

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 70 сторінок, 17 рисунків, 11 таблиць, 11 джерел.

Об'єктом проектування є детектор прихованої проводки

Мета роботи – розробка генератора.

В процесі роботи проведені розробка структурної та принципової схем, розрахунок схеми блоку генератора, розроблені конструкції друкованих плат та вузлів, проведений розрахунок теплового режиму та надійності підсилювача звукової частоти.

Детектор можна застосовуватися для пошуку прихованої проводки.

ДЕТЕКТОР, ГЕНЕРАТОР, ДРУКОВАНА ПЛАТА, НАДІЙНІСТЬ,
БІПОЛЯРНИЙ ТРАНЗИСТОР,

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МОЖЛИВИХ РІШЕНЬ.....	8
1.1. Моделі детекторів прихованої проводки.....	9
1.2. Переваги та недоліки використання детекторів.....	16
1.3. Режими роботи детекторів прихованої проводки.....	18
1.4. Особливості використання детекторів прихованої проводки в різних умовах.....	19
1.5. Класи точності детекторів прихованої проводки.....	20
2. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	22
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЕТЕКТОРА ПРИХОВАНОЇ ПРОВОДКИ.....	26
4. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДЕТЕКТОРУ.....	35
4.1. Методи та типи матеріалів при розробці друкованої плати.....	35
4.2. Конструкція друкованої плати детектора.....	36
4.3. Технологія виробництва друкованої плати.....	41
4.4. Розробка конструкції друкованого вузла.....	42
5. ВИБІР УМОВ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ.....	44
6. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ДЕТЕКТОРА.....	52
7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	55
7.1. Охорона праці при виготовленні детектора.....	61
ВИСНОВКИ.....	68
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	69

ВСТУП

Зв'язок із електромережею є невід'ємною складовою життя сучасної цивілізації. Проте, із зростанням кількості приладів, які вимагають електроживлення, збільшується й ризик виникнення небезпеки у разі поганого стану електромережі. Один із основних джерел ризику – це проводка, яка не відповідає вимогам безпеки та може призвести до пожежі.

Для виявлення прихованої проводки традиційно використовуються методи візуального огляду та використання спеціального обладнання. Однак, ці методи не завжди дають гарантії виявлення прихованої проводки, а також можуть бути недостатньо ефективними при пошуку проводки важкодоступних місць.

У зв'язку з цим, розробка нових методів виявлення прихованої проводки стає актуальною задачею. У даному дипломному проекті пропонується розробити детектор прихованої проводки, який буде базуватися на аналізі магнітного поля, що утворюється в проводі при подачі струму. Даний детектор буде мати низьку ціну та може бути використаний як фахівцями-електриками, так і простими користувачами для перевірки безпеки електричної мережі вдома.

Для розробки детектора прихованої проводки буде використано ефект утворення магнітного поля в провіднику при проходженні струму. При проходженні електричного струму через провідник утворюється магнітне поле, яке може бути виявлене спеціальним сенсором.

За допомогою магнітного сенсора буде здійснюватися зчитування магнітного поля провідника. При наявності прихованої проводки, магнітне поле буде виявлене на сенсорі, що дозволить виявити її наявність.

Для забезпечення максимальної ефективності детектора, буде розроблений спеціальний алгоритм обробки даних, що дозволить розрізняти магнітне поле від проводки від інших джерел магнітного поля.

Детектор прихованої проводки буде мати компактну конструкцію, яка дозволить легко переносити його з місця на місце та використовувати в будь-яких умовах.

Крім того, детектор буде мати індикатор наявності проводки, що дозволить користувачеві легко та швидко перевірити електричну мережу вдома.

Розробка детектору для пошуку провідників електричного струму має великий практичний інтерес, оскільки вона може допомогти у запобіганні небезпечних ситуацій. Використання даного пристрою дозволить забезпечити безпеку електромережі та знизити ризик пожеж у житлових та промислових приміщеннях.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МОЖЛИВИХ РІШЕНЬ

Детектором для пошуку провідників електричного струму проводки можна вважати детектор прихованої проводки, який призначений для виявлення електричної проводки, що знаходиться під покриттям, наприклад, стінами, підлогою або стелями. Детектор складається з магнітного сенсора, який вимірює магнітне поле, що утворюється під час проходження струму через провідник.

Основні переваги використання детектора прихованої проводки полягають у можливості виявлення небезпечної електричної проводки, яка може бути вкладена під покриттям та не має зовнішнього доступу. Детектор може допомогти у забезпеченні безпеки та запобіганні небезпечних ситуацій, пов'язаних із некоректною електропроводкою.

Різноманітні моделі детекторів можуть мати різні функції та характеристики, наприклад, можуть відрізнятися за чутливістю, точністю та глибиною проникнення. Деякі детектори можуть мати додаткові функції, такі як індикація напруги або струму.

Детектор прихованої проводки може використовуватись в будівництві, ремонті та обслуговуванні будівель, а також у промислових та комерційних галузях. Використання детектора допоможе забезпечити безпеку робіт та знизити ризик пожеж.



Рисунок 1.1 – Детектор прихованої проводки

1.1 Моделі детекторів прихованої проводки та їх застосування

Існує декілька моделей детекторів прихованої проводки з різними характеристиками та функціями. Основні моделі детекторів прихованої проводки, які доступні на ринку, включають в себе:

1. Магнітні детектори (рис.1.2) є однією з моделей детекторів прихованої проводки, які використовуються для виявлення електричної проводки. Вони працюють за принципом вимірювання магнітного поля, що утворюється навколо проводу під час проходження через нього струму.

Ці детектори є чутливими до металевих матеріалів, які створюють магнітні поля, що впливають на точність вимірювання. Тому важливо забезпечити правильне розташування детектора та зменшити вплив інших металевих об'єктів у навколишньому середовищі.

Магнітні детектори можуть виявляти тільки магнітні поля, що утворюються під час проходження струму через провідник, тому вони можуть бути непридатні для виявлення електричної проводки, що не має струму в даний момент.

Деякі моделі магнітних детекторів можуть мати різні налаштування для різних типів провідників, що дозволяє підібрати оптимальні умови для їх використання. Також, деякі детектори можуть мати функцію звукової та світлової сигналізації, що дозволяє оператору зрозуміти, коли виявлена проводка.

Основні етапи роботи магнітних детекторів наступні:

а) Створення магнітного поля: детектори створюють постійне або змінне магнітне поле в навколишньому просторі. Це поле може бути створене за допомогою постійних магнітів, електромагнітів або комбінації обох методів.

б) Виявлення магнітних полів: детектори використовують датчики, які можуть виявляти магнітні поля, що випромінюються з певної області. Ці датчики можуть бути залізними головками, електромагнітними сенсорами або іншими датчиками.

в) Аналіз сигналів: після виявлення магнітного поля детектори оброблюють сигнали, які генеруються датчиками. Це дозволяє визначити наявність або відсутність магнітної провідки в області виявлення.

г) Сигналізація про виявлення провідки: коли детектор виявляє магнітну провідку, він може надіслати сигнал сигналізації. Цей сигнал може бути звуковим або світловим та повідомляти про наявність провідки.

д) Ідентифікація місця виявлення провідки: деякі магнітні детектори можуть допомогти визначити місце розташування магнітної провідки, наприклад, за допомогою індикаторів положення або інших методів. Це дозволяє оператору легко знайти і виправити проблему.



Рисунок 1.2 – Магнітний детектор

2. Радіочастотні (RF) детектори (рис.1.3) є ще одним типом детекторів прихованої провідки, які використовуються для виявлення електричної провідки. Вони працюють за принципом виявлення електромагнітного випромінювання, яке утворюється при проходженні струму через провідник.

RF детектори можуть виявляти електричну провідку, незалежно від того, чи є вона під напругою, чи ні. Вони працюють на різних частотах, що

дозволяє їм виявляти різні типи проводки, включаючи провідники з металу, пластику та інших матеріалів.



Рисунок 1.3 – Радіочастотний (RF) детектор

RF детектори можуть мати різні налаштування для різних типів проводки, що дозволяє підібрати оптимальні умови для їх використання. Деякі моделі можуть мати можливість налаштування чутливості та фільтрації сигналів для зменшення хибних спрацювань.

RF детектори можуть мати різні форми та розміри, включаючи портативні детектори та детектори для встановлення в стінах та підлозі. Деякі детектори можуть мати вбудовану функцію звукової та світлової сигналізації, що дозволяє оператору зрозуміти, коли виявлена проводка.

Однією з переваг RF детекторів є їх здатність виявляти проводку, яка прихована від зору, так як її можуть бути приховані під штукатуркою, під підлогою або в стіні. Однак, RF детектори можуть бути менш ефективними, якщо їх використовувати в густонаселених місцях або в присутності багатой металевій конструкції, так як це може спотворювати сигнал. Радіочастотні

(RF) детектори використовуються для виявлення бездротових пристроїв, які використовують радіохвилі для передачі сигналів.

Основні етапи роботи RF детекторів наступні:

а) Виявлення сигналу: Для виявлення радіосигналів RF детектори використовують антену, яка збирає сигнали з навколишнього простору.

б) Підсилення сигналу: Прийнятий сигнал підсилюється з використанням внутрішнього підсилювача, що дозволяє збільшити його потужність.

в) Аналіз сигналу: Після підсилення сигналу RF детектор проаналізує його частотний діапазон та потужність. Якщо виявлено радіосигнал, який перевищує заданий поріг чутливості, детектор вважає його потенційно небезпечним.

г) Попередження про загрозу: Після виявлення радіосигналу RF детектор може повідомити про це користувача, використовуючи різні методи попередження, такі як звуковий сигнал, світлові індикатори, текстові повідомлення на екрані або бездротове повідомлення на віддалену станцію безпеки.

3. Інфрачервоні (IR) детектори (рис.1.4) є ще одним типом детекторів прихованої проводки. Вони працюють за принципом виявлення інфрачервоного випромінювання, яке може виділятися з електричних проводів під впливом теплового випромінювання.

IR детектори можуть виявляти електричну проводку, незалежно від того, чи є вона під напругою, чи ні. Вони досить ефективні в виявленні проводки, яка прихована під штукатуркою або в стінах, оскільки теплове випромінювання може проникати через деякі матеріали.

IR детектори можуть мати різні налаштування для різних типів проводки, що дозволяє їм підібрати оптимальні умови для їх використання. Деякі моделі можуть мати можливість налаштування чутливості та фільтрації сигналів для зменшення хибних спрацювань.



Рисунок 1.4 – Інфрачервоний (IR) детектор

IR детектори можуть мати різні форми та розміри, включаючи портативні детектори та детектори для встановлення в стінах та підлозі. Деякі детектори можуть мати вбудовану функцію звукової та світлової сигналізації, що дозволяє оператору зрозуміти, коли виявлена провідка.

Однією з переваг IR детекторів є їх здатність виявляти провідку, яка прихована від зору. Однак, IR детектори можуть бути менш ефективними, якщо в навколишньому середовищі є джерела тепла, такі як радіатори або інші пристрої, оскільки це може призвести до спотворення сигналу. Крім того, IR детектори можуть бути менш ефективні в виявленні провідки, яка не виділяє тепло.

Основні етапи роботи IR детекторів наступні:

а) Збір сигналу: Для збору інфрачервоного випромінювання використовуються оптичні компоненти, такі як лінзи та дзеркала. Ці компоненти збирають і фокусують інфрачервоне випромінювання на детекторі.

б) Виявлення сигналу: Для виявлення інфрачервоного випромінювання використовуються різні типи детекторів, такі як термопарні детектори, піксельні детектори, фотодіоди, болометри та інші. Коли інфрачервоне

випромінювання попадає на детектор, він генерує електричний сигнал, який можна зчитати за допомогою електроніки.

в) Обробка сигналу: Сигнал з детектора піддається обробці, щоб визначити, чи є наявність об'єкта, який виділяє інфрачервоне випромінювання. Обробка може включати в себе різні методи, такі як порогову обробку, фільтрацію шуму, аналіз форми сигналу та інші.

г) Відображення результатів: Результати виявлення сигналу можуть бути відображені на екрані, що дозволяє оператору оцінити наявність об'єкта, який виділяє інфрачервоне випромінювання. Результати також можуть бути записані для подальшого аналізу.

Основна перевага IR детекторів полягає в тому, що вони можуть виявляти тіла навіть при повній відсутності світла.

4. Комбіновані детектори (рис.1.5) - це детектори, які поєднують в собі декілька типів детекторів, щоб забезпечити максимальну ефективність виявлення прихованої проводки. Наприклад, такий детектор може мати в собі магнітний датчик, радіочастотний датчик та інфрачервону камеру.



Рисунок 1.5 – Комбінований детектор

Комбіновані детектори зазвичай працюють шляхом поєднання даних з кожного датчика та аналізу цих даних для знаходження проводки. Наприклад, магнітний датчик може виявити металеву проводку, радіочастотний датчик може виявити бездротовий передавач, а інфрачервона камера може виявити

теплові сліди, які можуть бути пов'язані з проводкою. Комбінування цих даних дозволяє більш точно знайти приховану проводку.

Комбіновані детектори зазвичай мають більш високу вартість порівняно з однофункціональними детекторами, але вони забезпечують більш високу точність виявлення прихованої проводки і можуть бути корисні в більш складних ситуаціях, коли проводка може бути прихована за різними матеріалами або забезпечена додатковим захистом від виявлення.

Основні етапи роботи комбінованих детекторів полягають у поєднанні роботи двох або більше типів детекторів. Такі детектори можуть використовувати магнітні, радіочастотні та інфрачервоні методи виявлення проводки. Основні етапи роботи комбінованих детекторів можуть включати наступні кроки:

1. Огляд детектора: перевірка наявності електричного струму в розетці та перевірка працездатності детектора.
2. Виявлення магнітних полів: детектор здійснює пошук магнітних полів, що генеруються проводкою.
3. Виявлення радіочастотних сигналів: детектор виявляє радіочастотні сигнали, що випромінюються проводкою.
4. Виявлення інфрачервоних сигналів: детектор виявляє інфрачервоні сигнали, що випромінюються проводкою.
5. Сигналізація: якщо детектор виявляє наявність прихованої проводки, він видає сигнал, що може бути візуальним, звуковим або вібраційним.
6. Підтвердження: після того, як детектор виявляє приховану проводку, необхідно підтвердити її наявність за допомогою додаткових інструментів, таких як мультифункціональний тестер.
7. Документування: результати виявлення прихованої проводки необхідно документувати у вигляді звіту для подальшого використання.

1.2 Переваги та недоліки використання детекторів прихованої проводки

Основні переваги детекторів прихованої проводки:

1. **Безпека:** детектори прихованої проводки допомагають забезпечити безпеку під час проведення будівельних та ремонтних робіт, оскільки вони дозволяють виявити потенційно небезпечну проводку.

2. **Економія часу та коштів:** виявлення прихованої проводки з допомогою детектора дозволяє зекономити час і кошти на пошук та виправлення проблем.

3. **Легкість використання:** детектори прихованої проводки легко використовувати і не потребують спеціальних навичок або знань.

4. **Деталізація даних:** деякі детектори можуть надавати детальну інформацію про стан проводки, включаючи глибину та тип проводки.

5. **Можливість виявлення інших матеріалів:** деякі детектори можуть виявляти не тільки проводку, але й інші матеріали, такі як металеві труби або дерево.

6. **Підвищення якості ремонту:** виявлення прихованої проводки дозволяє підвищити якість ремонту, оскільки можна точно встановити місце, де потрібно провести роботу.

7. **Попередження про можливі небезпеки:** виявлення прихованої проводки може попередити про можливі небезпечні ситуації, такі як коротке замикання, перегрів проводки або пожежа.

8. **Мобільність:** деякі детектори є портативними та легкими, що дозволяє їх легко переносити та використовувати в різних місцях.

9. **Надійність:** детектори прихованої проводки є надійними та довговічними інструментами, які можуть бути використані для багатьох років.

10. **Можливість виявлення не тільки прихованих проводів, але й зламаних, обрізаних, перев'язаних або неправильно підключених проводів.**

11. Зниження ризику пошкодження проводів та електронних пристроїв під час будівельних та ремонтних робіт, що може призвести до значного збільшення вартості робіт та часу на їх виконання.

12. Висока точність: деякі детектори прихованої проводки можуть точно визначати місцезнаходження та тип прихованої проводки, що дозволяє швидко виявляти й усувати проблеми.

13. Зниження ризику травм: використання детекторів прихованої проводки може зменшити ризик травм під час виконання будівельних, електромонтажних та ремонтних робіт.

14. Відсутність необхідності відключення електромережі: детектори прихованої проводки дозволяють виявляти проводку без необхідності вимикання електропостачання, що дозволяє зекономити час та гроші на проведення відключень та підключень.

15. Раннє виявлення проблем: детектори прихованої проводки можуть допомогти виявити проблеми з електричною проводкою на ранніх стадіях, що дозволяє уникнути серйозних проблем у майбутньому.

Основні недоліки детекторів прихованої проводки можуть включати наступне:

1. Обмежена дальність виявлення проводки, що залежить від потужності детектора та характеристик навколишнього середовища.

2. Ризик виявлення хибних сигналів від інших електронних пристроїв, що можуть викликати перешкоди.

3. Залежність точності виявлення від типу проводки та її орієнтації відносно детектора.

4. Необхідність знань техніки та досвіду в роботі з детектором, щоб уникнути помилок в інтерпретації сигналів.

5. Висока вартість детекторів прихованої проводки порівняно з іншими засобами виявлення проводки.

6. Необхідність заряджання акумуляторів або заміни батарейок.

7. Обмежена чутливість деяких типів детекторів, яка може змінюватися в залежності від температури та інших факторів.

8. Вимоги до підготовки робочого місця перед використанням детектора, включаючи вимкнення електричного живлення та забезпечення безпеки праці.

9. Ризик пошкодження детектора при падінні або ударі, що може призвести до несправності та необхідності ремонту.

10. Обмежена можливість виявлення проводки, яка прихована за іншими матеріалами, наприклад, за металевою плиткою або гіпсовою стіною.

11. Ризик незапланованого відключення живлення внаслідок втрати заряду акумулятора або вимкнення живлення.

12. Обмежена можливість виявлення проводки, яка розташована за металевою поверхнею, такою як стіна або підлога

1.3 Режими роботи детекторів прихованої проводки

Детектори прихованої проводки можуть працювати в різних режимах, залежно від призначення і умов застосування. Основні режими роботи включають:

1. Ручний режим - в цьому режимі детектор активується при здійсненні вимірювання оператором.

2. Автоматичний режим - в цьому режимі детектор автоматично активується, коли виявляється підозріла проводка.

3. Режим пошуку - в цьому режимі детектор використовується для пошуку проводки, а не для визначення точного місця її розташування.

4. Режим вимірювання глибини - в цьому режимі детектор визначає глибину розташування проводки.

5. Режим вимірювання розміру - в цьому режимі детектор визначає розміри об'єкта, на якому розташована проводка.

6. Режим визначення напруги - в цьому режимі детектор визначає наявність напруги в проводках.

7. Режим визначення струму - в цьому режимі детектор визначає наявність струму в проводках.

8. Режим відслідковування проводки - в цьому режимі детектор відслідковує рух проводки.

9. Режим звукової сигналізації - в цьому режимі детектор сигналізує про наявність підозрілої проводки звуком.

10. Режим відображення на екрані - в цьому режимі детектор відображає результати вимірювання на екрані.

11. Режим збереження результатів - в цьому режимі детектор зберігає результати вимірювання для подальшого аналізу.

12. Режим забезпечення безпеки - в цьому режимі детектор використовується для забезпечення безпеки під час проведення будівельних робіт.

1.4 Особливості використання детекторів прихованої проводки в різних умовах

Детектори прихованої проводки знаходять своє використання в багатьох галузях, де важлива безпека та захист від можливих небезпечних ситуацій. Ось декілька з них:

1. Електрики та електротехніки використовують детектори прихованої проводки для виявлення проводки та інших складових електричних систем.

2. Будівельники використовують детектори прихованої проводки для виявлення проводки та металевих труб у стінах та підлогах перед початком ремонтних робіт.

3. Люди, які займаються ремонтом та обслуговуванням техніки, використовують детектори прихованої проводки для виявлення проблем з електричною проводкою та компонентами.

4. Служби безпеки та правоохоронні органи використовують детектори прихованої проводки для знаходження прихованої зброї, вибухівок та інших небезпечних предметів.

5. Власники будинків та квартир можуть використовувати детектори прихованої проводки для перевірки електричної системи, щоб забезпечити безпеку та уникнути можливих проблем.

6. Детектори прихованої проводки використовуються в індустрії безпеки та захисту, зокрема в аеропортах, на залізничних станціях та в інших місцях зі значним потоком людей, для знаходження небезпечних предметів.

7. Детектори прихованої проводки можуть бути використані для знаходження прихованих кабелів та проводів, що використовуються в телекомунікаційних системах.

8. Детектори прихованої проводки можуть бути використані для знаходження скритих акумуляторів в електронних пристроїв

1.5 Класи точності детекторів прихованої проводки

Клас точності детектора прихованої проводки визначається залежно від його здатності точно визначати наявність та місцезнаходження прихованих проводів. Відповідно, існують різні класи точності детекторів, що можуть бути використані для різних завдань.

Основні класи точності детекторів прихованої проводки:

1. Базовий клас точності - детектори цього класу можуть виявляти наявність проводів, але не завжди точно визначають їх місцезнаходження.

2. Середній клас точності - ці детектори можуть виявляти наявність та місцезнаходження проводів зі зазначеною точністю, проте вони можуть допускати деякі помилки.

3. Високий клас точності - ці детектори забезпечують високу точність визначення наявності та місцезнаходження прихованих проводів.

Обираючи детектор прихованої проводки, слід звернути увагу на його клас точності, оскільки це може визначати ефективність використання детектора у конкретному випадку.

2 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ

Підключивши пропонований детектор до прихованих у стінах електро-радіотрансляційних або телефонних проводів, їх можна буде знайти за допомогою звичайного радіоприймача.

Багато сконструйованих радіоаматорами шукачів прихованих проводів реагують на наведення частотою 50 Гц, що створюються цими проводами. Якщо по дроту не тече струм, наведення дуже мало, і щоб його збільшити, доводиться підключати досить потужне навантаження. Та й у цьому випадку дуже важко відрізнити потрібний провід від великої кількості інших, прокладених у тому кабельному каналі, особливо якщо вони знаходяться під напругою і створюють наведення тієї ж частоти.

До одного з кінців проводу підключають малопотужний генератор, частота сигналу якого лежить в довгохвильовому радіомовному діапазоні, а його амплітуда промодельована сигналом звукової частоти (ЗЧ). Щоб почути цей сигнал, достатньо наблизити до дроту налаштований на потрібну частоту кишеньковий радіоприймач.

Сфери застосування індикаторів прихованої проводки (ІПП) залежать від комплектації приладу та його чутливості. Базові моделі комбінованих детекторів можна використовувати у таких цілях:

- визначення прихованої електропроводки у стелях, стінах, підлогах;
- виявлення місць обривів електрокабелів;
- правильність підключення фаз електролічильників;
- визначення фазового дроту;
- виявлення незаземленого обладнання;
- перевірка справності плавких вставок та запобіжників;
- виявлення місць розташування металевої арматури у стіні,

До додаткових можливостей ІПП можна віднести такі функції:

- індикація об'єктів типів "неметал", "немагнітний метал", "магнітний метал", "проводка під напругою";
- визначення температури поверхні;

- індикація точності виявлення у відсотках;
- виявлення дерева;
- автоматичне виявлення центру металевих предметів.

Схема генератору представлена на рисунку 1.1

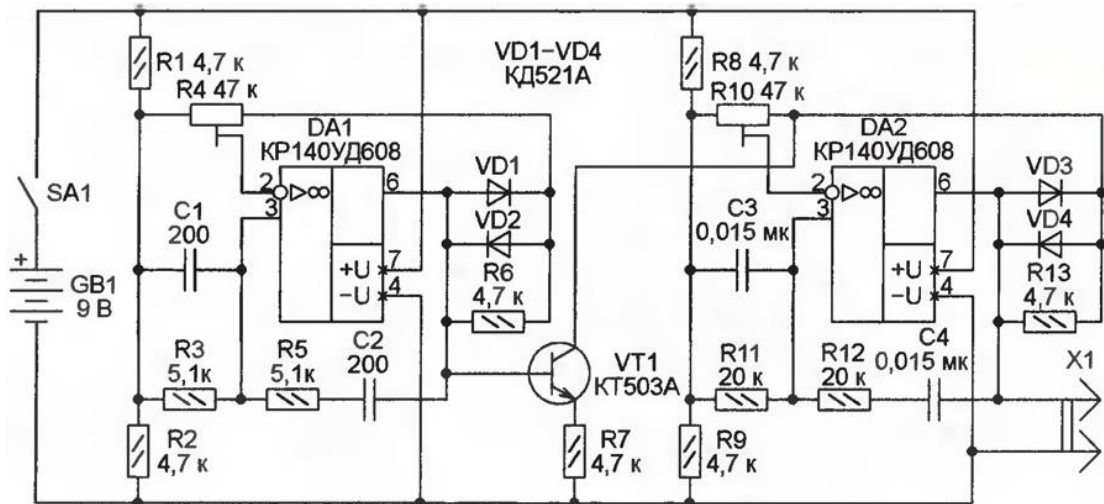


Рисунок 2.1 – Електрична принципова схема генератору для пошуку прихованої проводки

Схема складається з двох аналогічних генераторів з мостами Віна, що відрізняються лише номіналами частотних елементів. Перший, на операційному підсилювачі (ОП) DA1, генерує синусоїдальні коливання частотою 230 кГц, другий (на ОП DA2) – частотою 500 Гц. Модуляція відбувається з допомогою зв'язку між генераторами через транзистор VT1. Джерело живлення - батарея "Крона" або аналогічна напругою до 9В (працездатність пристрою зберігається при зниженні напруги до 6В). Споживаний від батареї струм не перевищує 12 мА. При налагодженні приладу підстроювальними резисторами R4 та R10 досягають найближчої до синусоїди форми коливань кожного генератора.

Провід, що підлягає пошуку, з'єднують верхнім за схемою контактом роз'єму X1. Його другий контакт залишають вільним, заземлюють або

з'єднують із дротом, що утворює пару з першим. Найкращий варіант вибирають з чутності сигналу в приймачі.

Працюючи за умов підвищеного шуму доцільно збільшити частоту модуляції, оскільки у умовах звук високого тону більш помітний. Для цього достатньо зменшити номінали конденсаторів C3 і C4 (зберігши їх однаковими), а якщо цього недостатньо, то резисторів R11, R12.

Буває, що при глибокому заляганні дротів у стіні є чутність сигналу генератора на приймач із вбудованою магнітної антеною недостатня. Для її поліпшення можна підключити до антенного гнізда приймача відрізок дроту, що послужить зовнішньою антеною.

В даному проєкті використовується такі мікросхеми та елементи як:

- мікросхеми (DA1-DA2) - операційний підсилювач з малими вхідними струмами та внутрішньою корекцією;
- біполярний транзистор (VT1) - кремнієві епітаксійно-планарні структури n-p-n підсилювальні, середньої потужності;
- діоди (VD1-VD4) - елемент, що перетворює струм, що проходить через нього, односпрямований;
- резистори (R1-R13) - пасивний елемент електричних ланцюгів, що володіє певним або змінним значенням електричного опору, призначений для лінійного перетворення сили струму в напругу і напруги в силу струму, обмеження струму, поглинання електричної енергії;
- конденсатори (C1-C4) – накопичувач електричної енергії;
- кнопка (SA1)
- джерело живлення (GB1).

Умови розміщення електронного пристрою визначають рівень впливу на нього механічних і кліматичних факторів. Тому на стадії конструювання необхідно визначити характер і рівень цих впливів. До таких дій відносять дію механічної вібрації та ударів, температурні впливи, дії підвищених і знижених вологості і тиску.

Цей пристрій передбачається розміщуватися в країнах Європи. Для

країн Європи кліматичне виконання пристрою відноситься до категорії - УХЛ. В категорії «УХЛ» передбачається, що пристрій призначений для роботи в районах з помірним кліматом та холодним кліматом, де зміна температури від -45°C до -40°C , зміна вологості до 70% при температурі 15°C .

Так як даний пристрій розміщується на відкритому повітрі (об'ємах), то для нього обрана категорія розміщення - 1 [1,2], а саме - на відкритому повітрі. Для даної категорії розміщення робоча температура становить $-60\dots+45^{\circ}\text{C}$, максимальні робочі температури $-50\dots+45^{\circ}\text{C}$, відносна вологість -70% при 15°C .

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ ДЕТЕКТОРА ПРИХОВАНОЇ ПРОВІДКИ

Мікросхема КР140УД608

Мікросхема КР140УД608 є логічним елементом, що входить до серії КР140УД6хх, розробленої для використання в електронних пристроях та системах управління.

Ця мікросхема містить чотири двохходових базових елементи АБО з інверсією вихідного сигналу і являє собою операційний підсилювач середньої точності з транзисторами на вході з надвисоким посиленням, з малими вхідними струмами, з внутрішньою частотною корекцією і схемою захисту виходу від короткого замикання. Мікросхема містить в собі 45 інтегральних елементів. Вона має широкий діапазон робочих напруг від 3 до 15 вольт, тому її можна використовувати в різних електронних пристроях. Вона може працювати в широкому діапазоні температур, від -60 до +125 градусів Цельсія, що дозволяє використовувати її в різних умовах експлуатації.

Мікросхема КР140УД608 зазвичай використовується для реалізації різноманітних логічних схем, в тому числі для створення лічильників, дешифраторів, мультиплексорів та інших пристроїв, що вимагають високої швидкодії та точності.

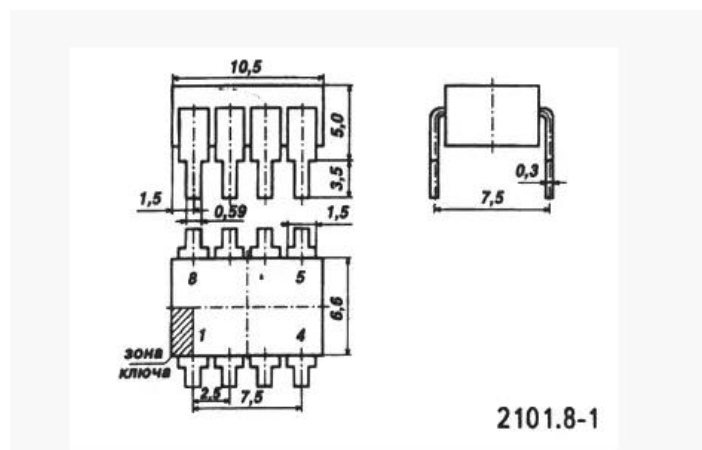


Рисунок 3.1 - Розміри мікросхеми КР140УД608

Параметри мікросхеми КР140УД608 представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри мікросхеми КР140УД608

Тип підсилювача	операційний
Вхідна напруга зміщення	10 мВ
Вхідний опір	1МОм
Вхідний струм зміщення	10 нА
Максимальна напруга живлення	16 В
Мінімальна напруга живлення	15 В

Біполярний транзистор КТ503А

КТ503А - це біполярний PNP транзистор загального призначення. Він має максимальну допустиму потужність в 25 Вт, максимальний струм колектора в 4 А та максимальну напругу колектора-база в 50 В.

КТ503А має три електроди: емітер (Е), базу (В) та колектор (С). Він використовується для підсилення сигналів в електронних пристроях, таких як підсилювачі, перетворювачі, генератори сигналів, і т.д.

Для правильного підключення КТ503А до кола, важливо знати його характеристики та властивості. Також важливо враховувати межі допустимих значень струму та напруги, щоб уникнути пошкодження транзистора.

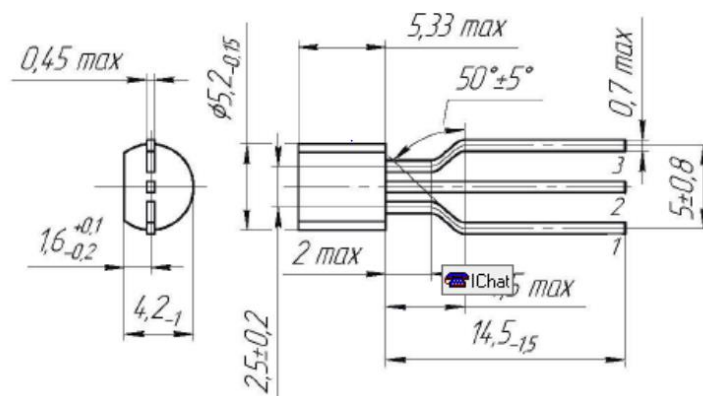


Рисунок 3.2 - Розміри біполярного транзистора КТ503А

Параметри транзистора представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Параметри транзистора КТ503А

Структура	n-p-n
Максимально допустимий струм	0,15 А
Статичний коефіцієнт передачі струму	40...120
Гранична частота коефіцієнта передачі струму	5 МГц
Максимальна потужність, що розсіюється	0,35 Вт
Вага	0,3 г

Діоди КД521А

Діод КД521А - це кремнієвий елемент, що перетворює струм, що проходить через нього, односпрямований. Він має корпус DO-7 і прямий струмовий напругу до 50 В. Діод КД521А використовується в різних електронних пристроях, таких як блоки живлення, перетворювачі напруги, різноманітні захисні пристрої та інші електронні схеми. Цей діод має досить високу швидкість комутації, що дозволяє йому використовуватися в пристроях, які працюють з високочастотними сигналами. Крім того, він має досить високу температурну стабільність та довгий термін служби.

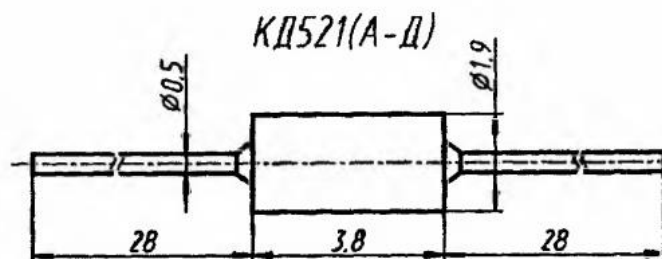


Рисунок 3.3 - Розміри діоду КД521А

Параметри діоду КД521А представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Параметри діоду КД521А

Матеріал	кремній
Кількість діодів	1
Максимальний час зворотного відновлення	4 нс
Загальна ємність	4 пФ
Робоча температура	-60 ... +125 0С
Спосіб монтажу	в отвір

Резистори R1-3, R5-9, R13

Резистори R1206 мають мінімальну товщину та займають мало місця на печатній платі, тому вони ідеально підходять для використання в пристроях з обмеженим простором. Вони часто використовуються в схемах фільтрації шумів, регуляторах напруги, блоках живлення та інших електронних пристроях.

Резистори R1206 доступні в різних значеннях опору, що дозволяє вибрати оптимальний тип резистора для конкретного застосування. Вони також доступні і з різними потужностями та стабільностями опору.

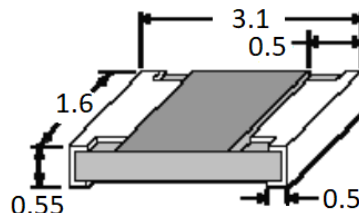


Рисунок 3.4 - Конструкція резисторів R1-3, R5-9, R13

Параметри резисторів R1, R2, R6-9, R13 представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Параметри резисторів R1, R2, R6-9, R13

Номінальна потужність	0.25В
Номінальний опір	4.7 кОм
Точність	5%
Діапазон робочих температур	-55 ... +125° С

Параметри резисторів R3, R5 представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Параметри резисторів R3, R5

Номінальна потужність	0.25В
Номінальний опір	5.1 кОм
Точність	5%
Діапазон робочих температур	-55 ... +125 °С

Резистори R4, R10

Резистор 3323Р є підстроювальним (регульованим) резистором зі змінним опором. Цей резистор виготовляється в корпусі типу "потенціометр", що має три контакти: два зовнішні контакти для підключення до кола і один середній контакт для зміни опору.

Резистор 3323Р має опірність від 100 Ом до 1 МОм зі ступенем регулювання 10% або 20%. Цей резистор може використовуватися для регулювання опору в електричних колах, де потрібна точна настройка параметрів, таких як гучність в аудіосистемах або чутливість в електронних схемах.

Параметри резисторів R4, R10 представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Параметри резисторів R4, R10

Номінальна потужність	0.5В
Номінальний опір	47 кОм
Точність	10%
Діапазон робочих температур	-55 ... +125 °С

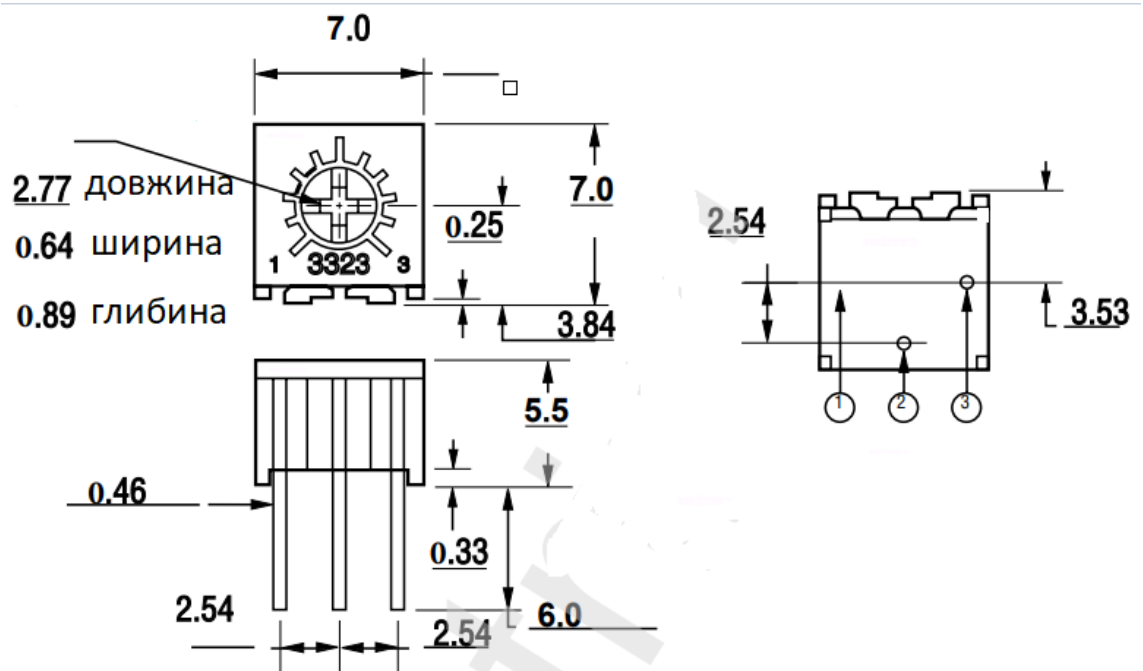


Рисунок 3.5 -Конструкція резисторів R4,R10

Резистори R11, R12

Резистори R2512 використовуються в електронних пристроях, де потрібно забезпечити точне і стабільне значення опору в електричному колі. Вони часто використовуються в схемах живлення, регуляторах напруги, імпульсних блоках живлення, мережевих фільтрах, детекторах та інших пристроях.

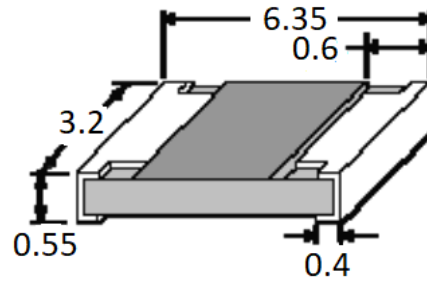


Рисунок 3.6 -Конструкція резисторів R11-R12

Параметри резисторів R11-R12 представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Параметри резисторів R11-R12

Номінальна потужність	0.25В
Номінальний опір	20 кОм
Точність	5%
Діапазон робочих температур	-55 ... +125 ° С

Конденсатори С1-С4

Конденсатори SMD C0402 мають мінімальну товщину та займають мало місця на печатній платі, тому вони ідеально підходять для використання в пристроях з обмеженим простором. Вони часто використовуються в схемах фільтрації шумів, регуляторах напруги, блоках живлення та інших електронних пристроях.

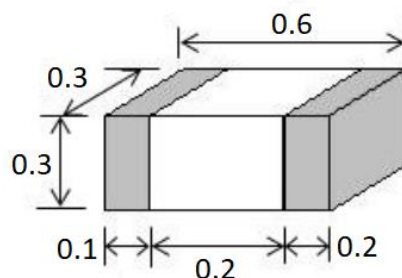


Рисунок 3.7 - Розміри конденсаторів C1-C2

Параметри конденсаторів C1-C2 представлені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Параметри конденсаторів C1-C2

Робоча напруга	16 В
Номінальна ємність	200 пкФ
Допуск номіналу	10 %
Робоча температура	-55...125 С

Конденсатори SMD C0603 мають мінімальну товщину та займають мало місця на печатній платі, тому вони ідеально підходять для використання в пристроях з обмеженим простором. Вони часто використовуються в схемах фільтрації шумів, регуляторах напруги, блоках живлення та інших електронних пристроях

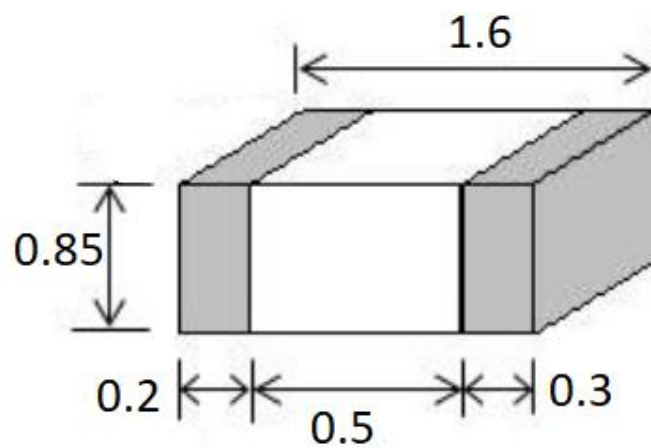


Рисунок 3.8 - Розміри конденсаторів C3-C4

Параметри конденсаторів C3-C4 представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Параметри конденсаторів С3-С4

Робоча напруга	16 В
Номінальна ємність	0.015 МкФ
Допуск номіналу	10 %
Робоча температура	-55...125 °С

4 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ДЕТЕКТОРУ

4.1 Методи та типи матеріалів при розробці друкованих плат

Розробка друкованих плат може здійснюватися різними методами, залежно від складності проекту та можливостей розробника. Основні методи розробки друкованих плат включають наступні:

1. Ручна розробка - це метод, що використовується для розробки простих друкованих плат, де виробництво відбувається шляхом ручного проведення етапів проектування та виготовлення друкованих плат.

2. Комп'ютерне проектування - це метод, який використовується для розробки складних друкованих плат. Він включає в себе використання спеціального програмного забезпечення, яке дозволяє виробляти етапи проектування та виготовлення друкованих плат на комп'ютері.

3. Комбінований метод - це метод, який використовує як ручні, так і комп'ютерні методи при розробці друкованих плат. Він може бути застосований для проектів з різним рівнем складності.

Крім основних методів, існують також спеціалізовані методи розробки друкованих плат, такі як стенси́л-метод, фотомаска-метод, гравірування та інші. Вибір методу залежить від рівня складності проекту, потреб в терміновому виготовленні, можливостей розробника та вимог замовника.

Для виготовлення друкованих плат використовують різні типи матеріалів, зокрема:

1. Фольгований поліетилен (FEP) - цей матеріал застосовується для виготовлення друкованих плат з високими радіочастотними характеристиками.

2. Фторопласт - цей матеріал має високу термостійкість та діелектричну міцність, що робить його ідеальним для виготовлення друкованих плат з високими радіочастотними характеристиками.

3. Поліамід (PI) - цей матеріал має високу термостійкість та діелектричну міцність, а також високу стійкість до різних хімічних речовин. Він застосовується для виготовлення гнучких друкованих плат.

4. Поліестер (PET) - цей матеріал має добру термостійкість та діелектричну міцність, а також добру міцність на розрив. Він застосовується для виготовлення друкованих плат з низькою вартістю.

5. Епоксидна смола (FR-4) - цей матеріал є одним з найпоширеніших для виготовлення друкованих плат. Він має високу механічну міцність, діелектричну міцність та термостійкість.

Крім цих матеріалів, існують також інші матеріали, які використовуються для виготовлення друкованих плат, залежно від їхнього призначення та вимог до характеристик.

4.2 Конструкція друкованої плати детекторів

У розробці друкованих плат виконуються кілька основних етапів для створення оптимальної конструкції:

1. Вибір типу друкованої плати та обґрунтування цього вибору.
2. Визначення класу точності друкованої плати та його обґрунтування.
3. Вибір матеріалу, габаритних розмірів і конфігурації друкованої плати.
4. Попереднє розміщення навісних елементів на платі.
5. Трасування провідників і розміщення елементів на платі.
6. Розробка конструкторської документації для друкованої плати.

Згідно з ГОСТ 23751-86 [3], точність виконання елементів друкованих плат поділяється на п'ять класів. В даному дипломному проекті обрано другий клас точності, оскільки він забезпечує надійність і має меншу вартість порівняно з

вищими класами. Плати другого класу точності мають такі конструктивні параметри:

- Мінімальна ширина провідника: $t = 0,45$ мм.
- Мінімальна відстань між провідниками: $S = 0,45$ мм.
- Гарантований пасок: $b = 0,2$ мм.
- Граничне відхилення діаметра отвору: $\Delta d = \pm 0,15$ мм.
- Граничне відхилення ширини друкованого провідника: $\Delta t = \pm 0,1$ мм.
- Допуск на розташування осей отворів: $Td = 0,15$ мм.
- Допуск на розташування центрів контактних площадок: $TD = 0,25$ мм.

У даному проекті використовується склотекстоліт, який облицьований мідною оксидованою фольгою (СФ-1-35) [9] як матеріал для виготовлення друкованої плати. Товщина фольги становить 35 мкм, а товщина плати - 1,5 мм

Робочий діапазон температур для плати становить від мінус 60°C до 85°C. Габаритні розміри друкованої плати складають 65×50 мм.

Це описує основні етапи та параметри розробки друкованої плати, а також вказує на вибір матеріалу і його характеристики.

Діаметр отвору під вивід вибирають з умови отримання зазору між виводом і стінкою отвору, що забезпечує капілярне проникнення припою в процесі пайки, тобто $d_{\text{отв}} = d_{\text{вив}} + (0,1 \dots 0,4)$ мм [10].

Діаметри виводів $d_{\text{вив}} - 0,5$ мм, 0,6 мм, 0,7 мм.

Діаметри отворів - $d_{\text{отв}} = d_{\text{вив}} + (0,1 \dots 0,4)$ мм

Приймаємо $d_{\text{отв}} = 0,8$ мм

Мінімальний діаметр контактної площадки D навколо монтажного

отвору з відомим діаметром d визначається за формулою (4.1).

$$D = (d + \Delta d_e) + 2b + \Delta t_e + 2\Delta d_T + \sqrt{T_d^2 + T_D^2 + \Delta t_n^2} \quad (4.1)$$

де d - діаметр отвору;

Δd_e - верхнє граничне відхилення номінального значення діаметра отвору – 0,1 мм для отворів діаметром ≤ 1 мм та 0,15 мм для отворів діаметром більше 1 мм;

b - гарантійний пасок на зовнішньому шарі - 0,2 мм

$\Delta t_e, \Delta t_n$ - верхнє і нижнє граничні відхилення ширини провідника - 0,1 мм;

Δd_T - підтравлювання діелектрика, $\Delta d_T = 0,03$ мм;

T_d - допуск на розташування осей отворів для відповідного класу точності і розмірів плати - 0,15 мм;

T_D - допуск на розташування контактних площадок для відповідного класу точності і розмірів плати - 0,25 мм.

Мінімальний діаметр контактної площадки D навколо монтажного отвору з відомим діаметром 0,8 мм визначається за формулою

$$D_1 = (0,8 + 0,1) + 2 \times 0,2 + 0,1 + 2 \times 0,03 + \sqrt{0,15^2 + 0,25^2 + 0,1^2} = 1,8 \text{ мм}$$

Стандарт ГОСТ 2.417-91 [6] визначає правила виконання креслень друкованої плати як деталі. Розміри на кресленні друкованої плати вказуються за допомогою координатної сітки у прямокутній системі координат з кроком 1,25 мм.

Координатна сітка розташована на певній частині поверхні друкованої плати, а початок відліку встановлюється у лівому нижньому куті друкованої плати [11].

Для відображення отворів, діаметрів та контактних площин на кресленні друкованої плати застосовуються встановлені норми та умовні знаки. Інформація про площинки, наявність металізації та кількість отворів може бути представлена у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Параметри монтажних отворів і контактних площадок.

Умовне позначення	Діаметр отворів, мм	Наявність металізації	Кількість отворів	Мінімальний діаметр контактної площадки, мм
○	0,8	Є	33	1,8
○	3,0	-	4	-

На рис. 4.1 і 4.2 приведено креслення розробленої друкованої плати пристрою

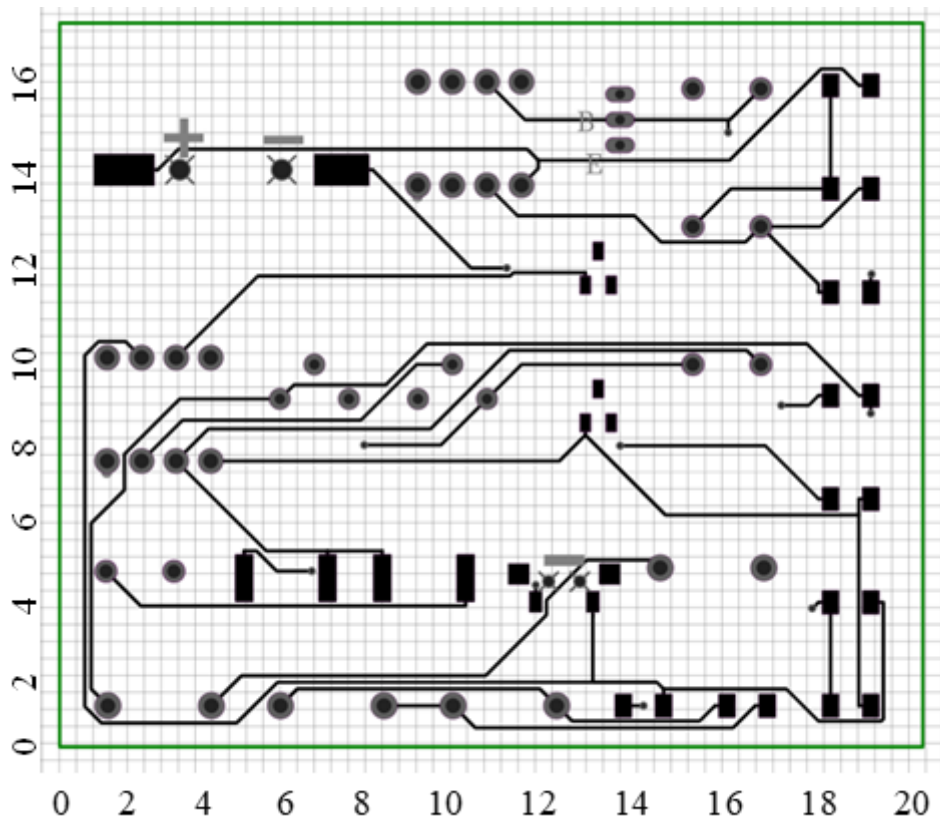


Рисунок 4.1 – Креслення друкованої плати детектору (сторона 1)

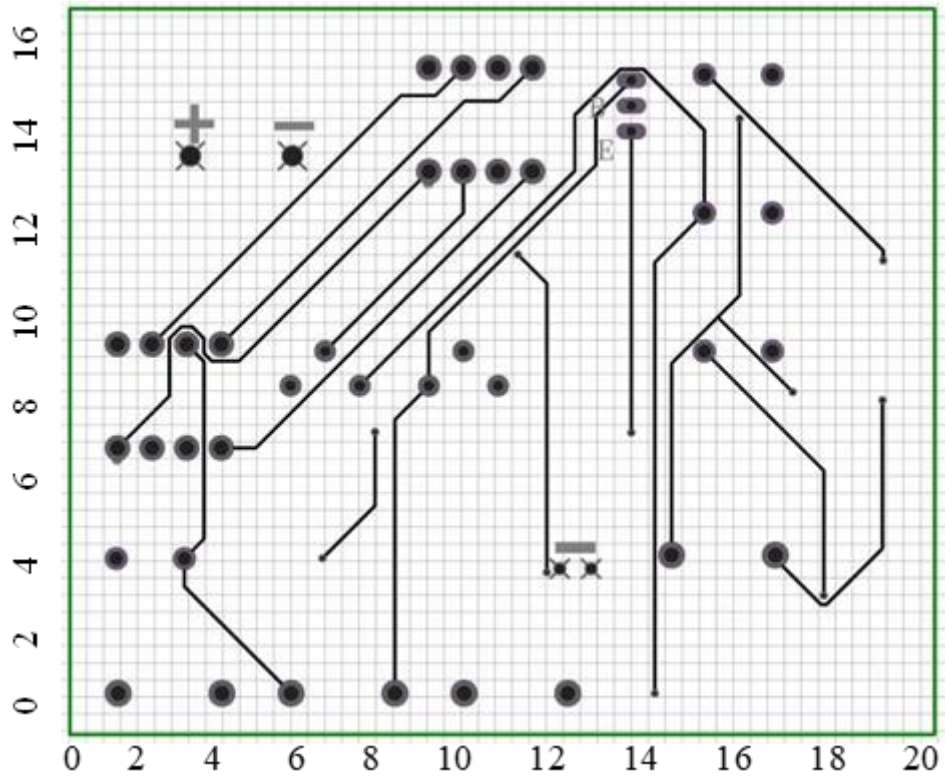


Рисунок 4.2 – Креслення друкованої плати детектору (сторона 2)

4.3 Технологія виробництва друкованої плати

Виробництво друкованих плат полягає у кількох етапах, які можуть відрізнятися в залежності від виробника та типу ДП. У загальному випадку процес починається з підготовки макету ДП. На цьому етапі підготовлюються електронні файли, які містять графічне зображення макету ДП та інформацію про розташування компонентів.

Далі створюється фотошаблон - плівка з фотографічного матеріалу, яка містить образ макету ДП. Цей етап включає створення та друк спеціальної плівки, яку потім використовують для виготовлення фотошаблону.

Потім використовують фотошаблон для виготовлення трафарету, який використовують для нанесення паяльної пасти на поверхню плати. Потім компоненти паяються на плату за допомогою паяльної печі.

Після пайки плату очищають від залишків паяльної пасти та перевіряють її якість та функціональні характеристики. Якщо необхідно, плату можуть покривати захисним лаком або проводити інші операції, щоб підвищити її міцність та захистити від небажаних впливів.

Після завершення виробництва плату можуть піддавати додатковим тестуванням та контролю якості, щоб переконатися, що вона працює правильно та задовольняє вимоги замовника.

Виробництво печатних плат може здійснюватися різними способами, включаючи хімічне травлення, фрезерування, лазерне виготовлення та інші технології. Вибір конкретного методу залежить від розміру, складності та кількості ПП, а також від потреб замовника щодо термінів виготовлення та вартості.

Сучасні технології виробництва печатних плат дозволяють виготовляти ПП різної складності та розміру з високою точністю та якістю. Це дозволяє виробникам електроніки швидко та ефективно виготовляти різноманітні пристрої з електронними компонентами, які забезпечують надійну та стабільну робо

4.4 Розробка конструкції друкованого вузлу

Основні компоненти друкованого вузла включають друковану плату і начіпні елементи. Для зображення електрорадіоелементів на складальному кресленні вузла дозволяється використовувати спрощені зовнішні обриси. При позначенні позицій на кресленні для складових частин, що є елементами принципової електричної схеми, використовується позиційне позначення, яке відповідає схемі.

Установка начіпних елементів на друковану плату відповідно до ДСТУ 2779-94 [5] здійснюється у відповідні отвори. Згідно зі стандартом [5], при установці резисторів, конденсаторів, напівпровідникових приладів, інтегральних мікросхем та інших елементів на друковані плати мінімальний відстань від корпусу елемента до центру монтажного отвору повинна складати 1 мм.

При розміщенні елементів на друкованій платі необхідно дотримуватися наступних правил:

- Кожен вивід елемента повинен бути поміщений у окремий монтажний отвір.
- Елементи, які встановлюються у монтажні отвори, переважно розташовуються з одного боку друкованої плати.

Складальне креслення пристрою можна знайти в графічній частині проекту.

Складальне креслення друкованої плати представлено на рисунку 4.3.

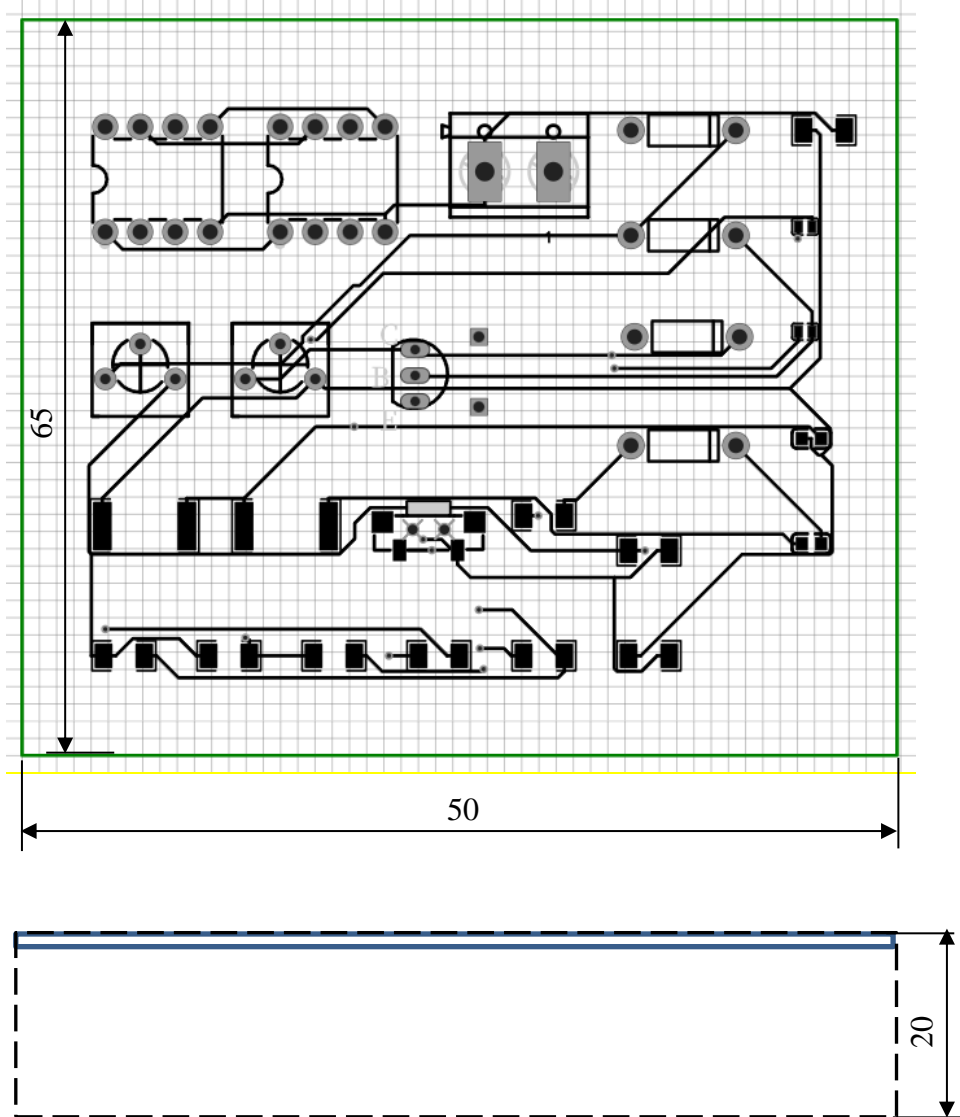


Рисунок 4.3 – Складальне креслення друкованого вузла генератору

5 ВИБІР УМОВ ОХОЛОДЖЕННЯ І РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ

При розробці друкованої плати важливо враховувати температурні умови, щоб уникнути перевищення допустимих значень нагріву елементів електронного пристрою. Це досягається шляхом застосування відповідних систем охолодження та раціональної компоновки при конструюванні.

Перед вибором конкретної системи охолодження слід провести оцінку на основі графіків, що відображають оптимальні способи охолодження відповідно до заданої теплової потужності на одиницю площі теплообміну.

Ця оцінка здійснюється згідно з відповідною формулою, що враховує попередні дані:

$$P = \frac{P \times k_p}{S_{\Pi}},$$

де P – сумарна розсіювальна потужність електронного пристрою;

k_p – коефіцієнт, що враховує тиск повітря ($k_p = 1$);

S_{Π} – поверхня теплообміну, що визначається геометричними розмірами корпусу електронного пристрою.

$$P = \sum p_i$$

де p_i – потужність кожного елемента окремо.

$$P = 0,125 \times 11 + 0,5 \times 2 + 0,5 + 0,3 + 4 \times 0,5 = 5,225 \text{ Вт.}$$

Корпус проектного пристрою прямокутної форми з розмірами: $150 \times 100 \times 80$ мм ($0,15 \times 0,1 \times 0,08$ м).

Коефіцієнт заповнення обсягу $k_z = 0,8$.

Поверхня теплообміну

$$S_{II} = 2 \times [l_1 l_2 + (l_1 + l_2) l_3 k_3] = 2 \times [0,15 \times 0,1 + (0,15 + 0,1) \times 0,08 \times 0,8] = 0,062 \text{ м}^2$$

Величина теплового потоку на одиницю площі становить

$$p = \frac{5,225 \times 1}{0,062} = 84,3 \text{ Вт / м}^2$$

$$\lg p = 1,9$$

Другим вхідним параметром є величина мінімально припустимого перегріву елементів пристрою

$$\Delta T_{i \min} = T_{i \min} - T_C = 70 - 45 = 25^\circ \text{C}$$

де $T_{i \min}$ – припустима температура корпусу найменш теплостійкого елемента (мікросхема, 70°C);

T_C – температура навколишнього середовища (45°C).

З графіків, розташованих в методичних вказівках до дипломного проекту [4] випливає, що найбільш доцільно застосовувати природне повітряне охолодження.

Площа поверхні корпусу пристрою визначається за формулою:

$$S_K = 2 \times [l_1 l_2 + (l_1 + l_2) l_3] = 2 \times [0,15 \times 0,1 + (0,15 + 0,1) \times 0,08] = 0,07 \text{ м}^2$$

Питома потужність розсіювання блоку пристрою

$$p_K = \frac{P}{S_K} = \frac{5,225}{0,07} = 74,6 \text{ Вт / м}^2$$

Питома потужність розсіювання блоку пристрою

$$p_3 = \frac{P}{S_{II}} = \frac{5,225}{0,062} = 84,3 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Перегрів корпусу електронного пристрою, що працює в нормальних кліматичних умовах, щодо навколишнього середовища визначається залежністю:

$$\begin{aligned} \Theta_1 &= 0,1472p_K - 0,2962 \times 10^{-3} p_K^2 + 0,3127 \times 10^{-6} p_K^3 = \\ &= 0,1472 \times 74,6 - 0,2962 \times 10^{-3} \times 74,6^2 + 0,3127 \times 10^{-6} \times 74,6^3 = 9,5^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Перегрів нагрітої зони визначається залежністю:

$$\begin{aligned} \Theta_2 &= 0,1390p_3 - 0,1223 \times 10^{-3} p_3^2 + 0,0698 \times 10^{-6} p_3^3 = \\ &= 0,1390 \times 84,3 - 0,1223 \times 10^{-3} \times 84,3^2 + 0,0698 \times 10^{-6} \times 84,3^3 = 10,9^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Перегрів повітря в пристрої визначається за формулою:

$$\Theta_B = 0,6\Theta_3 = 0,6 \times 10,9 = 6,5^\circ\text{C}$$

Температурний режим окремих теплонавантажених елементів залежить від питомої потужності елемента і питомої потужності нагрітої зони.

Постійні резистори R1206

Потужність елемента $P_{ел} = 0,01 \text{ Вт}$

Площа поверхні елемента $S_{ел} = 0,00000512 \text{ м}^2$. Питома розсіювальна потужність за формулою:

$$p_{ел} = \frac{P_{ел}}{S_{ел}} = \frac{0,01}{0,00000512} = 1953 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю:

$$\Theta_{el} = \Theta_3 \times \left(0,75 + 0,25 \frac{P_{el}}{P_3}\right) = 10,9 \times \left(0,75 + 0,25 \times \frac{1953}{84,3}\right) = 71,2^\circ C$$

Перегрів навколишнього середовища елемента визначається залежністю:

$$\Theta_{cp} = \Theta_B \times \left(0,75 + 0,25 \frac{P_{el}}{P_3}\right) = 6,5 \times \left(0,75 + 0,25 \times \frac{1953}{84,3}\right) = 42,7^\circ C$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю:

$$T_{el} = \Theta_{el} + T_C = 71,2 + 45 = 116,2^\circ$$

Температура навколишнього середовища елемента визначається залежністю:

$$T_{cp} = \Theta_{cp} + T_C = 42,7 + 45 = 97,7^\circ$$

Так як температура поверхні елемента менше максимальної робочої температури ($125^\circ C$), то елемент не перегрівається і працює нормально.

Підстроювальні резистори 3323P

Потужність елемента $P_{el} = 0,02$ Вт

Площа поверхні елемента $S_{el} = 0,000049$ м². Питома розсіювальна потужність за формулою:

$$p_{el} = \frac{P_{el}}{S_{el}} = \frac{0,02}{0,000049} = 408 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю:

$$\Theta_{el} = \Theta_3 \times (0,75 + 0,25 \frac{P_{el}}{P_3}) = 10,9 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{408}{84,3}) = 21,3^\circ C$$

Перегрів навколишнього середовища елемента визначається залежністю:

$$\Theta_{cp} = \Theta_B \times (0,75 + 0,25 \frac{P_{el}}{P_3}) = 6,5 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{408}{84,3}) = 13,8^\circ C$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю:

$$T_{el} = \Theta_{el} + T_C = 21,3 + 45 = 66,3^\circ$$

Температура навколишнього середовища елемента визначається залежністю:

$$T_{cp} = \Theta_{cp} + T_C = 13,8 + 45 = 57,8^\circ$$

Так як температура поверхні елемента менше максимальної робочої температури ($125^\circ C$), то елемент не перегрівається і працює нормально.

Транзистор КТ503А

Потужність елемента $P_{el} = 0,03$ Вт

Площа поверхні елемента $S_{el} = 0,0000218$ м². Питома розсіювальна потужність за формулою:

$$p_{el} = \frac{P_{el}}{S_{el}} = \frac{0,03}{0,0000218} = 1373 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю:

$$\Theta_{el} = \Theta_3 \times (0,75 + 0,25 \frac{P_{el}}{P_3}) = 10,9 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{1373}{84,3}) = 52,5^\circ C$$

Перегрів навколишнього середовища елемента визначається залежністю:

$$\Theta_{cp} = \Theta_B \times (0,75 + 0,25 \frac{P_{el}}{P_3}) = 6,5 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{1373}{84,3}) = 31,5^\circ C$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю:

$$T_{el} = \Theta_{el} + T_C = 52,5 + 45 = 97,5^\circ$$

Температура навколишнього середовища елемента визначається залежністю:

$$T_{cp} = \Theta_{cp} + T_C = 31,5 + 45 = 76,5^\circ$$

Так як температура поверхні елемента менше максимальної робочої температури ($150^\circ C$), то елемент не перегрівається і працює нормально.

КД521А

Потужність елемента $P_{el} = 0,015$ Вт

Площа поверхні елемента $S_{el} = 0,00000722$ м². Питома розсіювальна потужність за формулою:

$$p_{el} = \frac{P_{el}}{S_{el}} = \frac{0,015}{0,00000722} = 2077 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю:

$$\Theta_{el} = \Theta_3 \times (0,75 + 0,25 \frac{P_{el}}{P_3}) = 10,9 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{2077}{84,3}) = 75,3^\circ C$$

Перегрів навколишнього середовища елемента визначається залежністю:

$$\Theta_{cp} = \Theta_B \times (0,75 + 0,25 \frac{P_{el}}{P_3}) = 6,5 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{2077}{84,3}) = 45,2^\circ C$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю:

$$T_{el} = \Theta_{el} + T_C = 75,3 + 45 = 120,3^\circ$$

Температура навколишнього середовища елемента визначається залежністю:

$$T_{cp} = \Theta_{cp} + T_C = 45,2 + 45 = 90,2^\circ$$

Так як температура поверхні елемента менше максимальної робочої температури ($125^\circ C$), то елемент не перегрівається і працює нормально.

Мікросхема КР140УД608

Потужність елемента $P_{el} = 0,02$ Вт

Площа поверхні елемента $S_{el} = 0,0000693$ м². Питома розсіювальна потужність за формулою:

$$p_{el} = \frac{P_{el}}{S_{el}} = \frac{0,02}{0,0000693} = 289 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю:

$$\Theta_{el} = \Theta_3 \times (0,75 + 0,25 \frac{P_{el}}{P_3}) = 10,9 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{289}{84,3}) = 17,5^\circ C$$

Перегрів навколишнього середовища елемента визначається залежністю:

$$\Theta_{cp} = \Theta_B \times (0,75 + 0,25 \frac{P_{el}}{P_3}) = 6,5 \times (0,75 + 0,25 \times \frac{289}{84,3}) = 10,5^\circ C$$

Перегрів поверхні елемента визначається залежністю:

$$T_{el} = \Theta_{el} + T_C = 17,5 + 45 = 62,5^\circ$$

Температура навколишнього середовища елемента визначається залежністю:

$$T_{cp} = \Theta_{cp} + T_C = 10,5 + 45 = 55,5^\circ$$

Так як температура поверхні елемента менше максимальної робочої температури ($70^\circ C$), то елемент не перегрівається і працює нормально.

6 РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ДЕТЕКТОРА

Для оцінки надійності детектора використовується методика розрахунку, що ґрунтується на раптових відмовах в експлуатації та надійності його елементів. При цьому припускається, що відмови елементів є статистично незалежними, а відмова будь-якого елемента призводить до загальної відмови пристрою.

Інтенсивність відмов детектора визначається за формулою, яка враховує вхідні дані та параметри елементів. Цей розрахунок є важливим для забезпечення стабільної та надійної роботи детектора.

$$\lambda_C = k_\lambda \sum_{i=1}^n \alpha_i \lambda_{0i}$$

- λ_{0i} - інтенсивність відмови i -го елемента;
- α_i - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив температури навколишнього середовища та електричного навантаження детектора;
- $k_\lambda = k_{\lambda 1} \times k_{\lambda 2} \times k_{\lambda 3}$ - поправочний коефіцієнт, що враховує умови експлуатації детектора;
- $k_{\lambda 1}$ - вплив механічних чинників ($k_{\lambda 1} = 1,07$);
- $k_{\lambda 2}$ - вплив кліматичних факторів ($k_{\lambda 2} = 1$);
- $k_{\lambda 3}$ - умови роботи при зниженому атмосферному тиску ($k_{\lambda 3} = 1$)

1. Конденсатори керамічні:

- Інтенсивність відмов $\lambda_0 = 0,1 \times 10^{-6}$ 1/год;
- Коефіцієнт навантаження $k_n = 0,7$;
- Поправочний коефіцієнт $\alpha = 0,35$;

- Кількість елементів - 4.

2. Постійні резистори:

- Інтенсивність відмов $\lambda_0 = 0,1 \times 10^{-6}$ 1/год;

- Коефіцієнт навантаження $k_n = 0,5$;

- Поправочний коефіцієнт $= 0,6$;

- Кількість елементів - 11.

3. Підстроювальні резистори:

- Інтенсивність відмов $\lambda_0 = 0,2 \times 10^{-6}$ 1/год;

- Коефіцієнт навантаження $k_n = 0,5$;

- Поправочний коефіцієнт $= 0,6$;

- Кількість елементів - 2.

4. Транзистор КТ503А:

- Інтенсивність відмов $\lambda_0 = 0,5 \times 10^{-6}$ 1/год;

- Коефіцієнт навантаження $k_n = 0,8$;

- Поправочний коефіцієнт $\alpha = 0,72$;

- Кількість елементів - 1.

5. Діод КТ521А:

- Інтенсивність відмов $\lambda_0 = 0,5 \times 10^{-6}$ 1/год;

- Коефіцієнт навантаження $k_n = 0,7$;

- Поправочний коефіцієнт $\alpha = 1,04$;

- Кількість елементів - 4.

6. Мікросхема КР140УД608:

- Інтенсивність відмов $\lambda_0 = 1,0 \times 10^{-6}$ 1/год;
- Кількість елементів - 1.

7. З'єднувачі типу PLS:

- Інтенсивність відмов $\lambda_0 = 0,05 \times 10^{-6}$ 1/год;
- Кількість елементів - 1.

8. Друкована плата:

- Інтенсивність відмов $\lambda_0 = 0,1 \times 10^{-6}$ 1/год;
- Кількість елементів - 1.

9. Паяні з'єднання:

- Інтенсивність відмов $\lambda_0 = 0,002 \times 10^{-6}$ 1/год;
- Кількість елементів - 63.

10. Провід з'єднувальний:

- Інтенсивність відмов $\lambda_0 = 0,01 \times 10^{-6}$ 1/год;
- Кількість елементів - 0,02 м.

Інтенсивність відмови детектора за формулою становить:

$$\lambda_c = 1,07 \times 1 \times 1 \times (0,35 \times 0,1 \times 4 + 0,6 \times 0,1 \times 11 + 0,6 \times 0,2 \times 2 + 0,72 \times 0,5 \times 1 + 1,04 \times 0,5 \times 4 + 1 \times 1 + 0,05 \times 1 + 0,1 \times 1 + 0,002 \times 63 + 0,02 \times 0,01) \times 10^{-6} = 5,1 \times 10^{-6} \text{ 1/год}$$

Середній наробіток на відмову всього детектора розраховуємо за формулою:

$$T_c = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{5,1 \times 10^{-6}} = 196497 \text{ год} = 23 \text{ роки}$$

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці при виготовленні друкованої плати

Так, охорона праці при виготовленні друкованих плат - це дуже важливий аспект, який повинен бути дотриманий для забезпечення безпеки роботи працівників та якості виготовлення продукції.

Нижче наведені деякі рекомендації, які можуть бути корисні при виготовленні друкованих плат:

1. Використовуйте персональний захист - рукавиці, захисні окуляри, маски та інші захисні засоби, які забезпечать захист від пилу, розчинників та інших хімічних речовин, які можуть виникнути під час процесу виготовлення друкованої плати.

2. Ретельно оцініть ризики виготовлення плат та забезпечте відповідність згідно з вимогами охорони праці. Наприклад, уникайте використання небезпечних хімічних речовин, якщо це можливо, і забезпечте належне вентилявання приміщення.

3. Забезпечте навчання та підготовку персоналу щодо правил виготовлення друкованих плат, включаючи процеси виготовлення, зберігання та використання хімікатів та інших матеріалів.

4. Використовуйте обладнання, яке відповідає нормам безпеки, та проводьте регулярні перевірки обладнання на наявність пошкоджень або інших проблем.

5. Забезпечте правильне зберігання та утилізацію відходів, щоб зменшити вплив на навколишнє середовище та зберегти безпеку працівників.

6. Ретельно перевіряйте готові плати на наявність дефектів та проводьте тестування перед використанням для забезпечення якості та надійності продукції.

Охорона праці включає систему заходів і заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людей під час праці. Ця система

охоплює правові, організаційно-технічні, соціально-економічні, лікувально-профілактичні та санітарно-гігієнічні заходи.

У процесі праці людина має взаємодіяти з різними засобами виробництва, виробничим середовищем та предметами праці. Цей процес піддається впливу багатьох факторів, які відрізняються за своєю природою, характером дії, формами прояву та іншими показниками, що можуть впливати на працездатність та здоров'я людини.

Виробничі фактори поділяються на дві категорії: шкідливі та небезпечні. Небезпечні виробничі фактори спричиняють травми або інші гострі погіршення здоров'я працівників. Шкідливі виробничі фактори при певних умовах можуть призводити до захворювань або зниження працездатності. Важливо враховувати рівень і тривалість впливу факторів, оскільки шкідливий фактор може стати небезпечним.

Шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які впливають на організм людини, можна класифікувати за дією на наступні групи:

1. Фізичні фактори:

- Обладнання, технологія, рухомі механізми і машини.
- Рухомі частини обладнання.
- Пересувні вироби, заготовки та матеріали.
- Гострі кромки і задирки на поверхні заготовок, інструментів та обладнання.
- Підвищений рівень вібрації.
- Розташування робочого місця на висоті щодо поверхні підлоги.
- Висока або низька температура поверхонь матеріалів і обладнання.
- Значне значення напруги в електричному ланцюзі, яка може пройти через тіло людини.
- Збільшений рівень статичної електрики та інші фактори.

2. Фактори, що характеризують виробничу середу:

- Підвищена або знижена температура повітря в робочій зоні.
- Підвищена загазованість і запиленість повітря в робочій зоні.
- Збільшений рівень шуму на робочому місці, ультразвукових та інфразвукових коливань.
- Підвищений або знижений барометричний тиск або його різка зміна в робочій зоні.
- Підвищена або знижена вологість повітря.
- Підвищена або занижена рухливість повітря.
- Підвищена чи зменшена іонізація повітря.
- Високий рівень іонізуючих випромінювань.
- Збільшений рівень електромагнітних випромінювань.
- Підвищена напруженість електричного та магнітного полів.
- Нестача природного світла, зменшена контрастність, висока пульсація світлового потоку, перебільшений рівень ультрафіолетової та інфрачервоної радіації.

3. Хімічні фактори:

- Токсичні речовини, що спричиняють отруєння організму.
- Дратівливі речовини, що викликають подразнення слизових оболонок та дихального тракту.
- Сенсibiliзуючі речовини, які підвищують чутливість організму до дії деяких речовин (алергенів).
- Канцерогенні речовини, які сприяють розвитку злоякісних утворень.

Небезпечні та шкідливі фактори можуть потрапляти до організму людини через органи дихання, шкіру і слизові оболонки, а також шлунково-кишковий тракт.

Виробничі фактори, що становлять ризик для психофізіологічного здоров'я, можна поділити на дві категорії: фізичні (статичні та динамічні) та нервово-психічні перевантаження. Фізичні фактори включають монотонність праці, розумове перенапруження та емоційні перевантаження. Для електронної промисловості важливо мати знання про ці небезпечні та шкідливі фактори, оскільки обсяг виробництва друкованих плат постійно зростає.

У виробництві друкованих плат в багатосерійному режимі розрізка матеріалу виконується шляхом штампування у спеціальних пресах, де одночасно проводиться пробивка отворів. У серійному і дрібносерійному виробництві широко використовуються одно- або багатоножові роликові ножиці для розрізання матеріалу на смуги та заготовки. Для виготовлення багат шарових друкованих плат у дрібносерійному і одиничному виробництві застосовують гільйотинні ножиці.

Однак, виконання операцій з розкрою матеріалу може призвести до травмування рук працівника, якщо вони потраплять в небезпечну зону між пуансоном і матрицею або між верхнім і нижнім ножом гільйотинних ножиць, або при ручній подачі матеріалу. Для запобігання таким ситуаціям використовується система дворукого включення: прес може бути увімкнено лише в разі одночасного натискання обома руками на дві пускові кнопки.

Це важливий захисний захід, який гарантує безпеку працівника та уникнення травм. Знання про небезпечні фактори виробництва і правильне застосування заходів безпеки допомагають підготувати кваліфікованих фахівців, необхідних для сучасної електронної промисловості.

При виготовленні друкованих плат проводиться механічна обробка шаруватих пластиків, включаючи пробивку отворів і різку. Робітники, що займаються цим видом обробки матеріалів, повинні дотримуватися правил техніки безпеки під час холодної обробки.

У процесі виготовлення друкованих плат використовуються різні матеріали та речовини, які можуть бути шкідливими для здоров'я людини. Ці небезпечні речовини та їх пари можуть проникати до організму через шкіру, органи дихання та травний тракт. Для забезпечення безпечних умов роботи встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин і матеріалів, що використовуються в технологічному процесі виготовлення друкованих плат. Інформацію про ці ГДК можна знайти в таблиці

7.1. Таблиця 7.1 - ГДК хімічних речовин і матеріалів

Найменування речовини	Повітря робочої зони				Атмосферне повітря населених місць	
	Величина ГДК, мг/м ³	Агрегатні стани	Клас безпеки	Особливості дії на організм людини	Величина ГДК (ОБРВ), мг/м ³	
					Максимальна разова	Середньодобова
гетинакс	-	-	-	-	0,1	-
ацетон	200	п	4	наркотична	0,35	0,35
бензин БР-1	100	п	4	наркотична	0,05	0,05
уайт-спірит	300	п	4	подразнювальна, алерген	1	-
спирт етиловий	1000	п	4	подразнювальна	5	5
свинець	0,01	а	1	соматична, мутагенна	0,001	3·10 ⁻⁴
олово хлористе	-	-	-	подразнювальна	0,5	0,05
мідь	1/0,5	а	2	-	-	-
залізо хлорне	10	а	4	фіброгенна	-	-
фарба ТНПФ-01	6	а	3	подразнювальна, алерген	-	-
лак DSA-0,5L силіконовий	-	-	-	подразнювальна	-	-

Таблиця 7.1: Позначення, використані в таблиці:

- а – аерозоль;

- п - пари і (або) газу.

Під час промивання плат застосовуються розчини ізопропілового спирту та ацетону. Проте, слід мати на увазі, що ці речовини є шкідливими для здоров'я та можуть спричинити пожежу.

Хімічне очищення плати виконується за допомогою розчинів фосфатів, натрієвої соди та інших. Робота з цими розчинами може призводити до хронічних уражень шкіри, а навіть незначна кількість NaOH, що потрапляє до очей, є надзвичайно небезпечною.

У процесі хімічного міднення використовуються такі шкідливі речовини: соляна, сірчана, азотна кислоти, хлорна мідь, сегнетова сіль, хлористий паладій, гідроокис натрію, трихлоретилен. Для травлення міді на платі використовуються хлорне залізо, хлорна мідь, персульфат амонію, хромовий ангідрид з сірчаною кислотою та інші речовини, які є токсичними.

Роботу з цими розчинами допускають лише особи, які ознайомлені з безпечними прийомами роботи та пройшли інструктаж на робочих ділянках, пов'язаних з роботою зі шкідливими та отруйними речовинами.

У разі потрапляння таких розчинів на слизову оболонку очей або шкіру, необхідно негайно промити їх водою або 0,5...1,0% -ним розчином квасців, а потім звернутися до медпункту.

Роботу з небезпечними розчинами слід проводити у спецодязі (фартух з поліетилену, халат, гумові та бавовняні рукавички) та захисних окулярах. Крім того, робочі місця повинні мати ефективну витяжну вентиляцію.

З метою забезпечення безпечних умов праці і зниження шкідливого впливу на здоров'я працівників, необхідно вживати наступні заходи:

1. Заміна шкідливих речовин менш шкідливими альтернативами.
2. Удосконалення технологічних процесів та устаткування.
3. Впровадження автоматизації та дистанційного керування процесами.
4. Герметизація виробничого устаткування.
5. Забезпечення нормального функціонування вентиляційних систем, зокрема штучної, робочої та аварійної вентиляції. Вентиляційні системи

повинні забезпечувати 8-12 разів повітрообмін за годину в приміщенні. Види вентиляції можуть бути загальнообмінними (витяжною, припливною або комбінованою) або місцевими.

6. Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі.

7. Забезпечення профілактичного харчування та дотримання правил особистої безпеки.

8. Застосування засобів індивідуального захисту працівників.

При виконанні ручних робіт допускається відсутність речовин 1 і 2 класів небезпеки у технологічному процесі, за умови використання засобів індивідуального й колективного захисту працівників.

До особливо важливих заходів відноситься заміна токсичних речовин менш токсичними або нетоксичними аналогами, а також заміна шкідливих операцій на менш шкідливі. Наприклад, використання присадок та інгібіторів може допомогти зменшити витрати на вентиляцію і знизити виділення парів кислоти з поверхонь травильних і гальванічних ванн.

На робочих місцях необхідно забезпечити витяжну вентиляцію, а працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту для очей, дихальних шляхів та шкіри.

7.1 Охорона праці при виготовленні детектора

Під час налагодження, профілактики та експлуатації детектора, працівник може стикатися з провідниками електричного струму, які перебувають під напругою. У таких випадках струм протікає через тіло людини, що може призвести до серйозних проблем з функціонуванням організму, таких як зупинка дихання, втрата свідомості або зупинка серцевої діяльності. Цей стан називається електричним ударом.

Проходження електричного струму через тіло людини супроводжується біологічним, механічним, тепловим та хімічним впливами. Характер і

серйозність ушкоджень залежать від різних факторів, таких як сила струму, тривалість дії, вид та напруга струму, шлях проходження струму через організм та умови навколишнього середовища, а також опір тіла людини. Сила струму, що перевищує 0,1 А, є потенційно небезпечною для життя.

Поразкою електричним струмом може стати не лише прямий контакт людини з елементами під напругою, але й вплив електричної дугою. Це може призвести до електричних опіків, появи електричних знаків на тілі та електрометалізації шкіри. Цей стан називається електричною травмою.

Для забезпечення електробезпеки використовуються різні технічні способи та засоби, окремо або в поєднанні. Ось деякі з них:

1. Захисне заземлення: цей спосіб полягає у наміреному підключенні металевих струмопровідних елементів обладнання до землі або її еквіваленту. Таке заземлення дозволяє уникнути потенційно небезпечних напруг на обладнанні.

2. Занулення: це встановлення механічних струмопровідних частин обладнання до нульового дроту електромережі. Це запобігає виникненню однофазного короткого замикання та спрацьовуванню струмового захисту, що може відключити устаткування.

3. Захисне відключення: цей метод передбачає встановлення пристроїв, які автоматично відключають електричне устаткування в разі виявлення небезпеки, наприклад, перевищення допустимих значень струму або напруги.

4. Мала напруга: використання спеціальних низьковольтних систем, де значення напруги не перевищує безпечні межі.

5. Ізоляція струмоведучих частин: застосування ізоляційних матеріалів для відокремлення струмоведучих частин обладнання від зовнішнього середовища та користувачів.

6. Попереджувальна сигналізація: встановлення системи сигналізації, яка попереджає про можливу небезпеку або виявлення відхилень у роботі електроустановок.

7. Огороджувальні пристрої: фізичні бар'єри, які відокремлюють людей від електричних джерел або обладнання, що перебуває під напругою.

8. Ізольовані електрозахисні засоби: використання спеціальних засобів, таких як показники напруги, діелектричні рукавички тощо, для забезпечення безпечності працівників при роботі з електричними установками.

Заземлення є навмисним електричним з'єднанням землі або її еквіваленту металевих струмопровідних елементів обладнання, що не повинні бути під напругою, але можуть опинитися під дією напруги в результаті аварійних ситуацій чи пошкодження ізоляції.

Занулення, з свого боку, полягає в підключенні механічних струмопровідних частин обладнання до нульового дроту електромережі. Це запобігає виникненню однофазного короткого замикання та спрацьовуванню струмового захисту, і його застосовують для електроустановок з напругою до 1000 В.

У сучасному виробництві пайка є основним методом з'єднання електричних компонентів. Процес пайки включає випалу ізоляції та лудіння, але його супроводжує забруднення повітряним середовищем. У приміщеннях утворюються пари олова, свинцю, сурми та інших елементів з припою, каніфолі та флюсів, а також соляної кислоти та газів. Ці пари конденсуються і утворюють аерозоль, схожий на дим.

Працівники, постійно перебуваючи у такому забрудненому середовищі, піддаються впливу шкідливих речовин. Пари та пил вдихаються, осідають на шкірі, потрапляють до ротової порожнини, очей та дихальних шляхів. Вони також забруднюють робочі поверхні та одяг працівників.

Особливо небезпечні пари свинцю, які утворюються при пайці з олов'яно-свинцевим припоєм. Свинець, який потрапляє до організму, виводиться через кишечник та нирки, але деяка його частина залишається в органах, таких як кістки, мозок, печінка та м'язи. Це може призвести до отруєння свинцем та вплинути на кровообіг, нирки, печінку та нервову систему.

Свинець накопичується в організмі, що може призвести до хронічного отруєння, навіть якщо його кількість невелика. Гранично допустима концентрація свинцю в повітрі не повинна перевищувати 0,01 мг/м³, щоб запобігти гострим та професійним захворюванням.

Крім олов'яно-свинцевих припоїв, у виробництві електроніки використовуються припої з літєм, міддю, кадмієм, сріблом та іншими металами. У деяких випадках пайка здійснюється зануренням до розплавлених хлористих солей кадмію, бору, натрію та літію з додаванням фтористих солей. Пари цих речовин також можуть шкодити здоров'ю працівників.

Найнебезпечнішими є пари оксиду міді, кадмію та фтористих сполук. Шкідливий вплив мають також хлористий цинк та літій, які подразнюють дихальні шляхи та шкіру.

Під час пайки звичайними припоями використовують флюси. Біологічна дія флюсів на людину залежить від їх складу. Деякі компоненти флюсів (етилацетат, олеїнова кислота, соснова каніфоль та інші) подразнюють, інші (етиловий спирт) мають наркотичний ефект, а деякі (етиленгліколь) є токсичними. Деякі флюси, через їх високу токсичність, рекомендується уникати або обмежувати їх застосування. Важливо замінити етиленгліколь гліцерином у всіх флюсах, оскільки він може проникати через непошкоджену шкіру. Для видалення залишків флюсу після пайки використовують різні мийні розчини, які також можуть бути токсичними.

На основі аналізу шкідливих компонентів, що містяться у флюсах, припоях та мийних середовищах, а також забруднення атмосфери виробничих приміщень парами, газами та пилом, для забезпечення безпечних умов праці рекомендується вживати наступні заходи:

1. Виділити окремі приміщення для проведення паяльних операцій. У разі, коли пайка виконується на потоковій лінії поряд з іншими технологічними операціями, виробничі приміщення повинні бути призначені виключно для пайки.

2. Обробити віконні рами, стіни, повітроводи та опалювальні прилади гладкою поверхнею, покритою олійною фарбою. Підлога повинна бути водонепроникною, міцною, стійкою до стирання та загоряння, а також не мати щілин і мати нахил до трапів каналізації. Після кожної зміни необхідно мити підлогу. Вологе прибирання всього приміщення рекомендується проводити щонайменше один раз на тиждень.

3. При випалі ізоляції та ручній пайці паяльник повинен працювати від електромережі з напругою не більше 42 В, щоб уникнути поразки електричним струмом.

4. Забороняється повторне використання серветок, вони повинні бути спалені після використання.

5. Робочі поверхні столів та шаф для зберігання інструментів повинні бути обмиті гарячим мильним розчином наприкінці зміни.

6. Для ділянок пайки рекомендується встановити системи припливно-витяжної вентиляції. Приплив повітря повинен складати 95% об'єму витяжки, а решта 5% повітря має надходити з прилеглих приміщень, які мають вищий рівень чистоти. Вентиляційні системи слід увімкнути перед початком роботи і вимкнути після закінчення.

7. Особам, які не досягли 18-річного віку, заборонено виконувати постійну роботу з припоями, що містять свинець та кадмій.

8. Жінкам, які займаються пайкою, у період вагітності або годування дітей рекомендується перевести на роботу, не пов'язану з пайкою.

9. Всі працівники повинні отримати інструктаж щодо заходів безпеки під час роботи з флюсами та припоями.

10. Робітники, які виконують паяльні роботи, повинні працювати у спецодязі, який забороняється носити поза робочим місцем. Заборонено зберігати особисті речі, їсти, пити та курити у приміщеннях, де проводиться пайка.

11. Кімнати для їжі та виробничі ділянки повинні мати умивальники з постійним постачанням гарячої та холодної води. Для попереднього миття рук

рекомендується використовувати 1%-й розчин оцтової кислоти, а потім промити руки теплою водою з милом. Для витирання рук слід використовувати одноразові серветки. Питну воду для працівників на ділянках пайки слід подавати через фонтанчики, які розміщуються поблизу паяльних ділянок.

12. Після закінчення роботи рекомендується чистити зуби зубним порошком, прополоскати рот та взяти теплий душ.

Робочим, які займаються пайкою, не рекомендується вживати молоко, оскільки воно містить кальцій, який може негативно впливати на перебіг свинцевої інтоксикації. Замість цього, їм рекомендується вживати 8-10 г пектину у вигляді мармеладу або концентрату пектину з чаєм [10].

Для запобігання вибухам та пожежам, пов'язаним зі статичною електрикою, слід застосовувати такі заходи безпеки:

1. Заземлення робочих площадок та устаткування, а також нанесення антистатичної добавки на поверхні матеріалів для збільшення їх електропровідності.

2. Використання іонізаторів повітря, таких як високовольтні, індукційні або радіоактивні нейтралізатори.

3. Забезпечення працівників антистатичними халатами, браслетами, кільцями та струмопровідним взуттям (шкіра або електропровідна гума).

Для захисту від ударів блискавки рекомендується встановлення блискавковідводів. Також необхідно заземлювати устаткування, щоб відводити електростатичні заряди на землю [11].

Пожежа може виникнути, якщо присутній кисень, джерела запалювання та горючі речовини. У виробництві можуть бути горючими матеріалами, такими як лакофарбові покриття, будівельні конструкції, двері та підлоги.

Приміщення, де проводиться пайка, відносяться до категорії "В" (пожежонебезпечні) за ОНТП 24-86. Для зменшення пожежної небезпеки рекомендується встановлювати первинні засоби пожежогасіння та систему

автоматичної пожежної сигналізації. В якості таких засобів можна використовувати комбінований ДПП-1, який виявляє осередки пожежі за димом або підвищенням температури. Димова чутливість сигналізатора не перебільшує 10%, а чутливість до температури складає $70\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Для пожежогасіння використовуються повітряно-пінні вогнегасники ВПП-5, ВПП-10, ручні вогнегасники ВВ-2, ВВ-5 та азбестові полотна розміром $1,5\times 2$ м.

Організаційно-технічні заходи включають навчання персоналу правилам пожежної безпеки.

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті була проведена розробка конструкції детектора для пошуку провідників електричного струму проводки. В результаті проведеної роботи були розроблені наступні креслення: електрична

структурна схема, електрична принципова схема та схема розміщення елементів, а також схема технологічного процесу виготовлення детектору.

Основою схеми електричної принципової детектора є два генератори з мостами віна КР140УД608. Модуляція відбувається за допомогою зв'язку між цими генераторами через біполярний транзистор КТ503А. Для коректної роботи детектору, використовувалась довідкова література, були вибрані потрібні дискретні елементи.

В проекті виконані розрахунки параметрів надійності детектору, а також розроблена конструкція друкованої плати за методиками розрахунку. Плата насичена елементами на 12%.

Більшість радіоелементів схеми – це компоненти поверхневого монтажу. Враховуючи використані елементи була зроблена перевірка та вибір методу виготовлення друкованої плати, методів встановлення елементів на плату та створення електричних з'єднань.

В проекті були розроблені заходи з охорони праці при виготовленні друкованих плат.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Довідник по напівпровідникових діодів, транзисторів і інтегральних схем. / Под.ред. М.М. Горюнова. - М.: «Енергія», 1977. - 744 с.
2. ДСТУ 2779-94. Монтаж електричний радіоелектронної апаратури та приладів. Загальні технічні вимоги до формування висновків і до установки виробів електронної техніки на друковані плати. - Введ. 01.01.96.
3. ГОСТ 23751-86. Плати друковані. Основні параметри конструкції. - Введ. 01.07.87.
4. ГОСТ 2.417-91. ЕСКД. Плати друковані. Правила виконання креслень. - Введ. 01.07.92.
5. ГОСТ 2.755-87. Позначення умовні в графічних схемах. Пристрої комутаційні і контактні з'єднання. - Введ. 01.01.88.
6. ГОСТ 15150-69. Машини, прилади та інші технічні вироби. Виконання для різних районів. Категорії, умови експлуатації, зберігання і транспортування в частині впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища. Введ. 01.01.70.
7. ГОСТ 2.701-84. Схеми. Види і типи. Загальні вимоги до виконання. - Введ. 01.07.85.
8. Практичний посібник з навчального конструювання РЕА. / Под ред. К. Б. Круковського-Сіневіча, Ю. Л. Мазора. - К.: «Вища школа», 1992. - 494с.
9. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту з дисципліни «Основи конструювання і технології електронних пристроїв» / Упоряд.: Ю. Е. Паеранд - Алчевськ: ДГМІ, 2003. 38 - с.
10. ГОСТ 10316-78. Гетінакс і склотекстолит фольговані. Технічні умови. - Введ. 01.01.79.

11. Резистори: Довідник. / Под ред. І.І. Четверткова і В.М. Терехова
- М.: Радіо та зв'язок, 1991. - 528 с.