

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Володимир ШУТКО
«__» _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 153 «МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНА ТЕХНІКА»
ОПП «ФІЗИЧНА ТА БІОМЕДИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА»

Тема: «Прилад речовий кабельний»

Виконавець:
студент групи МН305Б-стн Горіцький Владислав Анатолійович_ПБ

Керівник:
к.т.н. доцент _____ Морозова І.В.

Нормоконтролер: _____ Сініцин Р.Б.

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І
ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ
171 «ЕЛЕКТРОНІКА»,
ОПП «ЕЛЕКТРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ»

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Володимир ШУТКО
« ___ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

ПІБ

(П.І.Б., випускника)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Прилад речовий кабельний»
затверджена наказом ректора від «23» березня 2023 р. № 387/ст.
2. Термін виконання роботи: з «23» березня 2023р. по «21» травня 2023р.
3. Вихідні дані до роботи: розробити систему дистанційного керування камерою.
4. Зміст пояснювальної записки: 1 Теоретичні основи розробки, 2 Вибір технічних засобів, 3 Апаратно-програмна реалізація.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстрованого) матеріалу: таблиці, рисунки, зображення сенсорів, модулів, пристрою, код програми.

6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання етапів	Відмітка про виконання
1.	Затвердження теми бакалаврської роботи	23.03.2023р.	
2.	Вивчення літератури	24.03.2023р.- 03.04.2023р.	
3.	Теоретичні основи розробки	04.04.2023р.- 09.04.2023р.	
4.	Вибір технічних засобів	10.04.2023р.- 22.04.2023р.	
5.	Апаратно-програмна реалізація	23.04.2023р.- 14.05.2023р.	
6.	Оформлення та усунення недоліків кваліфікаційної роботи	15.05.2023р.- 21.05.2023р.	

Дата видачі завдання: «23» березня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис керівника)

Морозова І.В.
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис випусника)

Бутович А.О.
(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Прилад речовий кабельний» містить: 61 сторінок, 7 рисунків, 13 таблиць, 19 використаних джерела.

Актуальність теми проявляється у зв'язку з постійним розвитком технологій і зростанням потреб у передачі даних швидким і надійним способом. Кабельна передача є одним з найбільш поширених способів передачі інформації, особливо в контексті мереж зв'язку, комп'ютерних систем та телекомунікацій.

Ось декілька аспектів, які підкреслюють актуальність приладу речового кабельного:

Збільшення обсягу даних: Зростання використання мереж та технологій передачі даних призводить до збільшення обсягу інформації, що потребує передачі. Прилади речового кабельного, такі як оптичні кабелі, дозволяють швидко і ефективно передавати великі обсяги даних на великі відстані.

Висока швидкість передачі: У сучасному світі все більше залежить від швидкості передачі даних. Прилади речового кабельного забезпечують високу пропускну здатність та швидкість передачі даних, що робить їх незамінними для таких сфер, як інтернет, телекомунікації, хмарні обчислення та багато інших.

Надійність і стійкість: Прилади речового кабельного відомі своєю високою надійністю передачі даних. Вони стійкі до електромагнітних перешкод, перешкод від інших сигналів та екстремальних погодних умов. Це робить їх особливо важливими для критичних застосувань, де необхідна стабільна та безперебійна передача даних.

Застосування в різних галузях: Прилади речового кабельного застосовуються в багатьох галузях, включаючи телекомунікації, медіа, мережеві технології, медицину, автомобілебудування, промисловість та інші.

Вони використовуються для передачі голосу, даних, відео, забезпечуючи основний каркас комунікаційної інфраструктури.

Розвиток нових технологій: Технології приладів речового кабельного постійно розвиваються, щоб задовольнити зростаючі потреби в передачі даних. Наприклад, розробляються більш ефективні оптичні кабелі з використанням нових матеріалів та технологій, що дозволяють досягти ще більшої швидкості та пропускної здатності.

Загалом, прилади речового кабельного залишаються актуальними у сучасному світі, пропонуючи швидку, надійну та ефективну передачу даних. Їх важливість в різних сферах життя та промисловості зростає, а постійний розвиток технологій сприяє їх подальшому вдосконаленню.

Мета роботи – вивчення, аналіз та опис принципів роботи приладів речового кабельного, їх властивостей, застосувань і технологічних аспектів.

Об'єкт дослідження є сам прилад речового кабельного в його різних варіаціях, типах та конфігураціях.

Предмет дослідження – є особливості, принципи роботи, характеристики та застосування приладів речового кабельного.

Матеріали даної кваліфікації можуть бути використані в науково-дослідних та освітніх процесах, а також у реальному процесі побудови системи управління прилада речового кабельного.

Ключові слова: прилад речовий кабельний, оптичні кабелі, електричні кабелі, волоконно-оптичні системи, швидкість передачі даних, пропускна здатність, механічна міцність, стійкість до шумів та перешкод, телекомунікації, комп'ютерні мережі, телевізійні системи, медичне обладнання.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1.ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ	9
1.1. Постановка задачі	9
1.2.Вибір елементної бази	10
1.3. Історія розробки приладів речових кабельних	16
2 . Розрахунки приладу	18
2.1. Електричний розрахунок діодного мосту	18
2.2. Проектування друкованої плати	22
2.3. Остаточний розрахунок надійності РЕА за раптовими відмовами	35
3. Апаратно програмна реалізація	Error! Bookmark not defined.
ВИСНОВОК	48
ПЕРЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	49

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- ОК (оптичний кабель)
- ЕК (електричний кабель)
- ВОС (волоконно-оптична система)
- ППД (передача повідомлень по дротах)
- ШПД (швидкість передачі даних)
- ПЗ (пропускна здатність)
- ММ (модуляція та демодуляція)
- ТК (телекомунікації)
- КМ (комп'ютерні мережі)
- ТВС (телевізійна система)
- МО (медичне обладнання)
- АБ (автомобілебудування)
- ПР (промисловість)
- ММЦ (механічна міцність)
- СШП (стійкість до шумів та перешкод)
- ТА (технологічні аспекти)
- ПД (передача даних)
- ВК (волоконний кабель)
- ЄМН (ємність передачі)
- РЧ (речовий кабельний)

ВСТУП

В житті бувають такі ситуації, коли необхідно визначити де хто є. Мій прилад розроблений спеціально для пошуку. Він визначає потрібні пари дротів зі всього кабелю. Пристрій вкрай актуальний для сьогодення. Він знадобиться будь-де, наприклад, в офісі де тисячі різних дротів та пар кабельного телебачення, інтернету, телефонного зв'язку та багато іншого. Також пристрій речовий кабельний буде дуже корисним для домашнього використання. Його функції зможуть повністю задовольнити користувача данного пристрою.

Я в своїй роботі пропоную прилад, який дуже швидко та зручно знайде шукані пари дротів за допомогою мікрофона та надпростих радіотехнічних фокусів. Головними недоліками таких приладів є їх вартість та вага. Мій прилад може знищує всі ці мінуси. Він доволі легкий та мобільний, а в порівнянні з магазинними виробами коштує небагато.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ

1.1. Постановка задачі

Дослідити принципи роботи та властивості приладів речового кабельного в контексті їхнього використання в сучасних телекомунікаційних системах.

Вивчити різні типи приладів речового кабельного, зокрема оптичні кабелі, електричні кабелі та волоконно-оптичні системи, аналізувати їх особливості, переваги та обмеження.

Дослідити швидкість передачі даних, пропускну здатність, механічну міцність, стійкість до шумів та перешкод приладів речового кабельного.

Проаналізувати сфери застосування приладів речового кабельного, такі як телекомунікації, комп'ютерні мережі, телевізійні системи, медичне обладнання, автомобілебудування та промисловість, з'ясувати їх вплив на суспільство та розвиток технологій.

Розглянути технологічні аспекти приладів речового кабельного, включаючи нові матеріали, методи модуляції та демодуляції сигналу, забезпечення безперебійності та стійкості мереж.

Дослідити перспективи розвитку приладів речового кабельного, виявити можливості для покращення швидкості, ефективності та надійності передачі даних.

Метою роботи є систематизація знань про прилади речового кабельного, їхню актуальність та потенціал для подальшого розвитку, що сприятиме розумінню й використанню цих приладів у сучасному світі.

1.2. Вибір елементної бази

Обґрунтування вибору резисторів.

Резистори МЛТ.

Металоплівкові резистори – це резистори з резистивним елементом, утвореним дуже тонкою металевою плівкою на ізоляторі, такому як кераміка, скло, ламінований пластик або сито.

Металоплівкові резистори мають велику стабільність параметрів, та низькою залежністю опору від частоти і напруги та високою надійністю. Прогалина деяких металоплівкових резисторів є зниження надійності при більш високих номінальних потужностях, особливо при імпульсних навантаженнях.

Електричні параметри:

- потужність - 0,25Вт; 0,5Вт; 1,0Вт; 2,0Вт;
- діапазон опорів - 1Ом – 10МОм;
- точність - 5%, 1%;
- діапазон температур від -55 до +125 оС.

Ці резистори обрано тому, що вони мають значення опору, задовільні дл

Обґрунтування вибору конденсаторів.

Конденсатори К10-17б,а.

Використовуються в колах постійного, змінного та імпульсного струму і призначені для використання в якості комутаційних і блокувальних елементів.

Електричні параметри:

- границі номінальної ємності - $3300 \div 2,2 \cdot 10^6$ пФ;
- допустиме відхилення ємності від номінального значення +80..-70
- номінальна напруга при температурі до +85°С становить 3...50В;
- інтервал робочих напруг складає -60...+125°С.

Електролітичні конденсатори К50-35,68,39,3а.

Діелектриком для даного конденсатора є тонкий шар оксиду металу, нанесений електролітичним способом на тонку смужку фольги. Конденсатор має радіальні виводи. Конденсатор використовується як вихідний фільтр в імпульсних джерелах живлення на частотах до 150кГц.

Електричні параметри:

температура навколишнього середовища - 400С...+ 850С;

номінальна напруга - 6,3В, 63В, 160В, 250В, 400В;

номінальна ємність - 0,1...15000мкФ.

Обґрунтування вибору світлодіодів.

Світлодіод АЛ307БМ.

Діод у пластиковому корпусі, що випромінює розсіяне світло.

Електричні параметри:

- колір світла - жовтий;

- сила світла, світіння - 0,9мкд;

- напруга - 2В;

- струм - 20мА;

- робоча температура -60...+70°С.

Обґрунтування вибору мікросхем

Мікросхема К1113ПВ1А.

Мікросхема являє собою десяти розрядний аналого-цифровий перетворювач (АЦП) послідовного наближення, що сполучаються з мікропроцесорами.

Електричні параметри:

- напруга живлення- 5..15В;

- значення статичного потенціалу - 200В;

- максимальна вхідна диференційна напруга - 30В;

- синфазна вхідна напруга +15В;

- температура навколишнього середовища $-45...+85^{\circ}\text{C}$.

Мікросхема МС34119.

Мікросхема МС34119 представляє собою малопотужний підсилювач
НЧ

Електричні параметри:

- напруга живлення = 2 ... 16 В;
- максимальний вихідний струм = 0,2 А;
- діапазон регулювання коефіцієнта посилення 0 ... 46 дБ;
- коефіцієнт посилення на смугу частот = 1,5 мГц;
- струм навантаження ($V_{\text{cc}} = 3 \text{ В}$): в режимі спокою = 2,7 мА;
- діапазон робочих температур = $-20 ... +70 \text{ C}$.

Мікросхема МС7805.

Мікросхема МС7805 представляє стабілізатор напруги на 5 Вольт.

Електричні параметри:

- Вихідна напруга +5 В;
- Вихідний струм 0,1 А;
- Рекомендоване напруга на вході від +7 до +20 В;
- Рекомендований температурний діапазон від 0 до 125 градусів

Цельсія.

Мікросхема КР1533ИЕ19.

Мікросхема КР1533ИЕ19 представляють собою здвоєний
чотирирозрядний двійковий лічильник з індивідуальною синхронізацією і
скиданням.

Електричні параметри:

- Напруга живлення: $5.0 \text{ В} \pm 10\%$;
- Діапазон робочих температур: $-10 ... +70^{\circ} \text{ C}$.

Мікросхема 74LS244N.

Мікросхема 74LS244N представляють собою восьмибітний драйвер з функцією буфера.

Електричні параметри:

- Напруга живлення: $10.0 \text{ В} \pm 10\%$;
- Діапазон робочих температур: $-5 \dots + 65 \text{ }^\circ \text{C}$.

Мікросхема ИМ61512АК-15.

Мікросхема ИМ61512АК-15 представляють собою первинну обробку інформації.

Електричні параметри:

- Напруга живлення: $8.0 \text{ В} \pm 12\%$;
- Діапазон робочих температур: $-7 \dots + 80 \text{ }^\circ \text{C}$.

Обґрунтування вибору Діодів.

Діод КЦ402Г.

Блоки з кремнієвих, дифузійних діодів.

Електричні параметри:

- $U_{обр \text{ і } тах}$ - Максимальна імпульсна зворотна напруга: 300 В;
- $I_{пр \text{ тах}}$ - Максимальний прямий струм 1000 мА;
- $f_{д}$ - Робоча частота діода: 5 кГц;
- $U_{пр}$ - Постійне пряме напруга: не більше 4 В при $I_{пр}$ 1000 ма;
- $I_{обр}$ - Постійний зворотний струм: не більше 125 мкА при $U_{обр}$ 300 В.

Діод Д814А.

Стабілітрони Д814А,Б кремнієві, сплавні, середньої потужності

Електричні параметри:

- Розкид напруги стабілізації: $7 \dots 8.5 \text{ В}$ при струмі стабілізації 5 мА;

- Температурний коефіцієнт напруги стабілізації: 0.07% / °C;
- Тимчасова нестабільність напруги стабілізації стабілітрона: $\pm 1\%$;
- Постійне пряме напруга: 1 В при $I_{пр} 50$ мА;
- Диференціальний опір стабілітрона: 6 Ом;
- Мінімально допустимий струм стабілізації: 3 мА;
- Максимально допустимий струм стабілізації: 40 мА;
- Діапазон робочих температур: -60 ... 125 °.

Обґрунтування вибору транзисторів.

Транзистор КТ315А.

Електричні параметри:

- Структура транзистора: n-p-n
- $P_{к max}$ – Постійні втрати потужності колектора: 225 мВт;
- $f_{гр}$ - Гранична частота коефіцієнта передачі струму транзистора для схем із загальним емітером: 120 МГц, або вище;
- $U_{кбо max}$ - Максимальна напруга колектор-база за заданого зворотнього струму колектора і розімкнутої ланцюга емітера: 20 В;
- $U_{ебо max}$ - Максимальна напруга емітер-база за заданого зворотнього струму емітера і розімкненого кола колектора: 4 В;
- $I_{к max}$ - Максимально допустимий постійний струм колектора: 30 мА;
- $I_{кбо}$ – зворотній колекторний струм – струм через колекторний перехід за заданої зворотної напруги колектор-база і відкритого емітерного виводу не повинен перевищувати 10 мкА;
- h_{21E} – Коефіцієнт передачі струму в колах зі спільним емітером у режимі великих сигналів: 50 ... 280;
- $C_{к}$ - Ємність колекторного переходу: не більше 5 пФ;
- $R_{ке нас}$ - Опір насичення між колектором і емітером: не більше 40 Ом;
- $t_{к}$ - постійна часу ланцюга зворотного зв'язку на високих частотах: не більше 500 пс.

Обґрунтування вибору трансформатора.

Трансформатор ТОТ-4.

Електричні параметри:

- Вхідна напруга – 220В;
- Вихідна 5..15В.

Обґрунтування вибору кнопок.

Кнопка В170G.

Електричні параметри:

- максимальна напруга – 30В;
- максимальний струм – 0,1А;
- розміри - 8.5x8.5мм.

Обґрунтування вибору запобіжника.

Запобіжник S1014.

Електричні параметри:

- максимальний струм – 6А

1.3. Історія розробки приладів речових кабельних

Історія розробки приладів речового кабельного налічує багато років і пройшла крізь кілька важливих етапів. Ось загальний огляд цієї історії:

Початок розвитку: Перші кабельні системи з'явилися у середині XIX століття і використовувались для передачі телеграфних сигналів. Ці системи базувалися на електричних проводах, що передавали сигнали на великі відстані.

Розвиток телефонії: У кінці XIX століття відбувся перехід до передачі голосу за допомогою кабельних систем. Винахідник Александр Грем Белл спільно з іншими вченими розробив телефон, який дозволяв передавати голосові сигнали через електричні кабелі.

Розвиток оптичних кабелів: В 1960-х роках вченими було зроблено прорив у розробці оптичних кабелів, які використовують світлові сигнали для передачі даних. У 1970-х роках з'явилися перші комерційні оптичні кабельні системи, які забезпечували велику пропускну здатність та високу швидкість передачі даних.

Еволюція волоконно-оптичних систем: Протягом останніх десятиліть волоконно-оптичні системи пройшли значний розвиток. Вдосконалення технологій виготовлення волокон, збільшення пропускну здатності та розвиток методів мультиплексування дозволили досягти ще більшої швидкості та надійності передачі даних.

Інновації та майбутнє: Сучасні прилади речового кабельного продовжують розвиватись і вдосконалюватись. Застосування новітніх технологій, таких як квантова передача інформації та забезпечення безперебійності мереж, відкривають нові можливості для розширення функціональності та забезпечення швидкісного і надійного обміну даними.

В результаті історія розробки приладів речового кабельного пройшла від початкових простих систем до складних волоконно-оптичних мереж, що використовуються у різних галузях, включаючи телекомунікації, IT-

інфраструктуру, медицину, транспорт і багато інших. Інновації у цій галузі продовжуються, що сприяє подальшому розвитку та вдосконаленню приладів речового кабельного.

2 . Розрахунки приладу

2.1. Електричний розрахунок діодного мосту

2.1.1 Завдання.

- 1) розрахувати параметри діодного моста , який задовольняє вимоги схеми;
- 2) обрати діодний міст, що задовольняє розраховані значення;
- 3) привести обґрунтування вибору.

Вихідні дані:

- 1) напруга мережі живлення $U = 220\text{В}$;
- 2) частота мережі живлення $f = 50\text{Гц}$;
- 3) максимальна зворотня напруга діодного мосту $U_{\text{обр.маx}} = 1000\text{В}$;
- 4) прямий струм діодного мосту $I_{\text{пр.}} = 0,01\text{А}$;
- 5) максимальний прямий струм діодного мосту $I_{\text{пр.маx}} = 1\text{А}$;
- 6) схема випрямлення - мостова;
- 7) габарити діодного моста мінімальні.

Розрахунки.

На основі мостової схеми випрямлення обираються приблизні параметри мостової схеми:

- 1) відношення оберненої напруги мосту до випрямлювальної напруги

$$U_{\text{обр.}}/U_0 = B,$$

де $U_{\text{обр.}}$ – обернена напруга випрямляча;

U_0 – випрямлювальна напруга;

B – довідниковий коефіцієнт визначення орієнтовних параметрів мостової схеми;

- 2) відношення випрямленої напруги до випрямлювальної напруги

$$U_2/U_0 = 1,41B;$$

3) відношення середнього прямого струму діодного мосту до струму випрямлювальної напруги:

$$I_{\text{пр.ср}}/I_0 = 0,5A;$$

4) відношення прямого струму діодного мосту до струму випрямлювальної напруги:

$$I_{\text{пр.}}/I_0 = D,$$

де $I_{\text{пр}}$ – прямий струм діодного мосту;

I_0 – струм випрямлювальної напруги;

D – довідниковий коефіцієнт визначення орієнтовних параметрів мостової схеми;

5) відношення струму після випрямлення до струму до випрямлення

$$I_2/I_0 = 0,707.$$

Для розрахунку орієнтовних параметрів схеми вибираються довідникові коефіцієнти B та D , що знаходяться в межах:

$$B = 0,95 \dots 1,1.$$

$$D = 2,1 \dots 2,2.$$

Орієнтовно обираються $B = 1,0$, $D = 2,2$.

Таким чином,

$$U_{\text{обр.}}/U_0 = 1,0;$$

$$I_{\text{пр.}}/I_0 = 2,2.$$

На основі обраної мостової схеми випрямлення вибираються приблизні показники і типи вентилів діодного мосту:

$$U_{\text{обр.мах}} > U_{\text{обр.}};$$

$$I_{\text{пр.ср.мах}} > I_{\text{пр.ср.}};$$

$$I_{\text{пр.}} < 1.571 I_{\text{пр.ср.мах}},$$

де $U_{\text{обр.мах}}$ – максимальна обернена напруга діодного мосту;

$I_{\text{пр.ср.мах}}$ – максимальний струм випрямлення схеми.

На основі вихідних даних обирається:

$$1000 > 220$$

$$1 > 0,01$$

$$0,01 < 1,571 \times 0,01$$

Умова виконується.

На основі вихідних та розрахованих даних обирається діодний міст 1N4007 з такими параметрами:

- 1) максимальна зворотня напруга 1000В;
- 2) максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм 1А;
- 3) максимальний допустимий прямий імпульсний струм 30А;
- 4) максимальний зворотний струм 5мкА;
- 5) робоча температура $-65...150\text{C}^0$.

Опір вентилів в прямому включенні:

$$R_{\text{пр}} = U_{\text{пр}} / I_{\text{пр}}$$

де $U_{\text{пр}}$ – пряма напруга мостової схеми;

$I_{\text{пр}}$ – прямий струм мостової схеми.

$$R_{\text{пр}} = 220 / 0,01 = 22000[\text{Ом}] = 22[\text{кОм}].$$

Напруга холостого ходу випрямляча

$$U_{\text{ох.х.}} = U_{\text{пр}} \times \sqrt{2};$$

$$U_{\text{ох.х.}} = 220 \times 1,41 = 310,2 [\text{В}].$$

Внутрішній опір випрямляча:

$$r_0 = (U_{\text{ох.х.}} - U_{\text{пр}}) / I_{\text{пр}}$$

$$r_0 = (310,2 - 220) / 0,01 = 9020[\text{Ом}].$$

Струм короткого замикання випрямляча:

$$I_{\text{к.з.}} = U_{\text{ох.х.}} / r_0$$

$$I_{\text{к.з.}} = 310,2 / 9020 = 0,034[\text{А}].$$

Втрати потужності на випрямлення:

$$P_{\text{в}} = U_{\text{пр}} \times I_{\text{пр}}$$

$$P_{\text{в}} = 220 \times 0,01 = 2,2 [\text{Вт}].$$

Втрати потужності на вентилях:

$$P_0 = U_{\text{пр}} \times I_{\text{пр}} \times N$$

де N – кількість вентилів в схемі.

Для мостової схеми випрямлення кількість вентилів в схемі = 2.

Виходячи з цього:

$$P_o = 220 \times 0,01 \times 2 = 4,4 \text{ [Вт]}.$$

ККД випрямляча:

$$\eta = P_o / (P_o + P_v) \times 100 \% ;$$

$$\eta = 4,4 / (4,4 + 2,2) \times 100 \% = 66,6\%.$$

Висновки:

- 1) обрана схема випрямлення – мостова;
- 2) обраний діодний міст - КЦ402Г;
- 3) ККД випрямляча становить = 66,6%.

2.2. Проектування друкованої плати

2.2.1 Вибір методу виготовлення друкованої плати.

Субтрактивний метод. Заснований на травленні фольгованих діелектриків. Найчастіше використовуються хімічний негативний і комбінований позитивний методи. Основною заготовкою є фольгований діелектрик, переважно з товщиною фольги (hf) 35 або 50 мікрон.

Комбінований позитивний метод є кращим методом для виробництва друкованих плат для цього пристрою.

У позитивному методі діелектрична підкладка захищена фольгою від впливу електроліту, що є більш сприятливим. Однак у цьому випадку травлення фольги покриває поверхню металізованих отворів шаром оксидів і солей, що ускладнює лудіння отворів. Електролітичний процес металізації отворів комбінованим методом здійснюється на високопродуктивних автоматизованих лініях. Комбінований позитивний метод є більш перспективним, ніж негативний, оскільки відсутня можливість розриву контактних майданчиків в процесі пробивання отворів, не потрібне спеціальне обладнання для процесу пробивання отворів, а електричні властивості можна поліпшити за рахунок зменшення негативного впливу хімічних речовин на діелектричну основу і міцності зчеплення фольги на цій основі.

2.2.2 Вибір матеріалу основи підкладки та матеріалу провідника.

В якості основного матеріалу використовуються діелектрики або метали з діелектричним покриттям. Діелектрики можна розділити на шаруваті та нешаруваті.

Шаруваті діелектрики включають фольговані та нефольговані діелектрики. Шаруваті діелектрики виготовляються з електроізоляційного паперу або скловолокнистої тканини, просоченої фенольною смолою або фенол-епоксидною смолою. Товщина фольги стандартизована і може становити 5, 18, 35, 50, 70 і 105 мкм.

Гетинакс і текстоліт - найчастіше використовувані матеріали. Гетинакс дешевший і простіший в обробці, але має нижчі діелектричні та інші властивості. Склопластик має високу механічну міцність, термостійкість, низькі втрати і високий поверхневий опір, але коштує в кілька разів дорожче, ніж армований скловолокном полістирол. Неламіновані матеріали виготовляються з полімерів, що містять наповнювачі. Перевагою є дуже низьке газовиділення при високій температурі. Фольговане скловолокно використовується через те, що пристрої не піддаються великим тепловим навантаженням.

Фольга зі скловолокна є матеріалом вибору для друкованих плат.

Фольга мідна електролітична, двостороння СФ-2-35-1,5 (за ГОСТ 10316-78). 2.2.3 Вибір класу точності плати і щільності друкованого монтажу. Для даної конструкції ДП більше підходить перший клас точності.

Клас точності плати Він найпростіший у виготовленні та має найвищу надійність роботи. Перший клас точності

використовується для DDE з дискретними EPE при низькій і середній щільності.

Компонування. Корпуси класу 1 є найпростішими у використанні, найнадійнішими в експлуатації та найдешевшими.

Корпуси класу 1 є найпростішими у використанні, найнадійнішими в експлуатації та найдешевшими. Вони використовуються в таких сферах застосування, як

ERE з низькою та середньою щільністю розміщення. максимальні розміри 470 x 470 мм.

470 x 470 мм. Рекомендовано для побутових EPS і RPA.

Рекомендується для незалежних від розміру РЕК;

Перший клас щільності вибирається відповідно до щільності провідникового малюнка.

Вибирається клас щільності. Основні конструктивні розміри першого класу наведені в таблиці 2.1.

Вони наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Мінімальні значення розмірів основних параметрів елементів друкованих плат для вузького місця

Параметри	Розмір, мм
1 Ширина провідників t	0,75
2 Прогалина між провідниками S	0,75
3 Відношення діаметру отвору d_0 до товщини плати H_p , тобто $j = d_0 / H_p$	0,40
4 Гарантійний поясок b	0,30

2.2.4 Попередній вибір виду друкованої плати.

Для виготовлення даного виробу обирається одностороння друкована плата.

ОДП без металізації отворів:

- можливість точного рисунку;
- більш висока щільність монтажу;
- невисока вартість.

2.2.5 Вибрати спосіб електричного підключення друкованої плати (ДП) і спосіб її кріплення до пристрою.

Усередині обладнання електричне підключення ДП здійснюється за допомогою монтажного проводу МГШВ. Це найпростіше з'єднання, характерне для простих і некритичних РАС при нормальних умовах експлуатації. Монтажні дроти припаяні до контактних майданчиків.

Монтажний провідник. Це найпростіший варіант підключення. Підходить як для відповідальних РСА (висока надійність контактів), так і для простих невідповідальних РСА за нормальних умов експлуатації. Монтажний провідник припаюється до контактної площадки. Щоб

запобігти відриву контактної площадки від плати при навантаженні монтажного провідника, монтажні отвори таких провідників посилені плунжерами. Вибір варіантів монтажу ЕРЕ на плату.

Для забезпечення максимальної технологічності процесу складання, що особливо важливо при масовому виробництві РЕА, рекомендованими варіантами монтажу ЕРЕ на плату і формування виводів є ОСТ4.010.030-95 (при автоматичній технології складання друкованих вузлів), ОСТ4.091.124-79, на вибір - ОСТ4.070.010-78.

Реконфігурація електричних схем.

Реконструкція електричної принципової схеми (реконструкція) є робочим інструментом проектувальників. Оскільки вона не є частиною конструкторської документації, вимоги стандарту на неї не поширюються (тобто виконується за правилами, встановленими проектувальником, і оформляються результати). Реконструкція є проміжним документом між електричною схемою і друкованою платою і допомагає конструктору розробити креслення комутаційної (друкованої) схеми найбільш зручним і швидким способом.

В результаті реконструкції електричної схеми двопороговий компаратор може бути реалізований на одній двосторонній друкованій платі. Така конструкція схеми дозволяє легко розміщувати ЕРЕ на платі та з'єднувати їх з друкованими платами.

Розрахунок необхідної площі плати та вибір габаритів

Спочатку розраховується площа S_m , необхідна для розміщення ERE, шляхом підсумовування площ встановлення всіх ERE відповідно до обраного варіанту монтажу.

Після того, як необхідна площа підкладки визначена, визначаються розміри її країв. При цьому враховуються допустимі розміри підкладки відповідно до обраного класу точності та щільності, допустимі розміри пристрою, максимальне співвідношення сторін, умови експлуатації, а також тип і кількість підкладок. Бічні розміри підкладки необхідно вибирати зі стандартного діапазону розмірів (ОСТ 4.010.020-83). Визначивши встановлювану площу кожного ERE, визначається необхідна площа для їх встановлення:

$$S_m = 2,5 \cdot S_{mc} + 1,8 \cdot S_{cc}, \quad (3.1)$$

де S_{mc} - площа малогабаритних ERE;

S_{cc} - площа середньогабаритних ERE.

$$S_{mc} = 8,00 + 26,25 + 36,00 + 7,06 + 84,24 + 109,20 = 270,75 \text{ [мм}^2\text{]};$$

$$S_{cc} = 19,62 + 146,25 + 75,00 + 172,80 = 413,67 \text{ [мм}^2\text{]};$$

$$S_m = 2,5 \cdot 270,75 + 1,8 \cdot 413,67 = 676,87 + 746,60 = 1421,47 \text{ [мм}^2\text{]}.$$

Площа допоміжних зон визначається як площа для розміщення елементів фіксації та закріплення плати в приладі, радіаторів для теплонавантажених ERE, пристроїв додаткового кріплення елементів на платі, тощо. Встановлювальні розміри цих елементів визначають з довідників в залежності від вибраного типу та шляхом розрахунків допоміжних зон – S_d .

$$S_d = 900 \text{ [мм}^2\text{]}.$$

Сумарна площа плати складає

$$S_{\Pi} = S_M + S_{\Delta}; \quad (3.2)$$

$$S_{\Pi} = 1421,47 + 900 = 2321,47 \text{ [мм}^2\text{]}.$$

Оскільки особливих вимог до мініатюризації обладнання немає, для кабельного пристрою було використано односторонню друковану плату розміром 148 x 60 мм.

Розрахувати параметри друкованої плати. цільові показники .
Обчислити:

- 1) Діаметр монтажних отворів d_0 ;
- 2) Діаметр контактних площадок D ;
- 3) ширину друкованого провідника t
- 4) відстань s між сусідніми елементами друкованого монтажу;
- 5) мінімальна відстань l п для прокладання доріжки на (2 і 3) провідниках, якщо не вказано додатково.

2 та 3) провідниках, якщо не вказано додатково. Вихідні дані.

- 1) Клас точності друкованої плати - 1;
- 2) Клас щільності друкованої плати - 1;
- 3) Установчі розміри ЕРЕ;
- 4) Вимоги чинного стандарту. Розрахунок.1 Діаметри монтажних і наскрізних отворів, необхідних для виготовлення даної друкованої плати, наступні.

Діаметри монтажних і наскрізних отворів, необхідних для виготовлення даної друкованої плати, наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Рекомендовані діаметри отворів

Діаметр, мм		Діаметр контактного майданчика	Мінімальна відстань між центрами отворів
вводу ЕРЕ	отвору	мм	мм
до 0,5	0,8	2,5	3,5
0,6;0,7	1,1	3,0	3,5
0,8;0,9	1,3	3,0	3,75
1,0;1,1	1,5	3,0	3,75
1,2;1,3;1,4	1,8	3,0	3,75

Для кожного отвору перевіряється виконання умови

$$d_0 \geq j \cdot H_n, \quad (3.3)$$

де j – відношення мінімального діаметру отвору до H_n ;

H_n – товщина плати.

$$0,8 > 0,4 \cdot 1,5 = 0,6;$$

$$1,1 > 0,4 \cdot 1,5 = 0,6.$$

Діаметр контактної площадки повинен бути обраний з наступного діапазону.

рекомендованих ОСТ4.070.010-78. Для кожної контактної площадки

Переконайтеся, що вимоги дотримані:

$$D \geq D_{\min}, \quad (3.4)$$

де D_{\min} - найменший номінальний діаметр контактного майданчика.

$$D_{\min} = (d_0 + \Delta d_{v.o.}) + 2b + \Delta t_{v.o.} + 2\Delta t_{m.p.} + (T_d^2 + T_D^2 + \Delta t_{h.o.}^2)^{1/2}, \quad (3.5)$$

де $\Delta d_{v.o.}$ - верхнє граничне відхилення діаметру отвору;

b - гарантійний поясок, мм;

$\Delta t_{в.о}$ - верхнє граничне відхилення діаметру контактного майданчика;

$\Delta t_{м.р}$ - значення підтравлення діелектрику в отворі $\Delta t_{м.р}=0$;

T_d - значення позиційного допуску розташування осей отворів у діаметральному вираженні;

T_D - значення позиційного допуску розташування центрів контактних майданчиків у діаметральному вираженні;

$\Delta t_{н.о}$ - нижнє граничне відхилення діаметру контактного майданчика та ширини друкованого провідника.

$$D_{\min 1} = (0,8 + 0,1) + 2 \cdot 0,3 + 0,25 + 2 \cdot 0 + (0,2^2 + 0,25^2 + 0,15^2)^{1/2} = 2,17 \text{ [мм]};$$

$$D_{\min 2} = (1,1 + 0,15) + 2 \cdot 0,3 + 0,2 + 2 \cdot 0 + (0,2^2 + 0,35^2 + 0,15^2)^{1/2} = 2,47;$$

Діаметри контактних майданчиків вибираються

$$D1 = 2,2 \text{ мм}, D2 = 2,5 \text{ мм} .$$

Перевіряється умова $D \geq D_{\min}$

$$2,2 > 2,17$$

$$2,5 > 2,47$$

3 Конструктивно–технологічний розрахунок ширини t_1 друкованих провідників.

Номінальне значення ширини провідника у вузькому місці

$$t_{1у.м.} = t_{м.д.} + |\Delta t_{н.о}|, \quad (3.6)$$

де $t_{м.д}$ – мінімальна допустима ширина провідника у вузькому місці.

$$t_{1у.м.} = 0,75 + 0,15 = 0,9 \text{ [мм]}.$$

У вільному місці $t_{м.д}$ береться на клас нижче.

$$t_{1с.м.} = t_{м.д.} + |\Delta t_{н.о}|, \quad (3.7)$$

$t_{м.д}$ – мінімальна допустима ширина провідника у вільному місці.

$$t_{1с.м.} = 1,5 + 0,15 = 1,65 \text{ [мм]}.$$

4 Розрахунок мінімальної ширини провідника t_2 при електричному режимі постійного струму. Ширина провідника розраховується з урахуванням двох факторів: допустимої густини струму в провіднику і допустимого падіння напруги на провіднику. Для побутових RCA густина струму в провіднику не повинна перевищувати . . Для інших RCA і PDP - зовнішній шар і PDP - внутрішній шар, допустиме падіння напруги становить 1-3% від прикладеної напруги.

$$t_2 \geq \frac{L \cdot I_{\max} \cdot \rho}{(0.01 - 0.03) h_{\phi} \cdot U} , \quad (3.8)$$

де h_{ϕ} – товщина фольги, мм;

U – прикладена напруга, Вольт;

L – довжина провідника, мм;

I_{\max} – допустимий струм у провіднику;

ρ – питомий опір провідників.

$$t_2 = \frac{0,212 \cdot 0,2 \cdot 0,0175}{0,02 \cdot 0,035 \cdot 9} = \frac{0,000742}{0,0063} = 0,117 \text{ [мм]}.$$

5

Обирається ширина провідника $t = 1$ мм, при цьому виконується умова

$$t \geq \begin{cases} t_1 = 0,9 \text{ мм} \\ t_2 = 0,117 \text{ мм} \end{cases} .$$

6 Перевірка геометрії та параметрів провідників змінного струму.

Мета цієї перевірки - визначити паразитні параметри провідника і порівняти їх з допустимими параметрами. Паразитні параметри провідників, що призводять до паразитних з'єднань

а) опір провідника

б) індуктивність

в) ємність пари провідників

г) взаємна індуктивність пари провідників.

Паразитна ємність пари провідників.

$$C = C_{noz} \cdot l_1; \quad (3.9)$$

де C_{noz} - погонна ємність пФ/см;

l_1 - довжина паралельності, см.

$$C_{noz} = k_n \cdot \varepsilon'; \quad (3.10)$$

де k_n - коефіцієнт пропорційності;

ε' - діелектрична проникність середовища.

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon_\epsilon + \varepsilon_n}{2}; \quad (3.11)$$

де ε_ϵ - діелектрична проникність повітря;

ε_n - діелектрична проникність, матеріалу ДП.

$$\varepsilon' = \frac{1 + 7,8}{2} = 4,4;$$

$$C_{noz} = 0,13 \cdot 4,4 = 0,572[n\Phi/cm].$$

$$C = 0,572 \cdot 2,7 = 1,544[n\Phi].$$

Паразитна взаємоіндукція між провідниками неекранованої плати

$$M = 2l_2 \left[\ln \frac{2 \cdot l_2}{s_1 + 0.5(t_1 + t_2)} \right]; \quad (3.12)$$

де l_2 - довжина паралельності, см.

$$M = 2 \cdot 2,7 \left[\ln \frac{2 \cdot 2,7}{0,15 + 0,5(1+1)} \right] = 8,35 [\text{мкГн}].$$

Індуктивність провідника

$$L = L_{\text{пог}} \cdot l, \quad (3.13)$$

де $L_{\text{пог}}$ - погонна індуктивність;

l - довжина провідника, см.

$$L = 0,013 \cdot 21,2 = 0,275 [\text{мГн}].$$

7 Розрахуйте зазор S між компонентами друкованої плати.

Номинальна мінімальна відстань між сусідніми компонентами друкованої плати.

$$S_M = S_{\text{м.д.}} + \Delta t_{\text{в.о}}, \quad (3.14)$$

де $S_{\text{м.д.}}$ - мінімально допустима відстань між сусідніми друкованими об'єктами.

$$S_M = 0,75 + 0,15 = 0,9 [\text{мм}].$$

8 Розрахунок найкоротшої відстані L у вузьких місцях при прокладанні маршрутів провідників.

$$l = \frac{D1 + D2}{2} + nt + S_m(n+1) + T_i, \quad (3.15)$$

де D1 , D2 - діаметри контактних майданчиків;

n - кількість провідників.

$$l = \frac{2,2 + 2,5}{2} + 3 \cdot 1 + 0,9 \cdot (3 + 1) + 0,2 = 9,15 \text{ [мм]}.$$

Діаметр монтажних отворів, мм	0,8;1,1;1,3
Діаметр контактних майданчиків, мм	2,2;2,5
Ширина друкованих провідників, мм	1,0
Відстань між сусідніми елементами, мм	0,9
Мінімальна відстань у вузькому, місці для проведення трас n=2, мм	9,15

Таблиця 3.4 – Дані розрахунків ДП

Найбіл

ьш важливими критеріями для розміщення ЕРЕ та доріжок є

- ЕРЕ та провідники повинні бути рівномірно розміщені на корпусі;
- ЕМІ з найбільшим навантаженням слід розміщувати по зовнішньому периметру
- мінімальна загальна довжина провідників;
- мінімальна довжина найдовшого провідника; і
- мінімальна площа поперечного перерізу провідника
- мінімальна довжина паралельності провідників (для високочастотних пристроїв).

Якість компоновання друкованої плати визначається коефіцієнтом заповнення:

$$K_3 = \frac{S_N}{S_{II}}, \quad (3.16)$$

де S_N - сумарна встановлювана площа всіх ЕРЕ;

S_{II} - площа друкованої плати.

$$K_3 = \frac{865,86}{2600} = 0,33.$$

Трасування з'єднань.

Метою даного завдання є визначення шляхів з'єднання контактних майданчиків за методом ЕЗ. Для трасування з'єднань на спроектованій друкованій платі обрано метод прямого трасування. Найпростішим методом є прокладання траси по найпростішому шляху, що з'єднує точки, які підлягають комутації. У цьому випадку довжину друкованого провідника можна мінімізувати, прокладаючи спочатку найважливіші електричні ланцюги, а потім менш важливі.

2.3. Остаточний розрахунок надійності РЕА за раптовими відмовами

Надійність - це здатність виконувати задану функцію в певних межах, що відповідають певним режимам і умовам використання, технічного обслуговування, зберігання і транспортування, зберігаючи при цьому значення встановлених експлуатаційних показників у часі. Порухення хоча б однієї з цих умов використання призводить до зниження працездатності виробу, тобто до його відмови.

Вихідні дані:

- Електрична принципова схема цифрового передавача інформації (наведена на рисунку ЕЗ);
- Температуру ОУ оцінено шляхом аналізу роботи схеми ЕЗ без теплових розрахунків;
- Режим електричного навантаження ОВ вибирається як рекомендований без виконання повного електричного розрахунку схеми пристрою;
- При визначенні характеристик відмов передбачається, що час експлуатації вже минув, а період старіння та зносу ще не розпочався;
- Для деяких РЕА без довідкових даних і значень - 0,5; для тих, що не мають значень - 0,2 - 1,0 год.

2.3.1 Теоретичне обґрунтування та розрахунки.

Визначити мінімальний інтервал між відмовами.

За умовами експлуатації та нормативними категоріями дане обладнання відноситься до групи 1 (обладнання, що працює в наземних ВДЕ). на відкритому повітрі). Норма надійності такої РЕА становить $T_{p.\max} = 7500 год$, звідси $T_{0,99 p.\min} = 75 год$.

2.3.2 Визначення методу перемикання EPE.

Вихідні дані показують, що вихід з ладу одного ДРВ призводить до виходу з ладу всього обладнання. Включення EPE таким способом називається базовим (послідовним) з точки зору надійності. Воно має місце тоді, коли в схемі обладнання відсутнє функціональне резервування. Власне, для пристрою характерна відсутність функціонального резервування, оскільки він не належить до надто складної технічної системи. Крім того, при розрахунку надійності передавача не враховується надійність компонентів, відмова яких не призводить до виходу обладнання з ладу (наприклад, незначні пошкодження корпусу або гумових ніжок). Тому включення EPE вважається необхідним.

2.3.3 Розрахункові співвідношення для визначення критеріїв надійності.

1 Інтенсивність відмов Λ пристрою в цілому

$$\Lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_n, \quad (3.19)$$

де $\lambda_1 \dots \lambda_n$ - інтенсивності відмов EPE.

2 Середнє напрацювання до відмови

$$T_{cp} = \frac{1}{\Lambda}. \quad (3.20)$$

3 Ймовірність безвідмовної роботи за час t

$$P_{(T)} = \exp(-\Lambda t). \quad (3.21)$$

4 T_γ - відсоткове напрацювання до відмови

$$T_\gamma = T_{cp} (1 - \gamma), \quad (3.22)$$

де γ - наперед заданий рівень ймовірності (0,9...0,999).

5 Середній час відновлення працездатного стану

$$T_{\epsilon} = \frac{\sum_{j=1}^m (\lambda_j T_{\epsilon j})}{\sum_{j=1}^m \lambda_j}, \quad (3.23)$$

де j - номер групи рівнонадійних ЕРЕ;

λ_j - сумарна інтенсивність відмов j -тої її групи рівнонадійних ЕРЕ;

$T_{\epsilon j}$ - сумарний середній час відновлення працездатності всіх ЕРЕ, що входять до групи j .

6 Коефіцієнт готовності

$$K_{\epsilon} = \frac{T_{cp}}{T_{cp} + T_{\epsilon}}. \quad (3.24)$$

2.3.4 Розрахунок інтенсивності відмов передавача в реальних умовах експлуатації.

Всі елементи обладнання розбиваються на групи однотипних елементів і в межах групи інтенсивність відмов елемента та середній час відновлення працездатного стану однакові для всіх ЕРЕ. Дані заносяться до таблиці 3.5.

Інтенсивність відмов обладнання, якщо не враховувати категорію ЕО (умови експлуатації станції).

$$\Lambda'_{\min} = \sum_{j=1}^m \lambda_{j \min}; \quad (3.29)$$

$$\Lambda'_{\min} = 3,332 \cdot 10^{-6} \left[\frac{1}{\text{год}} \right].$$

$$\Lambda'_{\max} = \sum_{j=1}^m \lambda_{j \max}; \quad (3.30)$$

$$\Lambda'_{\max} = 38,36 \cdot 10^{-6} \left[\frac{1}{\text{год}} \right].$$

Значення поправочних коефіцієнтів для стаціонарної РЕА, вологості 60...70%, температури (-10...+35)°C, нормального атмосферного тиску

$$K_1=1,07; K_2=1,00; K_3=1,00.$$

З їх урахуванням за формулою

$$\Lambda_{\min} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \Lambda'_{\min} \quad ; \quad (3.31)$$

$$\Lambda_{\min} = 1,07 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 3,332 = 3,565 \cdot 10^{-6} \left[\frac{1}{\text{год}} \right].$$

$$\Lambda_{\max} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \Lambda'_{\max} \quad ; \quad (3.32)$$

$$\Lambda_{\max} = 1,07 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 38,36 = 41,045 \cdot 10^{-6} \left[\frac{1}{\text{год}} \right].$$

3.3.10 Розрахувати інші показники надійності.

1 Середнє напрацювання на відмову.

Середній інтервал напрацювання на відмову - це математичне очікування.

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda} \quad ; \quad (3.33)$$

$$T_{cp.\min} = \frac{1}{38,36 \cdot 10^{-6}} = 26000[\text{год}].$$

$$T_{cp.\max} = \frac{1}{3,332 \cdot 10^{-6}} = 300120[\text{год}].$$

2 Ймовірність того, що несправність не виникне.

Ймовірність того, що несправність не виникне з часом.

$$P_{\max}(t) = \exp(-\lambda_{\min} t) \quad ; \quad (3.34)$$

$$P_{\min}(t) = \exp(-\lambda_{\max} t) \quad ; \quad (3.35)$$

$$P_{\max}(10) = 0,999967; \quad P_{\min}(10) = 0,9996;$$

$$P_{\max}(100) = 0,99967; \quad P_{\min}(100) = 0,996;$$

$$P_{\max}(1000) = 0,9967; \quad P_{\min}(1000) = 0,96;$$

$$\begin{aligned}
P_{\max}(7000) &= 0,9767; & P_{\min}(7000) &= 0,76; \\
P_{\max}(10000) &= 0,967; & P_{\min}(10000) &= 0,68; \\
P_{\max}(30000) &= 0,9048; & P_{\min}(30000) &= 0,31; \\
P_{\max}(50000) &= 0,8465. & P_{\min}(50000) &= 0,147.
\end{aligned}$$

Після підстановки відповідних чисел і формул у формулу, введіть дані в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Залежність $P(t)$

P(t)	10	100	1000	7000	10000	30000	50000
$P_{\max}(t)$	0,999967	0,99967	0,9967	0,9767	0,967	0,9048	0,8465
$P_{\min}(t)$	0,9996	0,996	0,96	0,76	0,68	0,31	0,147

3 - Показник напрацювання на відмову - це період часу, протягом якого ймовірність того, що відмова не відбудеться, є меншою за певну гарантовану ймовірність.

$$T_{0,99\min} \approx T_{cp.\min} (1 - \gamma); \quad (3.36)$$

$$T_{0,99\min} \approx 26000 \cdot (1 - 0,99) = 260[\text{год}]$$

$$T_{0,99\max} \approx T_{cp.\min} (1 - \gamma); \quad (3.37)$$

$$T_{0,99\max} \approx 300120 \cdot (1 - 0,99) = 3001,2[\text{год}] \approx 3001\text{год}.$$

Таблиця 3.7 - Вихідні дані для розрахунку

$T_{\text{вi}}$

$\lambda_{\min} \cdot T_{\text{вmin}}$	$\lambda_{\min} \cdot T_{\text{вmax}}$	$\lambda_{\max} \cdot T_{\text{вmin}}$	$\lambda_{\max} \cdot T_{\text{вmax}}$
0,024696	0,107016	0,45864	1,98744
0,072	0,306	1,26	5,355
1,53	3,57	2,43	5,67
0,084	0,42	0,63	3,15
0,01248	0,05304	3,744	15,912
0,001275	0,006375	0,0255	0,1275
0,0016	0,008	0,04	0,2
0,357	1,785	0,918	4,59
0,04	0,15	0,7	2,625
0,12	0,6	0,24	1,2
0,08	0,44	8	44

0,005	0,0275	0,04	0,22
0,035	0,14	1,9	7,6
0,005	0,0275	0,04	0,22
0,05	0,25	0,05	0,25
0,05	0,25	0,05	0,25
0,2	0,8	1,4	5,6
0,001	0,005	0,01	0,05
0,13122	0,6561	26,244	131,22
0,00009	0,00045	0,0018	0,009
$\Sigma = 2,80036$	$\Sigma = 9,60198$	$\Sigma = 48,1819$	$\Sigma = 230,236$

Середній час відновлення - це математична оцінка середнього часу, необхідного для відновлення системи до робочого стану.

$$T_{B1} = \frac{\sum_{j=1}^m (\lambda_{j \min} T_{Bj \min})}{\sum_{j=1}^m \lambda_{j \min}} ; \quad (3.38)$$

$$T_{B1} = \frac{2,8 \cdot 10^{-6}}{3,33 \cdot 10^{-6}} = 0,84[\text{год}].$$

$$T_{B2} = \frac{\sum_{j=1}^m (\lambda_{j \min} T_{Bj \max})}{\sum_{j=1}^m \lambda_{j \min}} ; \quad (3.39)$$

$$T_{B2} = \frac{9,6 \cdot 10^{-6}}{3,33 \cdot 10^{-6}} = 2,88[\text{год}].$$

$$T_{B3} = \frac{\sum_{j=1}^m (\lambda_{j \max} T_{Bj \min})}{\sum_{j=1}^m \lambda_{j \max}} ; \quad (3.40)$$

$$T_{B3} = \frac{48,18 \cdot 10^{-6}}{38,36 \cdot 10^{-6}} = 1,26[\text{год}].$$

$$T_{B4} = \frac{\sum_{j=1}^m (\lambda_{j \max} T_{Bj \max})}{\sum_{j=1}^m \lambda_{j \max}} ; \quad (3.41)$$

$$T_{B4} = \frac{230,236 \cdot 10^{-6}}{38,36 \cdot 10^{-6}} = 6[\text{год}].$$

Значення TV коливаються від 0,91 до 16,95 годин.

5 Коефіцієнт готовності - це ймовірність того, що передавач буде працювати в будь-який момент часу, за винятком планових періодів, коли не очікується використання виробу за призначенням. Цей показник визначається двома значеннями.

$$K_{c.min} = \frac{T_{cpmin}}{(T_{cpmin} + T_{Bmax})} ; \quad (3.42)$$

$$K_{c.min} = \frac{26000}{(26000 + 6)} = 0,99977 .$$

$$K_{c.max} = \frac{T_{cpmax}}{(T_{cpmax} + T_{Bmin})} ; \quad (3.43)$$

$$K_{c.max} = \frac{300120}{(300120 + 0,84)} = 0,9999972 .$$

2.3.5 Висновки.

Що базова структура обраного пристрою, компонування конструкції та принципи і методи побудови відповідають вимогам надійності.

$$T_{0,99min} = 772год > (T_{0,99min}) = 75год .$$

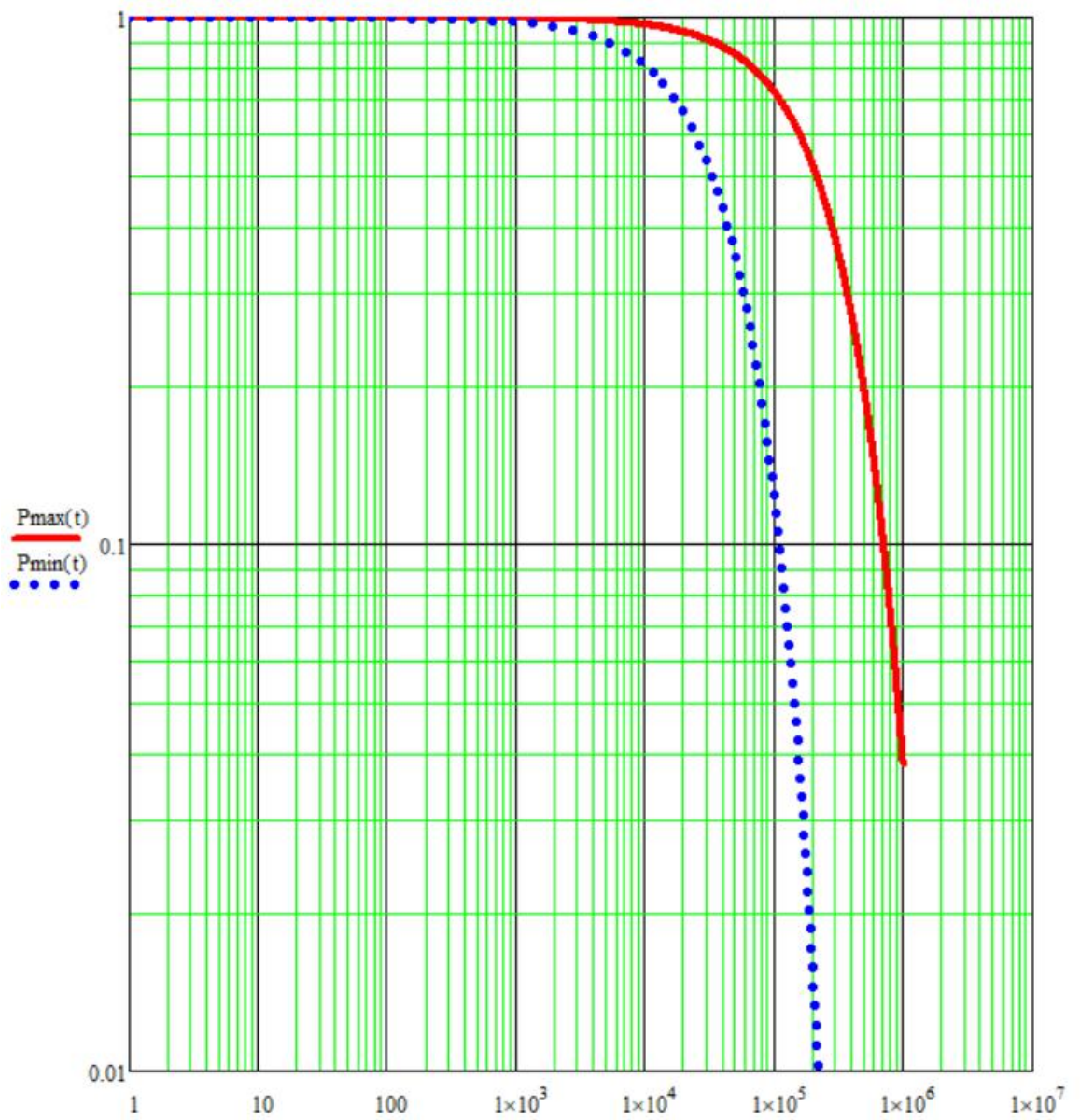


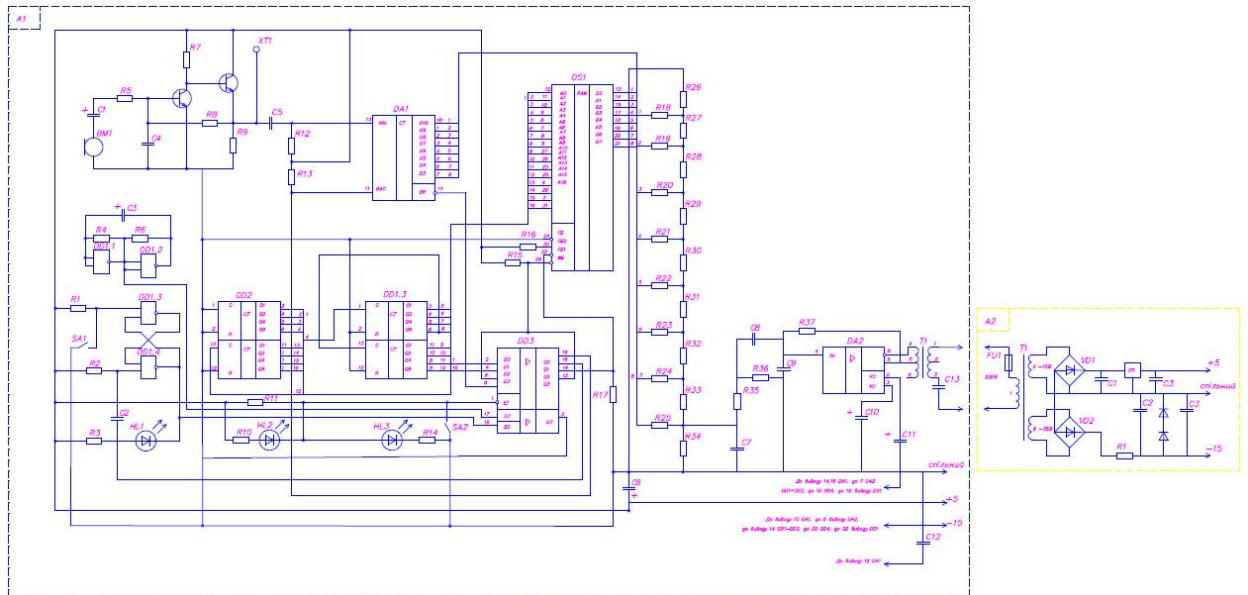
Рисунок 3.1 Залежність ймовірності безвідмовної роботи від логарифму часу

3 Апаратна та програмна реалізація

Електрична схема пристрою

Показує схему пристрою, всі компоненти та з'єднання між ними, а також елементи, що завершують з'єднання між входами та виходами електричної схеми.

Елементи, що припиняють з'єднання між входами і виходами електричного кола.

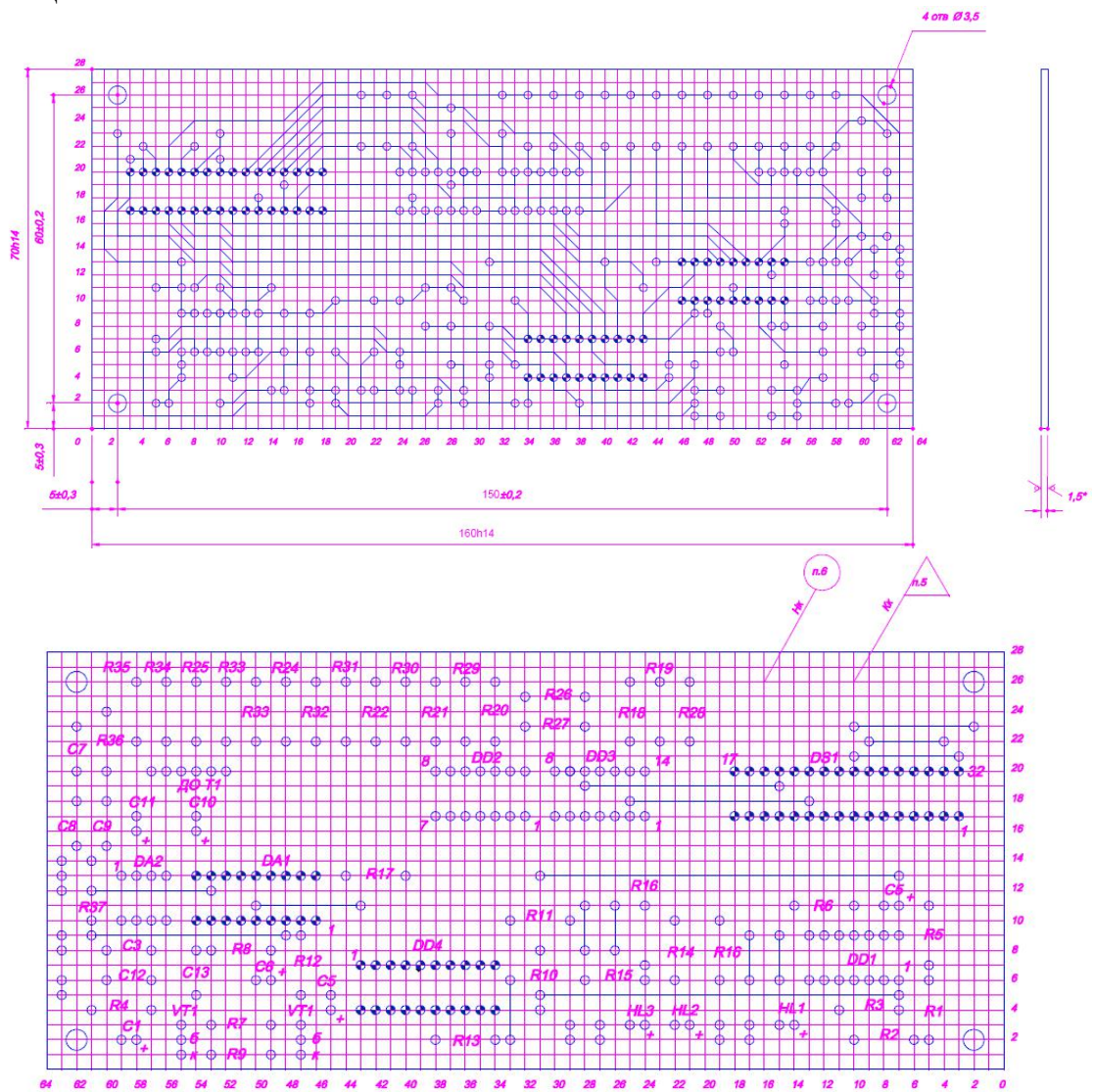


Друковані плати

Друкована плата містить монтажні отвори та контактні площадки для елементів пристрою, кабелі пристрою, товщину струмопровідних доріжок

Показує проводку, товщину струмопровідних проміжків між пристроями та товщину підкладки.

Відображає товщину підкладки, товщину тощо..



Монтажна схема

На схемі збірки показано вигляд плати пристрою зверху,

Показано положення пристрою на платі та висоту найвищого пристрою на схемі..

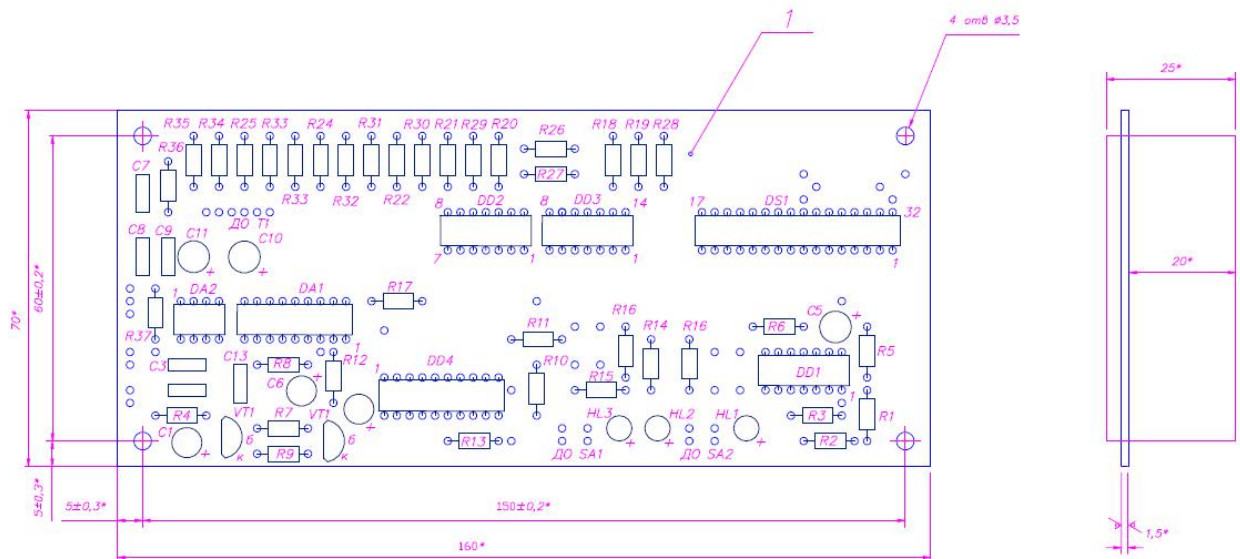


Схема електрична структурна



Пристрій складається з наступних вузлів:

- Блок живлення – призначений для живлення приладу;
- Генератор тактових імпульсів – призначений для генерування імпульсів;
- Блок управління – призначений для управління струмом;
- Блок індикації – призначений для показання тої чи іншої інформації;
- Блок підсилення НЧ – призначений для підсилення мікрофонного сигналу;

- Аналого-цифровий перетворювач – призначений для перетворення аналогового сигналу в цифровий сигнал;
- Блок пам'яті – призначений для запису необхідних повідомлень;
- Цифро-аналоговий перетворювач – призначений для перетворення цифрового сигналу в аналоговий сигнал.

ВИСНОВОК

В даному кваліфікаційному проекті розроблено кабельний шукач, який використовується для пошуку потрібної пари проводів в кабелі.

Пристрій виготовлений з легкодоступної та недорогої елементної бази. Одна сторона виготовлена з єдиної підкладки зі склопластику. Розрахунки надійності показують, що обрана елементна база відповідає вимогам до рівня надійності принципу дії, способу компонування та конструкції. Корпус виготовлений з пластику і має розміри 150 x 65 мм.

При виконанні електричних розрахунків було розраховано діодну збірку КС402Г.

Матеріал та елементна база були обрані таким чином, щоб вартість була прийнятною для пристрою з таким рівнем функціональності.

При розрахунку теплових режимів було перевірено повітря всередині корпусу, теплогенеруючі частини, поверхні теплогенеруючого елемента і навколишнє середовище, що оточує даний пристрій, щоб переконатися, що вони знаходяться в межах допустимих значень.

Технічний та економічний аналізи показали, що ця конструкція має задовільний рівень технологічності.

ПЕРЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Белунський А.В. Практичний посібник з навчального конструювання РЕА – К.: Вища школа, 2005.
- 2 Варгамов Д.Ю. Довідник конструктора РЕА. Загальні засади конструювання. - М: Радянське радіо, 1996.
- 3 ГОСТ 15150–69 Категорії, умови експлуатації, зберігання та транспортування щодо впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища.
- 4 Коваленко М.М. Проектування друкованої плати Навчально методичний посібник для студентів РТ спеціальностей. - К.: КРМТ, 1998.
- 5 Лавриненко В.Ю. Довідник з напівпровідникових приладів. – К.: Техніка, 1984.
- 6 Стандарти ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПВ.
- 7 Фрумкін Г.Д. Розрахунок та конструювання радіоелектронної апаратури. - М: Вища школа, 1984.
- 8 Журнал "Радіо", №11, 2019, ст.35.