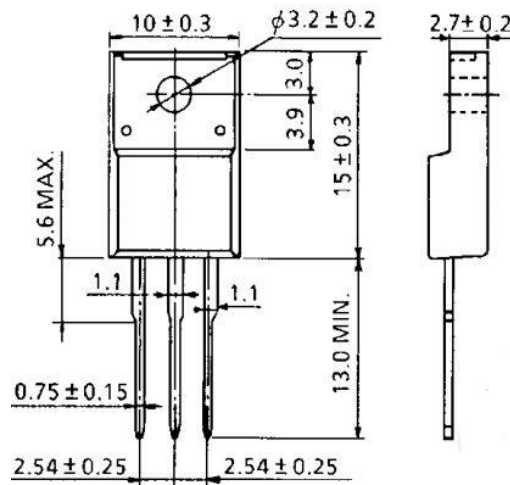


Рисунок 2.13– Габаритні розміри транзистора 2SC4793

Технічні характеристики:

Структура..... pnp;
 Макс. напр. к-б при заданому зворотному струмі до і розімкненої ланцюга е. (Uкбо макс), В230;
 Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкненої ланцюга б. (Uкео макс), В170;
 Максимально допустимий струм до (Iк макс.)..... 1;
 Статичний коефіцієнт передачі струму h_{21e} хв80;
 Гранична частота коефіцієнта передачі струму $f_{гр.МГц}$ 100;
 Максимальна потужність, що розсіюється, Вт20;
 корпусto220.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

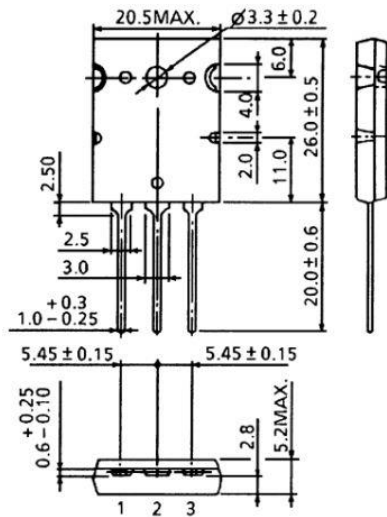


Рисунок 2.13– Габаритні розміри транзистора 2SC5200-O(Q)-VT10,VT12

Технічні характеристики:

- структураnрп;
- Макс. напр. к-б при заданому зворотному струмі до і розімкненої ланцюга е. (Uкбо макс), В250;
- Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкненої ланцюга б. (Uкео макс), В250;
- Максимально допустимий струм до (Iк макс.)17;
- Статичний коефіцієнт передачі струму h21е хв60;
- Гранична частота коефіцієнта передачі струму fгр.МГц30;
- Максимальна потужність, що розсіюється, Вт..... 150;
- корпусto3р;

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 проектуваному виробі була використана сучасна елементна база. При виборі елементів враховувалося співвідношення між ціною радіоелемента та його технічними

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

характеристиками, а також забезпечення необхідних електричних параметрів та надійності в діапазоні температур, вологості та механічних впливів.

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

В даному пункті виконуємо електричний розрахунок випрямляючого моста на діодах VD1-VD4 та ємнісного згладжувального фільтра на конденсаторі C2. Нижче приведена схеми електрична принципова випрямляча і ємнісного фільтра, який зображений на рисунку 2.14:

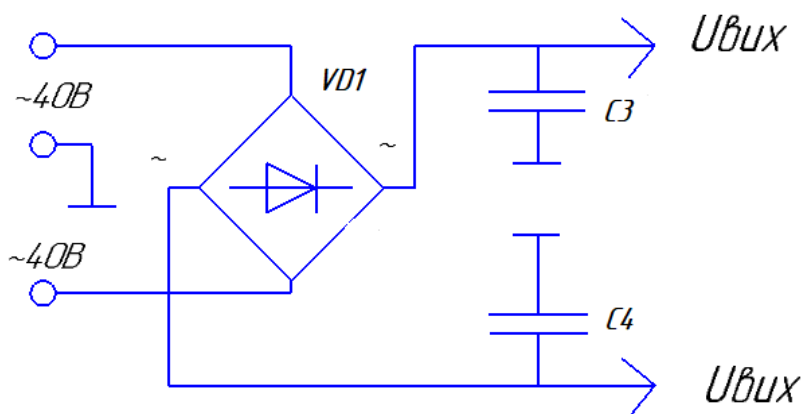


Рисунок 2.14- Схема електрична принципова випрямляча та ємнісного фільтра

Вихідні дані для розрахунку:

- Номінальна випрямлена напруга $U_0=8$ В;
- Номінальний струм навантаження $I_0=2$ А;
- Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03$ %;

Визначення основних параметрів і вибір діодів.

$U_{зв}$ – зворотна напруга;

$I_{пр.сер}$ – середнє значення прямого струму;

I_m – амплітуда імпульсного струму.

В подальшому процесі розрахунку випрямлячів ці значення параметрів діодів уточнюються.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

Таблиця 2.1 – Формули для розрахунку мостового випрямляча

$U_{зв.}$	$I_{пр.сер.}$	I_m	U_{2x}
$1,4U_{2x} \approx 1,5U_0$	$\frac{I_0}{2}$	$0,5FI_0 \approx 3,5I_0$	$\frac{1,5U_0}{1,4}$

$$U_{зв} = 1,5 \cdot U_0 \quad , \quad (2.1)$$

$$U_{зв} = 1,5 \cdot 8 = 12(B) .$$

$$I_{пр.сер} = \frac{I_0}{2}$$

(2.2)

$$I_{пр.сер} = \frac{2}{2} = 1(A)$$

$$I_m = 3,5 \cdot I_0 \quad (2.3)$$

$$I_m = 3,5 \cdot 1 = 3,5(A)$$

З довідника по напівпровідникових діодах вибираємо тип діода, параметри якого $U_{зв.маx}$ – максимально-допустима зворотна напруга і $I_{пр.сер.маx}$ – максимально-допустимий прямий середній струм трохи перевищують розраховані значення: $U_{зв.маx} > U_{зв}$; $I_{пр.сер.маx} > I_m$.

За розрахованими значеннями параметрів вибираємо з довідника чотири діоди типу 1N4007.

Розрахунок прямого опору випрямляючого діода за наближеною формулою:

$$r_{пр} \approx \frac{U_{пр.сер}}{3 \cdot I_{пр.сер}} \quad , \quad (2.4)$$

де $U_{пр.сер}$ – середня пряма напруга діода, В (з довідника).

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{np} \approx \frac{1,2}{3 \cdot 1} = 0,4(\text{Ом}) \quad (2.5)$$

Визначення активного опору фази випрямляча r за формулою:

$$r = 0,7 + 2 \cdot 0,4 = 1,5(\text{Ом}) \quad (2.6)$$

Визначення ємності конденсатора фільтра за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{\gamma 0}} \quad (2.7)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{450}{1,5 \cdot 0,03} = 10000(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

$$U_{роб} = \sqrt{2}U_{2x} \quad (2.8)$$

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 18 = 25,2(\text{В})$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0 \text{ ном}}$ і $U_{роб}$.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Основною складовою частиною проектованого пристрою є друкована плата.

Друкована плата являється двосторонньою і виготовлена з фольгованого склотекстоліту СФ2-35Г-1,5ІКП 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;

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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 друкованого монтажу складається з трьох етапів:

розрахунок по змінному і постійному струму і конструктивно-технологічний.

Розрахунок проводимо в такій послідовності:

Виходячи з технологічних можливостей виробництва я вибираю комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85.

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{2A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 1,2\text{мм} \quad (2.9)$$

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

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{max}=2A$;

Доп – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати, $j_{don} = 48A/мм^2$, t – товщина провідника, $35μм=0,035м$

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

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_{д} * t} = \frac{0,0175 \frac{Ом \cdot мм^2}{м} * 2A * 0,4м}{0,5В * 0,035м} = 0,8мм \quad (2.10)$$

де $\rho = 0,0175 Ом \cdot мм^2/м$ – питомий об'ємний опір,

$L = 0,4м$ – довжина провідника,

$U_{don} = 0,5В$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.11)$$

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

$\Delta d_{н.в.}$ – 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: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,9$ - для конденсаторів, резисторів, діодів.

$d_{E2} = 1,1$ -для підпаювання провідників, транзисторів та діодного моста.

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |_{\pm}0,1| + 0,4 = 1,3 мм$$

$$d = d_{E3} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,1 + |_{\pm}0,1| + 0,4 = 1,5 мм$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів: 1,3; 1,5.

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{min} = D_{1min} + 1,5hф \quad (2.12)$$

де $hф$ – товщина фольги;

D_{1min} – мінімальний ефективний діаметр площадки.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.13)$$

де b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки.

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

де δ_d і δ_p - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,25 \text{ мм, } \delta_p = 0,4 \text{ мм;}$$

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

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

де Δd - допуск на отвір.

$$d_{\max 1} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$d_{\max 2} = 1,5 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

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

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

$$D_{\min 1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 3,12 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3,2 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

$$D_{\max 1} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 3,2 + 0,02 = 3,22 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовлені комбінованим методом:

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h\phi \quad (2.14)$$

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

$$b_{1\min} = 0,15 \text{ мм для плат 4- го класу точності.}$$

$$b_{\min} = 0,15 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,2 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (2.15)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,5 \text{ мм}$$

де L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta p) \quad (2.16)$$

$$S_{2min1} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,4) = -1,32 \text{ мм}$$

$$S_{2min2} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,4) = -1,52 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta 1) \quad (2.17)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42 \text{ мм}$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,05) = -0,62 \text{ мм}$$

$$S_{3min2} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,82 \text{ мм}$$

У зв'язку із тим, що в розрахунку виходять від'ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, діодів, транзисторів.

2.1.6 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release:

Таблиця 2.2 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{нопр}$	$I_{відм} * 1e-06$	$K-сть * K_{нав} від * 1e-06$
1	Транзистори ВЧ	8	0,35	1,7	4,76
2	Транзистори НЧ	5	0,35	4	7
3	Діоди	2	0,35	0,7	0,49
4	Діодний міст	1	0,35	6	2,1
5	Конденсатори електролітичні	8	0,4	2,4	7,68
6	Конденсатори керамічні	20	0,49	2	19,6
7	Резистори постійні	31	0,42	0,8	10,416
8	Резистори змінні	1	0,1	3,2	0,32
9	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
10	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
11	Пайки	179	1	0,02	3,58
12	Котушки індуктивності	1	0,1	0,5	0,05
13	Роз'єм	2	1	0,05	0,1

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $5.6406e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 17728.6 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999436$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.994375$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.945155$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ					

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.568895$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.003551$

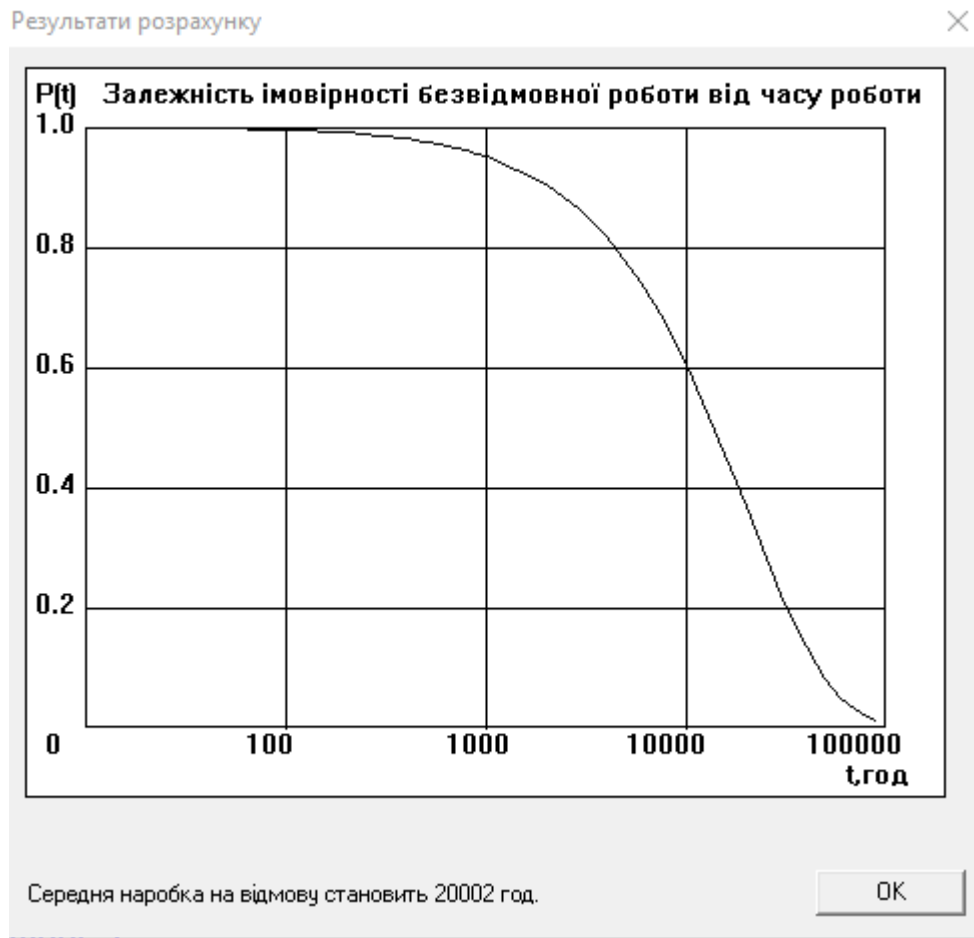


Рисунок 2.15- Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 20002 год год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

2.1.7 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

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

Крім цього варто пам'ятати, що електрична споживана потужність Вт електрообладнання буває активного і реактивного характеру. Тобто, як відомо

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

Електричної реактивної 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 котушок і конденсаторів повертається назад у мережу, але вже змінена за своєю фазі. Ця назад повертається електроенергія відіграє негативну роль в силових електричних системах, оскільки своєю протифазою здатна перевантажувати електромережу і погіршувати якість електроенергії.

Пристроям, 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 реальною робочою, 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 вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить ~220В, а струм споживання 2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=2*220=440 \text{ (Вт)} \quad (2.18)$$

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Основною складовою частиною виробу є друкована плата. Дана друкована плата являється двосторонньою і виготовлена з фольгованого склотекстоліту СФ2–35–1,5ІКП ГОСТ 10316-78. Плата виготовляється комбінованим методом, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат.

Крок установки інтегральних мікросхем визначається необхідною щільністю компоновки, температурними режимами роботи компонентів на платі, методом розробки топології плати (ручна, машина), типом корпусу і складністю електричної схеми. Рекомендований крок установки ІМС 2,5 мм.

Корпус використовується для захисту внутрішніх компонентів приладу від попадання пилу, сонячного проміння і вологи, а також для захисту від ураження електричним струмом користувача, коли той буде проводити певні маніпуляції із пристроєм. Взагалі корпус являється досить важливою складовою пристрою, оскільки в середині нього кріпляться всі вузли і елементи.

Корпус проектованого приладу виготовлятиметься із металу оскільки містить радіоелементів, які будуть сильно нагріватися, тому є потреба в додатковому розсіюванні тепла, яке значно підвищується використавши в якості матеріалу для корпусу сталь, алюміній або інший тим металу.

Даний виріб складається з корпусу, друкованого вузла та трансформатора та гнізд підключення. У нижній кришці корпусу кріпиться друкований вузол та трансформатор за допомогою гвинтів та шайб. До нижньої кришки кріпиться також шнур мережевий та гнізда. До верхньої кришки нічого не кріпиться.

У верхній кришці корпусу є багато продовгуватих отворів для покращення відведення тепла від друкованої плати за межі корпусу.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Між собою кришки з'єднуються за допомогою вісьми гвинтів. Оскільки всі електрорадіоелементи змонтовані на друкованій платі, то і кріпитися їм до корпусу додатково не потрібно. При збиранні корпусу нижня кришка кріпиться до верхньої кришки за допомогою вісьми 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.

Надійність і дешевизна металевих корпусів до сих пір залишається вирішальним чинником вибору їх в якості оболонки для електронного приладу.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В області виготовлення металевих корпусів для РЕА вибір технологій трохи ширше, ніж при виробництві корпусів із пластмаси. До цих пір залишається затребуваним одна з найстаріших технологій - технологія холодного листового штампування, при якій для виробництва партії корпусів створюється металевий штамп, за допомогою якого відбувається штампування елементів корпусу.

Корпуси металевих виробів провадиться у такому технологічному порядку:

- лазерна різка металу з тонкого листа - це забезпечує легкий вага кінцевого виробу;
- гнучка вирізаного виробу;
- зварювання;
- запресовка внутрішніх метизів та кріплень;
- порошкове фарбування;
- нанесення написів, маркування та позначень методом термодруку (шовкографії по металу) в разі необхідності.

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції

Технологічність конструкції виробу — це сукупність властивостей конструкції, проявляються в можливості оптимальних затрат праці, засобів виробництва, матеріалів і часу при технологічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації, ремонті, в порівнянні з відповідними показниками однотипних конструкцій, при забезпеченні встановлених значень якості виробу. Технологічність можна оцінювати двома способами: кількісно і якісно.

Кількісна оцінка технологічності - це розрахунок з допомогою математичних формул показників технологічності. Якісна оцінка - це словесне обґрунтування рівня технологічності конструкції виробу.

Оцінка технологічності виробу проводиться для забезпечення ефективного опрацювання і аналізу конструкції на зниження затрат часу і засобів на її розробку, технологічну підготовку, виготовлення, експлуатацію і

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ремонт. При якій оцінці проводиться конструктивно-технологічний аналіз конструкції з точки зору пристосовуваності виробу до умов виробництва та затрат при виготовленні і експлуатації.

Процес складання друкованого вузла поділяється на такі основні операції:

- Комплектування, маркування.
- Захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці латексом, при цьому використовується дозатор латексу

- Сушка плати в сушильних шафах.

- Формування виводів електрорадіоелементів здійснюється автоматизовано за допомогою установок для формування

- Лудження радіоелементів. Здійснюється автоматизованим методом припоєм ПОС – 61

- Установка ЕРЕ, що будуть запаюватись автоматизовано.

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.

Складання виробу в цілому не потребує спеціального обладнання, використовується пневмоверт і електропаяльник .

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже для виготовлення друкованого вузла виробу необхідно виготовити плату друковану з провідниками, висвердленими отворами і контактними площадками.

В якості діелектричної основи використовуємо склотекстоліт. Він повинен задовільняти такі умови:

1. Володіти високою механічною міцністю при малій товщині.
2. Володіти гнучкістю і піддаватися усім видам різання.
3. Повинен мати високу хімічну стійкість і вологостійкість.
4. Повинен мати малу діелектричну проникненість.
5. Володіти високою адгезією.
6. Володіти мінімальними діелектричними втратами в діапазоні робочих частот.

На даному етапі ми використовуємо фольгований склотекстоліт товщиною 35мкм. В якості провідного шару мідь. Цей матеріал володіє необхідними провідними властивостями, а також володіє хорошою адгезією з ізолюючим матеріалом.

Друковану плату виготовляємо комбінованим методом. Цей метод включає в себе наступні операції:

1. Різання заготовок .
2. Пробивання базових отворів.
3. Підготовка поверхні заготовок.
4. Нанесення сухого плівкового фоторезисту.
5. Нанесення захисного лаку.
6. Свердління отворів.
7. Хімічне міднення.
8. Зняття захисного лаку.
9. Гальванічне напилення .
10. Електролітичне міднення та нанесення захисного покриття.
11. Зняття фоторезисту.
12. Травлення друкованої плати.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Промивання друкованої плати.

14. Механічна обробка.

1. Заготівельні роботи — це підготовка всіх необхідних радіоелектронних компонентів для подальшого використання. Здійснюється працівниками, які роблять комплектацію.

2. Установка та кріплення деталей здійснюється вручну. Але при даному типі виробництва можуть використовуватися напівавтоматизовані машини.

3. Вкладання та механічне кріплення монтажних проводів (гнучких перемичок), які згодом будуть під'єднуватися до РЕК, котрі не знаходяться на друкованому вузлі.

4. Пайка монтажних з'єднань. Здійснюється автоматизовано - пайка хвилею, а гнучких перемичок вручну за допомогою електропаяльника. Пайка здійснюється такими матеріалами : припоєм ПОС - 61 і флюсом АТІ - 120.

5. Контроль механічної міцності паяних з'єднань, здійснюється на спеціальних стендах. Створюється штучна вібрація, тиск і інші фактори, які відповідають експлуатаційним умовам використовуваного пристрою. Виконують працівники, які можуть керувати обладнанням спеціального типу.

6. Контроль правильності монтажних з'єднань, здійснюється візуально. Виконують ці операції працівники середньої кваліфікації.

7. Контроль електричної міцності з'єднань. Здійснюється на спеціальних пультах. Виконують працівники середньої кваліфікації.

Після виконання таких двох техпроцесів ми отримуємо друкований вузол проєктованого пристрою.

2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

При кількісній оцінці технологічності розраховується комплексний показник технологічності K , який враховує усереднене значення часткових показників з урахуванням коефіцієнтів, які характеризують їх значимість при розрахунку.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт використання мікросхеми $K_{\text{вик.імс}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{0}{0 + 74} = 0 \quad (2,19)$$

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу $K_{\text{А.М}}$ виробу визначається за формулою:

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{153}{160} = 0,96 \quad (2.20)$$

де $H_{\text{А.М}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, які здійснюються або можуть здійснюватись автоматизованим способом, тобто наявні механізми для виконання монтажних з'єднань.

$H_{\text{М}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань.

Коефіцієнт амортизації і механізації підготовки ЕРЕ до монтажу $K_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{74}{74} = 1 \quad (2.21)$$

де $H_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ кількість ЕРЕ, підготовка до яких до монтажу здійснюється або може здійснюватися механізованим або автоматизованим методом, тобто наявні механізми, обладнання чи оснастки для виконання цих операцій. До числа вказаних ЕРЕ входять і такі, що не потребують спеціальної підготовки до монтажу.

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

$$K_{\text{повт.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{46}{74} = 0,4 \quad (2,22)$$

де $H_{\text{ЕРЕ}}$ – загальна кількість ЕРЕ у виробі.

Коефіцієнт застосовності електрорадіоелементів $K_{\text{заст.ЕРЕ}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{заст.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{74}{74} = 0 \quad (2.23)$$

де $H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробі

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$N_{T.EPE}$ – загальна кількість типорозмірів EPE у виробі

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{BCT.P}$

визначається за формулою:

$$K_{BCT.P} = 1 - \frac{H_{BCT.P}}{H_{EPE}} = 1 - \frac{45}{74} = 0,4 \quad (2.24)$$

де $H_{BCT.P}$ кількість видів встановлених розмірів EPE у виробі

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення K_{ϕ} деталей визначається за формулою:

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.25)$$

де D_{np} – кількість деталей, заготовки або самі деталі отримані прогресивним методом формоутворення.

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K1\phi1 + K2\phi2 + \dots + Ki\phii}{\phi1 + \phi2 + \dots \phii} = \frac{0*1 + 0,96*1 + 1*0,75 + 0,4*0,5 + 0*0,310 + 0,4*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,54 \quad (2.26)$$

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.27)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,54}{0,5} = 1,08 \geq 1$.

З відношення бачимо що дана умова виконується, отже виріб вважається технологічним.

Таблиця 2.3 Вихідні дані для розрахунку комплексного показника технологічності

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порядковий номер в ранговій послідовності	Показники технологічності	Позначення	ϕ_i
1.	Коефіцієнт виконання мікросхеми	Квик.імс	1
2.	Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу	Ка.м.	1
3.	Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ	Км.п.ере	0,750
4.	Коефіцієнт застосування ЕРЕ	Кповт.ере	0,500
5.	Коефіцієнт застосування ЕРЕ	Кзаст.ере	0,310
6.	Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ	Квст.р	0,187
7.	Коефіцієнт прогресивності формування	Кф	0,110

Оцінка рівня технологічності виробу визначається в порівнянні розрахованого комплексного показника K з комплексним нормативним показником K_n (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 Комплексні показники рівня технологічності виробу

Найменування класу блоків	Стадії розробки робочої документації		
	Дослідний взірець	Установочна серія	Серійне виробництво
Електроні	0,40-0,70	0,45-0,75	0,50-0,80
Радіотехнічні	0,40-0,60	0,75-0,8	0,80-0,85
Електромеханічні	0,30-0,50	0,40-0,55	0,45-0,60

2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маршрутно-операційна технологія складання і монтажу описує в собі послідовність виконання операцій спочатку для виготовлення друкованого вузла, а потім для складання корпусу всього пристрою. Виконується на спеціальних технологічних картах з дотриманням відповідних вимог.

Також в технологічних картах розраховується кількість витрачених на виробництво матеріалів та затрата часу на складання виробу.

Докладна маршрутно-операційна технологія складання і монтажу друкованого вузла приведена в додатках до даного дипломного проекту.

2.2.6 Розробка технології ремонту, регулювання виробу

Налаштування схеми проводиться в наступному порядку.

Перший запуск і настроювання будь-якого підсилювача потрібно проводити з закороченому на землю входом, з обмеженням струму джерела живлення і без навантаження. Тоді шанс спалити щось сильно зменшується. Найпростіше рішення - лампа розжарювання 60-150 Вт, включена послідовно первинній обмотці трансформатора.

Необхідно запустити через лампу підсилювач, виміряти постійну напругу на виході: нормальні значення - не більше $\pm (50-70)$ мВ. «Гуляння» постійки в межах ± 10 мВ вважається нормальним. Контролюємо наявність напруг 15 В на обох стабілітронах. Якщо все в нормі, нічого не вибухнуло, не згоріло, то приступаємо до налаштування.

Лампа при запуску справного підсилювача з струмом спокою = 0 повинна короткочасно спалахнути (через струму при заряді ємностей в БП), а потім згаснути. Якщо лампа яскраво горить, значить щось несправне, вимикаємо і шукаємо помилку.

Як вже було сказано, підсилювач простий в налаштуванні: потрібно тільки встановити струм спокою (ТП) вихідних транзисторів.

Його слід виставляти на «прогрітому» підсилювачі, тобто перед установкою нехай пограє деякий час, хвилин 15-20. Під час установки ТП вхід повинен бути закорочен на землю, а вихід висіти в повітрі.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі плавно, без ривків крутимо подстроєчник і дивимося на показання мультиметра. Потрібно встановити 70-100 мА. Для зазначених на малюнку номіналів резисторів це еквівалентно показання мультиметра (30-44) мВ.

Лампочка при цьому може трохи почати світитися. Перевіряємо ще раз рівень постійної напруги на виході, якщо все в нормі, можна підключати акустику і слухати.

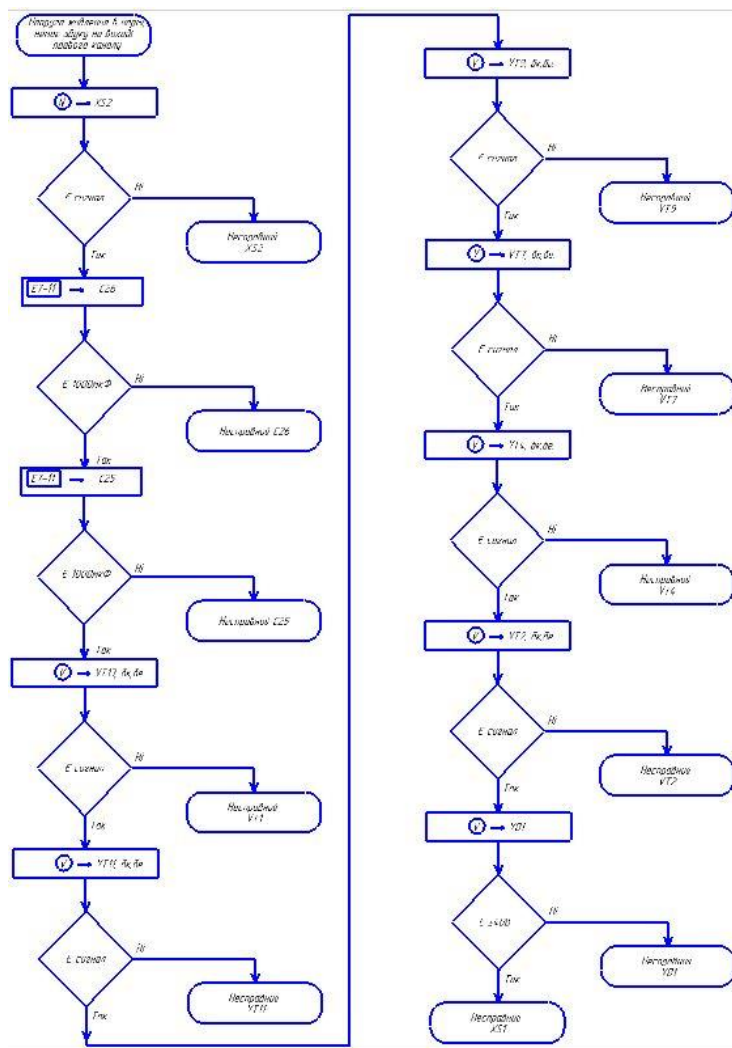


Рисунок 2.16- Алгоритм пошуку несправності

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Основи наукових досліджень

Основна функція, яку виконує транзистор (від англ. transfer – переносити і resistor – опір), подібна до функції звичайного водогінного крана: невеликим зусиллям руки керувати сильним напором води у трубі. У схемі з транзистором за допомогою вхідного сигналу малої потужності можна керувати вихідним сигналом великої потужності. Існує два найпоширеніших різновиди транзисторів – біполярні та уніполярні (або польові) транзистори.

Біполярний транзистор (англ. bipolar transistor) являє собою сукупність двох р-п-переходів, складених з двох р-областей і однієї п-області (структура типу р-п-р) або з двох п-областей і однієї р-області (структура типу п-р-п). Одна з крайніх областей носить назву емітера (від англ. emit – випускати, випромінювати), а інша – колектора (від англ. collect – збирати), середню область називають базою. База-емітерний (або просто емітерний) р-п-перехід включають у пряму напрямку, а база-колекторний (або просто колекторний) р-п-перехід – у зворотному (Рис. 1).

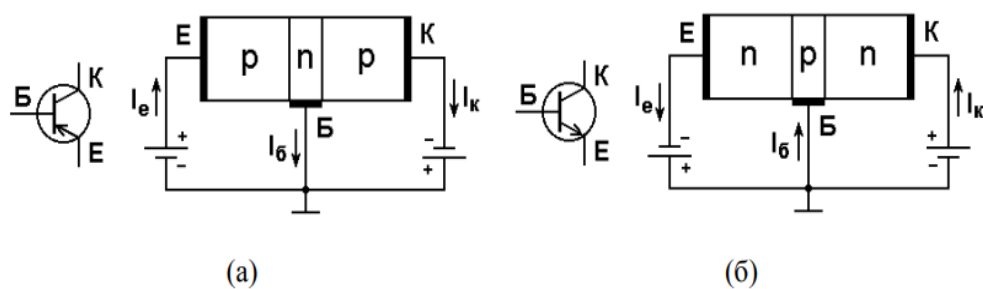


Рис. 1. Умовні позначення і схеми підключення джерел живлення для біполярних транзисторів типу *p-n-p* (а) і типу *n-p-n* (б).

Роботу біполярного транзистора (наприклад, типу р-п-р) зручно розглядати при включенні його за так званою схемою зі спільною базою (Рис. 1а), коли вивід бази є спільним для вхідного струму (вхідної напруги) та

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

вихідного струму (вихідної напруги). Вихідним струмом транзистора в такій схемі є струм колектора I_k . Цей струм є нічим іншим як струмом неосновних носіїв, що протікає через p-n-перехід, увімкнений у зворотному напрямку (для транзистора типу p-n-p це струм дірок). При нульовій різниці потенціалів між емітером і базою (закороченому вході транзистора) вихідна ВАХ збігається з ВАХ напівпровідникового діода, до якого прикладено напругу у зворотному напрямку. Характерною є слабка залежність струму колектора I_k від різниці потенціалів $U_{кб}$. Оскільки струм I_k залежить виключно від концентрації неосновних носіїв у базі поблизу колекторного переходу, то змінюючи цю концентрацію можна змінювати струм колектора I_k . Зміна концентрації неосновних носіїв у базі і, зокрема, біля колекторного переходу досягається їх введенням (емісією) в базу через емітерний перехід. Не всі введені в базу з боку емітерного переходу неосновні носії заряду (в нашому випадку дірки) досягають колекторного переходу, оскільки в базовій області вони можуть рекомбінувати з основними носіями (в нашому випадку електронами). При цьому в базу підтягуються електрони зі спільного вивода бази, тобто з бази витікає струм бази I_b (нагадаємо, що напрямок струму протилежний напрямку руху електронів)

Принцип роботи польових транзисторів простіший за принцип дії біполярних транзисторів. Польовий транзистор являє собою триелектродний прилад, в якому струм створюють основні носії заряду під дією повздовжнього електричного поля, а керування величиною цього струму здійснюється поперечним електричним полем, що створюється напругою, прикладеною до керувального електрода. За конструктивними особливостями всі польові транзистори (англ. *fieldeffect transistor*, FET) поділяються на дві групи: 1) польові транзистори з p-переходом та 2) польові транзистори з ізолюваним затвором.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

Для реалізації проектних рішень необхідно визначити обсяг інвестицій для їх здійснення. Обсяг інвестицій складається з вартості основних фондів за групами та витрат, пов'язаних з їх придбанням і вводом в експлуатацію.

1) Вартість будівель визначається, виходячи із орендної плати за них (приймається середня величина оренди виробничих приміщень в даному регіоні на час написання дипломного проекту; рекомендовано – 900÷1200грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

$$V_{\text{буд}} = C_{\text{буд}} \times S_{\text{буд}}, \quad (2.1)$$

$$V_{\text{буд}} = 1000 \times 100 = 100000 \text{ (грн.)}$$

де $V_{\text{буд}}$ - вартість будівлі, грн.;

$C_{\text{буд}}$ – орендна плата за 1м² будівлі, грн./м²;

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 100-150 м²).

Будівлі орендуються разом із обладнанням, тому їх вартість слід збільшити на 40-60%, тобто :

$$V_{\text{буд}\Sigma} = V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}}, \quad (2.2)$$

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 100000 + 50000 = 150000 \text{ (грн.)}$$

де $V_{\text{буд}\Sigma}$ - вартість оренди будівель включно з вартістю обладнання;

$V_{\text{обл}}$ – вартість обладнання.

При цьому вартість обладнання складає:

$$V_{\text{обл}} = V_{\text{буд}} \cdot K_0, \quad (2.3)$$

$$V_{\text{обл}} = 100000 \cdot 0,5 = 50000 \text{ (грн.)}$$

де K_0 – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ($K_0 = 0,4 \div 0,6$).

2) Вартість інструментів та приладів ($V_{\text{інстр}}$) складає 2% від вартості обладнання. При цьому витрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів *розраховується за формулою:*

$$V_{\text{інстр}} = V_{\text{обл}} \times 0,02 \times 1,1, \quad (2.4)$$

$$V_{\text{інстр}} = 50000 \times 0,02 \times 1,1 = 1100 \text{ (грн.)}$$

3) Вартість виробничого та господарського інвентарю ($V_{\text{інв}}$) *складає 3% від вартості обладнання. При цьому витрати на його доставку* приймають в розмірі 10% від його вартості. Таким чином, вартість інвентарю *розраховується за формулою:*

$$V_{\text{інв}} = V_{\text{обл}} \times 0,03 \times 1,1, \quad (2.5)$$

$$V_{\text{інв}} = 50000 \times 0,03 \times 1,1 = 1650 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій *розраховується за формулою:*

$$\text{ПІ} = V_{\text{буд}\Sigma} + V_{\text{інстр}} + V_{\text{інв}} \quad (2.6)$$

$$\text{ПІ} = 150000 + 1100 + 1650 = 152750 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань *розраховується за формулою:*

$$A = \frac{S_{\text{бал}} \times H_a}{100}, \quad (2.7)$$

$$A = \frac{2750 \times 25}{100} = 687,5 \text{ (грн.)}$$

де $S_{\text{бал}}$ - балансова вартість основних фондів, грн. (для розрахунку приймають величину вартості основних фондів, що розрахована за формулами 2.4– 2.5 в тому випадку, коли будівлі орендують разом з обладнанням);

H_a - норма амортизації, % (величина норми амортизації встановлюється у відсотках до вартості кожної з груп основних фондів і становить: для будівель – 5%, обладнання – 20%, інструментів та приладів – 25%, інвентарю – 25%).

Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань слід звести в табл. 3.1

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1100	275
	Виробничий та господарський інвентар	1650	412,5
	Всього:	2750	687,5

3.3 Розрахунок собівартості продукції

Собівартість продукції як економічна категорія є грошовим виразом витрат на її виробництво та реалізацію. При розрахунку собівартості всі витрати групуються за калькуляційними статтями. При цьому перелік статей калькуляції повинен відповідати переліку, прийнятому на конкретному підприємстві. В загальному вигляді калькуляція собівартості продукції включає такі статті витрат:

1. Сировина і матеріали.
2. Енергія технологічна.
3. Заробітна плата виробничих робітників (основна і додаткова).
4. Відрахування на соціальні заходи.
5. Утримання та експлуатація машин і механізмів.
6. Загальновиробничі витрати.

Виробнича собівартість

7. Адміністративні витрати.
8. Витрати на збут.
9. Інші операційні витрати.

Повна собівартість

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

1) Витрати матеріалів (покупних виробів) на одиницю продукції визначають за формулою:

$$B_m = \sum_{i=1}^m (H_{mi} \times C_{mi}) \times K_{tr} \quad (2.8)$$

$$B_m = 398,3 \times 1,04 = 414,2 \text{ (грн.)}$$

де m — кількість видів матеріалів, які використовують для виробництва одиниці продукції;

H_{mi} — норма витрат i -го виду матеріалу (покупних виробів) на виробництво одиниці продукції, натур. од.;

C_{mi} — ціна придбання i -го виду матеріалу (покупних виробів), грн. од.;

K_{tr} — коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів: $K_{tr}=1.04$). Розрахунки слід звести в табл.3.2

Таблиця 3.2

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	30	30
2	Кришка нижня	1	55	55
3	Кришка верхня	1	55	55
4	Діоди	2	1	2
5	Конденсатори електrolітичні	8	3	24
6	Резистори постійні	31	0,3	9,3
7	Транзистори	8	10	80
8	Трансформатор	1	50	50
9	Транзистори	5	15	75
10	Діодний міст	1	5	5
11	Резистори змінні	1	5	5
12	Котушки індуктивності	1	3	3
13	Роз'єм	1	5	5
				398,3

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів згідно статистичних даних базового підприємства (див. п.6).

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($V_{o.z.pl.}$): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{від} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{шт,i}}{60} \times C_r, \quad (2.9)$$

$$P_{від} = \frac{22}{60} \times 115 = 42,2(\text{грн})$$

де $t_{шт,i}$ – час виконання однієї операції (одиниці роботи чи продукції);

C_r – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. додаток А).

Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників слід звести в табл.3.3

Таблиця 3.3

Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{шт, хв.}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (С _г),грн/год
1	Пайка	11	VI	115
2	Регулювання	5	VI	115
3	Складання	6	VI	115
	Всього	22		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($V_{дод.z.pl.}$): приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

$$V_{дод.z.pl.} = P_{від} \times 0.11 \quad (2.10)$$

$$V_{дод.z.pl.} = 42,2 \times 0,11 = 4,6 (\text{грн})$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

5) Сума відрахувань на соціальні заходи ($C_{в.с.з.}$) визначається за встановленими законодавством нормами у відсотках від витрат на основну й додаткову заробітну плату:

$$C_{в.с.з.} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{від} + V_{дод.з.пл.}) \quad (2.11)$$

$$C_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \times (42,2 + 4,6) = 10,3 \text{ (грн)}$$

де α відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

б) *Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів* є комплексними, оскільки охоплюють витрати, що безпосередньо необхідні для експлуатації обладнання; амортизаційні відрахування на відтворення машин і механізмів, тощо. Оскільки такі витрати неможливо обчислити безпосередньо на одиницю продукції, їх розподіляють за вибраною базою розподілу. Найчастіше за таку базу беруть заробітну плату виробничих працівників.

Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів розраховуються за формулою:

$$V_{уео} = \frac{\alpha_{уео}}{100} \times (P_{від} + V_{дод.з.пл.}) \quad (2.12)$$

$$V_{уео} = \frac{50}{100} \times (42,2 + 4,6) = 23,4 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{уео}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається $50 \div 100\%$);

7) Витрати за статтею “ *Загальновиробничі витрати* ” також комплексні. Загальновиробничі витрати охоплюють витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування в межах виробництва, а також витрати на заробітну плату з відрахуванням на соціальні заходи управлінських працівників, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, охорону праці, тощо. Вказані витрати розраховують за формулою:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_{зв}}{100} \times (P_{від} + V_{дод.з.пл.}) \quad (2.13)$$

$$V_{зв} = \frac{60}{100} \times (42,2 + 4,6) = 28,1 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{зв}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають $60 \div 200\%$).

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Разом виробнича собівартість ($S_{\text{вир}}$) визначається як сума витрат за пунктами 1-6.

$$S_{\text{вир}} = V_{\text{м}} + (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}} + C_{\text{в.с.з.}}) + V_{\text{уео}} + V_{\text{зв}} \quad (2.14)$$

$$S_{\text{вир}} = 414,2 + (42,2 + 4,6 + 10,3) + 23,4 + 28,1 = 522,8 \text{ (грн.)}$$

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 3.4

Таблиця 3.4

Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	414,2
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	42,2
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	4,6
4	Відрахування на соціальні заходи	10,3
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	23,4
6	Загальновиробничі витрати	28,1
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		522,8
7	-змінні (сума 1-4) $V_{\text{зм.од}}$	471,3
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $V_{\text{уп.од}}$	51,5

8. Ціна одиниці продукції (одного виробу) розраховується за формулою:

$$Ц_{\text{одпр}} = S_{\text{пов}} \times \frac{100 + \alpha_{\text{пр}}}{100} \quad (2.15)$$

$$Ц_{\text{одпр}} = 522,8 \times \frac{100 + 30}{100} = 679,6 \text{ (грн.)}$$

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\alpha_{пр}$ – відсоток запланованого прибутку (рекомендовано 20-30%);

3.4 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту *розраховується за формулою:*

$$P_p = (C_{одпр} - S_{нов}) \times N_p \quad (2.16)$$

$$P_p = (679,6 - 522,8) \times 11000 = 1724800 \text{ (грн)},$$

де P_p - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$C_{одпр}$ - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{нов}$ - собівартість одиниці продукції, грн.;

N_p - річна виробнича програма (план виробництва), од.

2) Чистий прибуток від реалізації проекту *розраховується за формулою:*

$$ЧП = P_p - P_p \times \frac{P_n}{100} \quad (2.17)$$

$$ЧП = 1724800 - 1724800 \times \frac{18}{100} = 1414336 \text{ (грн.)}$$

де $ЧП$ - чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

P_n - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) *Собівартість всього виробництва* розраховується за формулою:

$$S_{повв} = S_{нов} \times N_p \quad (2.18)$$

$$S_{повв} = 522,8 \times 11000 = 5750800 \text{ (грн.)}$$

4) *Рентабельність продукції* визначається за формулою:

$$P_{п} = \frac{ЧП}{S_{повв}} \times 100\% \quad (2.19)$$

$$P_{п} = \frac{1414336}{5750800} \times 100\% = 24,6 \%$$

де $P_{п}$ - рентабельність продукції, %;

$S_{повв}$ - собівартість всього виробництва, грн.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій.

5) Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою:

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (2.20)$$

$$ГП = 1414336 + 687,5 = 1415023,5 \text{ (грн.)},$$

де $ГП_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

A_t - величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

6) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою:

$$ЧТВ = ТВ - ПІ \quad (2.21)$$

$$ЧТВ = 982655,2 - 152750 = 829905,2 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (2.22)$$

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{1414023,5}{(1+0,2)^t} = 982655,2 \text{ (грн.)}$$

де $ГП_t$ - грошовий потік, який очікується у t-му році від реалізації проекту, грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$ - коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків (дисконтний множник);

r - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу ($r = 0,1-0,2$);

n - кількість років інвестування, $t = 1,2, \dots, n$ (приймається з розрахунку виконання умови $ТВ > ПІ$).

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 148.00.00.000 ПЗ				

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від'ємну величину або дорівнює нулю, то проект слід відхилити, оскільки його реалізація призведе до збитків або не принесе підприємству додаткового доходу на вкладений капітал.

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$ІП = \frac{ТВ}{ПІ} \quad (2.23)$$

$$ІП = \frac{982655,2}{152750} = 6,4$$

де *ІП*- індекс прибутковості інвестицій.

Проект, який має індекс прибутковості більший за одиницю, схвалюється як прибутковий, а якщо цей індекс менший за одиницю - відхиляється.

Дисконтований термін окупності інвестицій (*Ток_{диск}*) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$Ток_{диск} = \frac{ПІ}{ГП_{диск}} \quad (2.24)$$

$$Ток_{диск} = \frac{152750}{98265,5} = 1,5р$$

де *ГП_{диск}* - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$ГП_{диск} = \frac{ТВ}{t}, \quad (2.25)$$

$$ГП_{диск} = \frac{982655,2}{10} = 98265,5 \text{ (грн.)}$$

де *t*- кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5

Показники оцінки економічної ефективності використання елементів
виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	11000
2	Собівартість виробу	грн./од.	522,8
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	679,6
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	152750
5	Чистий прибуток	грн.	1414336
6	Рентабельність виробу	%	24,6
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	829905,2
9	Індекс прибутковості	-	6,4
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	1,5

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Враховуючи швидкий і наростаючий темп розвитку сучасних технологій створення абсолютної безпеки практично неможливе. Концепція абсолютної безпеки є хоч і гуманною, але такою, що не відповідає законам надійності і техносфери, бо обумовлена великою кількістю чинників, що постійно змінюються в часі й просторі, а також можливостями існуючих технічних систем захисту.

Враховуючи те, що в процесі трудової діяльності на людину впливає, як правило, комплекс не найсприятливіших факторів виробничого середовища, то в результаті можливі виробничі травми та професійні захворювання.

Комплексний характер впливу факторів виробничого середовища на працюючих визначає необхідність комплексного системного підходу при вирішенні питань профілактики, виробничого травматизму і професійних захворювань. Тому для регулювання впливу різних шкідливих чинників, були розроблені законодавчі акти про охорону праці.

Законодавство про працю містить норми і вимоги з техніки безпеки і виробничої санітарії, норми, що регулюють робочий час і [час відпочинку](#), звільнення та переведення на іншу роботу, норми праці щодо жінок, молоді, гігієнічні норми і правила тощо.

Завданням охорони праці є створення сприятливих умов для роботи людини, а також створення різних нормативних і правових актів, які будуть закріплені на законодавчому рівні про охорону праці.

4.1 Матеріальне і моральне відшкодування за нещасний випадок і профзахворювання

Відшкодування внаслідок нещасного випадку здійснює Фонд соціального страхування від нещасних випадків відповідно від втрати

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

професійної працездатності. В залежності від тяжкості випадку та його наслідків відшкодування обчислюється по-різному.

У разі тимчасової втрати працездатності середній заробіток обчислюється із заробітку за два останні повні календарні місяці. Допомога відшкодовується за лікарняним листком у розмірі ста відсотків від середнього заробітку. При цьому перші п'ять днів тимчасової непрацездатності оплачує роботодавець із коштів підприємства.

У разі стійкої втрати професійної працездатності — не менше від суми, визначеної з розрахунку середньомісячного заробітку потерпілого за кожний відсоток втрати ним професійної працездатності, але не вище за чотирикратний розмір граничної суми заробітної плати (доходу).

У разі смерті потерпілого внаслідок нещасного випадку або професійного захворювання - не менше п'ятирічного заробітку працівника на його сім'ю і, крім того не менше однорічного заробітку на кожного утриманця померлого, а також на його дитину, яка народилась після його смерті.

Потерпілому, який став інвалідам, не рідше одного разу на три роки, а інвалідам I групи - щороку безплатно за медичним висновком надається путівка для санаторно-курортного лікування.

Страхові виплати потерпілому підчас його професійної реабілітації здійснюють щомісячно в розмірі середньомісячного заробітку протягом строку, визначеного програмою реабілітації.

Моральна (немайнова шкода), заподіяна виробничими умовами, яка не спричинила втрати професійної працездатності, відшкодовується Фондом соціального страхування від нещасних випадків у формі одноразової страхової виплати в розмірі, що не перевищує двохсот розмірів мінімальної заробітної плати.

Відповідно до колективного договору розмір одноразової допомоги може бути більшим. Крім того роботодавець відшкодовує потерпілому витрати на медичну та соціальну допомогу.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Законодавством передбачено зменшення, але не більше 50 відсотків розміру одноразової допомоги тоді коли виробнича травма сталася внаслідок порушення потерпілим нормативних актів про охорону праці.

4.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні монофонічного підсилювача звукової частоти «Lanzar»

Процес пайки супроводжується забрудненням повітряного середовища, робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може призвести до свинцевим отруєнням організму і викликати зміни крові, нервової системи і судин. З метою попередження отруєнь свинцем ділянки пайки обладнуються відповідно до вимог санітарних правил.

Пайка - нероз'ємне з'єднання деталей за допомогою припою. Найбільш часто вживані припої - олов'яно-свинцеві (ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61) і ПОСК-50, що містить 32% свинцю.

Для запобігання опіків і забруднення свинцем шкіри рук працюючих повинні бути видані серветки для видалення зайвого припою з жала паяльника, а також пінцети для підтримки деталей і дроти для подачі припою до місця пайки, якщо відсутня автоматична подача.

При монтажних роботах, пов'язаних з небезпекою засмічення або опіку очей, передбачена видача працюючим захисних окулярів.

Для захисту від окислення місць пайки застосовують флюси: каніфольно-спиртові при пайці припоями ПОС-40, ПОС-61 і ПОС-50, хлористий цинк при пайці і лудженні припоями ПОС-18 і ПОС-30. Каніфоль подразнює шкіру, може викликати висипання, а хлористий цинк може викликати сильне подразнення, пропалювати шкіру і слизові оболонки.

Найбільш ефективними заходами, що попереджують професійні захворювання при пайці, є механізація і автоматизація паяльних робіт, впровадження нових технологічних процесів: облудження методом занурення, виборча пайка і пайка хвилею припою (із застосуванням друкованого монтажу), що дозволяє повністю виключити зіткнення шкіри робітників зі свинцем і флюсами.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідно відзначити, що при об'ємному монтажі все частіше застосовують метод накрутки проводу на вивід з гострими кромками без подальшої пайки. Накрутка проводиться спеціальним пістолетом, що створює десятикратну надійність з'єднання, і продуктивність такого монтажу в два з половиною рази вище, ніж при пайці. Цей метод виключає шкідливі для здоров'я випари свинцю, припою, флюсу та розчинників при промиванні місця пайки.

Виготовлення друкованих плат:

При виготовленні багат шарових друкованих плат (БШДП) проводиться механічна обробка шаруватих пластиків (різка, пробивання отворів). Працюючі на обробці шаруватих пластиків повинні дотримуватися правил техніки безпеки під час холодної обробки матеріалів.

Важливим чинником, що погіршує умови праці в механічних цехах (дільницях), є шум, вироблений працюючим обладнанням. Важливе значення має правильне і достатнє освітлення ділянок і робочих місць холодної обробки матеріалів.

Промивання плат проводиться в розчині ізопропілового спирту і ацетоні. При використанні спирту і ацетону необхідно враховувати, що ці речовини є пожежонебезпечними і шкідливими для здоров'я.

Хімічне очищення плат проводиться розчинами фосфатів (тринатрійфосфат), натрієвої соди, натрієвого лугу та ін. При постійній роботі з розчинами часті різноманітні хронічні подразнення шкіри. Дуже небезпечно попадання навіть найменших кількостей NaOH в очі.

У процесі хімічного міднення застосовуються шкідливі речовини: сірчана, соляна, азотна кислоти, хлорна мідь, хлористий палладій, гідроокис натрію, сегнетова сіль, трихлоретилен. Тому необхідно дотримуватись вимог правил безпеки.

Для травлення міді з пустих ділянок плат використовується ряд травників; хлорне залізо, персульфат амонію, хлорна мідь, сплав «Розе», хромовий ангідрид із сірчаною кислотою і ряд інших є токсичними речовинами. До роботи з цими травниками допускаються особи, навчені

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпечним прийомам роботи і пройшли інструктаж на робочих місцях по роботі зі шкідливими і отруйними речовинами. У разі потрапляння травників на шкіру або слизову оболонку очей необхідно негайно рясно промити їх проточною водою або 0,5-1,0%-ним розчином квасців і змастити вазеліном або оливковою олією, а потім звернутися до медпункту.

Роботу з травниками слід проводити в спецодязі (халат, фартух поліетиленовий, бавовняні й гумові рукавички) і захисних окулярах. Робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

Монтаж радіоелектронного обладнання. Виготовлення каркасів, шасі обладнання на слюсарно-механічних ділянках необхідно проводити з дотриманням вимог техніки безпеки при холодній і гарячій обробці металів.

При монтажі радіоелектронного обладнання слід дотримуватися вимоги електробезпеки і працювати тільки справним електроінструментом (електродрилем, електропаяльником).

При роботі з електродрилем необхідно застосовувати діелектричні гумові рукавички.

Електропаяльники і лампи для місцевого освітлення необхідно застосовувати із напругою не більше 42 В. Для пониження мережевої напруги 220 В і 127 В до 42 В слід застосовувати понижуючий трансформатор. Один кінець вторинної (понижувальної) обмотки трансформатора і металевий кожух необхідно заземлювати.

При живленні апаратури від цехової мережі слід застосовувати штепсельні роз'єми. У випадку несправності в мережевій проводці необхідно викликати електрика.

При монтажі радіосхем забороняється:

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

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Виробляти пайку і установку деталей в обладнанні, що знаходиться під напругою;
- Вимірювати напруги і струми переносними приладами з неізольованими проводами і щупами;
- Підключати блоки та прилади до устаткування, що знаходиться під напругою;
- Замінювати запобіжники у включеному обладнанні;
- Працювати на високовольтних установках без захисних засобів.

4.3 Способи гасіння пожеж

Процес горіння - це одночасне поєднання горючої речовини, окисника і джерела запалювання при умові безпосереднього надходження теплового потоку від осередку пожежі до горючої речовини. Горіння припиняється за умови припинення дії будь-якого з цих компонентів.

Основними способами припинення процесу горіння є:

- припинення доступу кисню в осередок горіння або розбавлення повітря негорючими газами; зниження температури горючої речовини до рівня нижче за температуру спалахування;
- зниження концентрації горючої речовини негорючими матеріалами та її надходження у зону горіння;
- ізоляція вогнища від кисню повітря та інтенсивне гальмування швидкості протікання хімічних реакцій (інгібування);
- механічне збивання полум'я потужним струменем води, порошку чи інертного газу.

Добір способів і засобів гасіння пожеж, а також вогнегасник речовин та їх носіїв визначається у кожному конкретному випадку залежно від стадії розвитку пожежі, масштабів загоряння, особливостей горючих речовин і матеріалів, економічної доцільності та технічної можливості.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також кілька слів про вибір засобів для пожежогасіння - при доборі таких засобів враховують можливість отримання найкращого вогнегасного ефекту при мінімальних затратах.

Усі існуючі вогнегасні засоби, як правило, мають комбіновану дію на процес горіння, однак для кожного вогнегасного засобу характерною буде якась одна домінуюча властивість, залежно від умов їх використання.

Для гасіння використовується вода й водяна пара, хімічна і повітряно-механічна піна, інертні і негорючі гази, азот і вуглекислота, галоген вуглеводневі сполуки, сухі порошки, пісок (земля), щільна тканина — повсть, азбест та ін.

В наш час не існує універсального вогнегасного засобу, а при використанні окремо кожного із названих, вогнегасний ефект не буде однаковим. Тому для припинення процесу горіння однієї і тієї ж горючої речовини у ряді випадків використовуються різні вогнегасні засоби.

Для гасіння переважної більшості пожеж найчастіше використовують воду, яка порівняно з іншими вогнегасними речовинами має високу теплоємність. Один літр води при нагріванні від 0° до 100 °С поглинає 120 кДж теплоти, а при випаровуванні ще 2260 кДж, що дає високий охолоджуючий ефект.

Вода має високу термічну стійкість, розкладання її на водень та кисень відбувається за температури понад 1700 °С, що є безпечним для гасіння більшості пожеж, стандартна температура яких не перевищує 1200° - 1400 °С. Вода при контакті з високотемпературним осередком перетворюється у пару, збільшуючись при цьому у 1700 разів, чим витісняє кисень з повітря до концентрації, що не підтримує процес горіння.

Струмінь води, спрямований на речовину, що горить, змочує ті її частини, які ще не горять, утворюючи тонку плівку, що зменшує доступ горючих речовин у зону горіння. Сильний струмінь води збиває полум'я, що полегшує процес гасіння пожежі.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для пожежогасіння водою використовують пожежні стволи і рукави, пожежні гідранти, спринклерні і дренчерні установки, пожежні кран-комплекти, які можуть подавати воду компактними і тонкорозпиленими струменями (краплини діаметром до 100 мкм).

Компактними струменями гасять пожежі, коли необхідно подати воду на велику відстань або надати їм значну ударну силу з великою дальністю польоту.

Тонкорозпиленими струменями ефективно гасять тверді горючі, волокнисті речовини, горючі і навіть легкозаймісті рідини. Тонкорозпилені струмені води неелектропровідні, а відтак ними можна гасити електроустановки, що горять під напругою зі значно меншими витратами води.

При подачі такими струменями води створюються найсприятливіші умови для її випаровування чим підсилюється ефект охолодження й розбавлення горючого середовища.

Гасити пожежі можна водяною парою, переважно твердих, рідких і газоподібних речовин, які перебувають у закритих приміщеннях. Таке гасіння ґрунтується на зниженні в осередку горіння процентного вмісту кисню. Якщо у повітрі за об'ємом буде водяна пара у кількості 30—35 % процес горіння припиняється. Такий спосіб гасіння використовується в умовах, де є джерело створення необхідної кількості водяної пари.

Суттєвим недоліком води при гасінні пожеж є висока температура замерзання та електропровідність, що зменшує сферу та умови її використання.

Воду не використовують для гасіння речовин, які бурхливо реагують з нею, що спричиняє виділення горючих газів. До таких речовин належать лужні метали, карбіди, гідриди металів та ін. Воду не використовують для гасіння нафтопродуктів та інших органічних речовин, які розпливаються над її поверхнею та збільшують площу пожежі, а також спричиняють їх розбризкування.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До недоліків води належить низька змочувальна здатність і мала в'язкість, що унеможлиблює гасіння волокнистих, пилоподібних та тліючих матеріалів. Під час пожежі тліють, як правило, матеріали, що мають велику питому поверхню і у порах яких є повітря, що підтримує процес горіння. Тліючі матеріали горять навіть при значному зниженні вмісту кисню у навколишньому середовищі. Вода у пори тліючих матеріалів проникає дуже важко, тому для підвищення її вогнегасного ефекту вводять добавки, так звані поверхнево-активні речовини, що підвищують її змочувальну здатність, в'язкість та інші властивості.

Для гасіння пожеж легкозаймистих і горючих речовин використовують хімічну або повітряно-механічну піну, що являє собою колоїдну систему, яка складається з пухирців газу, оточених плівкою поверхнево-активних речовин і стабілізаторів.

Пожежогасіння буває поверхневим і об'ємним в обмеженому просторі (відсіки, галереї, приміщення і ін.), де необхідно створити такі умови, які не будуть підтримувати процес горіння. Для об'ємного гасіння використовують інертні розріджувачі - двоокис вуглецю, азот, аргон, водяну пару, димові гази і інші засоби, які мають ефект швидкого пожежогасіння і запобігають вибуху при накопиченні горючих газів і пари у приміщенні.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Згідно даного дипломного завдання було розроблено конструкцію потужного підсилювача потужності звуку розраховано його основні технічні параметри, проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації та показники собівартості.

Проектування виробу здійснювалось з врахуванням сучасних вимог конструктивно-технологічного, економічного, естетичного характеру, норм ергономіки та дизайну.

Характерними особливостями пристрою є простота виготовлення, зручність експлуатації та ремонту, перспективність збуту.

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, забезпечити високий рівень вібростійкості та надійності.

Технологічний процес виготовлення проектного виробу достатньо простий і не трудомісткий, більшість операцій піддаються автоматизації і механізації. Це істотно зменшує затрати праці, підвищує її продуктивність, позитивно впливає на собівартість готової продукції.

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

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

Розрахунок собівартості виробництва пристрою показав, що запропонований пристрій доступний по ціні для його придбання громадянами із середнім рівнем матеріального забезпечення.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки по виконанню електричних розрахунків каскадів радіоелектронної апаратури - ТК ТДТУ, 2002р.
2. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТК ТДТУ, 2002р.
3. Романычева Э. Т. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Справочник.- М., Радио и связь, 1989.
4. Экономика организация и планирование производства. Методические указания и задания на дипломную работу для учащихся специальности радиоапаратостроение - Горький, 1988.
5. Городилин В.М., Городинин В.В. Регулировка радиоаппаратуры – М.: высшая школа 1992 – 271с.
6. Коротков И. А. Вольтметр на ICL7135 и особенности подключения индикаторов - Радиоаматор №11, 2003р., С. 22.
7. Усатенко СТ. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД - М: изд. Стандартов, 1989.-325с.
8. Городилин В.М., Городилин В.В. Регулировка радиоаппаратуры -М: Высшая школа, 1992.-271 с.
9. Применения микросхемных стабилизаторов серии 142, К142 и КР142.- Радио №3, 1991р., С. 47.
10. Жидецький В. Ц. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник/ за ред. В. Ц. Жидецького - Львів: Афіша, 2000.- 352 с.
11. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: Підручник.- Львів: Афіша, 2005.- 318 с.
12. Розрахунок підсилювачів звукових частот - ТК ТДТУ, 2008р.

					КРБ 148.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		