

РЕФЕРАТ

Дипломний проект: 78 с., 25 рис., 20 табл., 13 джерел.

Об'єктом розробки проекту є система захисту від протікання води.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка виконана за допомогою засобів обчислювальної техніки.

На підставі проведеного аналітичного огляду технічної літератури визначений структурна та електрична схеми система захисту від протікання води. Основою схема електричної принципової пристрою є перетворювач NMA1212DC. Також були застосовані мікросхеми інтегральних стабілізаторів LM1117T та LP2950ACZ-5.0 та тригер Шмітта інвертуючий CD40106BM. В проекті виконані розрахунки параметрів надійності блоку, а також розроблена конструкція друкованої плати за відповідними методиками розрахунку.

СТАБІЛІЗАТОР, ПЕРЕТВОРЮВАЧ, КОНДЕНСАТОР, ТРАНЗИСТОР,
ДРУКОВАНА ПЛАТА, НАДІЙНІСТЬ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	8
1.1 Обґрунтування актуальності розумного будинку.....	8
1.2 Принцип роботи умного дома.....	9
1.3 Вимоги від системи.....	10
1.4 Види системи розумний будинок.....	11
1.5 Переваги розумного будинку.....	16
1.6 Чим небезпечний розумний будинок.....	17
1.7 Аналіз електричних несправностей.....	19
2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ВІД ПРОТІКАННЯ ВОДИ.....	20
2.1 Розробка структурної схеми.....	20
2.2 Розробка принципової схеми.....	20
2.3 Вибір елементів схеми.....	23
2.4 Розрахунок площі друкованої плати.....	35
2.5 Розробка конструкторська друкованої плати.....	388
2.6 Розрахунок надійності.....	3939
3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	433
3.1 Метод виготовлення друкованої плати.....	433
3.2 Технологія виготовлення блоку.....	455
3.3 Автоматизація при виготовленні блоку.....	488
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	588
4.1 Охорона праці при виготовленні друкованої плати.....	588
4.2 Охорона праці при виготовленні блоку.....	633
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	71
ДОДАТОК А.....	72
ДОДАТОК Б.....	73
ДОДАТОК В.....	74
ДОДАТОК Г.....	76

ВСТУП

У кожної епохи є свої уявлення про те, що сучасно, зручно, необхідно і красиво. Ми із задоволенням поповнюємо ряди побутової техніки і приладів, ми не уявляємо своє життя без них, і ми розуміємо, що цей процес навряд чи піде назад. Це так само неймовірно, як залишити сучасний будинок і оселитися в печері, хоча там більше свіжого повітря.

Система "Розумний будинок": вона необхідна для полегшення управління домашнім господарством, а також для розширення його можливостей. Така система є найсучаснішою технологією у світі для управління будинком. Забезпечує управління побутовою технікою і освітленням в будинку, а також підключення до системи таких пристроїв, як домофон, відеотелефон, телевізор, музичний центр, пральна машина, камери відеоспостереження, кондиціонер та ін. Він дозволяє вам в будь-який час зв'язатися зі своїм будинком з будь-якої точки вашого будинку, а також світу, включити або вимкнути освітлення, регулювати температуру в будинку, контролювати будинок за допомогою системи відеокамер, чути все, що відбувається в будинку за допомогою мікрофонів, організувати відеоконференцію з сім'єю або колегами.

Розумний будинок - це інтелектуальна автоматизована система для керування інженерними системами сучасної будівлі. Дуже важливо, щоб будь-яка людина в будинку, квартирі або офісі відчувала себе комфортно і безпечно. Ці два завдання плюс естетичний зовнішній вигляд пристроїв - ось основні цілі, на які орієнтовані системи розумного будинку. Інтелектуальна автоматика контролює всі інженерні системи в будинку, дозволяє людині централізовано встановлювати комфортну температуру та вологість, освітлення в приміщеннях і забезпечує безпеку.

Система "Розумний будинок" включає в себе наступні об'єкти автоматизації:

- управління освітленням;

- управління електроприводами;
- контроль клімату;
- управління системою вентиляції;
- охоронно-пожежна сигналізація;
- система відеоспостереження;
- системи контролю доступу;
- моніторинг аварійних станів;
- управління інженерним обладнанням з сенсорних панелей;
- сервер управління.

Система "Розумний будинок" забезпечує механізм централізованого та інтелектуального управління в житлових, громадських або офісних приміщеннях.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Обґрунтування актуальності розумного будинку

Робота системи розумного будинку. Основне обладнання - управління, виконавчі механізми, датчики, кнопки, перемикачі. Елементи управління приймають сигнали від датчиків, контролюють роботу виконавчих механізмів. Обмін даними відбувається по дротових шинах або без кабелю, по радіоканалу.

Дротові технології відрізняються швидким відгуком на команди, високою надійністю елементів, можливістю підключення додаткового обладнання для реалізації різноманітних сценаріїв. Єдине, про що варто подумати, де зручніше розташувати кнопки, заздалегідь побудувати схему, визначити точки виходу кабелю на пульти управління. Програма стане вашим надійним помічником, адже через складне програмування самостійно це зробити буде складно.

Системою можна керувати централізовано, програмуючи один логічний модуль, або децентралізовано, коли кожен пристрій має енергонезалежну пам'ять, яка зберігається навіть після вимкнення живлення.

Розумний будинок може керувати:

- світлом;
- температурою в будинку (опаленням, вентиляцією, кондиціонуванням);
- жалюзями;
- системою безпеки (сигналізація, система протече води, відео огляд);
- системами звуку.

На рисунку 1 показані основні прилади керування системи «розумний будинок».

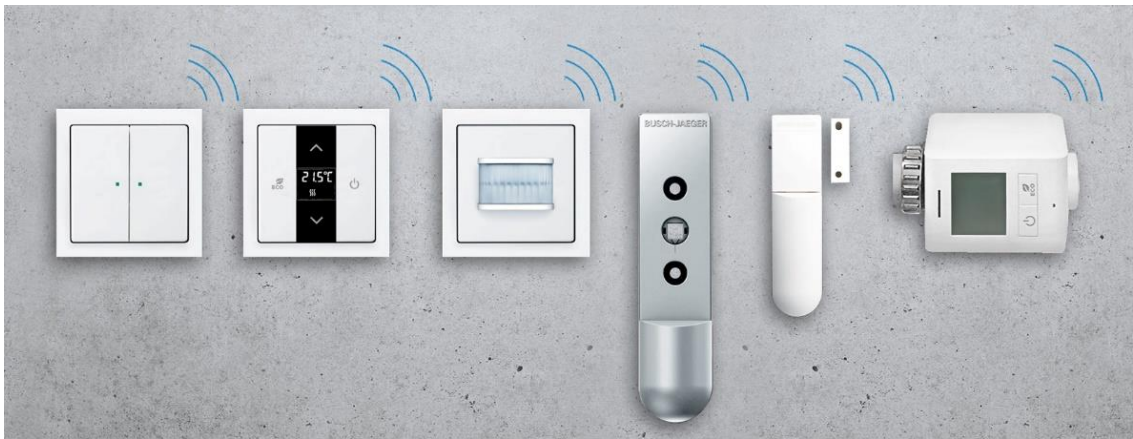


Рисунок 1 – Прилади керування системи «розумний будинок»

У середньому вартість системи «розумний будинок» складає 82 000 гривень, з урахуванням вартості обладнання та монтажу.

1.2 Принцип роботи системи «розумний будинок»

Вся робота системи «розумний будинок» заснована на тому, що контролер збирає дані, отримує команди і видає команди.

Варіанти подачі команд:

1) Команди віддаються самою людиною, натисканням перемикачів, за допомогою голосових помічників, з телефону. Наприклад, коли остання людина залишає будинок, натискається клавіша «вимкнути все», контролер вимикає все світло, відключає необхідні розетки, кліматична система переходить в еко-режим, і включається система безпеки.

2) Автоматичний режим. Сценарії запускаються відповідно до заздалегідь визначеного алгоритму. Той же сценарій «відключити все» може бути запущений в залежності від місця розташування власника, коли в 150 метрах від будинку система виконує всі ті ж дії.

1.3 Вимоги від системи

Основною особливістю інтелектуальної будівлі є об'єднання окремих підсистем у єдиний керований комплекс.

Розглядаючи «розумний будинок» у контексті реалізації для людей з обмеженими можливостями здоров'я потрібно додати пункт про те, що система має реалізовувати специфічні та компенсаторні функції, що підвищують якість життя цієї категорії користувачів.

Система «розумний будинок» повинна відповідати наступним критеріям:

- цінова доступність;
- модульність;
- нарощування, тобто. можливість додавання обладнання для розширення функціоналу системи;
- інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача, що адаптується до потреб користувача;
- адаптованість системи, тобто. можливість підстроювання не тільки інтерфейсу, а й функціоналу системи під вимоги та особливості конкретних користувачів;
- наявність власного виробництва елементів системи «розумний будинок»;
- підтримка обладнання різних виробників;
- використання відкритого програмного забезпечення;
- підтримка великої кількості протоколів взаємодії компонентів системи;
- можливість інтеграції спеціальних можливостей для різних категорій людей із обмеженими можливостями;
- розвинена технічна підтримка.

1.4 Види системи «розумний будинок»

Датчики дверей і вікон - це мініатюрний пристрій, який можна прикріпити до дверей, вікна, дверцят тумбочки, гаражних дверей і будь-який інший відкривається поверхні, щоб вчасно запобігти вторгненню «небажаних гостей» або бути в курсі «несанкціонованого» відкриття письмового столу з важливими документами або двері в кабінет.

Конструкція датчика відкривання

Відкриваючий пристрій складається з двох мініатюрних блоків — магнітного датчика і допоміжного магніту. Датчик включає в себе герконовий вимикач — електромеханічний пристрій, всередині якого є контакти. Вони закриваються через діючого на них магніту. Коли магніт відсувається від герконового вимикача, контакти всередині нього розмикаються і ланцюг замикається, що призводить до спрацьовування сигналізації.

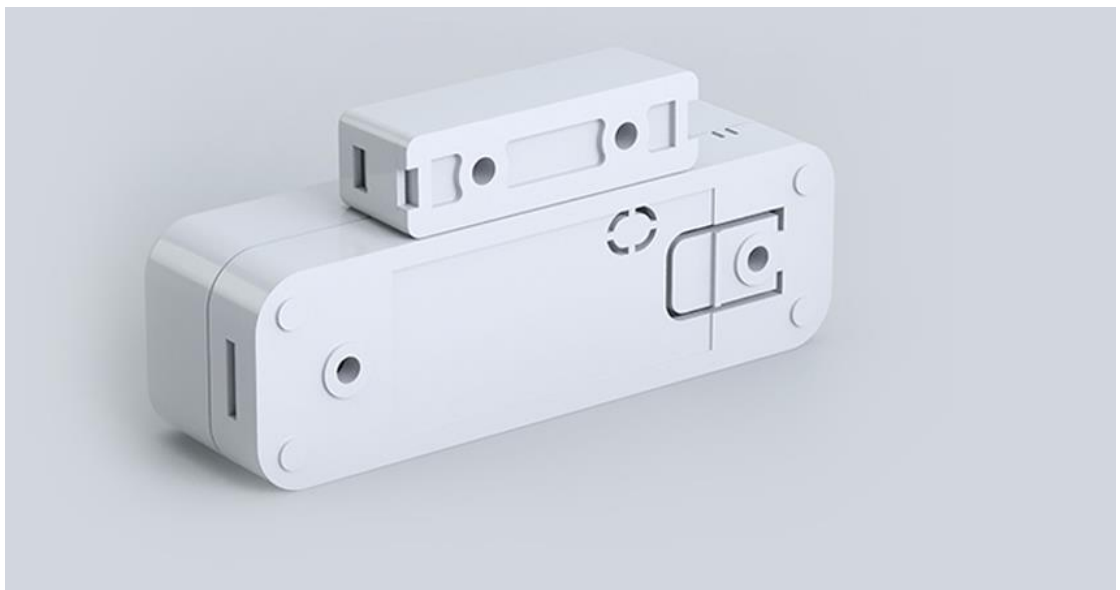


Рисунок 2 – Датчик відкриття

Датчик відкриття потрібен:

- для захисту від злому і несанкціонованого проникнення. Він зафіксує відкриття або закриття вікна або дверей, попередить власника про дії зловмисників, відправить аварійний сигнал в охоронну компанію;

- для допомоги в догляді за людьми похилого віку. Наприклад, датчик буде «відстежувати», коли людина вийшла з дому або повернулася. Датчик можливо встановити на аптечку, щоб переконатися, що людина не приймала додаткових ліків. Це відноситься до тих людей похилого віку, які страждають порушеннями пам'яті і живуть одні;

- для догляду за дітьми. За допомогою датчика ви можете відстежити, коли діти повернулися зі школи, або переконатися, що маленька дитина не відкриває вікно і не виходить на вулицю. Також можна контролювати цікавість дітей заглядати в аптечку, домашній бар або інші небезпечні для дітей місця в будинку.

Датчиком руху - називається пристрій, що дозволяє відстежувати переміщення об'єктів, особливо людей, і своєчасно передавати дані про рухомі об'єкти в так звані електронні системи. Пристрій допомагає автоматизувати функції електроприладів і камер відеоспостереження.

Датчики руху використовуються в якості систем безпеки для захисту певних зон і управління автоматичним освітленням.

Типи датчиків:

- інфрачервоний датчик, які дозволяють виявляти відмінності в тепловому випромінюванні об'єктів, що знаходяться в їх робочій зоні;

- мікрохвильові датчики, що надають споживачам розширені функції та багато застосувань. Цей тип обладнання використовує високочастотні електромагнітні хвилі, які він передає, для виявлення рухомих об'єктів, і принцип його дії полягає у виявленні мікрохвильового випромінювання під час відбиття. Пристрій може керувати внутрішнім або зовнішнім освітленням

і зазвичай використовується для управління побутовою електронікою та сигналізацією;

- ультразвукове обладнання, яке використовується для включення освітлення або вентиляції в автоматичному режимі. Це не тільки забезпечує комфорт і спрощує життя людей, але і значно економить електроенергію;

- комбіновані датчики руху, які є найдорожчим і потужним типом. Вони поєднують в собі кілька технологій для одночасного зчитування рухомих об'єктів;

- акустичні датчики – пристрої, які дозволяють виявляти зовнішні шуми. Для того щоб їх робота була ефективною, необхідно встановити обмеження по шуму і включити фільтр, щоб виключити реакцію на помилку.

На рисунку 3 показано зовнішній вигляд датчиків руху



Рисунок 3 – датчик руху

Протипожежні заходи

Пожежа все ще залишається проблемою для власників будинків. Підключення датчиків контролю температури і детекторів диму до системи сигналізації системі «розумний будинок» допомагає швидко отримувати інформацію в разі пожежі.

На рисунку 4 показані місця установки протипожежних систем



Рисунок 4 – протипожежні заходи

Система постійно контролює стан електричних проводів, кондиціонерів і побутових приладів (пляшок з водою, столових приладів, мікрохвильових печей і т. д.). При виявленні порушень система автоматично відключить їх.

У разі пожежі система:

- надає інформацію щодо евакуації мешканців;
- автоматично відключає систему вентиляції, для того щоб виключити подачу кисню, електроенергії та газу всередину будинку. Одночасно вклучить систему димовидалення;
- система пожежної сигналізації в «розумному будинку» відправляє сигнал про пожежу в спеціальну службу;
- повідомляє власника про пожежу. Якщо їх в цей час його немає вдома, то після отримання сигналу вони можуть зробити дії віддалено;
- продовжуйте гасити вогонь.

Запобігання витоків води

Сигналізатори протікання широко використовуються як один з основних засобів запобігання шкоди від побутових нещасних випадків, поряд з димовими сповіщувачами. Це один з найбільш простих механізмів домашньої автоматизації та автоматизації будівель, який передбачає активацію тривожного сигналу і автоматичне перекриття труб при протіканні.



Рисунок 5 – Датчик витоку води

В основі роботи датчика протікання лежить електрична провідність води. Датчик оснащений двома або трьома контактами і встановлюється в місцях, де в першу чергу з'явиться вода при протіканні. Коли вода потрапляє на контакти, між ними утворюється слабкий електричний струм, і датчик спрацьовує.

Недоліком сигналізатора протікання в тому, що він не може зафіксувати протічку, поки вона не призведе до затоплення. Цього недоліку позбавлена система, яка розпізнає протікання, аналізуючи витрати води, однак вартість таких систем в десятки або сотні разів дорожче систем, що працюють на датчиках. Проте, датчики здатні забезпечити ефективний захист майна від пов'язаної з протіканням шкоди.

Цей датчик як правило використовується спільно з пристроєм, автоматично замикаючим труби в разі протікання - зазвичай електроприводом, установленим на трубопровідний кран. З цієї причини виробники датчиків протікання часто пропонують також електроприводи або комплекти, які включають датчики, приводи і контролер - пристрій, що управляє роботою системи та забезпечує взаємодію датчиків з приводами і деякі інші функції.

Якщо користувач підбирає датчики і приводи різних виробників, взаємодія між ними також відбувається через контролер, який в таких випадках встановлюється окремо. Така установка дає власнику налаштувати взаємодію датчика не тільки з електроприводом, а й з іншими пристроями, а

саме розумною розеткою або розумними вимикачами, щоб в разі протікання автоматично знеструмити електроприлади.

Найбільш поширені застосування датчика протікання в домашніх умовах:

- включення тривожного сигналу при протіканні;
- відправка повідомлення про витік власнику або зазначеній ним людині;
- дистанційне (зі смартфона) або автоматичне перекриття труб при протіканні;
- дистанційне або автоматичне відключення техніки, що допустила протікання, наприклад пральної машини;
- дистанційне або автоматичне знеструмлення електромережі при протіканні, щоб уникнути займань.

Установка датчиків протікання особливо актуальна для сімей з дітьми або літніми людьми, а також для людей похилого віку. У таких будинках вище ймовірність протікання через неуважність або помилки, наприклад забутого крана. З іншого боку, дітям і людям похилого віку складніше зорієнтуватися і швидко відреагувати на протікання.

Сигналізатор протікання, конструкція якого буде розроблена в проєкті, призначений для звукової та світлової сигналізації про появу води там, де це небажано або небезпечно.

Коли води немає, він періодично видає пачки коротких спалахів світлодіоду зеленого кольору. При попаданні її на датчик вологості спалахи стають червоними і супроводжуються звуковими сигналами.

1.5 Переваги розумного будинку

Як і інші пристрої, системи «розумного будинку» мають переваги, які варто встановити. Серед них:

1. Безпечний. Система повністю контролює приміщення. Якщо буде завдано незапланований візит, то вона зверне на це увагу. У разі надзвичайної ситуації Розумний будинок спробує зупинити їх, в тому числі відновити гасіння пожежі. Це дозволяє вам спостерігати за тим, що відбувається в будинку з будь-якої точки світу.

2. Простий у використанні. Вся система управляється за допомогою одного пристрою. У більшості випадків це Мобільні телефони.

3. Гнучкі настройки. Система дозволяє вам самостійно налаштовувати пристрій і змінювати його функції. Ви також можете додати до нього інші пристрої в будь-який зручний для Вас час.

4. Економічність. «Розумний будинок» знижує вартість комунальних платежів. Це пов'язано з тим, що система відключає невикористовувані в даний момент пристрої. Таким чином, знижується навантаження на мережу і енергоспоживання при цьому знижується. Економія на освітленні може досягати 40%, а на опаленні - 30%.

5. Можливість автоматизації. Більшість предметів домашнього вжитку можна підключити до «розумного будинку». Таким чином, це дає можливість управляти ними в автоматичному режимі. Це економить багато часу.

6. Дизайн. Всі елементи системи (кнопки, термостати, датчики, розетки, вимикачі) виглядають сучасно і стильно вписуються в будь-який інтер'єр.

Перевагами бездротової технології є невелика кількість проводів, відсутність попереднього проекту, скорочення часу монтажу.

1.6 Чим небезпечний розумний будинок

Сучасний розумний будинок може становити небезпеку, пов'язану з конфіденційністю інформації. Зловмисники можуть збирати персональні дані власника, дізнаватися номери його банківських карт, стежити за часом,

протягом якого людина перебуває вдома. Також є можливість злому систем відеоспостереження.

Загроза актуальна тільки для заможних людей, чия конфіденційна інформація може представляти інтерес для зловмисників. Уникнути небезпеки можна наступними способами:

- замовити проект розумного будинку у фахівців, що мають рекомендації. Система буде розроблена з підбором безпечних пристроїв, що шифрують інформацію;
- не використовувати недорогу автоматику, що працює тільки на протоколах Wi-Fi і Bluetooth. Відеоспостереження повинно бути з'єднане по захищеному протоколу.

Система розумного будинку повністю залежна від подачі електроенергії. При її зупинці відключаються всі системи безпеки. Щоб уникнути цього, фахівці рекомендують встановлювати потужну міні-електростанцію з генератором і пристроєм автоматичного введення резерву.

Які є мінуси системи розумний будинок:

До основних недоліків системи «розумний будинок» відносяться:

- складність монтажу. На відміну від звичайної автоматизації, яка включає в себе 5-10 пристроїв і побутової техніки, Розумний будинок - це складна система. Для невеликої квартири фахівці рекомендують придбати "стартовий набір" від одного з виробників;
- висока вартість. Розумний будинок вимагає розробки проекту, професійного монтажу і підбору високоякісних компонентів. Компоненти з автоматикою можуть бути легко встановлені незалежно один від одного з використанням протоколів Wi-Fi /Bluetooth, наприклад, шляхом створення інтелектуального освітлення.

Більшість недоліків «розумного будинку» компенсуються його перевагами.

1.7 Аналіз електричних несправностей

При експлуатації «розумного будинку» з часом усередині його можуть з'явитися несправності в електрообладнанні, які необхідно усувати при їх появі. Несправності часто призводять до збоїв або неправильній роботі електрообладнання, що призводить до нерадикальних ситуацій всередині і зовні «розумного будинку». Таким чином, необхідно вжити відповідних заходів і провести аналіз несправностей електрообладнання для їх подальшого раннього виявлення та вдосконалення систем розумного будинку, представлених в таблиці 1

Таблиця 1 – Аналіз несправностей електрообладнень

Несправність	Причина виникнення	Спосіб усунення
Не вмикається розумний будинок	1. Несправний автоматичний вимикач 2. Розімкнуті контакти кнопки аварійного запуску	1. Замінити автоматичний вимикач 2. Відрегулювати контакти або замінити кнопку
Немає відповіді від контролер	1. Обірваний провід до контролеру 2. Розбита мережна розетка	1. Замініть проводку до контролера 2. Відновити розетку
Немає заряду від сонячних панелей	1. Обгризані дроти птахами, гризунами 2. Не працюють сонячні панелі	1. Перевірити і виправити монтаж 2. Замінити сонячні панелі
Перебої в подачі електроенергії	1. Неправильно працює Контролер 2. Слабке джерело живлення	1. Викличте майстра для налагодження контролера 2. Дочекайтеся нормалізації мережі

2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ВІД ПРОТІКАННЯ ВОДИ

2.1 Розробка структурної схеми

Основними складовими системи захисту від протікання води є випрямляч, вузол параметричних стабілізаторів, електронний ключ, генератор прямокутних імпульсів, вузол сигналізації та датчик вологості, інтегральний стабілізатор, DC/DC конвертер.

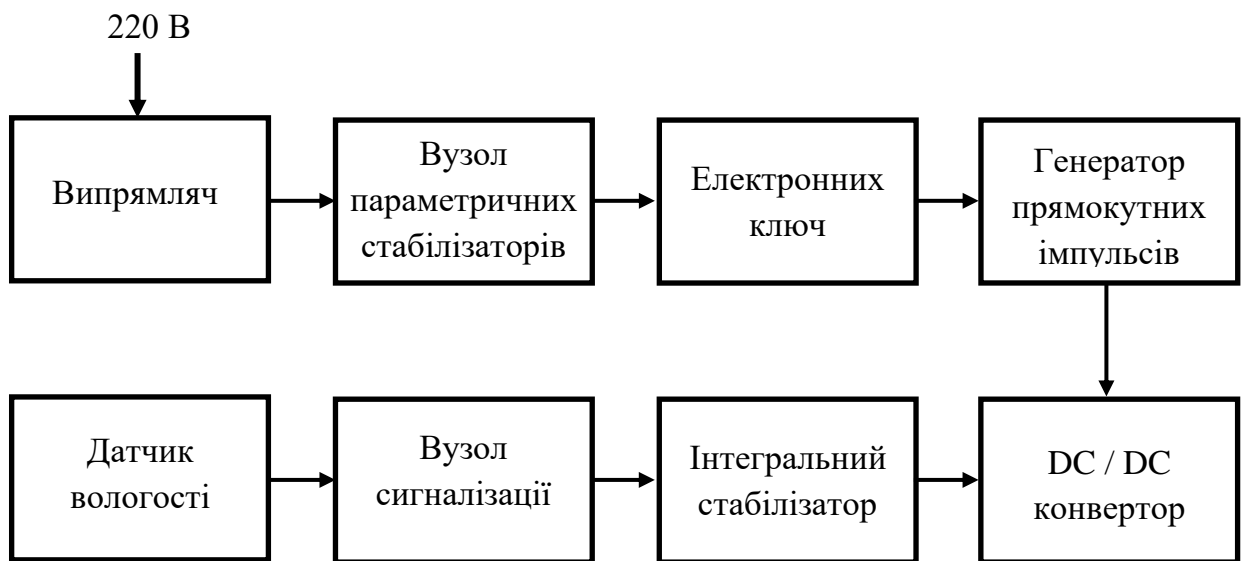


Рисунок 2 – Структурна схема сигналізатора

Випрямляч мережі живиться через напругу 230 В. Випрямлена напруга мережі через перший параметричний стабілізатор живить електронний ключ, а через другий параметричний стабілізатор разом з інтегральним стабілізатором живить інші вузли приладу.

2.2 Розробка принципової схеми

Сигналізатор живиться його від мережі 230 В, 50 Гц, але контакти датчика вологості ізольовані від мережі, тому дотик до них безпечний.

Схема сигналізатора зображена на рисунку 3.

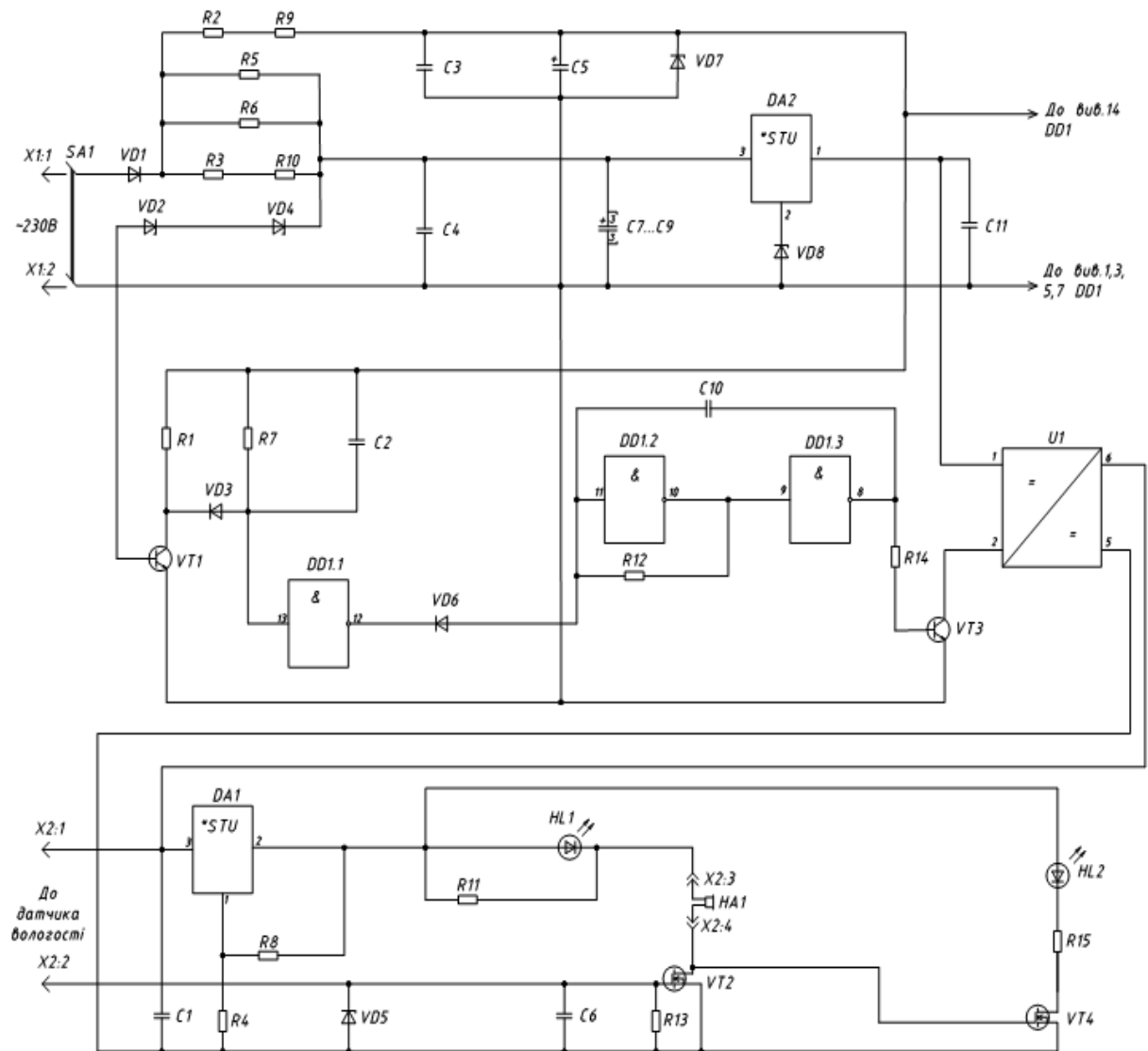


Рисунок 3 – Схема сигналізатора протікання води

Напругу мережі випрямляє діод VD1. Через перший параметричний стабілізатор напруги, зібраний на елементах R2, R9, C3, C5, VD7, живиться вузол на транзисторі VT1. Другий параметричний стабілізатор, зібраний на елементах R3, R5, R6, R10, C4, C7...C9, VD2, VD4, разом з інтегральним стабілізатором напруги DA2 живить інші вузли приладу.

Після підключення сигналізатора до мережі напруга на конденсаторах C4, C7...C9 повільно наростає. Як тільки вона перевищить суму напруги

стабілізації стабілітронів VD2, VD4 (близько 30 В), через стабілітрони і перехід база-емітер транзистора VT1 потече струм, і подальше зростання напруги на конденсаторах припиниться.

Через відкритий транзистор швидко зарядиться конденсатор C2, тому рівень напруги на вході елемента DD1.1 стане логічно низьким, а на його виході - високим. Це дозволить роботу генератора імпульсів, зібраного на елементах DD1.2 і DD1.3. Його імпульси за допомогою транзистора VT3 стануть періодично включати елемент U1 - перетворювач постійної напруги в постійну, який забезпечує ізоляцію ланцюгів приладу, пов'язаних з датчиком вологості, від мережі живлення. Амплітуда імпульсів вихідної напруги цього перетворювача (12 В) зменшена до 5 В інтегральним стабілізатором DA1.

Датчик вологості являє собою два електроди, розділених гігроскопічною прокладкою. Поки прокладка суха, опір між електродами датчика дуже великий. З цієї причини під час дії кожного імпульсу вихідної напруги стабілізатора DA1 транзистор VT2 залишається закритим, але відкривається транзистор VT4 і включається світлодіод HL2 зеленого кольору. Це сигналізує про справність пристрою і відсутність протікання.

Якщо ж в результаті протікання прокладка стала вологою, опір між електродами датчика значно зменшується, тому напруга затвор-витік транзистора VT2 стає достатньою для його відкривання під час імпульсу. Періодично включається світлодіод червоного кольору HL1, а випромінювач звуку з вбудованим генератором HA1 подає звукові сигнали про протікання. Транзистор VT4 в цій ситуації залишається закритим, так як напруга між його затвором і витком близька до нуля завдяки відкритому транзистору VT2. Тому світлодіод HL2 не включається.

Оскільки струм розрядки конденсаторів C7...C9 стабілізатором DA2 і працюючим перетворювачем U1 значно більше струму їх зарядки, який проходить через резистори R3, R5, R6, R10, через деякий час після початку

роботи перетворювача напруга на конденсаторах зменшується настільки, що транзистор VT1 закривається. Однак генератор імпульсів на елементах DD1.2 і DD1.3 продовжує працювати, поки не розрядиться через резистор R7 конденсатор C2. Лише після цього подача світлових і звукових сигналів припиняється. Однак через деякий час, необхідний для зарядки конденсаторів C7...C9 до колишньої напруги, цикл подачі цих сигналів повторюється.

Тривалість послідовності звукових і світлових імпульсів залежить від постійної часу ланцюга C2R7, а частота проходження імпульсів - від ємності конденсатора C10 і опору резистора R12. Тривалість паузи між послідовностями імпульсів залежить від сумарної ємності конденсаторів C7...C9.

2.3 Вибір елементів схеми

В схемі принциповій використовуються наступні елементи:

- конденсатори СС1206 (C1,C2,C3,C4,C6,C10,C11) – 7 шт.;
- конденсатори ЕСАР (C7...C9) – 3 шт.;
- конденсатор ЕСАР SMD (C5) – 1 шт.;
- мікросхема LM117T (DA1) – 1 шт.;
- мікросхема LP2950ACZ-5,0 (DA2) – 1 шт.;
- мікросхема CD40106BM (DD1) – 1 шт.;
- світлодіоди L-314 (HL1, HL2) – 2 шт.;
- резистори 0,25Вт (R1,R4,R7,R8,R11...R15) – 9шт.;
- резистори 0,5 Вт (R2,R3,R5,R6,R9,R10) – 6 шт.;
- перемикач KLS7-SS03 (SA1) – 1 шт.;
- перетворювач NMA1212DC (U1) – 1 шт.;
- діод GS1M (VD1) – 1 шт.;
- стабілітрони BZV55C15 (VD2,VD4) – 2 шт.;

- діод DL4148 (VD3,VD6) – 2 шт.;
- стабілітрон BZV55C18 (VD5) – 1 шт.;
- стабілітрон BZV55C12 (VD7) – 1 шт.;
- стабілітрон BZV55C6V8 (VD8) – 1 шт.;
- транзистор BC847C (VT1,VT3) – 2 шт.;
- транзистор IRLML0030 (VT2,VT4) – 2 шт.;
- з'єднувач PLD-4 (X1) – 1 шт.;
- з'єднувач CWF-2 (X2) – 1 шт.;
- генератор звуку HCM1206X (HA1) – 1 шт.

Параметри та характеристики конденсаторів представлені у таблицях 2...4, конструкція корпусів наведена на рисунках 4...6.

Таблиця 2 – Параметри керамічних конденсаторів СС1206

Параметри	Значення параметру
Номінальна ємність	100 нФ; 1 мкФ
Допуск ємності, %	±10%
Номінальна напруга, В	50
Тип діелектрику	X7R
Робоча температура, °С	-55...125

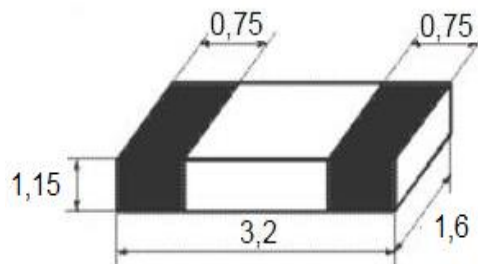


Рисунок 4 – Розміри конденсаторів СС1206

Таблиця 3 – Параметри електролітичних конденсаторів ЕСАР SMD

Параметри	Значення параметру
Номінальна ємність, мкФ	47
Допуск ємності, %	20
Робоча напруга, В	35
Робоча температура, °С	-55...85
Діаметр, D, мм	8
Висота, L, мм	6,5
Довжина, B, мм	8,3
Ширина, A, мм	8,3
Ширина контактної площинки, w, мм	0,5...0,8
Відстань між КП, P, мм	2,2
Робоча температура, °С	-55...85

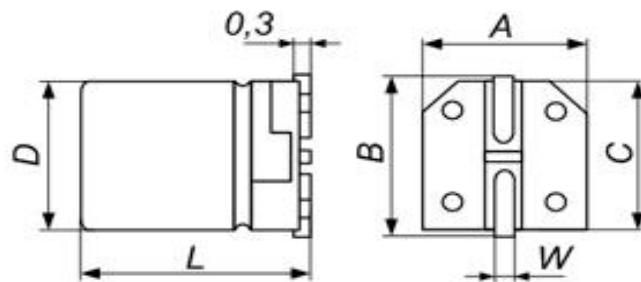


Рисунок 5 – Розміри конденсаторів ЕСАР SMD

Таблиця 4 – Параметри електролітичних конденсаторів ЕСАР

Параметри	Значення параметру
Номінальна ємність	470 мкФ
Допуск ємності, %	±20%
Номінальна напруга, В	35
Тип діелектрику	X7R
Робоча температура, °С	-40...85

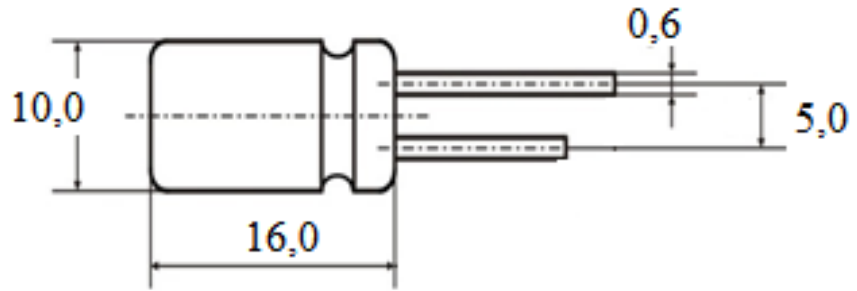


Рисунок 6 – Розміри конденсаторів ЕСАР

Параметри інтегральних стабілізаторів представлені в таблицях 5, 6 а конструкція їх корпусів – на рисунках 7, 8.

Таблиця 5 – Параметри мікросхеми LM117T

Параметри	Значення параметру
Максимальна вхідна напруга, В	40
Вихідна напруга, В	1,2...37
Вихідний струм, А	1,5
Робоча температура, °С	-25...150

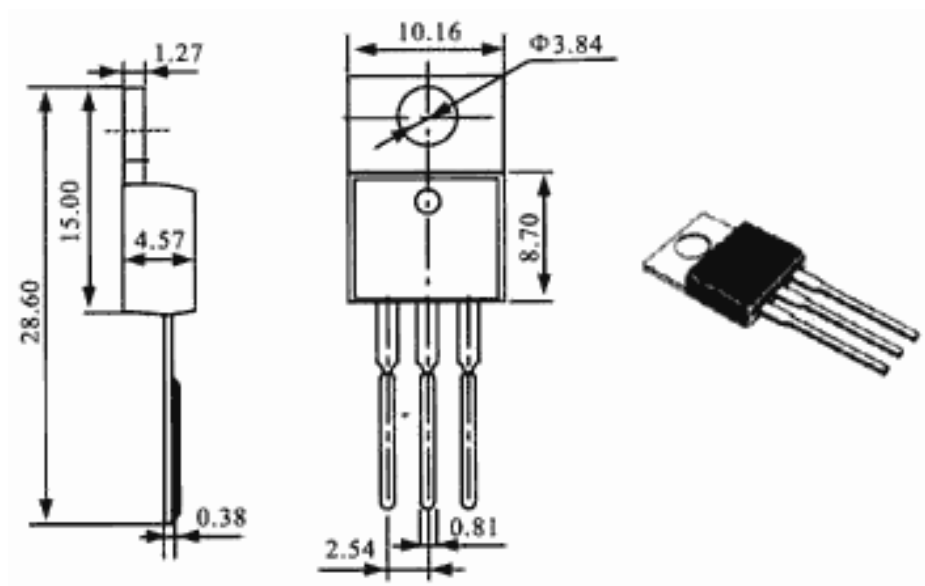


Рисунок 7 – Розміри мікросхеми LM117T

Таблиця 6 – Параметри мікросхема LP2950ACZ-5,0

Параметри	Значення параметру
Максимальна вхідна напруга, В	30
Вихідна напруга, В	5
Вихідний струм, А	0,1
Робоча температура, °С	-40...125

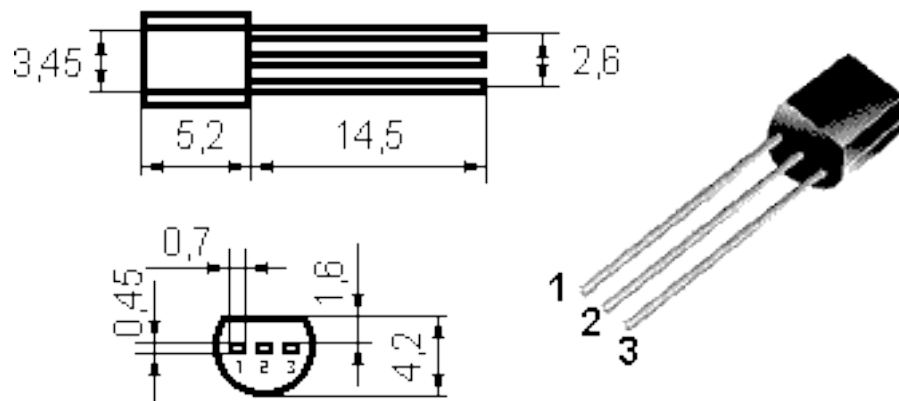


Рисунок 8 – Розміри мікросхема LP2950ACZ-5,0

Параметри мікросхеми інвертуючого тригера Шмітта представлені в таблиці 7, а конструкція її корпусу – на рисунку 9.

Таблиця 7 – Параметри мікросхема CD40106BM

Параметри	Значення параметру
Максимальна вхідна напруга, В	15
Мінімальна напруга, В	3
Вихідний струм, мА	6,8
Робоча температура, °С	-40...85

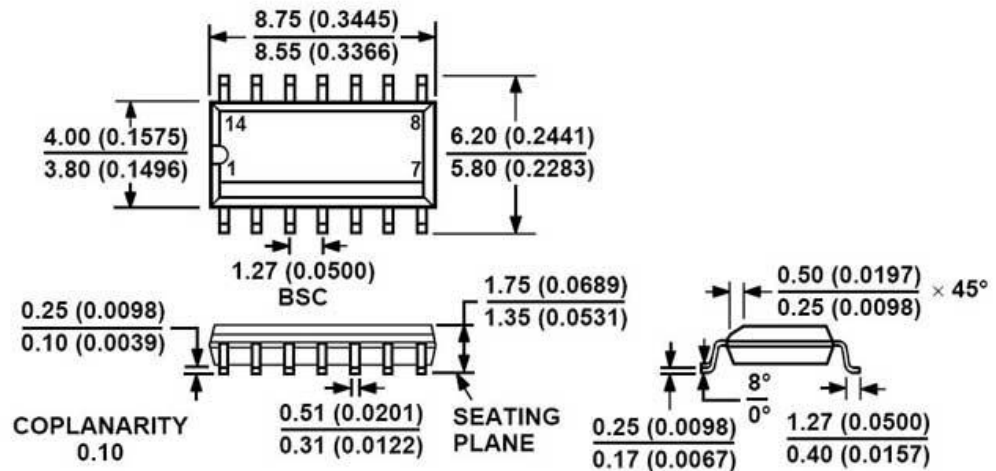


Рисунок 9 – Розміри мікросхема CD40106BM

Параметри світло діодів представлені в таблиці 8, а їх конструкція – на рисунку 10.

Таблиця 8 – Параметри світлодіоду L-314

Найменування параметра	Значення параметра	
	LRC	LGC
Колір	червоний	зелений
Максимальна пряма напруга, В	1,8	2,1
Максимальний імпульсний струм, мА	30	5,0
Довжина хвилі, нм	643	150
Діапазон робочих температур, °С	-40...80	

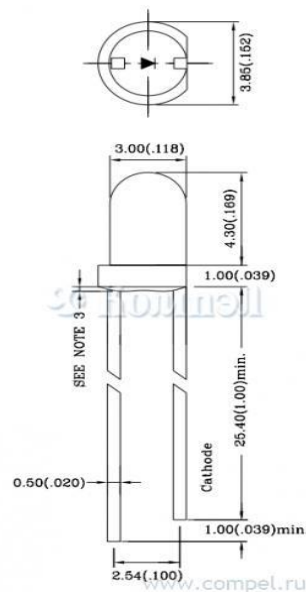


Рисунок 10 – Розміри світлодіодів L-314

Параметри резисторів, використаних в схемі, представлені в таблицях 9, а їх конструкцію приведено на рисунках 11.

Таблиця 9 - Параметри постійних резисторів

Найменування параметрів	Значення параметру	
	1206	2010
Діапазон номінального опору, Ом	$1 \dots 10 \times 10^6$	
Допустиме відхилення від номінального значення, %	± 5	± 5
Гранична робоча напруга, В	200	200
Номінальна потужність розсіювання, Вт	0,25	0,50
Робоча температура, °С	-55...125	

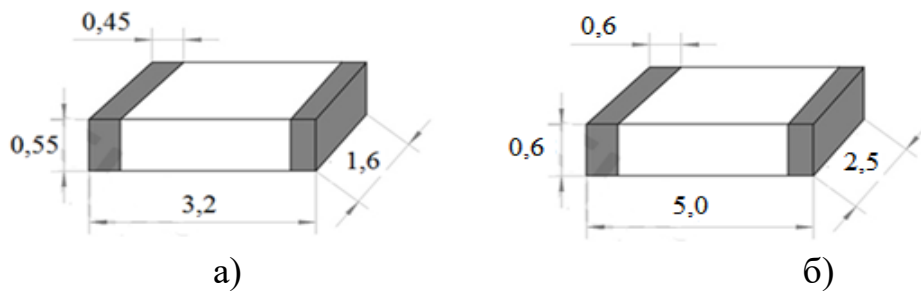


Рисунок 11 – Конструкція корпусу постійних резисторів:

а) типорозміру 1206; б) типорозміру 2010.

Конструкція перемикача KLS7-SS03 представлена на рисунку 12.

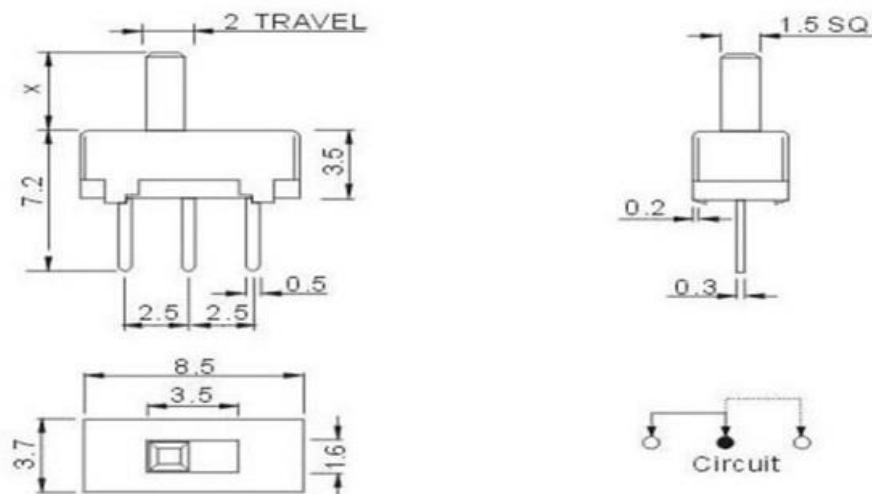


Рисунок 12 – Розміри перемикача KLS7-SS03

Параметри DC/DC – перетворювача представлені в таблиці 10, а його конструкція – на рисунку 13.

Таблиця 10 – Параметри перетворювача NMA1212DC

Найменування параметра	Значення
Напруга вхід, В	10,8...13,2
Напруга вихід, В	-12...12
Потужність Вт	1
Діапазон робочих температур, °С	-40...85

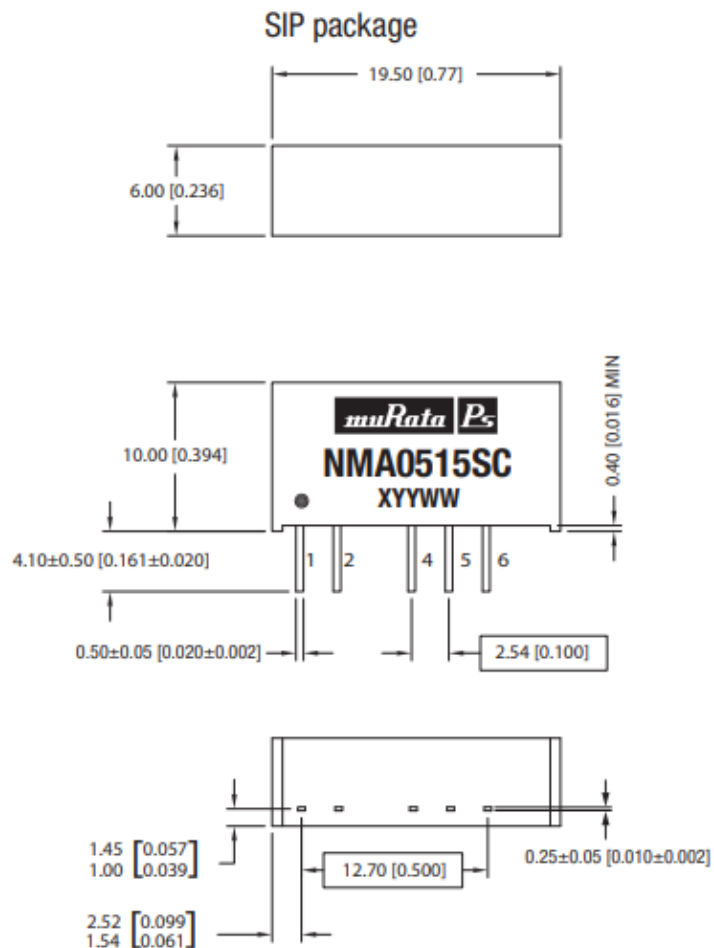


Рисунок 13 – Розміри перетворювача NMA1212DC

Параметри діодів представлені в таблиці 11, а їх конструкція – на рисунках 13, 14.

Таблиця 11 – Параметри діодів

Найменування параметра	Значення	
	GS1M	DL4148
Призначення	Випрямний	Імпульсний
Максимальна постійна зворотна напруга, В	1000	100
Максимальна імпульсна зворотна напруга, В	1000	120
Максимальний прямий струм, А	1	0,15
Максимально допустимий прямий імпульсний струм, А	30	0,45
Максимальна пряма напруга, В	1,1	1,0
Діапазон робочих температур, °С	-55...150	-65...150

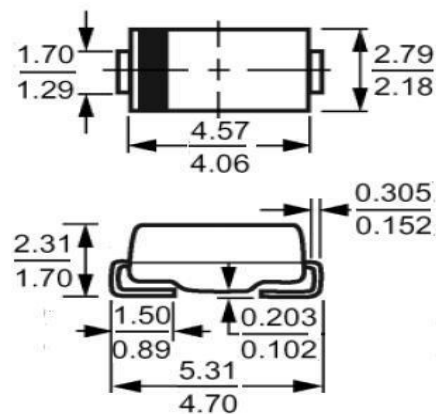


Рисунок 14 – Розміри діода GS1M

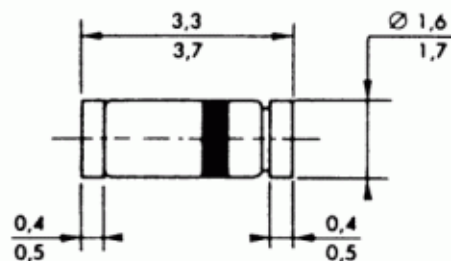


Рисунок 15 – Розміри діода DL4148

Параметри стабілітронів зведені до таблиці 12, а їх конструкція представлена на рисунку 16.

Таблиця 12 – Параметри стабілітронів BZV55

Найменування параметра	Значення параметру			
	C6V8	C12	C15	C18
Мінімальна напруга стабілізації, В	6,4	11,4	13,8	16,8
Номінальна напруга стабілізації, В	6,8	12	15,0	18
Максимальна напруга стабілізації, В	7,2	12,7	15,6	19,1
Розсіювана потужність, Вт	0,5	0,5	0,5	0,5
Статичний опір, Ом	6	20	30	50
Максимальний струм стабілізації, мА	74	42	33	28
Діапазон робочих температур, °С	-65...200			

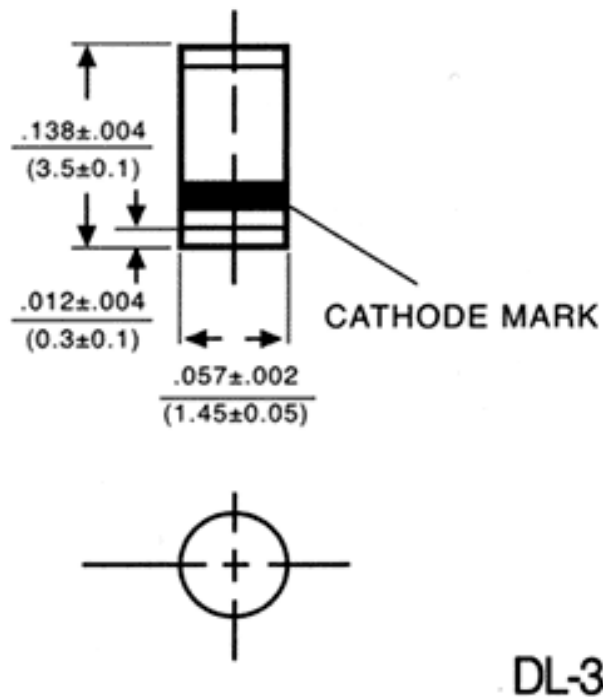


Рисунок 16 – Розміри стабілітронів типу BZV55

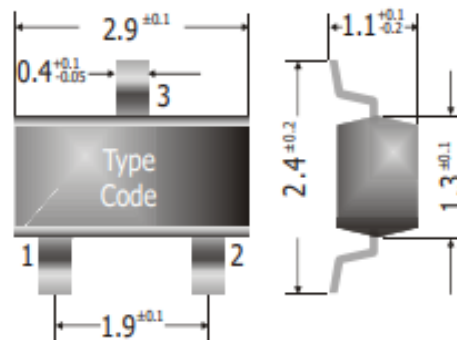
В схемі використані біполярні транзистори BC847C та польові транзистори IRLML0030. Параметри транзисторів представлені в таблицях 13, 14, а розміри корпусу на рисунку 17.

Таблиця 13 – Параметри транзистора BC847C

Найменування параметра, одиниці вимірювання	Значення
Максимальна напруга колектор - емітер, В	45
Максимальна напруга колектор– база, В	50
Максимальний струм, А	0,1
Коефіцієнт передачі струму	420...800
Гранична частота, МГц	100
Потужність, Вт	0,33
Діапазон робочих температур, °С	-65...150

Таблиця 14 – Параметри транзистора IRLML0030

Найменування параметра	Значення
Гранично допустима напруга стік-витік, В	30
Гранично допустима напруга затвор-витік, В	20
Максимально допустимий струм, А	5,3
Потужність, Вт	1,3
Діапазон робочих температур, °С	-55...150



BC847C 1 - Б, 2 - Е, 3 - К

IRLML0030 1 - 3, 2 - В, 3 - С

Рисунок 17 – Розміри корпусу транзисторів

В схемі буде використаний з'єднувач з однорядним розташуванням контактів типу PLS-4. Кількість контактів - 4, крок між контактами - 2,54 мм. Конструкція з'єднувача представлена на рисунку 18.

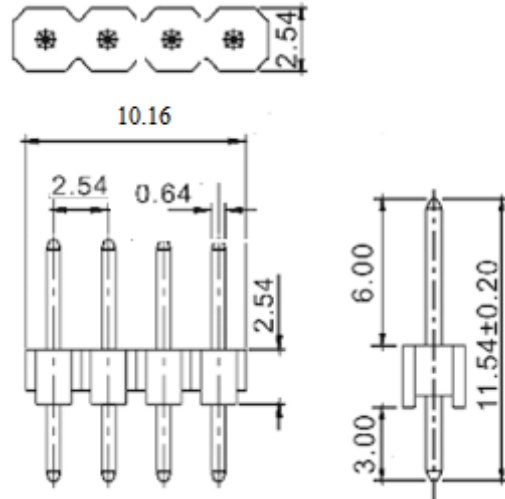


Рисунок 18 – Розміри з'єднувача PLS-4

В схемі також для подання напруги мережі 230 В буде використаний типу CWF-2. Конструкція з'єднувача представлена на рисунку 19.

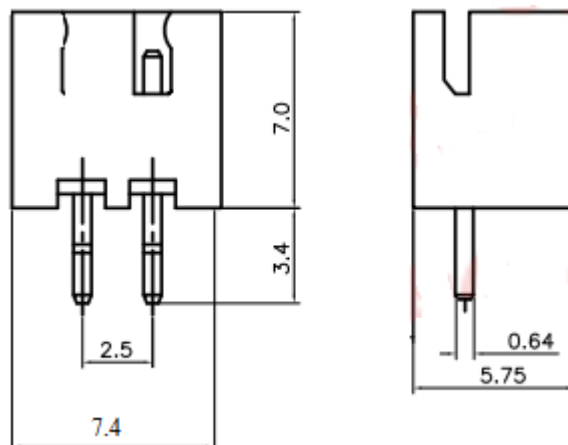


Рисунок 19 – Розміри з'єднувача CWF-2

Параметри звукового випромінювача представлені в таблиці 15, а його конструкція – на рисунку 20.

Таблиця 15 – Параметри генератора звуку HCM1206X

Найменування параметра	Значення
Робоча напруга , В	6
Максимальний струм , мА	30
Діапазон робочих температур , °С	-40...85

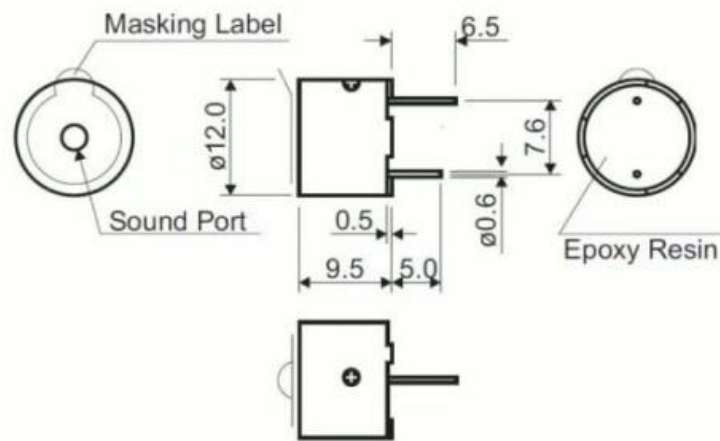


Рисунок 20 – Розміри генератора звуку HCM1206X

Аналіз елементної бази надає зробити висновок, що всі елементи задовольняють умовам технічного завдання.

2.4 Розрахунок площі друкованої плати

Площа друкованої плати $S_{д.п.}$, мм², визначається за формулою:

$$S_{д.п.} = a \times b = 95 \times 45 = 4275 \text{ мм}^2 \quad (1)$$

де a – довжина друкованої плати, мм;

b – ширина друкованої плати, мм.

Площа елементів S , мм^2 , визначається за формулою:

$$S_i = l \times b \times n, \quad (2)$$

де l - довжина корпусу, мм ;

b – ширина корпусу, мм ;

n – кількість елементів.

Площа конденсаторів за формулою (2) становить

$$S_{\text{КОН}} = 8,3 \times 8,3 \times 1 + 3,2 \times 1,6 \times 7 + 10 \times 10 \times 3 = 404,73 \text{ мм}^2$$

Площа резисторів за формулою (2) становить

$$S_{\text{РЕЗ.}} = 3,2 \times 1,6 \times 9 + 5 \times 2,5 \times 6 = 121,08 \text{ мм}^2$$

Площа мікросхем за формулою (2) становить

$$S_{\text{МС}} = 10 \times 4,5 \times 1 + 5 \times 4,2 \times 1 + 8,55 \times 4 \times 1 = 100,2 \text{ мм}^2$$

Площа світлодіоду за формулою (2) становить

$$S_{\text{СД}} = 3 \times 3 \times 2 = 18 \text{ мм}^2$$

Площа перемикача за формулою (2) становить

$$S_{\text{СА}} = 8,5 \times 3,5 \times 1 = 29,75 \text{ мм}^2$$

Площа перетворювача за формулою (2) становить

$$S_U = 19,5 \times 6 \times 1 = 117 \text{ мм}^2$$

Площа діодів за формулою (2) становить

$$S_D = 4,5 \times 2,79 \times 1 + 3,3 \times 1,6 \times 2 + 3,5 \times 1,45 \times 5 = 48,49 \text{ мм}^2$$

Площа транзистору за формулою (2) становить

$$S_T = 2,9 \times 1,3 \times 4 = 15,08 \text{ мм}^2$$

Площа з'єднувача за формулою (2) становить

$$S_3 = 10,16 \times 2,54 \times 1 + 7,4 \times 5,75 \times 1 = 68,36 \text{ мм}^2$$

Сумарну площу начіпних елементів $S_{\Sigma \text{н.е.}}$, мм^2 , обчислюють за формулою:

$$\begin{aligned} S_{\Sigma \text{н.е.}} &= S_{\text{КОН}} + S_{\text{РЕЗ}} + S_{\text{МС}} + S_{\text{СД}} + S_{\text{СА}} + S_U + S_D + S_T + S_3 = & (3) \\ &= 404,73 + 121,08 + 100,2 + 18 + 29,75 + 117 + 48,49 + 15,08 + 68,36 = 922,69 \text{ мм}^2 \end{aligned}$$

Визначається коефіцієнт щільності начіпного монтажу друкованої плати $\beta_{\text{ел}}$, %, за формулою:

$$\beta_{\text{ел}} = (S_{\Sigma \text{н.е.}} / S_{\text{д.п}}) \times 100\% = (922,69 / 4275) \times 100\% = 22\% \quad (4)$$

В результаті розрахунку було отримано, що друкована плата насичена начіпними елементами на 22 %.

2.5 Розробка конструкторська друкованої плати

Друкована плата - це пластина з діелектрика, на поверхні і в об'ємі якої формуються електропровідні ланцюги електронної схеми. Друкована плата призначена для електричного і механічного з'єднання електронних компонентів. Електронні компоненти на друкованій платі з'єднуються своїми виводами з елементами провідного малюнка, як правило, шляхом пайки.

Проаналізувавши принцип роботи електричної схеми, можна зробити висновок, що для її реалізації необхідна двостороння друкована плата. Друкована плата має двосторонній друкований провідниковий монтаж та односторонній монтаж начіпних дискретних електрорадіоелементів.

За точністю виконання елементів друкованого монтажу плати діляться на 5 класів точності. Щільність визначається мінімально допустимими значеннями параметрів. Друкована плата сигналізатору – плата 4 класу щільності, параметри якого приведені в таблиці 16.

Таблиця 16 - Основні параметри елементів друкованого монтажу для вузьких місць

Назва параметру, умовне позначення, одиниці вимірювання	Клас точності				
	1	2	3	4	5
Ширина друкованого провіднику, t , мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,100
Відстань між краями сусідніх елементів провідного малюнку, S , мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,100
Ширина гарантійного паска контактної площинки, b , мм	0,30	0,20	0,10	0,05	0,025
Відношення діаметра металізованого отвору до товщини плати, I	0,50	0,50	0,33	0,33	0,250

Сигналізатор протікання води виконаний на основі однієї друкованої плати з розміром $120 \times 80 \times 1,5$ мм. Розміри плати вибираються виходячи з можливості забезпечення розміщення усіх ЕРЕ на ДП.

Матеріалом, на якому виготовлена друкована плата є склотекстоліт СФ–2–35–1,5. Цей матеріал забезпечує можливість механічної обробки свердлінням, штамповкою, розпилюванням без утворення тріщини, витримує значення підвищеної температури під час пайки елементів.

У промисловості прийнято ряд діаметрів отворів монтажних, перехідних, металізованих та не металізованих отворів: 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,5; 1,8; 2,0; 2,5; 2,8; 3,0. Не рекомендується на одній платі мати більше трьох отворів різних діаметрів.

Маркувальні знаки, виконані з провідникового матеріалу, розташовують на вільному полі плати так, щоб сумарна відстань між сусідніми елементами друкованого рисунка була не менша від мінімально допустимої. Шрифт для маркування повинен мати висоту 2,5 мм.

2.6 Розрахунок надійності

Схемні рішення сучасних електронно-обчислювальних машин настільки складні, що застосовуються кілька мільйонів різних елементів. Така складність негативно позначається на надійності обчислювальних машин, тому що кожний елемент може вийти з ладу й привести до помилки при обчисленнях. У той же час відповідальність функцій, виконуваних обчислювальною технікою вимагає дуже високої надійності. Особливу гостроту здобуває вимога безвідмовної роботи електронних апаратів в умовах комплексної автоматизації із застосуванням керуючих машин. Відмова подібних систем може привести до катастрофічних наслідків.

Властивість електронної апаратури виконувати задані функції протягом певного часу, якщо при цьому експлуатаційні показники зберігають в допустимих межах свої значення і є можливість відновлення втраченого з яких-небудь причин функціонування, називається надійністю.

Безвідмовність – властивість електронно – обчислювальної техніки безперервно зберігати працездатність в заданих режимах і умовах експлуатації протягом заданого інтервалу часу.

Головним фактором роботи всієї цифрової системи виступає її надійність, що визначається ймовірністю безвідмовної роботи $P(t)$ і ймовірністю відмови $Q(t)$. Наочним, компактним, зручним для аналізу є табличний розрахунок надійності.

Найбільш зручним для аналізу є табличний розрахунок надійності таблиця 17.

Таблиця 17 – Інтенсивність відмов елементів

Найменування	Кількість, n_i	Інтенсивність відмов при н.у., $\lambda_{ін.у} \times 10^{-7} \Gamma^{-1}$	Інтенсивність відмов, $n_i \times \lambda_{ін.у} \times 10^{-7} \Gamma^{-1}$
1.Конденсатор керамічний	7	0,22	1,54
2.Конденсатор електролітичний	4	1,00	4,00
3.Мікросхема	4	0,28	1,12
4.Перемикач	1	0,20	0,20
5.Світлодіод	2	0,34	0,68
6.Резистор постійний	15	0,44	6,60
7.Діод	8	0,91	7,28
8.Транзистор	2	0,65	1,30
9. Генератор звуку	1	0,65	0,65
10.З'єднувач	1	0,04	0,04
11.Паяні з'єднання	96	0,01	0,96

Інтенсивність відмов електрорадіоелементів $\lambda_{н.ум}$, год⁻¹, з урахуванням їх кількості у схемі розраховується за формулою (8) та результат записується у четверту колонку таблиці 19.

$$\lambda_{н.ум} = n_i \times \lambda_j, \quad (5)$$

де n – кількість ЕРЕ, шт.;

λ_i – інтенсивність відмов, год⁻¹.

Розраховується інтенсивність відмов при нормальних умовах експлуатації за формулою:

$$\lambda = \sum_{i=1}^m n_i \lambda_{i.n.y.} = (1,54 + 4 + 1,12 + 0,2 + 0,68 + 6,6 + 7,28 + 1,3 + 0,65 + 0,04 + 0,96 = 24,37 \times 10^{-7} \text{ год}^{-1} \quad (6)$$

Середній час безвідмовної роботи $T_{\text{сер}}$, години, визначається за формулою:

$$T_{\text{сер}} = 1 / \lambda = 1 / (24,37 \times 10^{-7}) = 410340 \text{ год} \quad (7)$$

Ймовірність безвідмовної роботи в нормальних умовах визначається за формулою:

$$P(t) = (1 - \lambda \times t) \quad (8)$$

$$P(1 \times 10^5) = (1 - 24,37 \times 10^{-7} \times 1 \times 10^5) \times 100\% = 0,8 \text{ або } 80\%$$

$$P(2 \times 10^5) = (1 - 24,37 \times 10^{-7} \times 2 \times 10^5) \times 100\% = 0,5 \text{ або } 50\%$$

$$P(3 \times 10^5) = (1 - 24,37 \times 10^{-7} \times 3 \times 10^5) \times 100\% = 0,3 \text{ або } 30\%$$

$$P(4 \times 10^5) = (1 - 24,37 \times 10^{-7} \times 4 \times 10^5) \times 100\% = 0,03 \text{ або } 3\%$$

Ймовірність відмов розраховується за формулою:

$$Q(t) = 1 - P(t) \quad (9)$$

$$Q(1 \times 10^5) = 1 - P(1 \times 10^5) = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ або } 20\%$$

$$Q(2 \times 10^5) = 1 - P(2 \times 10^5) = 1 - 0,5 = 0,5 \text{ або } 50\%$$

$$Q(3 \times 10^5) = 1 - P(3 \times 10^5) = 1 - 0,3 = 0,7 \text{ або } 70\%$$

$$Q(4 \times 10^5) = 1 - P(4 \times 10^5) = 1 - 0,03 = 0,97 \text{ або } 97\%$$

Згідно отриманих розрахунків будується графік залежності ймовірності відмов від часу роботи, представлений на рисунку 21.

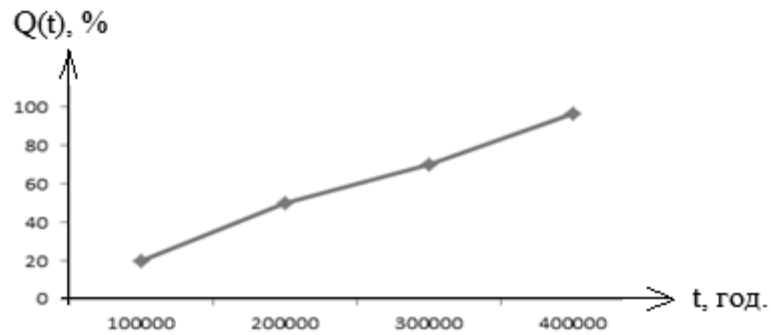


Рисунок 21 - Графік ймовірності відмови пристрою

Після 400 тисяч годин безперервної роботи ймовірність появи відмови складає 97%.

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Метод виготовлення друкованої плати

Комбінований позитивний метод виготовлення друкованих плат складається з наступних операцій:

- нарізка заготовок;
- створення базових отворів;
- створення отворів під металізацію;
- хімічна металізація діелектрика;
- нанесення маски;
- гальванічна металізація плати;
- нанесення припою на малюнок;
- видалення маски;
- травління міді з незахищених припоєм місць;
- оплавлення припою;
- обробка плати по контуру;
- маркування плати;
- нанесення захисного покриття;
- остаточний контроль плати.

Основними операціями механічної обробки є різання листового діелектрика, штампування, свердління отворів.

Найбільш доцільна різка на роликівих ножицях. У цьому випадку підвищується продуктивність, виключається засмічення приміщення пилом і скорочуються відходи матеріалу.

Отвори одержують свердлінням, тому що поверхня пробитих отворів має погану якість і їх не можна металізувати.

Наступний етап у виготовленні друкованої плати - одержання друкованої структури.

Хімічна металізація проводиться з метою створення провідного шару на поверхні фольгованого діелектрику. Вона відбувається методом занурення друкованих плат у ванну, яка містить солі матеріалу, що осаджується (міді), та витримки їх певний час. З метою зменшення часу контакту діелектрика з використовуваним розчином шар міді нарощують товщиною 5..8 мкм.

Найбільш поширеним методом створення захисної маски є застосування фоторезистів - чутливої до світла речовини, яка під впливом освітлення змінює свої властивості. Сутність застосування фоторезистів полягає в наступному: на плату з нанесеним на неї суцільним шаром фоторезисту накладається фотошаблон і виконується її засвічення, після чого засвічені (чи незасвічені) ділянки фото резистивного шару змиваються спеціальним розчинником, в більшості випадків це їдкий натр (NaOH). Усі фоторезисти, що застосовуються у процесі виготовлення друкованого рисунку, поділяються на дві категорії: позитивні і негативні. Для позитивних фоторезистів доріжка на платі повторює рисунку чорних ділянок на фотошаблоні, а при використанні негативних фоторезистів доріжки відповідають прозорим ділянкам. Найчастіше використовуються позитивні фоторезисти, як найбільш зручні у застосуванні.

Наступним етапом є металізація отворів гальванічним способом. Плати, що металізуються, закріплені на спеціальних підвісках - струмопідводах, опускають у гальванічну ванну з електролітом між анодами, виконаними з металу необхідного для покриття й захищеними, у запобіганні утворення шламу, чохлами зі спеціальної хлоринової тканини. Підвіска з платами виконують функції катода. Для електролітичного осадження металу на платах необхідна їхня ретельна підготовка, що забезпечує повне змочування електролітом поверхні підлягаючої металізації, і створення надійного електричного контакту з платами, катодами, анодами. Місце електричного контактування з анодами повинне знаходитися вище рівня електроліту у ванні. Електролітичне осадження здійснюють при напрузі 6 В, щільності струму 1,5..5А/дм, швидкості 0,5..1,0 мкм/хв.

Адгезія гальванічного покриття залежить від якості підготовки поверхні для металізації, тривалості перерви між підготовкою поверхні і нанесенням покриття і дотримання заданих режимів процесу.

Аналогічним методом наноситься шар сплаву олово – свинець, який захищає доріжки від окислення та відіграє роль маски при наступній операції травління.

Після зняття шару захисної маски здійснюють травління в розчині хлорного заліза.

Далі відбувається оплавлення припою як у металізованих отворах, так і по площині. Вирівнювання припою здійснюється гарячим повітрям. Наноситися ПОС-61 товщиною 8...10 мм.

Після одержання друкованого малюнка для визначення якості виробу, під яким розуміють ступінь його відповідності вимогам креслення, технічних умов, галузевих і державних стандартів, необхідно зробити контроль ДП.

3.2 Технологія виготовлення блоку

Технологія виготовлення блоку, конструкція якого розроблена у проекті, повинна максимальне використовувати типові технологічні процеси виготовлення і зборки, надавати найкоротші терміни виробництва, забезпечувати мінімальні витрати матеріалів, низьку вартість і високу якість виробу.

Усі технологічні операції та процеси при виготовленні блоку можна розділити на такі групи операцій:

- виготовлення друкованої плати;
- установка і монтаж елементів на друковану плату;
- зборка блоку.
- Процес зборки та монтажу блоку містить наступні етапи:
- операції з підготовки елементів до збірки;
- операції з установки елементів на ДП.

До операцій з підготовки елементів до зборки входять наступні етапи:

- загрузка в технологічну тару;
- вхідний контроль елементів (перевірка зовнішнього вигляду, контроль розмірів, перевірка електричних параметрів);
- підготовка виводів елементів, які монтують у отвори (рихтування, формування, обрізка, лудіння).

При транспортуванні і зберіганні на матеріали та елементи впливають різні фактори, які можуть призвести до погіршення показників якості готових виробів. Тому виникає необхідність проведення вхідного контролю. Витрати на його проведення набагато менше витрат, які виникають при випробуваннях і ремонті готових блоків. Вхідний контроль елементів виконується вибірково.

Підготовка начіпних елементів здійснюється по операціях у серійному виробництві, причому застосовується автоматична подача компонентів. Якщо компоненти знаходяться у технологічній тарі, то це надає можливість підвищити продуктивність підготовки, за рахунок використання автоматичне обладнання.

До складу операцій з установки елементів на друкованій платі входять наступні етапи:

- вибір типу елемента;
- визначення посадочного місця на платі;
- орієнтація елементів з урахуванням полярності;
- встановлення елементів;
- закріплення елементів.

В схемі сигналізатора протікання води більшість елементів - це елементи поверхневого монтажу. Тому для компонентів поверхневого монтажу буде передбачена автоматична зборка, а інші елементи будуть встановлюватися та одночасно паятися за допомогою паяльно-ремонтної станції.

Конвекційна пайка компонентів поверхневого монтажу проводиться в камерних або конвеєрних печах. У першому випадку відпрацювання профілю

пайки здійснюється шляхом зміни температури всередині камери з часом, а в другому - переміщенням плати по конвеєру через кілька зон печі: зони попереднього нагріву, зони пайки і зони охолодження, кожна з яких має свою температуру. Плата знаходиться в печі при максимальній температурі протягом декількох десятків секунд, після чого проводиться її охолодження.

У ряді випадків використовується пайка в інертному середовищі, при якій відбувається впуск азоту в робочу область печі для зведення до мінімуму процесу окислення.

На формування температурного профілю пайки впливають такі чинники:

- паяльна паста;
- технологічне обладнання;
- компоненти;
- друковані плати.

Температурний профіль пайки складається з чотирьох стадій: попереднього нагріву, стабілізації (зони температурного вирівнювання), оплавлення і охолодження.

При температурі понад 90°C каніфоль (смола), що входить до складу пасти, починає розм'якшуватися, а розчинник з високою точкою кипіння - випаровуватися. Розм'якшення каніфолі призводить до зменшення в'язкості пасти, а випаровування розчинника - до збільшення в'язкості. При високій швидкості наростання температури превалює перший процес, що веде до розповзання матеріалу (типовий дефект в цьому випадку - намистинки припою з боків чіп-компонентів).

Після пайки залишається деяка кількість флюсу на поверхні плати та продукти його розкладання. Тому необхідно передбачити очищення та відмивання виготовленого блоку за допомогою спеціалізованої установки ELMA.

Функціональний контроль блоку буде виконуватися на спеціально призначеному для цього стенді. На ньому встановлені світлодіоди і змінні

резистори. При виконанні функціонального контролю для забезпечення необхідних рівнів напруги використовуються стандартні прилади та вимірювальні пристрої для контролю значення вихідних сигналів. Оператор відстежує роботу блоку відповідно до інструкції і обробляє результати контролю.

При винесенні позитивного результату після функціонального контролю на поверхню плати наноситься вологозахисний шар. Захисні покриття являють собою спеціальні лаки для захисту друкованих плат та інших вузлів від шкідливого впливу навколишнього середовища. Вони продовжують термін служби обладнання і підвищують його надійність. Ці покриття тонким і еластичним шаром (25...50 мікрон) охоплюють всю поверхню плати і кожного компонента, забезпечуючи надійний захист від впливу хімічних речовин (наприклад палива, охолоджувальної рідини і т.п.), вібрації, вологи, соляного туману, вологості і перепадів температури. Це допомагає запобігти корозії, появі цвілі і витік струму, які є причиною виходу з ладу незахищених плат.

3.3 Автоматизація при виготовленні блоку

Найбільш ефективна форма організації виробничих процесів – це потокове виробництво, що ґрунтується на повторюваності основних і допоміжних операцій погоджених у часі. Робочі місця, де виконуються ці операції, розташовані у послідовності технологічного процесу, що максимально дає змогу реалізувати принципи прямоточності, безперервності, паралельності, ритмічності.

Нанесення припайної пасти може відбуватися за допомогою дозатора, для потрібної якості необхідно:

- урахувати те, що температуру має великий вплив на процес дозування. Тому, необхідно, щоб матеріал, підготовлений до дозування, мав кімнатну температуру. Також обов'язково враховувати, що зміна

температури в ході роботи може впливати на розмір краплі, тому тиск у дозаторі слід корегувати в холоді всієї роботи;

- необхідно правильно підбирати розмір голки, це дозволяє уникати закрутки голки і пропуску доз;
- тиск дозування повинен бути не вище 2,8 бар.

Оскільки властивості паст визначає виготовлювач, то керування процесом нанесення залежить лише від параметрів трафарету і конструкції установки нанесення. Чим вище якість трафарету, тим вище якість друку, яка досягається продавлюванням рідкої речовини через відкриті ділянки трафарету. Суттєво впливають на якість друку реологічні властивості пасти (її поведінка з погляду плинності). У свою чергу реологія визначається в'язкістю і поверхневим натягом, а також залежністю цих властивостей від прикладених зусиль і часу.

На відміну від трубчастих припоїв для ручного паяння та пропоїв у злитках, при паянні хвилиною використовується порошкоподібний припій, що застосовується у виробництві паяльних паст, має ряд особливостей, пов'язаних з його формою, розмірами часток. Ці параметри необхідно враховувати при виробі й використанні паяльних паст.

У цей час у виробництві електроніки знаходять застосування кілька основних типів сплавів припою: головним чином застосовуються олов'яно-свинцеві евтектичні припої або близькі до них.

Традиційні сплави наведені у таблиці 18.

Таблиця 18 - Традиційні сплави

Тип сплаву по J-STD-006	Склад припою	Температура плавлення
Sn62	Sn62/Pb36/Ag2	179°C
Sn63	Sn63/Pb37	183°C

Для технології поверхневого монтажу рекомендується застосовувати паяльні пасти на основі сплаву Sn62/Pb36/Ag2. Срібло додають для запобігання міграції срібла, яке використовують при виробництві чіп-компонентів, у припій і для підвищення міцності паяльного з'єднання.

Автоматичні дозатори, як правило, використовуються в серійному виробництві. Найбільше поширення одержали наступні типи дозаторів: пневматичні та шнекові. При використанні компонентів з великим розкидом розмірів необхідно використовувати дозатори з декількома дозуючими голівками.

Пневматичні дозатори значно поширені. Конструкція дозатора проста: шприц із клеєм, головка і поршень. Дозування забезпечується за рахунок прикладення до поршня імпульсу з високим тиском. Для того, щоб нанесення дози пасти (клею) було рівномірним повинна підтримуватися на постійному рівні в'язкість матеріалу.

На рисунку 22 зображена будова дозатора:

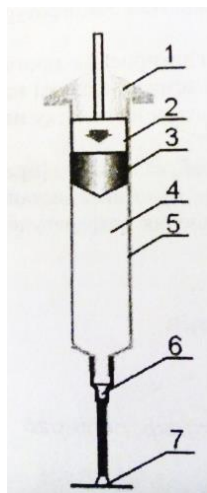


Рисунок 22 - Будова дозатора:

1 – кришка; 2 – повітря, що давить; 3 – поршень; 4 – припойна паста; 5 – циліндр; 6 – сопло; 7 – контактна площадка.

Автоматичне дозування здійснюється відповідно до даного САПР за допомогою стисненого повітря. Паста знаходить у вигляді «крапель» безпосередньо на контактні площадки друкованої плати.

У технології поверхневого монтажу в даний час в основному застосовуються чотири способи позиціонування компонентів:

- конвеєрне позиціонування (поточно-послідовне). У цьому методі плати рухаються уздовж декількох монтажних голівок по конвеєру, при цьому кожен модуль встановлює один тип корпусів;
- послідовне групове або одиничне позиціонування. Одна чи дві монтажні голівки, що керуються спеціалізованими програмами, вибирають компоненти з живильника і встановлюють їх на платі. Іноді у конструкціях автоматів використовується рухлива голівка, що переміщається в напрямку X і Y , у той час як в інших автоматах позиціонування здійснюється переміщенням координатного столу, а функція монтажної голівки тільки захоплення і рух у напрямку осі Z для встановлення компонента;
- послідовно-рівнобіжне позиціонування. В даному випадку автомати мають монтажні багатозахоплюючі голівки з послідовним розташуванням, що рухаються по координатних столах. Монтажні голівки встановлені на центральній повторній (баштовій) голівці і рухаються по колу. Кожна монтажна голівка захоплює необхідний компонент із живильника і розташовує його у певне місце на ДП. Монтажник стіл переміщується в напрямку X , Y , за рахунок чого виконується позиціонування місця встановлення компонента;
- масове (поточно-рівнобіжне позиціонування). Багатозахоплюючі монтажні голівки встановлюють на плату значну кількість компонентів за один прийом. Навіть за одну операцію може відбуватися встановлення всіх елементів на плату.

Для автоматичних маніпуляторів основними параметрами є:

- висока продуктивність;
- максимальна точність установки;

- гнучкість, тобто швидкість перебудови автомата для роботи з іншим типом плати.

Ці параметри значно впливають на ціну устаткування. Такі машини як ЕСМ 96, ЕСМ 98 японської фірми МДС найбільш недорогі. Їх продуктивність складає від двох до трьох тисяч компонентів у годину й працюють вони досить стабільно. Вони знайшли широке застосування на підприємствах, що випускають одну номенклатуру виробів. Якщо ж підприємство випускає кілька різних типів плат, з такою машиною працювати складно через трудомісткість її переналагодження. Тому у цьому випадку доцільне застосування автомата типу СLM 9000 швейцарської фірми ESSEMTEC, зовнішній вигляд якого приведений на рисунку 23.



Рисунок 23 – Автомат СLM 9000

Продуктивність цієї машини знаходиться в межах 2200...3600 компонентів у годину. Базова комплектація включає автоматичну систему зміни інструмента і лазерний центратор. Переналагодження зводиться до перезавантаження програми. Ще більш продуктивне устаткування надають фірми Universal, Philips, Siemens. Автомат має наступні особливості:

- постійний контроль точності наведення голівки з захопленим компонентом (типорозміром від 0402 до 30×30 мм) за допомогою системи лазерного центрування монтажної голівки Cyberoptics TM;
- серводвигуни переміщення, які гарантують плавне й точне переміщення монтажної голівки;
- можливість роботи з односторонніми та двосторонніми друкованими платами, як рівними за розміром, так і різної конструкції завдяки універсальному утримувачу друкованих плат;
- автоматична зміна інструментів;
- точне позиціонування компонентів і перевірка правильності виконання монтажу камерою "технічного зору";
- застосування вакуумних захватів для роботи з різними типами корпусів елементів;
- швидка зміна конструкційно різних накопичувачів за допомогою використання широкого набору фідерів;
- спеціальні візуальні системи для здійснення монтажу особливо складних за типорозміром компонентів (BGA, мікро - BGA корпуса);
- конвеєрна система SMEMA, що надає мінімізацію часу переміщення й позиціонування друкованих плат;
- можливість використання автомата в складі автоматизованої лінії поверхневого монтажу.

Останнім часом з метою поліпшення рівномірності нагрівання друкованої плати й електронних компонентів у процесі паяння використовуються комбіновані установки. При їхній роботі комбінація конвекційного методу (нагрівання циркулюючим гарячим повітрям) і кварцових (інфрачервоних у видимому діапазоні) випромінювачів забезпечується як рівномірність нагрівання друкованих вузлів протягом усього процесу паяння, так і швидкість нагрівання на «потоківих» ділянках профілю.

Інфрачервоний і конвекційний методи передачі тепла в комбінації забезпечує рівномірний режим нагрівання друкованих вузлів, що виключає появу тінювих ефектів. Нагрівання в печі відбувається по обидві сторони друкованих вузлів. З верхньої сторони ДП нагрівання здійснюється кварцовими лампами, з нижньої – керамічним підігрівником і додатково збоку йде подача гарячого повітря. Печі мають дві температурно-тимчасові стадії: попередній підігрів й оплавлення.

Пайка елементів поверхневого монтажу буде виконуватися за допомогою конвеєрної печі Mistral 360, зображення якої наведено на рисунку 24.

Конвекційна піч оплавлення припою Mistral 360 с робочою шириною конвеєра 365 мм і швидкістю переміщення до 110 см/хв забезпечує постійну, однорідну температуру по всій ширині робочої зони. Піч укомплектована зручним сенсорним екраном для контролю і управління. Програмне забезпечення дозволяє управляти температурою в чотирьох незалежно регульованих зонах нагріву і дозволяє проводити повний моніторинг процесу пайки.



Рисунок 24 - Mistral 360

Піч оплавлення припою укомплектована системою автоматичного профілювання.

Технічні характеристики конвеєрної печі Mistral 360 наведені в таблиці 19.

Таблиця 19 – Технічні характеристики конвеєрної печі Mistral 360

Тип нагріву	Конвекційний
Температурний діапазон	180...300 °С
Крок регулювання температури в зоні	1°С
Ширина конвеєра	365 мм
Швидкість конвеєра	15...110 см/хв
Зона попереднього нагрівання	3
Зона пайки	1
Зона охолодження	1
Довжина робочої зони	1400 мм
Максимальна висота компонента	25 мм
Час розігріву	15 хв
Максимальна споживана потужність	7,8 кВт
Вимоги до підключення	3 фази 380/400 В
Габаритні розміри	2240×755×350 мм
Вага	160 кг

Установка та пайка інших елементів буде проводитися за допомогою паяльно-ремонтної станції Ersa HR100A/HP, комплектація якої зображена на рисунку 25.

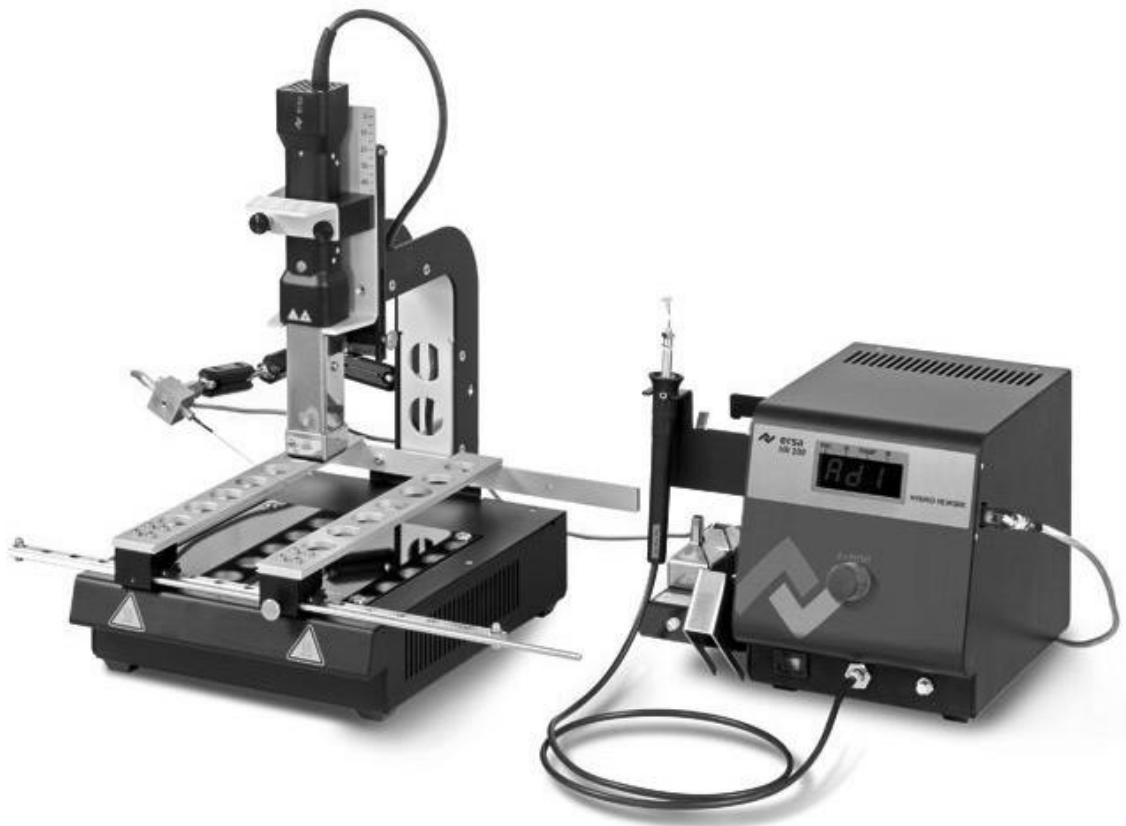


Рисунок 25 – Паяльно-ремонтна станція Ersa HR100A/HP

Ця компактна антистатична паяльно-ремонтна станція з комбінованим інфрачервоно-термоповітряним нагріванням в єдиному інструменті HybridTool призначена для стандартної і безсвинцевої пайки в промислових і лабораторних умовах. Потужність станції - 200 Вт.

Оригінальне поєднання інфрачервоного і повітряного способу передачі тепла є особливістю гібридної технології Ersa, розробленої для високопродуктивної ручної пайки.

Така технологія підвищує швидкість і рівномірність нагріву, а також запобігає здуванню прилеглих дрібних chip-компонентів. Комбінована теплопередача надає особливі зручності для ремонтних робіт з найрізноманітнішими компонентами поверхневого монтажу (SMT), включаючи BGA невеликих розмірів. Для ремонту малогабаритної електроніки модель HR100A/HP виключно ефективна. Для площинного

захоплення компонентів використовується вакуумний маніпулятор Vac-Pen, який працює від компресора станції.

Три режиму роботи станції HR100A / HP дозволяють адаптувати її до виду виконуваних операцій:

- нагрів з обмеженням за часом, з візуальним контролем оплавлення;
- нагрів з обмеженням за часом, з вимірюванням температури об'єкта пайки;
- нагрів із заданою швидкістю зростання температури і тривалістю її утримання

Інтегрований лазерний покажчик полегшує позиціонування нагрівального інструменту над платою. За допомогою меню параметри налаштування можуть бути легко змінені і збережені. Кнопка з фіксацією вибору значень параметрів використовується в якості органу управління на передній панелі станції. Широкий спектр додаткових аксесуарів дозволяє комплектувати сучасну паяльно-ремонтну станцію відповідно до передових вимог якості.

Подальшим етапом є видалення залишків флюсу у мийній установці. Якістю промивання відстежує виконавець.

Надалі виконується функціональний контроль пристрою. При цьому перевіряється чи відповідає його робота технічному завданню.

Операція може виконуватися автоматичними тестерами фірми Essemtec моделі R90. Вони являють собою автоматизовану тестову систему з високою ефективністю. Система автоматично програмується за зразковою друкованою платою (еталоном). Є можливість введення параметрів тестування вручну та з наявних технічних даних. Виконує система швидкодіюче тестування друкованої плати (приблизно за 1..2 секунди), при цьому повідомляє про обриви або короткі замикання у порівнянні з еталоном.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Охорона праці при виготовленні друкованої плати

Система правових, організаційно – технічних, соціально – економічних, лікувально – профілактичних та санітарно – гігієнічних заходів і засобів, які спрямовані на збереження здоров'я, працездатності людини під час праці називається охороною праці.

У процесі своєї праці людина взаємодіє із засобами виробництва, з виробничим середовищем і з предметами праці. При цьому вона, як правило, піддається впливу великої кількості факторів, різних за своєю природою, характером дії, формами прояву і ряду інших показників, які впливають на працездатність і здоров'я.

Виробничі фактори, в залежності від наслідків, прийнято поділяти на шкідливі та небезпечні. Фактор, завдяки дії якого працюючий отримує травми або інше різке погіршення здоров'я, має назву небезпечного виробничого фактору. Фактор, дія якого на працюючого в певних умовах призводить до захворювання або зменшення працездатності, має назву шкідливим виробничим фактором. У залежності від рівня і тривалості впливу фактор шкідливий може стати небезпечним.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори за природою дії на організм людини поділяються на наступні групи: фізичні; хімічні; біологічні; психофізіологічні [9].

Фактори, що характеризують обладнання, технологію, рухомі механізми і машини; рухомі частини обладнання; пересувні вироби, заготовки та матеріали, заготовки конструкцій; гострі кромки і задирки на поверхні заготовок або інструментів та обладнання; підвищений рівень вібрації; розташування робочого місця на досить значній висоті щодо поверхні підлоги; висока або низька температура поверхонь матеріалів і обладнання; значне значення напруги в електричному ланцюзі, замкнутися яка може через тіло

людини; збільшений рівень статичної електрики та інше - відносяться до фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Фактори, що характеризують виробничу середу:

- підвищена чи знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена загазованість і запиленість повітря робочої зони;
- збільшений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень ультразвукових та інфразвукових коливань;
- підвищений або знижений у робочій зоні барометричний тиск або його різка зміна;
- підвищена або ж знижена вологість повітря;
- високий рівень іонізуючих випромінювань;
- збільшений рівень електромагнітних випромінювань у межах робочій зони;
- підвищена напруженість електричного та магнітного полів;
- нестача природного світла, зменшена контрастність, висока пульсація світлового потоку, перебільшений рівень ультрафіолетової та інфрачервоної радіації.

За характером впливу на людину хімічні небезпечні та шкідливі фактори поділяються на:

- токсичні (викликають отруєння організму);
- дратівливі (викликають подразнення слизових оболонок та дихального тракту);
- сенсibiliзуючі (що підвищують чутливість організму до дії деяких речовин - алергенів);
- канцерогенні (що сприяють виникненню злякисних утворень).

Проникати до організму людини шкідливі та небезпечні чинники можуть через органи дихання; шкірні покриви і слизові оболонки; шлунково-кишковий тракт.

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються на: фізичні (статичні та динамічні) та нервово-психічні перевантаження (монотонність праці, розумове перенапруження та емоційні перевантаження).

Обсяг виробництва друкованих плат неухильно збільшується. За цієї причини знання небезпечних і шкідливих факторів виробництва, які виникають при їх виготовленні, є однією з неодмінних умов підготовки фахівців для електронної промисловості.

У багатосерійному виробництві розрізку матеріалу виконують методом штампування у спеціалізованих штампах на пресах, при цьому одночасно виконують пробивку технологічних отворів. У серійному і дрібносерійному виробництві значного поширення набули одно - або багатоножові роликові ножиці, за допомогою яких спочатку матеріал розрізається на смуги певної ширини, а вже потім на заготовки. В дрібносерійному і одиничному виробництві при виготовленні багат шарових друкованих плат використовують гільйотинні ножиці.

Тобто, виконання заготівельних операцій, пов'язаних з розкромом матеріалу, може призвести до пошкодження рук працюючого, якщо потрапити в зону між пуансоном і матрицею, або верхнім і нижнім ножем гільйотинних ножиців, чи при ручній подачі матеріалу. Для того, щоб уникнути попадання рук робітника до небезпечної зони застосовують систему дворукого включення: прес вмикається тільки після одночасного натискання двох пускових кнопок обома руками.

Значна кількість матеріалів і речовин, які застосовуються при виготовленні плат, є небезпечними для життя і здоров'я людини. Такі шкідливі речовини та їхні пари можуть проникати до організму людини через шкіру, органи подиху та травний тракт. Гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин і матеріалів, які застосовуються в технологічному процесі виготовлення друкованих плат, наведено в таблиці 20.

Таблиця 20 - Гранично допустимі концентрації хімічних речовин і матеріалів

Найменування речовини	Повітря робочої зони				Атмосферне повітря населених місць	
	Величина ГДК, мг/м ³	Агрегатні стани	Клас небезпеки	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	-	-

Позначення, які використані в таблиці 20:

- а – аерозоль;
- п - пари і (або) газу.

Промивання плат здійснюється в розчині ізопропілового спирту та ацетоні. При їх використанні необхідно враховувати те, що ці речовини є шкідливими для здоров'я та пожежонебезпечними.

За допомогою розчинів фосфатів, натрієвої соди та інших виконується хімічне очищення плати. При постійній роботі з цими розчинами часто

виникають різні хронічні ураження шкіри. Дуже небезпечно потрапляння навіть незначних кількостей NaOH до очей.

У процесі хімічного міднення використовуються наступні шкідливі речовини: соляна, сірчана, азотна кислоти, хлорна мідь, сегнетова сіль, хлористий паладій, гідроокис натрію, трихлоретилен. Для травлення міді з незахищених маскою ділянок на платі використовується хлорне залізо, хлорна мідь, персульфат амонію, хромовий ангідрид з сірчаною кислотою та ін. Всі вони є токсичними речовинами.

До роботи з цими розчинами допускаються особи, які володіють безпечним прийомом роботи, і обов'язково пройшли інструктаж на робочих ділянках, пов'язаних з роботою з шкідливими і отруйними речовинами.

Якщо такі розчини потрапили на слизову оболонку очей або шкіру, то необхідно промити їх водою або 0,5...1,0% -ним розчином квасців і змастити вазеліном, а потім звернутися до медпункту.

Роботу з небезпечними розчинами слід проводити в спецодязі (фартух поліетиленовий, халат, гумові і бавовняні рукавички) і захисних окулярах. На робочих місцях повинна бути гарна витяжна вентиляція.

Враховуючи шкідливість вихідних компонентів, які входять до складу флюсів, припоїв, миючих середовищ, а також забруднення атмосфери виробничих приміщень парами і газами, пилом, то для досягнення сприятливих умов праці проводять комплекс наступних заходів:

- замінюють шкідливих речовин менш шкідливими;
- удосконалюють технологічні процеси та устаткування;
- здійснюють автоматизацію і дистанційне керування процесами;
- виконують герметизація виробничого устаткування;
- забезпечують нормальне функціонування вентиляційних систем (штучна, робоча та аварійна, що забезпечує 8...12-тикратний повітрообмін за годину у приміщенні). Вентиляція може бути загальнообмінною (витяжна, припливна, припливно – витяжна), місцевою чи комбінованою;
- виконують контроль вмісту шкідливих речовин у повітрі;

- забезпечують профілактичне харчування та дотримання правил особистої безпеки;

- забезпечують використання засобів індивідуального захисту.

Використання ручних робіт припускається при відсутності речовин 1 і 2 класів небезпеки у технологічному процесі з використанням засобів індивідуального й колективного захисту працюючих.

Заміна токсичних речовин менш токсичними або нетоксичними, заміна шкідливих операцій на менш шкідливі – до цього повинна бути приділена особлива увага. Наприклад, використання присадок та інгібіторів дозволяє зменшити витрати на вентиляцію, також значно скоротити виділення парів кислоти з поверхонь травильних і гальванічних ванн (дзеркало ванни вкривається шаром піни).

На робочих місцях повинна бути витяжна вентиляція, а робітники повинні застосовувати засоби індивідуального захисту очей, органів дихання та шкірних покривів.

4.2 Охорона праці при виготовленні блоку

При проведенні налагоджувальних та профілактичних, а також при експлуатації пристрою, працівник може здійснити доторкання до провідників електричного струму, які знаходяться під напругою. У даному випадку через тіло людини потече струм, що може викликати порушення життєдіяльних функцій організму (зупинка дихання, втрата свідомості, або припинення роботи серця). Така поразка організму називається електричним ударом.

Електричний струм, коли проходить через тіло людини, здійснює біологічний, механічний, тепловий та хімічний впливи. Характер впливу та тяжкість поразки людини залежать від багатьох чинників, таких як сила струму, тривалість дії струму, його рід, напруга, шлях проходження та стан навколишнього середовища, опір тіла людини. Небезпечно для життя значення сили струму - 0,1 А.

Причиною поразки електричним струмом може бути не тільки дотик людиною до частин, які знаходяться під напругою, а також вплив на нього електричної дуги. При цьому, як правило, відбуваються електричні опіки, поява електричних знаків, відбувається електрометалізація шкіри. Така поразка організму отримала назву електричної травми.

Для забезпечення електробезпеки окремо чи в сполученні застосовуються наступні технічні способи та засоби:

- захисне заземлення;
- занулення;
- захисне відключення;
- мала напруга;
- ізоляція струмоведучих частин;
- попереджувальна сигналізація;
- огорожувальні пристрої;
- ізольовані електрозахистні засоби (показники напруги, діелектричні рукавички та ін.).

Навмисне електричне з'єднання із землею або з її еквівалентом металевих струмопровідних елементів обладнання, що не повинні перебувати під напругою, але ж в процесі експлуатації можуть опинитися під дією напруги (аварійні випадки, пошкодження ізоляції, і т.д.) називається заземленням.

Якщо ж механічні струмопровідні частини обладнання приєднати до нульового дроту електромережі, то замикання фази на корпус становиться однофазним коротким замиканням, що викликає спрацьовування струмового захисту і відключення устаткування. Така міра захисту називається зануленням. Занулення для електроустановок напругою до 1000 В - це навмисне з'єднання частин електроустановки, які не перебувають під напругою, з заземленою нейтраллю генератора чи трансформатора у мережі трифазного струму, виводом джерела однофазного струму та середньою точкою джерела у мережах постійного струму.

Спричинити вибух або пожежу може наявність статичної електрики. Для захисту від неї застосовують певні заходи безпеки:

- заземлення робочих площадок, устаткування, збільшення електропровідності матеріалів за рахунок нанесення на їх поверхню антистатичної добавки, підвищення відносної вологості навколишнього повітря;
- іонізації повітря високовольтними, індукційними, радіоактивними нейтралізаторами;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту: антистатичні халати, антистатичні браслети, кільця, струмопровідне взуття (шкіра чи електропровідна гума).

Встановлення блискавковідводів забезпечує захист від прямих ударів блискавки. Для захисту від вторинних прояв виконується приєднання устаткування до заземлювача, що надає можливість відведення електростатичних зарядів на землю [10].

При наявності кисню, джерела запалювання та горючої речовини може виникнути пожежа. Горючими речовинами у виробі є: лакофарбові покриття корпусів та радіодеталей. Горючими компонентами також є будівельні конструкції для акустичної та естетичної обробки приміщень, двері, перегородки, підлоги.

Такі приміщення згідно ОНТП 24-86 відносяться до категорії «В» (пожежонебезпечні).

Для зменшення пожежної небезпеки для приміщень цієї категорії рекомендується встановлювати первинні засоби пожежогасіння та систему автоматичної пожежної сигналізації з використанням комбінованого ДПП-1, який призначений для виявлення осередку пожежі у закритих приміщеннях за проявою диму чи за локальним підвищенням температури. Такий оповіщувач розрахований для контролю приміщень площею до 150 м² з висотою стелі до 4 метрів. Димова чутливість сигналізатора не перебільшує 10 %, чутливість до температури складає 70±10 °С.

У якості первинних засобів пожежогасіння використовуються:

- а) повітряно-пінний вогнегасник ВПП-5, ВПП-10;
- б) ручний вогнегасник ВВ-2, ВВ-5;
- в) азбестова полотнина 1,5×2 м.

Організаційно-технічними заходами є проведення навчання робочого персоналу правилам щодо пожежної безпеки.

У сучасному виробництві більшість електромонтажних з'єднань здійснюються пайкою. Процес пайки складається з випалу ізоляції та лудіння. Ці операції супроводжуються забрудненням повітряного середовища у приміщеннях парами олова, свинцю, сурми й інших елементів, які входять до складу припою, парами каніфолі і різних рідин, що застосовуються для флюсу, парами соляної кислоти, газами і т.д. Ці пари, потрапляючи до атмосфери цеху, конденсуються та перетворюються в аерозоль, частки якої за своєю дисперсністю наближаються до димів.

Постійно знаходячись у такій запыленій атмосфері, працівники піддаються впливу парів і пилу; такі шкідливі речовини вдихуються в легені, осідають на поверхні шкіри, попадають до слизової оболонки порожнини рота, очей, верхніх дихальних шляхів та зі слиною заковтуються в травний тракт. Також забруднюються робочі поверхні та одяг працівників.

Дуже шкідливі пари свинцю, що створюються при пайці олов'яно-свинцевими припоями. Частина свинцю, що надійшла до організму, виводиться через кишечник та нирки, а деяка частина затримується у кістковій речовині, мозку, печінці, м'язах. При певних умовах свинець починає циркулювати у крові, викликаючи при цьому явища свинцевого отруєння. Також свинець викликає зміни складу крові, уражає нирки і печінку та нервову систему.

Властивість свинцю до накопичення в організмі призводить до хронічного отруєння, якщо систематично надходить до організму навіть малі його кількості. Щоб запобігти гострих і професійних захворювань в

повітряному середовищі вміст свинцю не повинний перебільшувати гранично допустимої концентрації - 0,01 мг/м³.

Також виробництві електронної апаратури окрім олов'яно-свинцевих припоїв застосовуються припої, до складу яких входять літій, мідь, кадмій, срібло і інші метали. У певних випадках пайка виконується зануренням до розплавлених хлористих солей кадмію, бору, натрію, літію з додаванням фтористих солей. Пари цих речовин можуть значно впливати на організм робітників.

Найбільш небезпечними є пари окису міді, кадмію і фтористі з'єднання. Шкідливий для організму також хлористий цинк і літій, що здійснюють дратівну дію на дихальні шляхи та шкіру.

Пайка звичайними припоями проводиться із використанням флюсів. На прояв біологічної дії цих флюсів на організм людини впливають компоненти, які входять до складу флюсів. Одні компоненти (етилацетат, олеїнова кислота, соснова каніфоль та ін.) мають дратівну дію; другі (спирт етиловий) – наркотичну дію; треті (етиленгліколь) - значну токсичність; дію інших (кремнійорганічна рідина) на людину ще вивчено недостатньо. Певні марки флюсів рекомендується не застосовувати взагалі чи обмежувати їхнє застосування через високу токсичність. В усіх флюсах потрібно етиленгліколь замінити гліцерином, бо він здатний проникати до організму через неушкоджену шкіру. В залежності від флюсу для видалення його залишків після пайки застосовують різні миючі середовища, які теж мають токсичні властивості.

На підставі аналізу шкідливих вихідних компонентів, які входять до складу флюсів, припоїв, миючих середовищ, та забруднення атмосфери виробничих приміщень парами і газами, пилом, то для досягнення допустимих умов праці необхідно проводити комплекс наступних заходів:

– всі ділянки, на яких виконуються операції пайки, виділяються до окремих приміщень. Якщо ж пайка проводиться на потоковій лінії поряд з

виконанням інших технологічних операцій, то виробничі приміщення розглядаються як приміщення, що призначені для пайки;

- віконні рами, стіни, повітроводи, опалювальні прилади повинні бути гладкими та покритими олійною фарбою. Підлога повинна бути водонепроникною, мати збільшену міцність та опір до стирання і загоряння, бути без щілин та мати ухили до трапів каналізації. Підлогу на ділянках пайки миють після кожної зміни. Вологе прибирання всього приміщення роблять не рідше одного разу на тиждень;

- при випаді ізоляції та ручній пайці для захисту від поразки електричним струмом паяльник повинний працювати від електромережі напругою не більше 42 В;

- повторне використання серветок не допускається, вони після зміни повинні спалюватися;

- робочі поверхні столів, шаф для збереження інструментів наприкінці зміни обмиваються гарячим мильним розчином;

- приміщення ділянок пайки обладнують припливно-витяжною вентиляцією. При цьому приплив повітря повинний складати 95% від обсягу витяжки. Відсутні 5% повітря надходять із суміжних, з більшою чистотою приміщень. Вентиляційні установки включаються до початку робіт та виключаються після їхнього закінчення;

- робітники, які не досягли 18-річного віку, не допускаються до постійної роботи з припоями, що містять свинець та кадмій;

- жінки, які зайняті пайкою, у період вагітності або годівлі дітей переводяться до роботи, не пов'язаної з пайкою;

- усі працівники повинні бути проінструктовані щодо запобіжних заходів при роботі з флюсами і припоями.

Паяльні роботи виконуються робітниками у спецодязі, який забороняється нести додому. У приміщеннях, де виконується пайка,

забороняється зберігати особисті речі, приймати та зберігати їжу, питну воду, а також палити.

Кімнати для прийому їжі та виробничі ділянки повинні бути обладнані умивальниками, до яких безперервно подається гаряча та холодна вода. Для попереднього обмивання рук в умивальниках передбачається 1%-й розчин оцтової кислоти, надалі руки потрібно вимити теплою водою з милом. Для обтирання рук використовуються разові серветки. Питну воду для робітників на ділянках пайки треба подавати через фонтанчики, які встановлюються поблизу паяльних ділянок.

Після закінчення роботи треба почистити зуби зубним порошком та прополоскати порожнину рота водою і прийняти теплий душ.

Робітникам, які працюють на ділянках пайки, не рекомендується видавати молоко, бо воно містить легко засвоюваний кальцій, підвищена кількість якого в організмі викликає негативний вплив на перебіг свинцевої інтоксикації. Тому замість молока робітникам необхідно видавати 8...10 г пектину у вигляді мармеладу або концентрату пектину з чаєм.

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті була проведена розробка конструкції сигналізатору протікання води. В результаті проведеної роботи були розроблені наступні креслення: електрична структурна схема, електрична принципова схема та схема розміщення елементів, а також схема технологічного процесу виготовлення блоку.

Основою схема електричної принципової пристрою є перетворювач NMA1212DC. Також були застосовані мікросхеми інтегральних стабілізаторів LM1117T та LP2950ACZ-5.0 та тригер Шмітта інвертуючий CD40106BM. Для забезпечення роботи пристрою, за допомогою використання довідкової літератури, були обрані інші дискретні елементи.

В проекті виконані розрахунки параметрів надійності блоку, а також розроблена конструкція друкованої плати за відповідними методиками розрахунку. Плата насичена елементами на 22%.

Більшість елементів схеми – це компоненти поверхневого монтажу. З урахуванням типу використаних елементів був проведений аналіз та вибір методу виготовлення друкованої плати, способів встановлення елементів на плату та створення електричних з'єднань.

Також в проекті були розроблені заходи з охорони праці при виготовленні сигналізатору.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1.SmaNEST. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://smanest.com/ua/articles/life-on-new-level> - Життя на новому рівні.
- 2.RadioRadar.net [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.radioradar.net/radiofan/miscellaneous/leak_detector.html - Сигналізатор протечки.
- 3.Барась С.Т., Лободзінська Р.Ф., Лазарєв О.О. Конструювання радіоелектронних засобів телекомунікаційних ситсем. Навчальний посібник. – Вінниця:ВНТУ, 2004. – 82 с.
4. Невлюдов І.Ш. Основи виробництва електронних апаратів: Підручник. – Харків: Компанія СМІТ, 2005. – 592 с.
- 5.Ганжа С.М. Основи конструювання електронних засобів: підручник./С.М.Ганжа. – Луганськ: видавництво СНУ ім В.Даля, 2011. – 492с.
- 6.Ганжа С.М. Конструювання друкованих плат. Навчальний посібник. – Луганськ: видавництво СНУ ім В.Даля, 2006. – 136с.
- 7.Лободзінська Р.Ф., Костюк О.А., Нікольський О.І., Шеремета О.П. Конструювання і технологія радіоелектронних засобів. Навчальний посібник. – Вінниця:ВНТУ, 2007. – 90 с.
- 8.Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник 2-е вид./ За ред. М.П.Гандзюка. – К.: Каравела, 2004. – 408 с.
9. 0.00-1.29-97 – Правила захисту від статичної електрики
- 10.ДСН 3.3.6-042-99 Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
- 11.ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки та техніки. Структура та правила оформлення.
12. ГОСТ 2.109 – 73 ЕСКД. Основные требования к чертежам
13. ГОСТ 2.702 – 75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем

ДОДАТОК А
Плата друкована

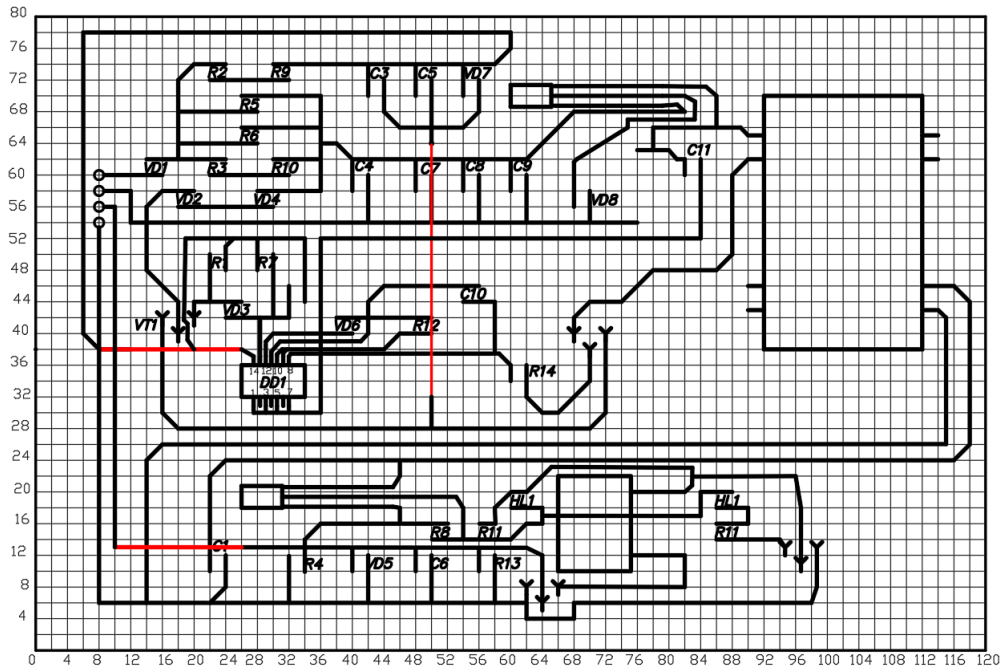


Рисунок А.1- Верхній шар

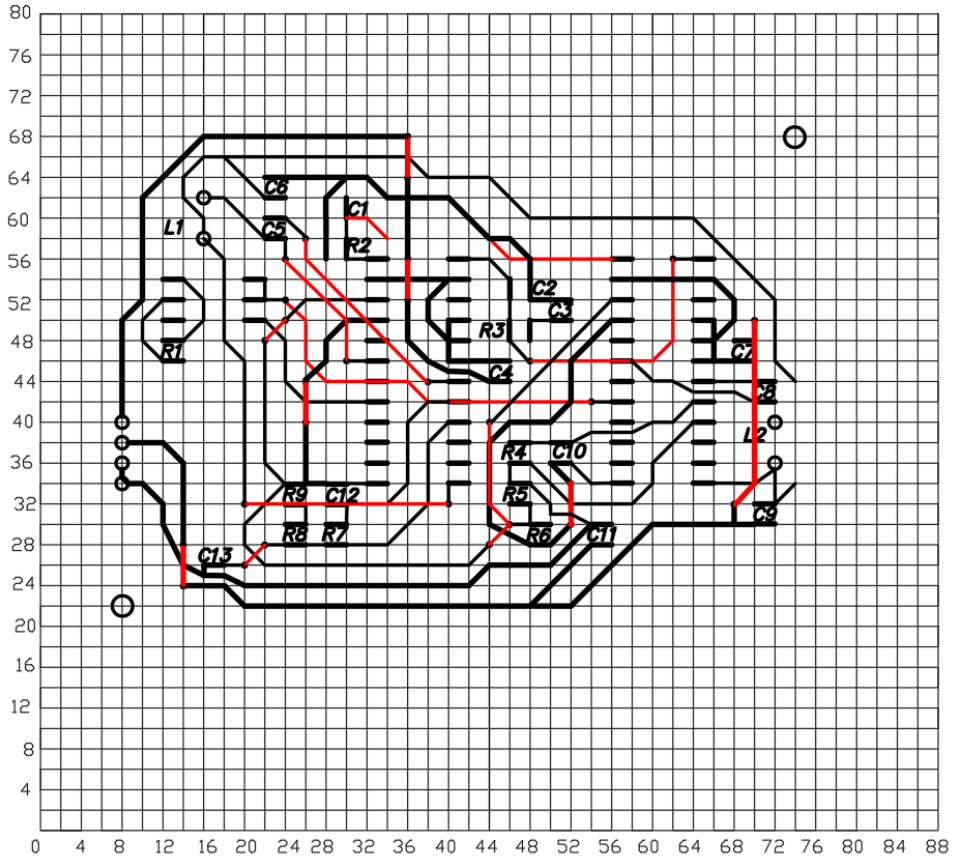


Рисунок А.2 – Нижній шар

ДОДАТОК Б
Складальне креслення

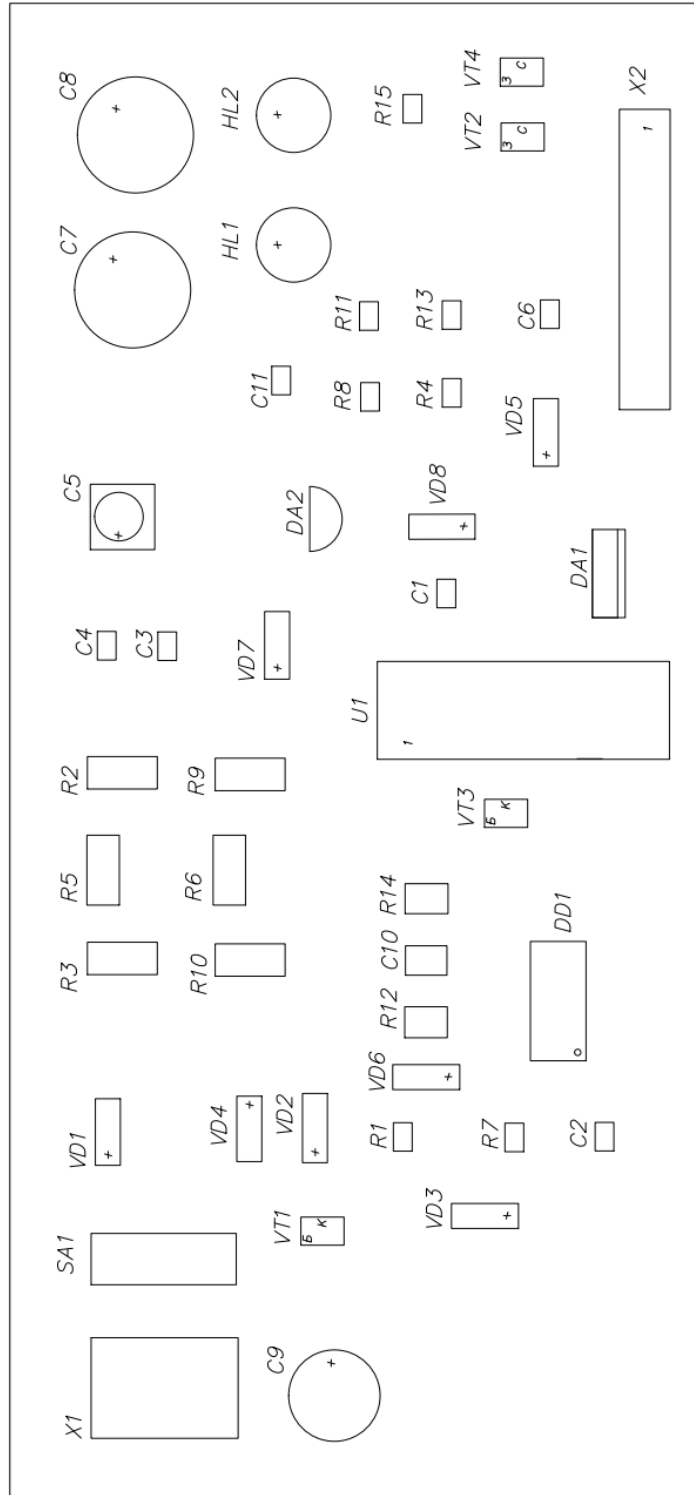


Рисунок Б.1 – Складальне креслення

ДОДАТОК В
Перелік елементів

Позиційне позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
Конденсатори			
C1,C2,C3,C4,C6,C10,C11	CC1206	7	
C7-C9	ECAP	3	
C5	ECAP SMD	1	
мікросхеми			
DA1	LM117T	1	
DA2	LP2950ACZ-5,0	1	
DD1	CD40106BM	1	
Світлодіоди			
HL1, HL2	L-314	2	
Резистори			
R1,R4,R7,R8,R11-R15	0,25Вт	9	
R2,R3,R5,R6,R9,R10	0,5 Вт	6	
Перемикач			
SA1	KLS7-SS03	1	
Перетворювач			
U1	NMA1212DC	1	

Позиційне позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
Діоди			
VD1	GS1M	1	
VD2,VD4	BZV55C15	2	
VD3,VD6	DL4148	2	
VD5	BZV55C18	1	
VD7	BZV55C12	1	
VD3,VD6	DL4148	2	
VD5	BZV55C18	1	
VD7	BZV55C12	1	
VD8	BZV55C6V8	1	
Транзистори			
VT1,VT3	BC847C	2	
VT2,VT4	IRLML0030	2	
З'єднувачі			
X1	PLD-4	1	
X2	CWF-2	1	
Генератор звуку			
HA1	HCM1206X	1	

ДОДАТОК Г
Специфікація

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	При-мітка
				Документація		
A1				Схема електрична структурна	1	
A1				Схема електрична принципова	1	
A1				Складальне креслення	1	
A4				Перелік елементів	1	
				Деталі		
A1		1		Плата друкована	1	
				Конденсатори		
				CC1206 100HФ 50В ± 10%	7	C1,C2,C3,C4,C6,C10,C11
				ЕСАР 470 мкФ 35В ± 20%	3	C7...C9
				ЕСАР SMD 47 мкФ 35В ± 20%	1	C5
				Мікросхема		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	При-мітка
				LM117T	1	DA1
				LP2950ACZ-5,0	1	DA2
				CD40106BM	1	DD1
				Світлодіод		
				L-314	2	HL1, HL2
				Резистори		
				1206 0,25Вт± 5%	9	R1,R4,R7,R8,R11...R15
				0,50 0,5Вт± 5%	6	
				Перемикач		
				KLS7-SS03	1	SA1
				Перетворювач		
				NMA1212DC	1	U1
				Діод		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	При-мітка
				GS1M	1	VD1
				DL4148	2	VD3,VD6
				Стабілітрон		
				BZV55C15	2	VD2,VD4
				BZV55C18	1	VD5
				BZV55C12	1	VD7
				BZV55C6V8	1	VD8
				Транзистор		
				BC847C	2	VT1,VT3
				IRLML0030	2	VT2,VT4
				З'єднувач		
				PLD-4	1	X1
				CWF-2	1	X2
				Генератор звуку		
				HCM1206X	1	HA1