

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Приладів і контрольно-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Інформаційно вимірювальна система контролю опалення в
приміщеннях

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи РНм

спеціальності (напрямку підготовки) 153

Мікро- та наносистемна техніка

(шифр і назва спеціальності (напрямку підготовки))

Партола І.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дубиняк Т.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2023

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра приладів і контрольно-вимірювальних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____ магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту _____ Партолі Іллі Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інформаційно вимірювальна система контролю опалення в приміщеннях

Керівник роботи Дубиняк Тарас Степанович к.т. наук, доцент каф. ПВ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 2023 року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Аналітична частина. Основна частина. Науково-дослідна частина. Спеціальна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			
Науково-дослідна частина			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Пояснювальна записка		
1	Аналітична частина		
2	Основна частина		
3	Науково-дослідна частина		
4	Спеціальна частина		
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуація		
	Висновки		
	Графічний матеріал		

Студент _____
(підпис)

Партола Ілля Ігорович _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Дубиняк Тарас Степанович _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна магістерська робота на тему "Інформаційно вимірювальна система контролю опалення в приміщеннях" містить _70_ст. пояснювальної записки, та _10_аркушів графічного матеріалу, відноситься до галузі електронних пристроїв.

Розроблено конструкції і технологічний процесу виготовлення пристрою, а також розрахункове обґрунтування вибору елементної бази та розробленні структури технологічного процесу.

На сьогоднішній день значний розвиток мають технології інтелектуального управління, що в свою чергу дозволяє останні розробки для побутової і кліматичної техніки.

Системи погодозалежної автоматики отримують необхідні параметри від вуличних датчиків котрі вимірюють температуру зовнішнього повітря і відповідно до опалювального приміщення. Отримуючи необхідні данні, системи автоматики котла самостійно керують роботою, підбираючи необхідну потужність і відповідно оптимальний режим роботи.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

1.3 Обґрунтування вибору конструкції

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології

2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції

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

2.4 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу друкованого вузла

3 НАУКОВО- ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Опис конструкції друкованої плати

3.2 Розрахунок надійності проектного виробу

3.3 Розробка математичної моделі об'єкту дослідження

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

4.2 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

4.3 Опис технології ремонту та регулювання радіопристрою

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ВСТУП

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є інформаційно вимірювальна система контролю опалення в приміщеннях. Розроблено конструкції і технологічний процесу виготовлення пристрою, а також розрахункове обґрунтування вибору елементної бази та розробленні структури технологічного процесу.

На сьогоднішній день значний розвиток мають технології інтелектуального управління, що в свою чергу дозволяє останні розробки для побутової і кліматичної техніки.

Системи погодозалежної автоматики отримують необхідні параметри від вуличних датчиків котрі вимірюють температуру зовнішнього повітря і відповідно до опалювального приміщення. Отримуючи необхідні данні, системи автоматики котла самостійно керують роботою, підбираючи необхідну потужність і відповідно оптимальний режим роботи.

Система розподілу тепла дозволяє в кожному контурі опалення задавати свою оптимальну температур, що в свою чергу забезпечує значну економію енергоресурсів і відповідно виправдовує встановлення дорогого обладнання.

В разі виходу з ладу якогось з вузлів пристрою потрібно залучити хорошого спеціаліста, бо людина, яка не знає принципів роботи електронних пристроїв не зможе виконати обслуговування та ремонт даного пристрою.

Під час транспортування, зберігання й експлуатації проєктований виріб піддається численним зовнішнім впливам.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Люди проводять до 90% свого часу в приміщенні, де вони постійно взаємодіють з навколишнім середовищем.

Якість навколишнього середовища в приміщенні (IEQ), і зокрема тепловий комфорт, якість повітря в приміщенні (IAQ), а також акустичний і візуальний комфорт, виявилися важливими факторами, які впливають на здоров'я, комфорт, продуктивність і загальне самопочуття мешканців.

У цьому контексті за останні два десятиліття відбулося значне збільшення польових вимірювань, проведених у всьому світі, які аналізують IEQ у різних приміщеннях.

У цьому дослідженні спочатку представлено огляд найважливіших факторів, які впливають на IAQ, тепловий комфорт і ризик передачі вірусу, а потім вичерпний огляд окремих досліджень польових вимірювань за останні 20 років.

Основна мета полягає в тому, щоб надати широкий огляд поточного стану досліджень польових вимірювань, визначити ключові характеристики, загальні результати, кореляції, ідеї, а також прогалини, і служити відправною точкою для проведення майбутніх досліджень польових вимірювань.

Активне сонячне опалення може бути найефективнішим варіантом опалення вашого будинку.

Експлуатація електричного резистивного опалення може бути дорогою, але може бути доцільною, якщо ви рідко нагріваєте кімнату або якщо розширити...

Як регулюється опалення в будинку?

Термостат, чутливий до тепла вимикач, є основним елементом керування, який регулює температуру у вашому домі. Він реагує на зміни температури

повітря в місці, де він розташований, і за потреби вмикає або вимикає піч або кондиціонер, щоб підтримувати температуру на встановленому рівні, який називається заданою точкою.

Контролер температури — це пристрій, який використовується для керування нагрівачем або іншим обладнанням шляхом порівняння сигналу датчика з заданим значенням і виконання обчислень відповідно до відхилення між цими значеннями.

Контролер температури — це пристрій, який використовується для керування обігрівачем або іншим обладнанням шляхом порівняння сигналу датчика з заданим значенням і виконання обчислень відповідно до відхилення між цими значеннями.

Пристрої, які можуть обробляти сигнали датчиків, крім температури, такі як вологість, тиск і швидкість потоку, називаються контролерами. Електронні контролери спеціально називаються цифровими контролерами.

Контролери температури контролюють температуру таким чином, щоб значення процесу було таким самим, як задане значення, але відповідь буде відрізнятися через характеристики контрольованого об'єкта та метод керування регулятором температури.

Як правило, реакція, показана на малюнку (2.2), за якої задане значення досягається якомога швидше без перевищення, необхідна для регулятора температури. Існують також такі випадки, як показаний на малюнку (2.1), коли реакція швидко підвищує температуру, навіть якщо вона потрібне перевищення, і показаний на малюнку (2.3), де реакція вимагає повільного підвищення температури.

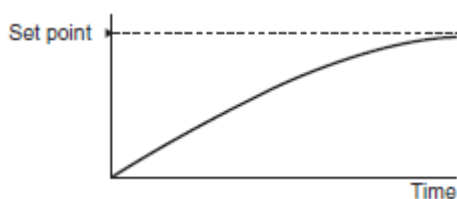


Рисунок 1.1 Відповідь, коли значення процесу встановлюється на заданому значенні при неодноразовому перевищенні та зниженні

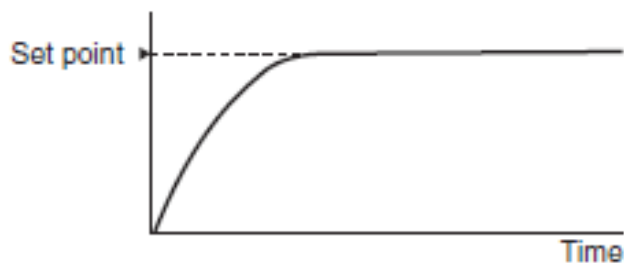


Рисунок 1.2 Правильна відповідь

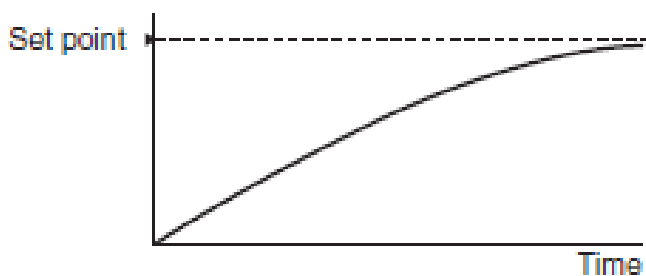


Рисунок 1.3 Реакція, коли значення процесу повільно досягає заданого значення

Основні частини системи контролю зі зворотним зв'язком вбудовані в регулятор температури.

Можна побудувати систему керування зі зворотним зв'язком і контролювати температуру шляхом поєднання регулятора температури з контролером і датчиком температури, які підходять для контрольованого об'єкта.

Технічні характеристики проектуваного виробу:

Напруга живлення	220 В
Максимальне значення струму	2 А
Споживана потужність.....	90 Вт
Відосна вологість	60 ± 15%
Діапазон робочих температур	0~+40°C

Частота електромережі	50Гц
Габаритні розміри	130x109x71 мм
Маса	0,350 кг

1.2 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

При подачі напруги живлення на вилку XP1, через тумблер S1 та запобіжника F2 живлення поступає на первину обмотку трансформатора TV1. З вторинної обмотки трансформатора знімається зміна напруга 24В 0,4А і поступає на діодний міст VD1. З діодного моста постійна напруга 24В згладжується конденсатором C4 і подається на вхід інтегрального стабілізатора DA1. Далі напруга живлення поступає на шину яка з'єднує мікроконтролер ATMEGA8-16PU, індикатор та перемикачі.

Сигнал з термодатчиків подається на шину даних, що змушує програму вносити зміни до роботи пристрою.

Сигнал з мікроконтролера подається на реле, перед тим підсилившись на транзисторах VT1 і VT2. В залежності від того яка програма буде подана від мікроконтролера, ми будемо контролювати роботу мотора M1.

1.3 Опис конструювання виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

Під час конструювання приладу використовувався функціонально-вузловий метод, при якому складні функціональні схеми складаються з найпростіших функціональних вузлів.

Широке використання даного методу обумовлено можливістю використання обмеженого набору функціональних вузлів для створення якого-небудь конкретного класу апаратури, що дозволило вирішити завдання їх уніфікації.

Уніфіковані функціональні вузли (мікросхеми різного функціонального призначення і рівня інтеграції - числа елементів на одному кристалі або в одному корпусі мікросхеми) випускаються серійно спеціалізованими підприємствами і використовуються в якості комплектуючих виробів при проектуванні РЕА.

Застосування функціонально-вузлового методу дозволило автоматизувати виробничі процеси складання і монтажу апаратури, знизити її собівартість, скоротити терміни розробки і підвищити надійність.

На першому місці конструкторського проектування стоїть задача компонування, у процесі вирішення якої є декілька етапів:

- 1.Виготовлення плати
- 2.Захист виготовленої плати
- 3.Розміщення елементів

В якості конструктивного матеріалу для виготовлення друкованої плати використовується двосторонній фольгований слотекстоліт СФ2-35-10КП.

З допомогою нього в подальшому виконанні технологічного процесу буде виготовлятися друкована плата з друкованими провідниками, контактними площадками та отворами.

В якості провідного матеріалу використовується мідь, а як ізолюючий матеріал склотекстоліт . Елементи будуть запаюватись припоєм ПОС-61 ГОСТ 21931-76 та флюсом АПІ-120 ГОСТ 32142-86.

Захист контактних площадок, які не будуть паятись автоматизовано захищаємо латексом ГОСТ 3242-82.

Маркувати заводський номер фарбою ТНПФ-01 ГОСТ 12574-45 з допомогою штампа та захищати друковані провідники лаком АК-113 ГОСТ 23832-79.

Необхідно враховувати густину монтажу компонентів так, щоб виключи помітні паразитні взаємозв'язки, які будуть впливати на характеристики і роботу приладу.

Автоматичне компоновання виконаємо за допомогою програми Altium Designer та графічного редактора КОМПАС.

Вимоги до габаритних розмірів плат визначимо технологією їх виготовлення. Розміри плати виконаємо економічно доцільними (істотне обмеження на типорозміри з метою стандартизації інструментів і пристосувань).

Відхилення від прямокутної форми і створення пазів у зовнішньому контурі призводить до підвищених виробничих витрат і неповного використання вихідних матеріалів.

Розміри плати повинні відповідати ГОСТ 10317-72, в якому рекомендовано типи плат із співвідношенням сторін від 1 до 1 до 2 до 1. Максимальна ширина не повинна перевищувати 500мм. Рекомендована товщина в мм: 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5; 3.

Для даного приладу використовувалась елементна база із штировими виводами, які встановлюють в отвори друкованої плати і загинають під кутом 60°. При цьому використовуємо пайку хвилею припою.

Щоб даний виріб мав хороший естетичний вигляд і щоб захистити виготовлений вузол від пошкоджень, то для нього використаємо пластмасовий корпус, який по своїх характеристиках відповідає умовам проектування, він є зручним дешевим.

1.4 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус являється однією з найважливіших складових частин виробу, так як він забезпечує механічний захист розміщених в ньому елементів, як при експлуатації, так і при транспортуванні чи переносі.

Забезпечує захист від пилу, вологи та інших несприятливих чинників, котрі можуть призвести до поломки і виходу з ладу пристрою.

Конструкція корпусу впливає на технологічний процес складання приладу в цілому.

Конструктивно проєктований виріб представляє собою пристрій в пласмасовому корпусі чорного кольору.

Верхня та нижня кришки мають форму типу «корито» по кутах розміщені стійки які кріплять одну до одної за допомогою саморізів.

Виготовляються кришки за допомогою лиття під тиском.

На верхній кришці пристрою розміщено індикатор.

До задньої кришки кріпиться вилка підключення джерела живлення, та запобіжник.

Даний корпус має такі габаритні розміри: $d \times ш \times в = 130 \times 109 \times 71$ мм.

Для даного виробу важливим фактором є зручність керування пристрою. Також гарний естетичний вигляд щоб з таким пристроєм було приємно і зручно працювати.

Даний виріб може використовуватись будь-де через свої невеликі розміри.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу.

Вибір типу технології

На основі розглянутої вище літератури результати показують, що деякі специфічні фактори, спричинені системами опалення, такі як підвищення температури та потік гарячого повітря, впливають на дисперсію та осадження частинок, а потім впливають на якість повітря в приміщенні.

Крім того, різниця в умовах руху частинок серед внутрішніх середовищ з різними системами опалення досить значна.

Багато систем опалення, таких як радіатори, підлоги та системи опалення на біопаливі, були ретельно вивчені. Однак впливу нагрівачів теплого повітря, які можуть подавати нагріте повітря з випускного отвору з певною швидкістю, на тверді частинки в закритих приміщеннях приділялося мало уваги через недостатню кількість доступних даних.

Повітряні обігрівачі широко застосовуються в приміщеннях без систем центрального опалення або служать допоміжними обігрівачами.

Стан частинок у закритому середовищі з використанням нагрівачів теплого повітря ще не повністю відомий.

Крім того, кілька досліджень вивчали вплив звичок користувачів теплих повітряних обігрівачів на якість повітря в приміщенні.

Схоже, що обігрівачі теплого повітря все ще потребують подальшого вивчення, щоб перевірити їхній вплив на частки, що потрапляють у приміщення, а також пов'язані з ними фактори впливу в закритих приміщеннях.

Тоді результати можна використовувати для контролю забруднення та покращення якості повітря в приміщенні. Метою цієї роботи є експериментальне дослідження впливу нагрівача теплого повітря з різною

вихідною потужністю на розподіл часток (від 0,3 до 5,0 мкм) та осадження в камері розміром з кімнатою.

Концентрацію часток, швидкість повітря, температуру та відносну вологість вимірювали одночасно в одній точці відбору проб за 18 умов випробувань. Крім того, ми розрахували коефіцієнти втрати швидкості розпаду частинок, щоб оцінити вплив орієнтації виходу повітря, а також відстані від нагрівача теплого повітря на втрати частинок у приміщенні.

Очікується, що це дослідження сприятиме покращенню якості повітря в приміщенні для використання теплих повітрянагрівачів під час опалювального періоду взимку.

Зональне опалення та охолодження означає, що ви можете індивідуально налаштувати та контролювати температуру кожної кімнати чи зони вашого будинку. Інакше ваш дім буде контролюватись як одна велика зона за допомогою загальнобудинкової термостатної системи.

Використання багатозонних термостатів або датчиків може призвести до значної економії.

Таким чином температура у вашій спальні може відрізнятись від температури домашнього тренажерного залу, і вам не доведеться турбуватися про марну витрату енергії в кімнаті, якою ви навіть не користуєтесь.

Якщо вам цікаво, як контролювати температуру в кожній кімнаті вашого будинку, зональний контроль – це відповідь.

Завдяки декільком зонам нагріву та охолодження ви керуєте кожною зоною свого будинку окремо.

З зонуванням на основі датчиків ви не можете встановити багатозонні термостати в кожній кімнаті. Замість цього ви використовуєте окремі датчики для оптимізації температури в різних зонах.

Це особливо добре працює, якщо у вас є один центральний термостат, який контролює температуру у вашому домі (тобто система центрального опалення або охолодження).

Як правило, термостат зчитує температуру навколишнього середовища в кімнаті та нагріває/охолоджує кімнату, доки не досягне заданого значення.

Проблема такого підходу стає очевидною, коли ваш термостат знаходиться у більшому просторі, наприклад у вашій вітальні.

Ймовірно, для обігріву/охолодження вашої вітальні потрібно більше часу, ніж вашої спальні, оскільки там більше простору для контролю.

Таким чином, спроба створити комфортну температуру у вашій вітальні взимку може призвести до надмірно нагрітої та задушливої спальні.

Для забезпечення технологічності конструкції проектного виробу доцільно корпус виконати із двох основних частин: верхньої кришки і нижньої кришки, які мають однакову довжину і ширину.

Таке рішення пояснюється тим, що конструкція корпусу проектного виробу повинна забезпечувати легкий доступ до розміщених у ньому елементів для їх заміни, ремонту, огляду. Складові частини корпусу виготовляються з пласмаси..

Корпус виготовляється методом лиття під тиском, оскільки це один з основних способів в серійному виробництві, а також високо продуктивний. Він дає можливість зберігати точні розміри форм конструкції, не потребує періодичного нагрівання і охолодження пресформи, має менший час вистигання. Існує можливість армування металевими елементами.

Як шасі для плати використовуються чотири стойки в основі, які отримують в процесі лиття.

Місця для з'єднання корпусу вибрані у кутах основи і кришки. Це пояснюється тим, що саме у цих місцях дюралюмінію виливається більше і товщина стінок монтажних отворів буде більшою.

Основною складовою частиною виробу є друкований вузол. Друкована плата проектованого виробу виготовляється методом комбінованим...

Перед встановленням електрорадіоелементів плата маркується швидковисихаючою фарбою БМКБ (ТУ38–145.3000–82).

Ця фарба характеризується механічною міцністю, гарною адгезією з основними матеріалами, світлостійкістю, має необхідні пишучі властивості. Маркування проводиться пером РД23.566.64.

Підготовка виводів таких елементів, як діоди, резистори, конденсатори (крім К50–16), проводиться механізованим методом на спеціальних установках. Формувати виводи рекомендується зигзагом.

Внаслідок цього зменшуються трудомісткість, затрати часу, не виникає потреби збільшувати кількість робочих місць.

Підготовка перемичок до пайки проводиться вручну: спочатку нарізаються кусочками необхідної довжини, а потім знімається ізоляція спеціальним пристосуванням–шкребками.

Лудження виводів радіоелементів проводиться флюсом СКФ–1. Радіоелементи встановлюються вручну, оскільки автоматичне встановлення збільшить затрати на виготовлення виробу. Пайка радіоелементів відбувається автоматизованим методом.

Це зменшить затрати часу і кількість обслуговуючого персоналу, підвищує технологічність проектованого виробу. В якості установки для автоматичної запайки виводів радіоелементів використовується установка «пайки хвилею припою».

Ручна пайка проводиться електричним паяльником, з використанням припою ПОС–61 (ГОСТ 21931–76) та флюсу (ГОСТ 32142–82). Для електричного з'єднання регулятора потужності, вимикача та роз'ємів, що знаходяться за межами плати, з самою платою використовується багатожильний провід.

Це дозволяє зручно розмістити вказані елементи у передбаченому місці. Після пайки плату покривають лаком ЄП–730.У13, безколірним (ТУ6–10–1291–77). Це покриття служить для захисту елементів від зовнішніх впливів, витримує температуру від –60 до +100С.

Кріплення плати до основи здійснюється саморізами за допомогою електроверта. Число саморізів – чотири, з обов’язковим використанням шайб. Це необхідно для надійної фіксації у корпусі.

З’єднання кришки і основи здійснюється саморізами, дещо більших розмірів, ніж ті, що кріплять плату.

З’єднання відбувається за допомогою електроверта, що забезпечує менші затрати часу на скручення, збільшує продуктивність.

При необхідності пояснювальні написи на корпусі виконуються при сіткографічному методі швидковисихаючою фарбою БМКБ.

Таким чином, рівень технологічності даного проектного пристрою відповідає вимогам, які становляться до конструкції на підприємстві.

Незначні витрати відбуваються лише при виготовленні пресформи для вилиття корпусу.

Даний виріб легко може бути пристосований для дрібно–серійного виробництва, з річного програмного випуску 15 000 виробів.

При збільшенні попиту на проєктований виріб з часом можливий перехід підприємства на серійне виробництво.

2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції

Технологічність конструкції виробу – це сукупність властивостей конструкції, які проявляються в можливості оптимальних затрат праці, засобів виробництва, матеріалів і часу при технологічній підготовці виробництва,

виготовленні, експлуатації, ремонті, в порівнянні з відповідними показниками однотипних конструкцій, при забезпеченні встановлених значень якості виробу.

Технологічність можна оцінювати двома способами: кількісно і якісно. В даному підрозділі ми будемо визначати якісну оцінку технологічності конструкції.

Якісна оцінка – це словесне обґрунтування рівня технологічності конструкції виробу.

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

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

Якісна оцінка технологічності включає в себе опис обґрунтування вибору конструктивних матеріалів елементів корпусу, плати з вказуванням використовуваних методів і умов виготовлення, застосовуваних інструментів і обладнання.

В розробці даного виробу, підсилювача потужності, було використано малопотужні резистори, конденсатори, транзистори.

Також було використано такі компоненти, такі як склотекстоліт, пластик, дюралюміній.

За рахунок цих компонентів, ми значно знизили собівартість приладу, використавши дешеву елементну базу.

Склотекстоліт, який є на багато дешевший від гетинаксу.

Під час розробки підсилювача потужності, ми використали такі інструменти і обладнання як перо, шафа сушильна, пінцет, кусачки, електропаяльник.

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

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

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

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

На даному етапі ми використовуємо фольгований склотекстоліт товщиною 35мкм. В якості провідного шару мідь.

Цей матеріал володіє необхідними провідними властивостями, а також володіє хорошою адгезією з ізолюючим матеріалом.

Друковану плату виготовляємо комбінованим методом.

Цей метод включає в себе наступні операції:

1. Різання заготовок .
2. Пробивання базових отворів.
3. Підготовка поверхні заготовок.
4. Нанесення сухого плівкового фоторезисту.
5. Нанесення захисного лаку.
6. Свердління отворів.
7. Хімічне міднення.

8. Зняття захисного лаку.
9. Гальванічне напилення .
10. Електролітичне міднення та нанесення захисного покриття.
11. Зняття фоторезисту.
12. Травлення друкованої плати.
13. Промивання друкованої плати.
14. Механічна обробка.

Після виконання даних операцій ми отримаємо готову двосторонню друковану плату з монтажними та кріпильними отворами та з малюнком провідників.

2.4 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу друкованого вузла

Маршрутно-операційна технологія складання і монтажу описує в собі послідовність виконання операцій спочатку для виготовлення друкованого вузла, а потім для складання корпусу всього пристрою.

Виконується на спеціальних технологічних картах з дотриманням відповідних вимог.

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

Докладна маршрутної технології складання і монтажу друкованого вузла приведена в додатках до даного курсового проекту.

Опис маршрутної технології монтажу виробу:

Комплектування. Комплектування проводять згідно ТТО 561321.

Маркування заводського номера. Наносять заводський номер фарбою ТУМС-01 чорна, за допомогою пера РД543215.

Захист плати. Плату захищають латексом за допомогою дозатора латексу РД 508342.

Захищають контактні площадки, елементи яких будуть запаюватися в ручну, різні різьбові з'єднання.

Сушка. Проводять сушіння плати у сушильних шафах РД 240319.

Формування виводів ЕРЕ. Формують виводи резисторів, конденсаторів, транзисторів, дроселів та діода.

Здійснюються автоматизовано за допомогою установок для формування РД 012543, РД 104416, РД 345213.

Залудження. Відбувається залудження виводів ,за допомогою пінцета РД 235641.

Встановлення ЕРЕ. Встановлюють електрорадіоелементи на друкований вузол, які будуть запаюватись автоматизовано, а саме: постійні резистори, транзистори, конденсатори, конденсатори електролітичні, діоди, дроселі.

Рихтування.Проводять рихтування елементів, далі ручне встановлення і запаювання котушок індуктивності.

Використовується електропаяльник РД 105278, пінцет РТ 234231, припой ПОС-61 ГОСТ 2131-76 та флюс ФКС ГОСТ 32142-82.

Технічний контроль. Здійснюють в технологічній установці, пізніше проводять візуальний контроль зовнішнього вигляду вузла, пайки, установки ЕРЕ, перевіряють електричні параметри.

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.13.1 Опис конструкції друкованої плати

Усі електрорадіоелементи, які мають штиреві виводи встановлюють в отвори друкованої плати і їхні виводи загинаються під кутом $30^{\circ} \pm 2^{\circ}$, обрізаємо в межах контактних площадок і запаюємо методом пайки «хвилею припою» (виконуємо друкований монтаж).

ІМС з виводами розташовуємо з одного боку друкованого вузла, тому що монтаж штирковими виводами проводиться в наскрізні отвори, причому кінці виводів виступають на зворотну сторону плати.

Корпус ІМС міцно утримується на платі запаяними виводами і витримує практично будь-які механічні дії.

При розміщенні електрорадіоелементів на друкованій платі необхідно враховувати наступне:

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

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

8. Забезпечити вільний доступ для кріплення друкованого вузла.

Одночасно дотриматися всіх вище названих вимог неможливо, а тому вибираємо найважливіші.

Якщо елемент має електропровідний корпус і під ним проходить провідник, то необхідно передбачити ізоляцію корпусу або провідника. Ізоляцію можна здійснювати одягненням на корпус елемента або провідник трубок і термотрубок з ізоляційного матеріалу (що і було використано в даному пристрої), нанесенням тонкого шару епоксидної смоли на плату в зоні розташування корпусу (епоксидна маска), наклеюванням на плату тонких ізоляційних матеріалів.

В даній конструкції електрорадіоелементи, які розташовані за межами друкованого вузла під'єднуються до нього роз'ємами.

У виробі передбачено наявність контрольних точок, до яких підключається контрольнo-вимірювальна апаратура при ремонті, налаштуванні та регулюванні.

Конструкція проектного пристрою володіє хорошою зручністю та простотою доступу до органів регулювання, контрольних точок та елементів конструкції при ремонті і регулюванні.

Послідовність збирання і розбирання виробу дуже проста.

Отже, таке взаєморозміщення елементів виробу забезпечує технологічність складання і регулювання пристрою.

3.2 Розрахунок надійності проектного виробу

Надійність – це здатність пристрою (елементу або системи) виконувати задані функції. Надійність визначається безвідмовністю в роботі та ремонтпридатністю.

Оскільки відмови та відновлення працездатності є випадковими подіями в тому змісті, що місце та час їх виникнення неможливо прогнозувати точно, надійність кількісно оцінюється імовірнісними характеристиками.

Імовірність безвідмовної роботи (ІБР) елемента $p(t)$ або системи $p_c(t)$ – це імовірність того, що в межах заданого напрацювання t при визначених умовах експлуатації не виникне жодної відмови

Інтенсивність відмов $\lambda(t)$ – умовна щільність імовірності виникнення відмов пристрою, що визначається для певного моменту часу при умові, що до цього моменту відмови не виникали.

Залежність між інтенсивністю відмов та імовірністю безвідмовної роботи може бути отримана як:

$$p(t) = \exp \left[- \int_0^t \lambda(t) dt \right] \quad (3.1)$$

Надійність по раптовим експлуатаційним відмовам ($\lambda_0 = \text{const}$) розраховують для періоду нормальної експлуатації, коли первинний термін експлуатації (входження в режими) вже закінчився, а відмови по зношуванню та старінню ще не наступили.

Для складної різнотипної апаратури інтенсивність відмов системи можна вважати постійною також і на ділянці зношування.

В основу розрахунку покладений принцип визначення показників надійності системи по характеристикам надійності комплектуючих елементів, що дає можливість здійснювати розрахунок в процесі проектування апаратури, яка складається з відомих елементів та вузлів.

Для цього необхідно уточнити отримані вище вирази для показників надійності елементів $p(t)$, $q(t)$, $\omega(T)$, $T_{\text{ср}}$, T_0 з урахуванням постійності інтенсивності відмов.

Формула для імовірності безвідмовної роботи набуває вигляду

$$p(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda(t) dt\right] = \exp(-\lambda_0 t) \quad (3.2)$$

Ця залежність відома як експоненціальний закон надійності. Під аргументом t розуміють не календарний час, а той інтервал, для якого розраховується надійність.

Для припущення $\lambda_0 = \text{const}$ імовірність безвідмовної роботи за однакові проміжки часу t не залежить від того, як вибрана початкова точка відліку цього інтервалу.

Середнє напрацювання до відмови тоді можна знайти

$$T_{CP} = \int_0^{\infty} p(t) dt = \int_0^{\infty} \exp(-\lambda_0 t) dt = \frac{1}{\lambda_0} \quad (3.3)$$

Згрупувавши рівнонадійні елементи, отримаємо

$$p_c(t) = \exp\left(-t \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j\right), \quad (3.4)$$

де λ_{0j} – інтенсивність відмов j -ої групи;

N_j – кількість елементів j -ої групи;

m – кількість груп рівнонадійних елементів.

Інтенсивність відмов пристрою в цілому:

$$\lambda_c = \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j \quad (3.5)$$

Наближений розрахунок надійності виконується на етапі технічного проектування за вищенаведеними формулами.

Значення λ -характеристик (інтенсивності відмов) елементів пристрою визначаються з довідникових даних.

При уточненому розрахунку надійності враховують вплив умов експлуатації, температури та електричного режиму із застосуванням наступних співвідношень

$$p_c(t) = \exp\left(-k_\lambda \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j\right) \quad (3.6)$$

$$\lambda_C = k_\lambda \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j \quad (3.7)$$

$$\lambda_j = \lambda_{0j} \alpha_j \quad (3.8)$$

$$k_\lambda = k_{\lambda 1} k_{\lambda 2} k_{\lambda 3} \quad (3.9)$$

де λ_j – інтенсивність відмов j -ої рівнонадійної групи елементів при експлуатації в заданих умовах;

λ_{0j} – те ж саме, але при експлуатації в номінальному режимі;

α_j – поправочний коефіцієнт інтенсивності відмов j -ої групи, який враховує вплив температури оточуючого середовища та електричне навантаження елемента.

Поправочний коефіцієнт k_λ враховує умови експлуатації РЕА; $k_{\lambda 1}$ – вплив механічних факторів (вібрації, ударні навантаження), $k_{\lambda 2}$ – вплив кліматичних факторів (температура, вологість), $k_{\lambda 3}$ – умови роботи при пониженому атмосферному тиску.

Значення поправочного коефіцієнта α в залежності від температури та коефіцієнту навантаження k_H , так само, як і інтенсивності відмов елементів пристрою, беруться з довідникових таблиць.

При цьому коефіцієнт навантаження визначається як відношення навантаження по певному параметру (потужність, струм, напруга), яке діє на елемент, до його номінального навантаження, яке встановлене нормативно-технічною документацією:

Коефіцієнт навантаження по потужності:

$$\hat{E}_D = \frac{D_D}{D_I} , \quad (3.10)$$

де P_P – робоче значення потужності розсіювання;

P_H – номінальне значення потужності розсіювання.

Коефіцієнт навантаження по напрузі:

$$K = \frac{U_P}{U_H} , \quad (3.11)$$

де U_P – робоче значення напруги;

U_H – номінальне значення напруги.

При проектуванні коефіцієнт електричного навантаження, як правило, приймають рівним 0,4...0,8.

Температуру та коефіцієнт навантаження можна визначити експериментально (на етапі випробувань дослідного взірця) або шляхом розрахунків.

Типові значення поправочних коефіцієнтів також беруться з довідникової літератури.

Для розрахунку надійності радіопристрою необхідні такі дані:

- перелік компонентів (елементів);
- кількість елементів кожного типу;
- умови експлуатації;
- довідникові дані інтенсивності відмов ЕРЕ.

Розрахунок надійності проводиться в такій послідовності:

1. Скласти таблицю вхідних даних для розрахунку, визначити конструктивну характеристику компонентів (наприклад, для транзисторів – кремнієвий чи германієвий, або польовий, для конденсаторів – електролітичний чи керамічний і т.д.), визначити кількість елементів по групах, для яких з таблиці визначити значення поправочних коефіцієнтів α_i , значення інтенсивності відмов λ_0 .

Розрахувати інтенсивність відмов λ_i для кожної з груп компонентів.

2. Для врахування умов експлуатації з таблиць визначити поправочні коефіцієнти згідно умов експлуатації проектного радіопристрою і розрахувати сумарний коефіцієнт

K_λ . Якщо умови експлуатації відповідають лабораторним, K_λ приймається рівним 1.

3. Розрахунок інтенсивності відмов провести по формулі.

4. Розрахунок середньої наробки до відмови провести у відповідності з зрахуванням.

5. Провести розрахунок ймовірності безвідмовної роботи радіопристрою для заданих значень часу t_p . Кількість значень t_p рекомендується вибрати в межах 6 – 10.

6. По результатах розрахунків побудувати графік залежності ймовірності безвідмовної роботи радіопристрою від часу t_p .

Розрахунок надійності РЕА суттєво скорочується при використанні комп'ютерної програми NAD_Release.

Для того, щоб розрахунок був ефективним, до програми висуваються наступні вимоги:

1. Розрахунок імовірності безвідмовної роботи та середнього напрацювання до відмови радіоелектронної апаратури із врахуванням умов експлуатації.
2. Збереження результатів розрахунку у вигляді файлу з можливістю виведення на друк, а також із можливістю подальшої обробки результатів іншими програмами (наприклад в програмі MatchCAD).
3. Візуалізація результатів розрахунку у вигляді графіку залежності імовірності безвідмовної роботи від часу роботи пристрою.
4. Наявність комп'ютерної бази даних інтенсивності відмов різних електрорадіоелементів та електромеханічних блоків РЕА.
5. Можливість редагування бази даних для урахування особливостей різних пристроїв.
6. Можливість поповнення бази даних характеристиками нових елементів;
7. Можливість корегування даних щодо інтенсивності відмов та інших експлуатаційних характеристик радіоелементів в процесі розрахунку;
8. Зручний та зрозумілий для користувача інтерфейс програми.

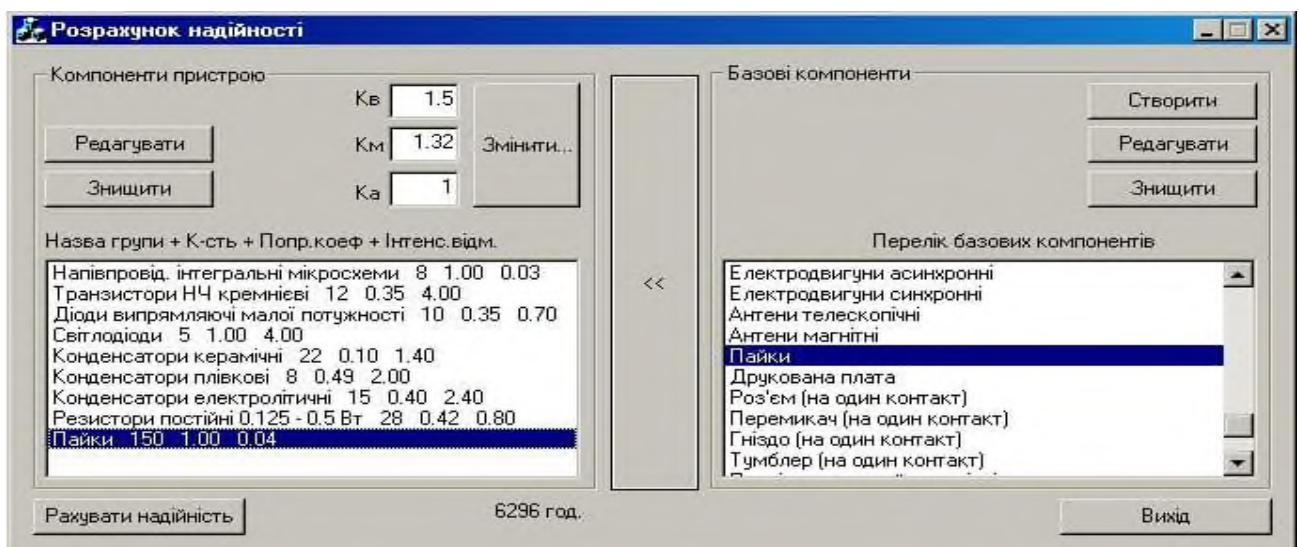


Рисунок 3.1 - Головне вікно програми розрахунку надійності

Результати які виводяться у файл:

— таблиця вхідних даних (список компонентів пристрою – назва групи компонентів, кількість елементів в групі, інтенсивність відмов, поправочний коефіцієнт, сумарна інтенсивність відмов для даного типу елементів;

— значення коефіцієнтів впливу $k_{\lambda 1}$, $k_{\lambda 2}$, $k_{\lambda 3}$;

— сумарна інтенсивність відмов пристрою;

— середній час напрацювання до відмови;

— дані для побудови графіку залежності імовірності безвідмовної роботи від терміну роботи.

В результаті розрахунку отримано наступні результати:

Розрахунок надійності проектного пристрою тестування ІБЖ.

Вхідні дані:

№ п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	Кпопр	Івідм *1e-06 1/год.	К- сть*Кнав*Івід*1 e-06
1	Напівпровідникові інтегральні мікросхеми	2	1	0.03	0.06
2	Транзистори НЧ кремнієві 2 0.35 4 2.8				
3	Діоди випрямляючі малої потужності	4	0.35	0.7	0.98
4	Діоди випрямляючі великої потужності	1	0.35	6	2.1

5	Світлодіоди	2	1	4	8
6	Конденсатори керамічні	2	0.1	1.4	0.28
7	Конденсатори електролітичні	2	0.4	2.4	1.92
8	Резистори постійні 0.125 - 0.5 Вт	18	0.42	0.8	6.048
9	Трансформатори живлення	1	0.1	3	0.3
10	Пайки	124	1	0.02	2.48
11	Друкована плата	1	1	0.1	0.1
12	Роз'єм (на один контакт)	2	1	0.05	0.1
13	Реле малогабаритні (на одну конт. групу)	1	1	2.2	2.2
14	Запобіжник	1	1	0.5	0.5

Коефіцієнти впливу:

— коефіцієнт механічних впливів: 1

— коефіцієнт впливу вологості і температури: 1

— коефіцієнт атомосферних впливів: 1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $2.7868e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 35883.4 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999721$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.997217$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.972517$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.756782$

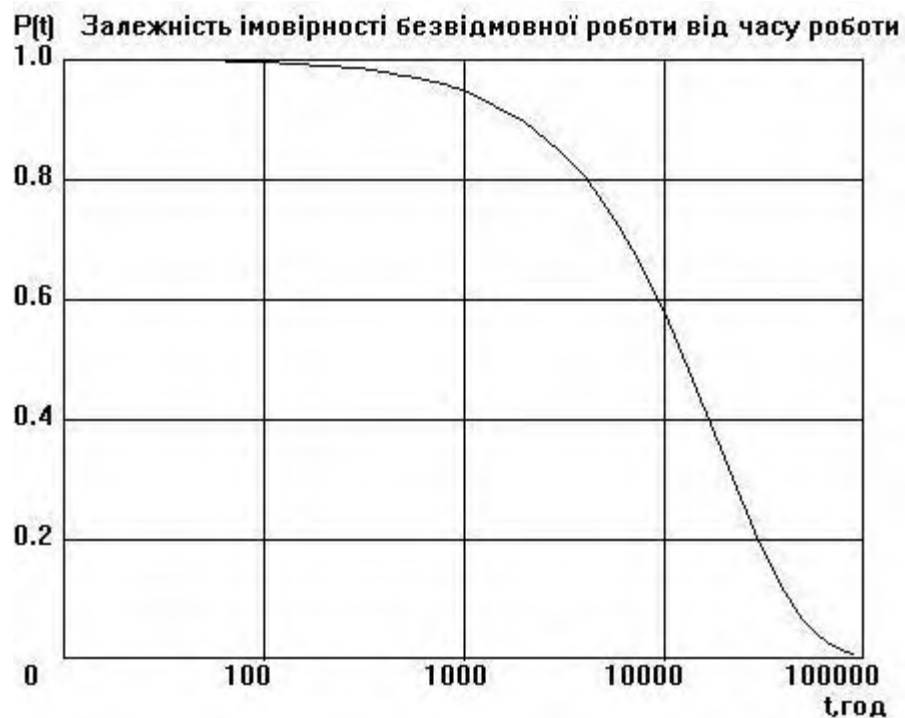
$t = 100000$ год. $P(t) = 0.061618$

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1.32

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1.5

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1



Риснок 3.2 – Залежність імовірності безвідмовної роботи від часу роботи.

3.3 Розробка математичної моделі об'єкту дослідження

Моделювання процесу теплообміну при обігріву приміщення

Якщо обігрів приміщення здійснюється нагнітанням підігрітого повітря, кількість теплоти затрачена на підігрів середовища до певної температури

$$Q_1 = m_1 C_1 (T_1 - T_2)$$

де m_1, C_1, T_1 – маса поданого нагрітого повітря, його теплоємність і температура відповідно, а T_2 – температура в приміщенні, що обігривається.

Кількість теплоти за рахунок тепловтрати через контакт із зовнішнім середовищем з температурою T_3 :

$$Q_3 = K(T_2 - T_3)$$

де коефіцієнт теплообміну

$$K = \frac{kS}{R}$$

(S – площа, R – тепловий опір).

З рівняння балансу поданої, потраченої на підігрів і на зовнішній теплообмін кількостей теплоти можемо записати:

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{1}{m_2 C_2} \frac{d(Q_1 - Q_3)}{dt}$$

де m_2, C_2 – зведена маса і питома теплоємність середовища, що обігривається,

або

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{1}{m_2 C_2} \frac{d(m_1 C_1 T_1 - (m_1 C_1 + K)T_2 + K T_3)}{dt}$$

Величини температури T_1 і маси m_1 теплого повітря – є функцією біжучого часу.

Також з часом може змінюватися зовнішня температура T_3 , і, відповідно, мінятиметься температура в приміщенні T_2 .

Тому, виходячи з останнього виразу, можна записати:

$$\frac{dT_2}{dt} = A \frac{dm_1}{dt} + B \frac{dT_1}{dt} + D \frac{dT_3}{dt}$$

де

$$A = \frac{C_1(T_1 - T_2)}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K}$$

$$B = \frac{m_1 C_1}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K}$$

$$D = \frac{K}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K}$$

Тобто швидкість встановлення температури в приміщенні залежатиме від швидкості нагрівання теплого повітря, швидкості його подачі і від температури зовні як показано вище.

При переході до концептуальної моделі процесу допускаючи що, швидкість подачі теплоагента v_m стала, отримаємо спрощений варіант моделі:

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{C_1(T_1 - T_2)}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K} v_m + \frac{m_1 C_1}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K} \frac{dT_1}{dt} + \frac{K}{m_2 C_2 + m_1 C_1 + K} \frac{dT_3}{dt}$$

На рис. 3.3 приведена S – модель системи теплообміну між нагрівником, приміщенням, що обігривається і зовнішнім середовищем, побудована в середовищі MATLAB SMULINK на основі отриманих співвідношень.

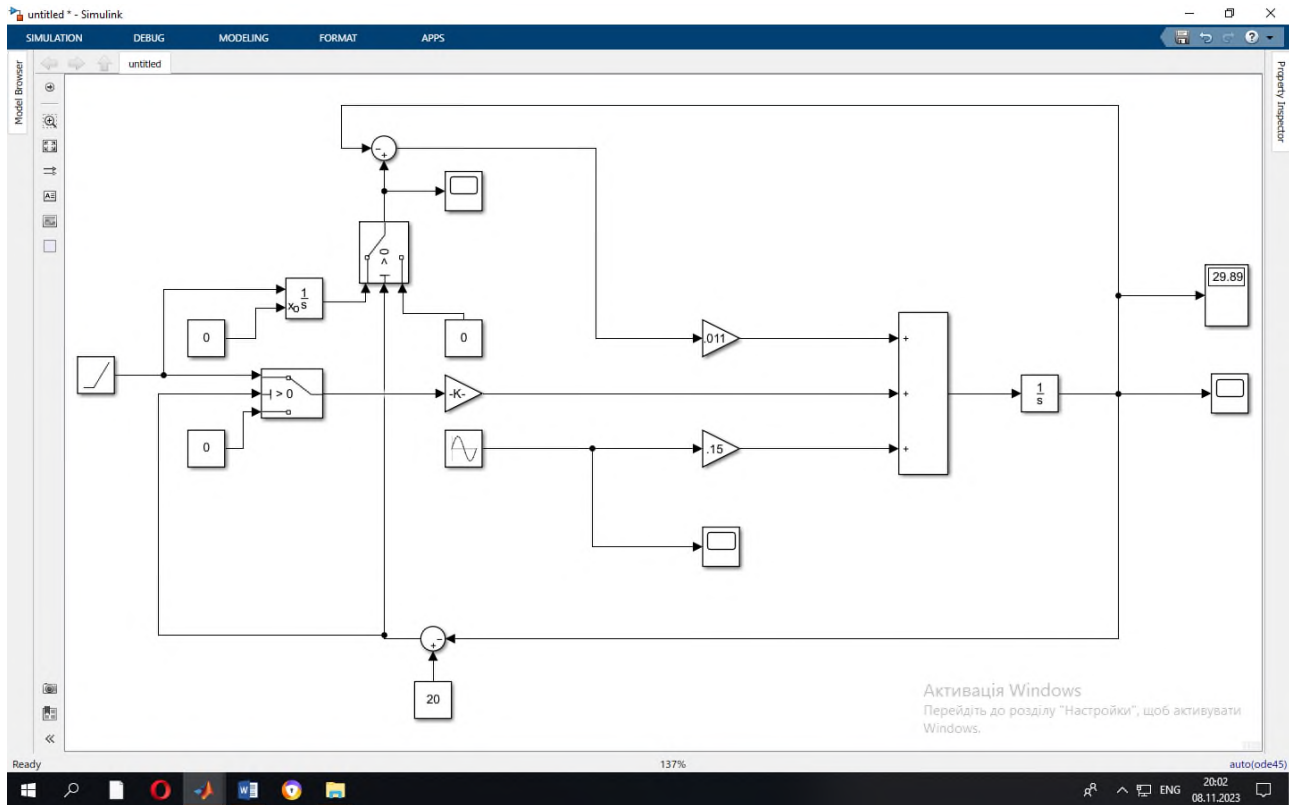


Рисунок 3.2- S – модель системи теплообміну

Результати симулювання (встановлення заданої температури в приміщенні, при заданій зміні температури зовнішнього середовища і режим роботи нагрівника) показані нижче.

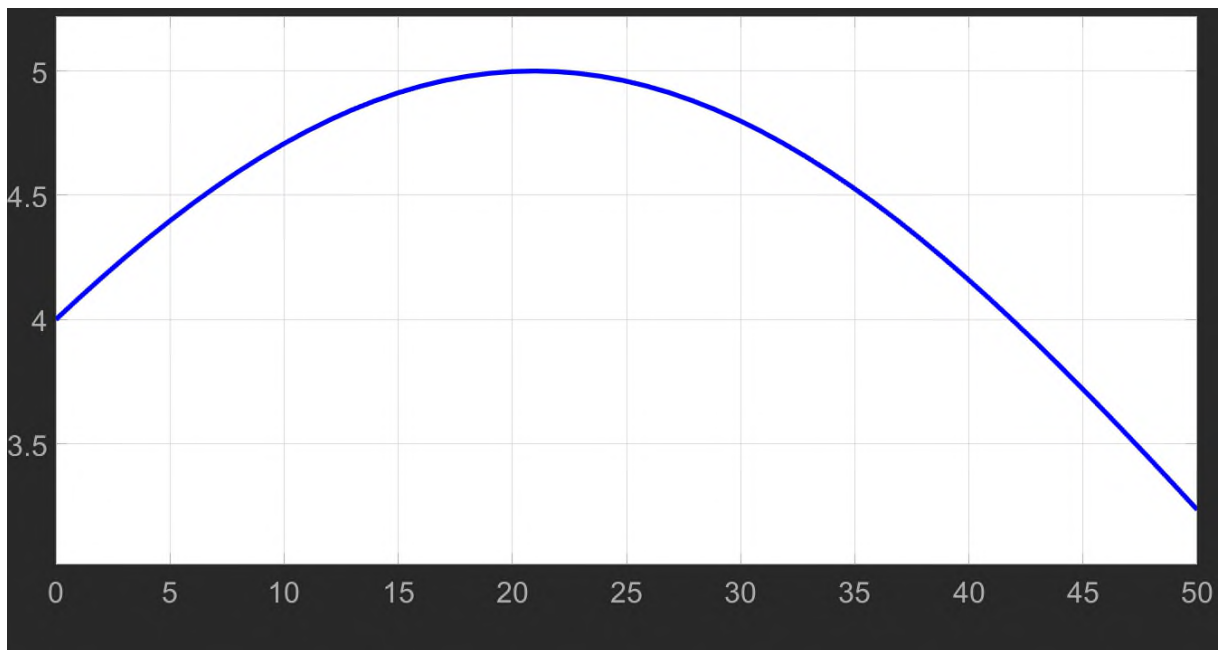


Рисунок 3.4- Зміна температура зовнішнього середовища

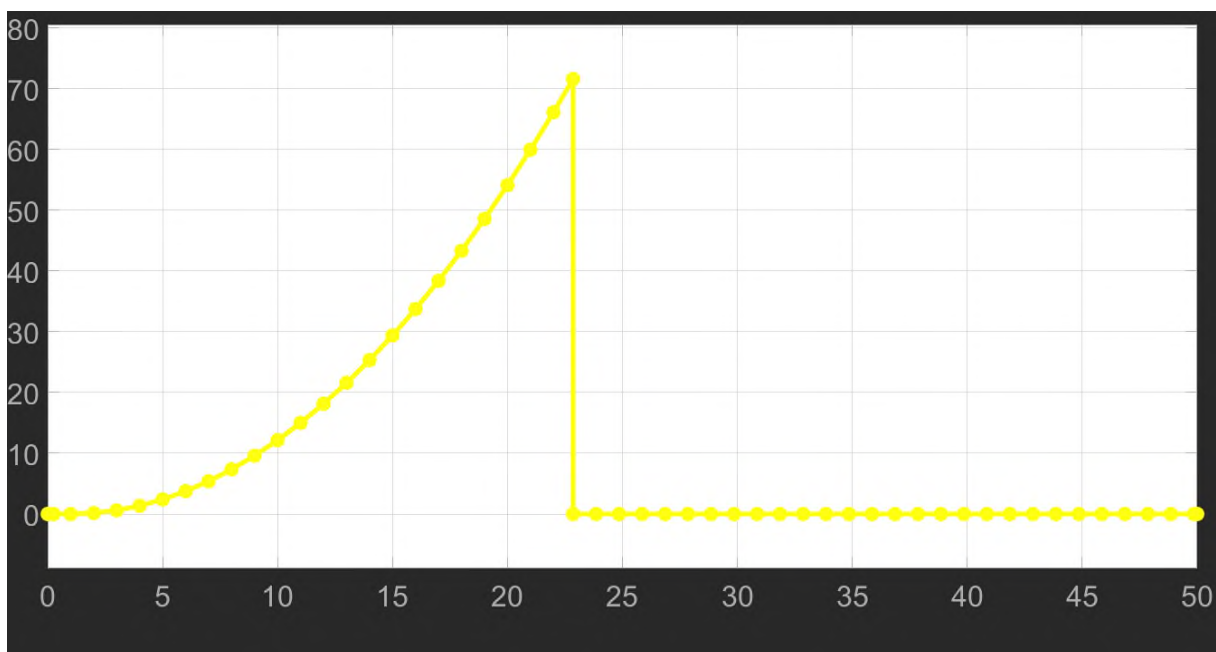


Рисунок 3.5- Режим роботи нагрівника

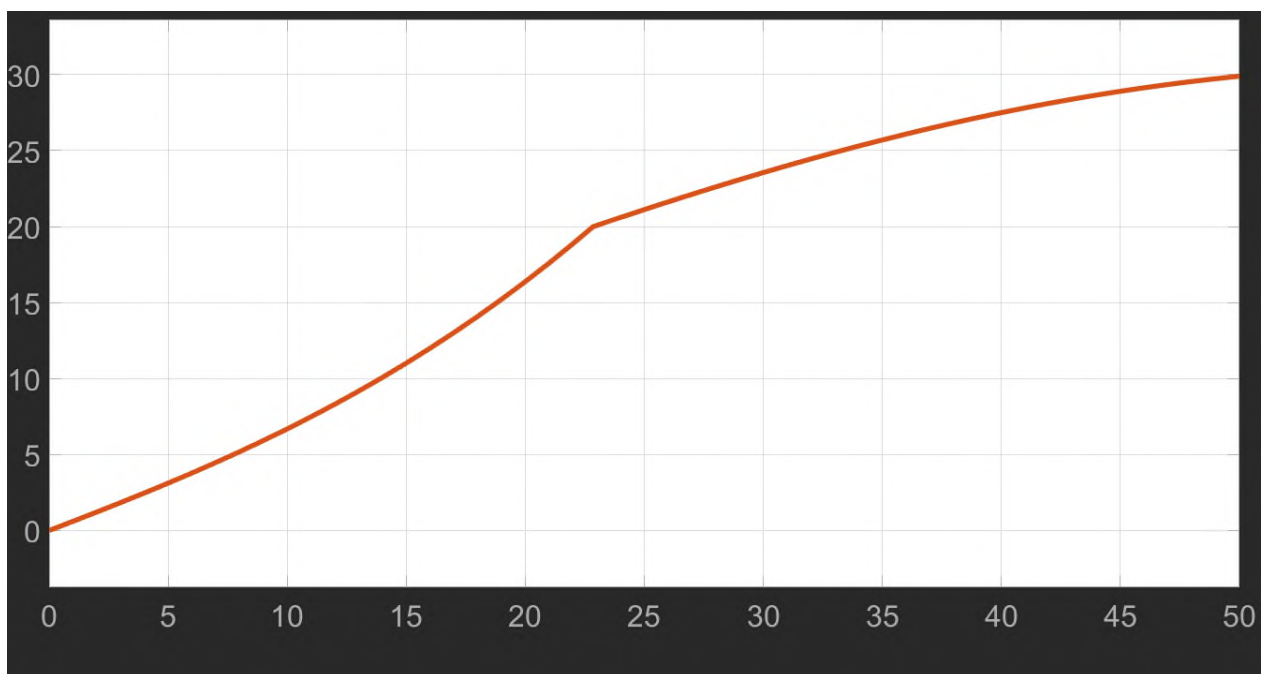


Рисунок 3.6 Встановлення температури в приміщенні

Симулювання на S – моделі проведено в модельному часі.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

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

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

В проєктованому виробі була використана сучасна елементна база. При виборі елементів враховувалося співвідношення між ціною радіоелемента та його технічними характеристиками, а також забезпечення необхідних електричних параметрів та надійності в діапазоні температур, вологості та механічних впливів.

Отже, від вибору елементної бази залежать не тільки технічні характеристики проєктованого пристрою, а й час безвідмовної роботи і здатність працювати при підвищеній вологості чи температурі.

Виходячи із цих умов, вибираємо наступні електрорадіоелементи:

Даний трансформатор являється силовим, випускається в пластинчатому виконанні, призначений для живлення побутової напівпровідникової апаратури. Виготовлений із електротехнічної сталі марки 3311.

Товщина використаної стрічки 0,25мм. Зовнішній вигляд трансформатора показаний на рисунку 4.1.

Даний трансформатор володіє такими електричними параметрами:

- напруга первинної обмотки 220 В;
- кількість вторинних обмоток: 2;
- напруги вторинних обмоток: 24 В;
- допустимий максимальний струм: 1 А.

Отже, даний трансформатор ідеально підходить до проєктованого виробу.

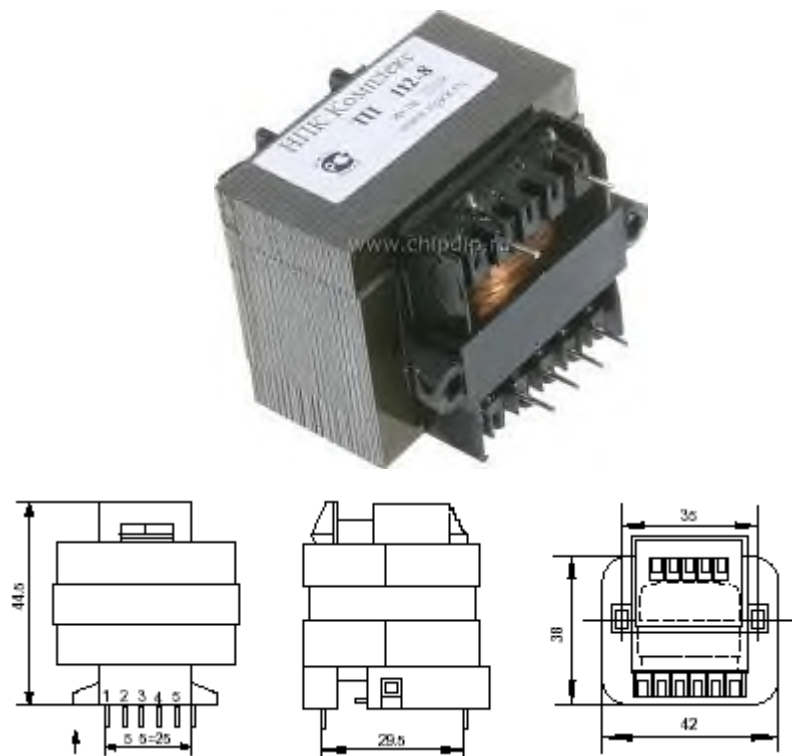


Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд трансформатора ТП1211 Комплекс

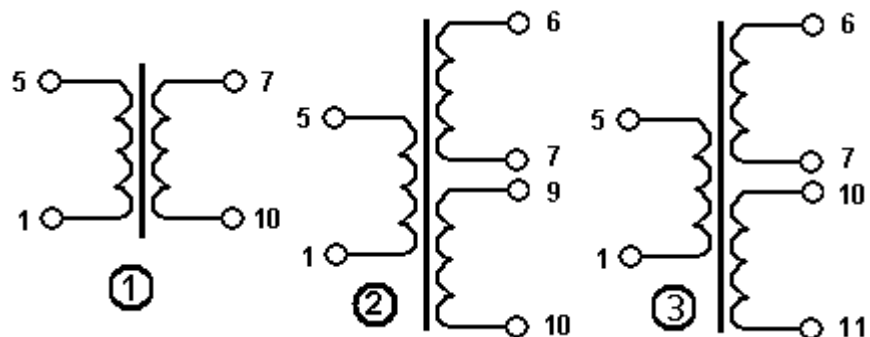


Рисунок 4.2 – Електричні схеми трансформаторів ТП1211 Комплекс

1 загальна схема; 2 типова схема

Оптимальним варіантом вибору постійних резисторів є типу С1-4 виробник фірми «Ресурс» з потужністю 0,25Вт. Вони мають дуже високу стабільність параметрів, малу залежність опору від температури, частоти, напруги, малі габарити і високу надійність. Призначені для роботи в електричних колах постійного, змінного та імпульсного струмів, ці резистори не часто використовуються тому їх дістати буде не легко, але вони є досить точними, також даний тип резисторів є не дорогими, що значно зменшує вартість виробу.

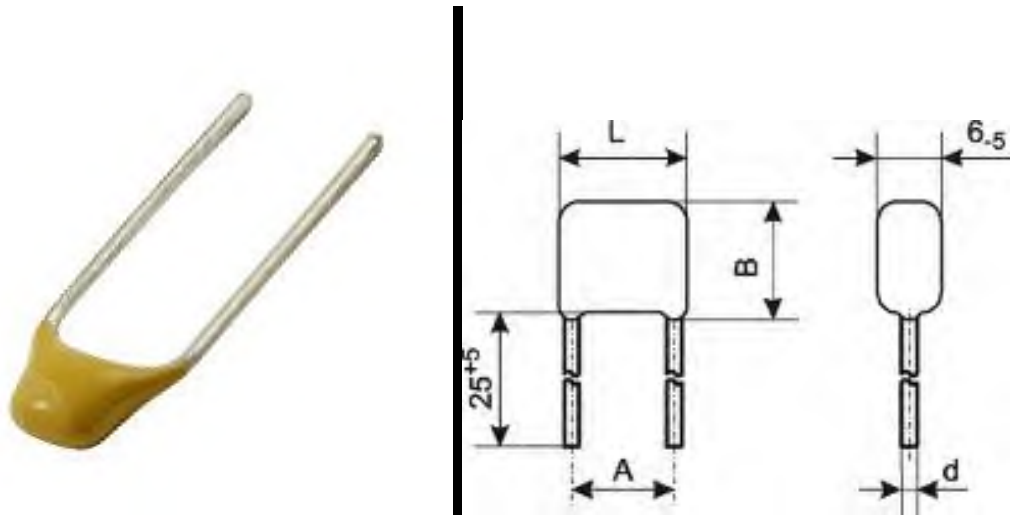


Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд резистора типу С1-4 виробник фірми «Ресурс»

Основні параметри:

- номінальна потужність, Вт.....0,25;
- діапазон номінальних опорів, Ом..... $1 \dots 10 \cdot 10^6$;
- допустиме відхилення опору, %..... ± 1 ;
- максимальна робоча напруга, В.....250;
- діапазон робочих температур, °С..... -50.....+125.

Конденсатори керамічні постійної ємності СС4 – конденсатори монолітні, багат шарові, ізолювані. Використовуються для роботи в колах постійного, змінного та імпульсного струму. По параметрах повністю або частково замінюють конденсатори типів: К10-17, К10-7в, К10-43, К10-47, К10-49.



$$L = 7,5 \text{ мм} \quad B = 7,5 \text{ мм} \quad A = 5 \text{ мм} \quad d = 0,6 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Рисунок 4.4 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри конденсатора СС4

Основні технічні характеристики:

- робоча напруга..... 50В;
- відхилення ємності від номінального значення $\pm 10\%$;
- інтервал робочих температур..... $-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$;
- температурний коефіцієнт ємності $+3,3\%$;
- відносна вологість до 98% ;
- діапазон тиску $6,6-2942 \text{ ГПа}$;
- діапазони ємностей..... $5 \text{ нФ} - 0,1 \text{ мкФ}$;
- група ТКЄ:..... Н20.

Вибираємо їх тому, що вони мають малі габарити, являються дуже дешевими та доступними, їх електричні параметри є задовільними. Використання конденсаторів такого типу дає нам можливість автоматизувати процес виготовлення виробу.

Запобіжники (вставки плавкі) призначені для розриву електричного кола у випадку, коли струм в колі перевищує заданий. Вибираємо даний тип

запобіжника тому, що він надійний в роботі, дешевий та доступний у придбанні, не змінює своїх параметрів протягом тривалого його використання.

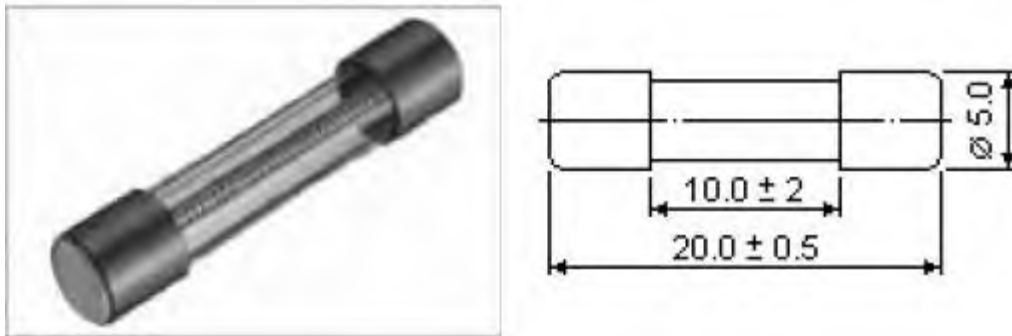


Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд і габаритні розміри запобіжника ВП1-А

Технічні параметри запобіжників:

- матеріал.....кераміка;
- номінальна напруга,В.....250;
- номінальний робочий струм, А.....0,5;
- контакти.....циліндричні;
- довжин корпусу, мм.....15;
- діамет корпусу, мм.....4;
- робоча температура,С.....-60...+100.

Застосовуємо до виробу запобіжник з максимальним робочим струмом 2 А і робочою напругою 250 В.

Даний запобіжник встановлюється в тримачі (див. рис.2.6), котрі за допомогою гайки кріпляться до задньої стінки корпусу приладу.



Рисунок 4.6 – Зовнішній вигляд тримача під запобіжники ВП1-А

Діодний міст МІС 2W10М – діодний міст 2А 1000В в пластиковому корпусі з гнучкими дротяними виводами для монтажу на друковану плату. Застосовується для випрямлення струмів промислової частоти 50/60 Гц. Зовнішній вигляд моста представлений на рисунку 2.12.



Рисунок 4.7 – Зовнішній вигляд діодного моста 2W10

Характеристики моста:

- Іпрям.пост.(max)2А (при температурі корпусу 50°С);
- Узв.пост.(max)1000 В;
- Узв.піков.повт.(max) 1000 В;
- Увх.змінн.(max).....700 В (діюче значення);
- Упрям.пад <1,0...1,1 В (на одному діоді);
- Діапазон робочих температур.....-55°...+125°С;
- Тип корпуса:WOB;
- Аналог2W10, RC207.

Конденсатори електrolітичні алюмінієві полярні з радіальними виводами К50-35 із серії CD110 – призначені для використання в побутовій техніці. Використовуючи конденсатори такого типу дає нам можливість автоматизувати процес виготовлення виробу.



Рисунок 4.8 – Зовнішній вигляд конденсаторів К50-35

Основні технічні характеристики:

- номінальна ємність, мкФ.....0,1-15000;
- номінальна напруга, В.....6,3-450;
- тангенс кута діелектричних втрат:
0,14 – при номінальній напрузі 25 В;
0,10 – при номінальній напрузі 50 В;
- діапазон робочих температур, °С.....-40...+85;
- допустиме відхилення ємності від номіналу, %.±20.

Було використано такі номінали ємностей даного конденсатора: 47 мкФ, 470 мкФ, 1000 мкФ з номінальною напругою 25В.

Вибрано даний тип електролітичного конденсатора у зв'язку з доступністю, дешевизною та відносно хорошою якістю.



Рисунок 4.9 - Зовнішній вигляд термодатчика типу DS18B20

Основні технічні характеристики:

- напруга живлення.....3В;
- відчувачи точності визначення дальност..... $\pm 0,5$ °С;
- відчувачи температура макс..... +100 ° С;
- струм живлення 1 А;
- діапазон напруги живлення..... 3В до 5.5;
- робоча температура, С-40 ... +55;

Інтегральні стабілізатори:

В даному виробі було використано інтегральні стабілізатори таких типів: LM7805СТ.

Інтегральний стабілізатор LM7805СТ – стабілізатор напруги. Для роботи схеми необхідно джерело постійної напруги. Однак напруга на виході найпростішого джерела, виконаного за схемою «трансформатор - випрямляч - фільтр» може змінюватися через коливання опору навантаження, напруги первинного джерела та інших факторів. Якщо відхилення напруги перевищують припустиму величину, до схеми джерел живлення включають стабілізатори - пристрої, які забезпечують малі зміни вихідної напруги.



Рисунок 4.10 - Зовнішній вигляд інтегрального стабілізатора типу LM7805СТ

Основні технічні характеристики стабілізатора LM7812СТ:

- корпусTO220;
- максимальний струм навантаження, А1;
- діапазон допустимих вхідних напруг, В.....до 35;
- вихідна напруга, В12;

Основні технічні характеристики стабілітрона LM7805СТ:

- корпусTO220;
- максимальний струм навантаження, А1,5;
- діапазон допустимих вхідних напруг, В..... 40;
- вихідна напруга, В5;

Транзистор КТС9014С — біполярний транзистор n-p-n провідності. Використовуються в даному приладі через відповідність своїх електричних параметрів параметрам схеми, також при цьому вони мають хороші показники та являються дешевими та якісними.



Рисунок 4.11 - Зовнішній вигляд транзистора типу КТС9014С

Основні технічні характеристики:

- структура..... pnp ;
- макс. напр. до-б при заданому зворотному струмі до і розімкнутого ланцюга е.. (Uкбо макс), В.....45;
- максимально допустимий струм до (Iк макс.)..... 0.1;
- статичний коефіцієнт передачі струму h_{21e} хв..... 100;
- гранична частота коефіцієнта передачі струму $f_{гр}$.МГц150;
- максимальна розсіює потужність, Вт.....0.45;

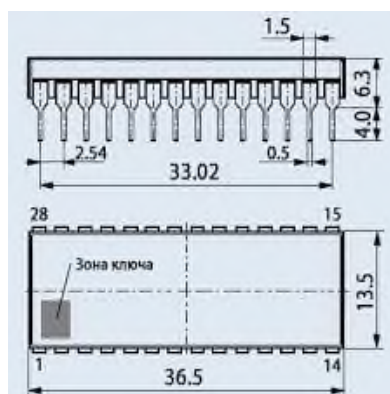
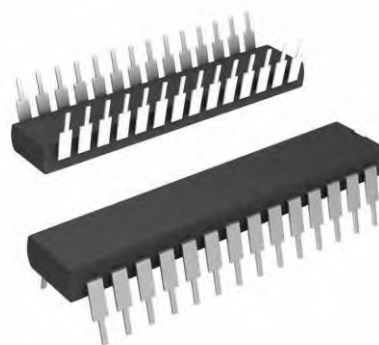


Рисунок 4.12 – Зовнішній вигляд мікросхеми ATMEGA8-16PU

Технічні характеристики:

ядро	AVR
Розрядність.....	8
Тактова частота, МГц	16
Об'єм ROM-пам'яті	8k
Об'єм RAM-пам'яті	1k
Внутрішній АЦП, к-сть каналів.....	23
Напруга живлення, В	4,5 ... 5,5
Температурний діапазон, С.....	-40 ... +85
Тип корпусу.....	DIP28

Для керування роботою пристрою ми використали перемикачі типу РВ-22Е78 виробник фірми «FSM16JH » , при виборі якого ми найбільше опиралися на його розміри, а вже потім на електричні параметри. Даний перемикач є дуже дешевим і якісним, а також поширеним в продажі.



Рисунок 4.13 - Зовнішній вигляд кнопок FSM16JH

- Номінальна напруга.....12 В;
- Опір контактів.....0,1 Ом;
- Опір ізоляції.....100 МОм;
- Максимально допустимий струм.....50 мА;
- Максимальна ємність між контактами.....5 пФ.

Індикатор СА56-12SRWA – це семисегментний індикатор, пристрій відображення цифрової інформації, при виборі якого ми найбільше опиралися на його розміри, а вже потім на електричні параметри. Даний індикатор є дешевим і якісним, а також поширеним в продажі.



Рисунок 4.14 - Зовнішній вигляд семи сегментного індикатора типу

CA56-12SRWA

Основні технічні характеристики:

-додатковий символ	точка;
-матеріал	GaAlAs;
-колір світіння	червоний;
-при струмі Iпр., МА	10 ;
-кількість сегментів	7;
-кількість розрядів	3 ;
-схема включення.	заг. катод ;
-висота знака, мм	14.22 ;
-максимальна пряма напруга, В	2.5 ;
-максимальна зворотна напруга, В	5;
-максимальний прямий струм, мА	30 ;
-робоча температура,	С -40 +85;



Рисунок 4.15– Зовнішній вигляд світлодіода фірми "Планета-СІД"

Електричні параметри:

Колір свічення	червоний;
Довжина хвилі, мкм	0,665;
Сила світла Iv, мккд	900;

Колір лінзи	червоний;
Форма лінзи	кругла;
Пряма напруга, В	2;
Прямий струм, мА	10;
Максимальний прямий струм, мА	22;
Максимальний прямий імпульсний струм, мА	100;
Максимальна зворотня напруга, В	2;
Робоча температура, °С	-60 +70.
Параметри приведені при	t = 25 °С.



Рисунок 4.16 - Зовнішній вигляд реле JZC-4123-24-VDC

Діоди 1N4148 – епітаксіально-планарні кремнієві імпульсні діоди, призначені для роботи в імпульсних пристроях. Конструктивно оформлені в скляному корпусі з гнучкими выводами. Маркуються умовним кольоровим кодом – одною широкою і двома вузькими кольоровими полосками зі сторони позитивного виводу (аноду), 1N4148 – чорними.



Рисунок 4.17 – Зовнішній вигляд діодів 1N4001

Технічні параметри діодів:

Тип діода	Імпульсний
Максимальна постійна зворотна напруга, В	100;
Максимальний прямий струм, А..	0,15;
Максимальний час зворотного відновлення, мкс.	.0,004;
Максимальна імпульсна зворотна напруга, В..	120;
Робоча температура, °С.	-65 150.

За допомогою даної вилки з мережевим шнуром типу ШВП-2-В2×0,75 пристрій вмикається в мережу 220 В (забезпечується живлення пристрою). Вилка розрахована на максимальну напругу 250 В і максимальний струм 6 А частотою 50 Гц.



Рисунок 4.18 – Зовнішній вигляд мережевої вилки У-4 з шнуром ШВП-2-В2×0,75

Отже, всі електрорадіоелементи, які використовуються в даному пристрої обиралися з урахуванням допустимих електричних параметрів, які задовольнятимуть електричну схему, а також враховувались розповсюдженість, вартість та якість елементів.

Допускається заміна комплектуючих деталей, якщо це не порушить якість та технічні характеристики виробу.

4.2 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

В даному пункті виконуємо електричний розрахунок випрямляючого моста VD1 та ємнісного згладжувального фільтра на конденсаторі C3 згідно.

Нижче приведена схема електрична принципова випрямляча і ємнісного фільтра, який зображений на рисунку 4.19.

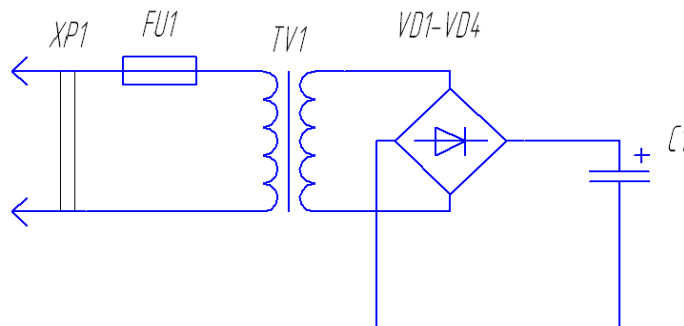


Рисунок 4.19 – Схема електрична принципова випрямляча та ємнісного фільтра

Вихідні дані для розрахунку:

- Номінальна випрямлена напруга $U_0=24$ В;
- Номінальний струм навантаження $I_0=1$ А;
- Коефіцієнт пульсацій $K_{\text{п}0}=0,03$ %;
- Номінальна напруга мережі $U_1=220$ В;
- Номінальна частота мережі $f_{\text{м}}=50$ Гц.

Визначення основних параметрів і вибір діодів.

$U_{\text{зв}}$ – зворотна напруга;

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

$I_{\text{м}}$ – амплітуда імпульсного струму.

В подальшому процесі розрахунку випрямлячів ці значення параметрів діодів уточнюються.

Таблиця 4.1 – Формули для розрахунку мостового випрямляча

A	$U_{зв.}$	$I_{пр.сер.}$	I_m	U_{2x}	I_2
$1,6 \frac{r}{R_f}$	$1,4U_{2x} \approx 1,5U_0$	$\frac{I_0}{2}$	$0,5FI_0 \approx 3,5I_0$	BU_0	$\frac{DI_0}{\sqrt{2}}$

$$U_{зв.} = 1,5 \cdot U_0, \quad (4.1)$$

$$U_{зв.} = 1,5 \cdot 24 = 36(B)$$

$$I_{пр.сер.} = \frac{I_0}{2}, \quad (4.2)$$

$$I_{пр.сер.} = \frac{1}{2} = 0,5(A),$$

$$I_m = 3,5 \cdot I_0 \quad (4.3)$$

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

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

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

Робимо розрахунок опору навантаження.

$$R_H = \frac{U_0}{I_0}, \quad (4.4)$$

$$R_n = \frac{24}{1} = 24(Ом)$$

Визначаємо активний опір обмоток трансформатора.

Попередньо визначаємо потужність навантаження:

$$P_0 = U_0 \cdot I_0, \quad (4.5)$$

$$P_0 = 24 \cdot 1 = 24(Вт)$$

Тоді активний опір обмоток трансформатора $r_{об}$ вибираємо в межах:

$$r_{TP} = (0,05...0,08)R_n, \quad (4.6)$$

$$r_{TP} = 0,07 \cdot 10 = 0,7(Ом) . \quad (4.7)$$

Розрахунок прямого опору випрямляючого діода за наближеною формулою:

$$r_{np} \approx \frac{U_{np.сеп}}{3 \cdot I_{np.сеп}}, \quad (4.8)$$

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

$$r_{np} \approx \frac{1,2}{3 \cdot 1,5} = 0,27(Ом) \quad (4.9)$$

Визначення активного опору фази випрямляча r за формулою:

$$r = 0,7 + 2 \cdot 0,27 = 1,24(Ом) . \quad (4.10)$$

Розрахунок параметрів вторинної обмотки трансформатора.

За формулами визначаємо значення напруги на вторинні обмотці трансформатора в режимі холостого ходу U_{2x} і ефективне значення струму вторинної обмотки I_2 :

$$U_{2x} = \frac{1,5U_0}{1,4}, \quad (4.11)$$

$$U_{2x} = \frac{1,5 \cdot 30}{1,4} = 32,1(\text{В})$$

$$I_2 = \frac{DI_0}{\sqrt{2}}$$

$$I_2 = \frac{2,2 \cdot 3}{\sqrt{2}} = 4,7(\text{А})$$

Визначення ємності конденсатора фільтра за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I_0}}, \quad (4.12)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{8,1654}{1,24 \cdot 0,03} = 219,5(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

$$U_{роб} = \sqrt{2}U_{2x}, \quad (4.13)$$

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 32,1 = 44,94(\text{В})$$

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

Вибираємо електролітичний конденсатор типу СС4 номінальною ємністю 220 мкФ та на робочу напругу 63 В.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

Електричний струм. Протікання електричного струму через живу тканину організму людини викликає різні ефекти. Так, проходячи через організм людини, електричний струм справджує термічну, електролітичну, механічну і біологічну дії.

Термічна дія струму є наслідком перетворення електричної енергії в теплову при проходженні через ділянки тіла людини. Вона виявляється у виді опіків окремих ділянок тіла, нагріванні до високої температури органів, що лежать на шляху протікання електричного струму. При тривалому нагріванні в органах можуть спостерігатися функціональні розлади.

Електролітична дія струму виражається в розкладанні внутрішньоклітинної рідини і крові на позитивні і негативні іони, що викликає зміну їхнього фізико-хімічного складу.

Механічна дія струму виражається у виникненні електродинамічного ефекту, що може спричинити розшарування, розриви тканин організму.

Біологічна дія виявляється в роздратуванні і порушенні живих тканин організму електричним струмом, величина якого значно перевищує рівень біострумів, що може виявлятися в порушенні внутрішніх біоелектричних процесів.

Перераховані дії електричного струму на організм людини нерідко приводять до різних електричних травм, які розділяються на дві основні групи: 1 – місцеві електричні травми; 2 – електричні удари.

Місцеві електричні травми викликають ураження окремих ділянок живих тканин організму людини.

Електричні удари призводять до ураження життєво важливих органів.

При електричних ударах струм впливає на групи м'язів тіла людини, що може привести до судорог, до зупинки подиху чи серця.

До основних місцевих електричних травм відносяться: електричний опік, металізація шкіри, електричні знаки, механічні ушкодження і електроофтальмія.

Електричні опіки виникають у наслідок термічного ефекту при проходженні струму через тіло людини, а також при зовнішньому впливі на нього електричної дуги. Зовнішній вигляд опіків може бути різний – від почервоніння шкіри й утворення міхурів з рідиною до обвуглювання біологічних тканин.

Металізація шкіри зв'язана з дифузією в неї дрібних часток металу у разі ділянки тіла людини до струмоведучої частини чи при частковому розплавлюванні такої частини під дією електричної дуги.

Механічні ушкодження обумовлені судорожним скороченням м'язів тіла, що може викликати їхній розрив чи ушкодження шкірних покривів, нервових волокон, сухожиль, вивих суглобів і навіть перелом кісток.

Електроофтальмія – запалення зовнішніх слизуватих оболонок ока – роговиці і кон'юктиви під дією потужного УФ-випромінювання електричної дуги.

Фактори, що впливають на ступінь ураження людини електричним струмом, є різноманітними. Це насамперед сила струму і час проходження його через організм людини, рід струму (перемінний чи постійний), шлях струму в тілі людини, а при дії перемінного струму – його частота.

Основним фактором, який визначає ступінь ураження людини, є величина електричного струму, що протікає через тіло людини. Цей параметр визначається, в основному, опором рогового шару шкіри, який при сухому її стані і відсутності ушкоджень може складати сотні тисяч Ом. При вологому чи ушкодженому шкірному покриві опір тіла людини падає до сотень Ом. При великих напругах, а також при значному часі протікання струму опір тіла

людини знижується ще більше, що веде до росту струму i , як наслідок – до більш важкого ступеню ураження електричним струмом.

Відповідно до характеру впливу струму на людину, у залежності від його величини він підрозділяється на 4 групи: 1 – невідчутний; 2 – відчутний; 3 – невідпускаючий; 4 – смертельний.

Якщо аналізувати дію перемінного електричного струму частотою 50 Гц на організм людини, то можна вказати наступні порогові значення цих його категорій.

Відчутний струм. Такими вважаються його величини, при яких людина відчуває його дію, але може самостійно звільнитися від проводу чи тієї частини електричної установки які виявилися під напругою. Величина порогу відчутного струму лежить у межах 0,6...1,5 мА.

Струм, при якому потерпілий не може самостійно відірватися від струмоведучих частин, називається невідпускаючим. Порогова величина такого струму знаходиться у діапазоні 8...10 мА.

Смертельним струмом для людини виявляються його величини більші, ніж 100 мА.

Перемінний струм у порівнянні з постійним більш небезпечний. Відповідні дослідження показують, що найбільш небезпечним є перемінний струм частотою 20...100 Гц. Саме цьому діапазону відповідає і струм промислової частоти (50 Гц).

Протікання струму через організм людини може здійснюватися самими різними шляхами. З усіх можливих шляхів протікання струму через тіло людини найбільш небезпечними є ті, при яких уражається головний чи спинний мозок, а також серце чи легені. У першому випадку особливо небезпечними шляхами протікання струму є «голова – права чи ліва рука», «голова – ноги», а у другому – «права чи ліва рука – ноги», «права – ліва рука».

На небезпеку ураження електричним струмом значний вплив роблять і параметри мікроклімату у виробничому приміщенні. Так, збільшення температури, відносної вологості, зниження рухливості повітря приводять до росту виділення вологи на поверхні шкірного покриву, що обумовлює зниження опору шкірних покривів і, як наслідок, – підвищує небезпеку ураження людини електричним струмом.

Захист від дії електричного струму на організм людини реалізується наступними напрямками:

- відповідною конструкцією електричних установок. (До електричних установок відносяться пристрої, що генерують, переробляють, передають і споживають електричну енергію);
- організаційними заходами;
- застосуванням технічних методів і засобів захисту.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Опис існуючих на ділянці способів пожежної сигналізації і пожежегасіння.

Можливість швидкої ліквідації виникненої пожежі залежить від своєчасного повідомлення про пожежу. Розповсюдженим засобом повідомлення є телефонний зв'язок. Найбільш швидким і надійним видом пожежного зв'язку і сигналізації є електрична система, яка складається з 4 основних частин: приладів повідомлювачів, які встановлюються на робочих об'єктах і приводяться в дію вручну або автоматично; приймальної станції, яка приймає сигнали від повідомлювачів і передає їх в приміщення пожежних команд; системи проводів, з'єднуючих прилади повідомлення з прийомною станцією; акумуляторних батарей для електроживлення системи.

Прилади повідомлення можуть бути ручні або автоматичні.

Ручні повідомлювачі виконуються у вигляді кнопок і встановлюються в коридорах.

Автоматичні повідомлювачі в залежності від імпульсу спрацювання розподіляються на димові, теплові і світлові.

Димовий повідомлювач реагує на появу диму, тепловий на збільшення температури повітря в приміщенні і світловий - на випромінення відкритого вогню.

До гасіння пожежі необхідно приступати в початковому періоді, вміло застосовуючи вогнегасні засоби. До основних вогнегасних засобів відносяться: вода, водяний пар, інертні гази, вуглекислий газ, піна, пісок, покривала. Вода є одним з найбільш розповсюджених вогнегасних засобів. Маючи високу теплоємність, вода віднімає від речовини, що горить, велику кількість тепла, понижаючи температуру цієї речовини. Неможна водою гасити електромережі і електроустановки, які знаходяться під напругою, так як через струю води може бути поразення електричним струмом.

Для гасіння пожежі застосовуються ручні вогнегасники і переносні установки. До ручних вогнегасників відносяться пінні, вуглекислотні, вуглекисло-брометилові і порошкові.

Вуглекислотні вогнегасники призначені для гасіння електроустановок, які знаходяться під напругою.

Вуглекисло-брометилові вогнегасники використовуються для гасіння твердих і рідких матеріалів, а також електроустановок, які знаходяться під напругою.

Порошкові вогнегасники призначені для гасіння невеликих пожеж.

Опис способів захисту обслуговуючого персоналу від специфічних для даної ділянки шкідливих факторів впливу на людей.

Шкідливими факторами на виробництві можуть бути: виробничий шум, вібрації, погане освітлення, виробничий пил. Виробничий пил є одним з

розповсюджених шкідливих факторів на виробництві. Виконуючи профілактичні заходи по доведенню пилу в робочій зоні до гранично допустимих концентрацій необхідно:

1) замінити в процесах шкідливі речовини без шкідливими або менш шкідливими, своєчасно очищати приміщення від відходів;

2) автоматизувати виробничі процеси, застосовувати герметичне обладнання при транспортуванні, зволожувати зони пилоутворення, регулярно очищати від пилу обладнання і приміщення;

3) зменшити вмістимість шкідливих домішок в вихідних і кінцевих продуктах, знімати пил з місць її утворення за допомогою су-часних вентиляційних засобів;

4) передбачити аерацію, вводити і збільшувати ефективність механічної витяжної системи, загальної і місцевої вентиляції, застосовувати індивідуальні засоби захисту, такі як: респіратор, протигаз, марлеві пов'язки .

Для захисту робітників від випарів припою, флюсу та розчинників на дільниці складання і монтажу використовують загальну вентиляцію, а також індивідуальну витяжну вентиляцію, яка підводиться до кожного робочого місця і видаляє повітря безпосередньо із зони його забруднення шкідливими речовинами.

Шум і вібрація шкідливо впливають на організм людини. Захист робітників від шуму може здійснюватись, як колективними засобами і методами, так і індивідуальними. В першу чергу використовуються колективні засоби, які по відношенню до джерела шуму поділяються на засоби, що знижують шум на шляху його розповсюдження від джерела до об'єкта і засоби, що знижують шум в джерелі його виникнення. Боротьба з шумом після його виникнення обходиться дорожче і часто є малоефективною.

Застосування засобів індивідуального захисту від шуму доцільне тоді, коли засоби колективного захисту не забезпечують пониження шуму до допустимих

рівнів. Засоби індивідуального захисту від шуму поділяються на протишумові навушники, що закривають вушну раковину ззовні; протишумові вкладиші, що перекривають зовнішній слуховий прохід або прилягають до нього; протишумові каски і шоломи; протишумові костюми.

Вібронезбезпечні умови праці зменшуються застосуванням вібробезпечних машин, засобів віброзахисту, що зменшують вібрацію на шляху її поширення, проектуванням технологічних процесів і виробничих приміщень, що забезпечують не перевищення норм вібрації на робочих місцях, організаційно-технічними заходами направленими на покращення вібраційних параметрів. Засоби індивідуального захисту від вібрації по місцю контакту оператора з вібруючим об'єктом поділяються на засоби для рук і для тіла оператора.

Висновки

Згідно даного дипломного завдання було розроблено інформаційно вимірювальна система контролю опалення в приміщеннях.

Описана конструкція стабілізатора напруги 0 15В з регулюючим захистом по струму, розраховано його основні технічні параметри, проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації та показники собівартості.

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

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

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

Використання сучасної елементної бази дозволило зменшити його габарити і масу, забезпечити високий рівень вібростійкості та надійності.

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

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

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

Проведений аналіз процесу теплообміну і симулювання на математичній моделі дозволяють підібрати характеристики використовуваних пристроїв для отримання бажаного ефекту від їх використання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. В. О. Яцук, Т. З. Бубела, М. М. Микийчук, Є. В. Походило, “Забезпечення метрологічної надійності в розпорошених вимірювальних системах”, Вимірювальна техніка та метрологія, т. 79, № 3, с. 71–82, 2018.
2. Data-Acquisition-Handbook, A Reference For DAQ and Analog & Digital Signal Conditioning, 2012, MA, USA: Measurement Computing Corporation, [Online]. Available: (<http://www.mccdaq.com/pdfs/anpdf/Data-AcquisitionHandbook.pdf>)
3. R. Matviiv, Y. Yatsuk, V. Yatsuk, “Development of Portable DC Voltage Calibrators with Additive Offsets Adjusting”, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no. 5/9 (95), с. 35–42, 2018.
4. V. Yatsuk, T. Bubela, M. Mykyjchuk, Je. Pokhodylo, “Ensuring metrological reliability in dispersed measuring systems”. Measuring equipment and metrology, vol. 79, no. 3, p. 71–82, 2018.
5. Нормування показників надійності технічних засобів : навчальний посібник / О. М. Васілевський, О. Г. Ігнатенко. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с.
6. Методичні вказівки по виконанню електричних розрахунків каскадів радіоелектронної апаратури - ТК ТДТУ, 2002р.
7. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТК ТДТУ, 2002р.
8. Коротков И. А. Вольтметр на ICL7135 и особенности подключения индикаторов - Радиоаматор №11, 2003р., С. 22.
9. Жидецький В. Ц. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник/ за ред. В. Ц. Жидецького - Львів: Афіша, 2000.- 352 с.
10. Розрахунок надійності й імовірність безвідмовної роботи елементів проєктованого виробу / Б. А. Чуй, Д. П. Білостоцький, Я. В. Зерук, Т. С. Дубиняк // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних

технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 1. — С. 144–145. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).

11. Тестування розрахованого каскаду мостового випрямляча в системі MICROCAP-8 / Мирослава Іванівна Яворська, Тарас Степанович Дубиняк, В. Невожай, М. Пошивак // Матеріали Міжнародої науково-технічної конференції „Міцність і довговічність сучасних матеріалів та конструкцій“, 10-11 листопада 2022 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. — С. 142–144. — (Нові та сучасні матеріали та технології).

12. І. Партола, П. Щудлик, В. Невожай, Т. Дубиняк МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ ПРИ ОБІГРІВУ ПРИМІЩЕННЯ Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів «АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 6-7 грудня 2023 року 4 A43 Actual problems of modern technologies: book of abstracts of the XII International scientific and practical conference of young researchers and students, (Ternopil, December, 6th-7th, 2023) / Ministry of Education and Science of Ukraine, Ternopil Ivan Puluj National Technical University [and other.]. – Ternopil: PE Palianytsia V.A., 2023. – 500. ISBN 978-617-7875-71-9