

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: *Мікропроцесорний електронавоцувач*

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Лецьків А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Паляниця Ю.Б.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 24 » 05 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(Назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Леськіву Андрію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мікропроцесорний електронавоцувач

Керівник роботи Дунець Василь Любомирович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » 05 2023 року № 4/7-574 .

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

та вихід на міську телефонну лінію. _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Основна частина

2. Охорона праці та безпека життєдіяльності

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

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

1. Структурна схема

2. Схема електрична принципова

3. Плата друкована

4. Друкований вузол.

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікропроцесорний електронавощувач». Кваліфікаційна робота бакалавра // ТНТУ ім. І.Пулюя, ФПТ, група РА-41. // Тернопіль, 2023р. //с.-70, рис.-27, табл.-2, бібліог.–7, додат.-10.

Ключові слова: електронавощувач, схема структурна, схема функціональна, схема електрична принципова, друкований вузол.

У кваліфікаційній роботі розроблено електронавощувач з мікроконтролерним керуванням. Проведено схемотехнічне та конструкторське проектування приладу.

Основні технічні характеристики електронавощувача з мікроконтролерним керуванням:

- напруга живлення 220 В +/- 20%;
- вихідна напруга ~ 4В;
- максимальний вихідний струм - 25А;
- потужність віддається в навантаження - 100Вт;
- час включення вихідної напруги - від 1 до 10сек.

При виконанні кваліфікаційної роботи розглянуто основні етапи проектування та застосування радіотехнічної апаратури.

ANNOTATION

Theme of qualification work: «Microprocessor electronic heater» // TNTU, FPT, PA-41 group. // Ternopil, 2023 // Pages.-70, fig.-27, tables -2, bibliog. – 7, appendix-10.

Key words: Electronic heater, structural diagram, functional diagram, basic electrical diagram, printed unit.

In the qualifying work, an electronic heater with microcontroller control was developed. Schematic and structural design of the device was carried out.

The main technical characteristics of an electronic heater with a microcontroller:

- supply voltage 220 В +/- 20%;
- output voltage ~ 4В;
- maximum output current - 25А;
- power is given to the load - 100Вт;
- the time of switching on the output voltage - від 1 до 10сек.

When performing the qualification work, the main stages of designing and using radio equipment were considered. on work, the main stages of designing and using radio equipment were considered.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Основна частина (проектно-конструкторський розділ).....	9
1.1 Аналіз завдання.....	9
1.1.1 Обґрунтування актуальності теми дипломного проекту.....	9
1.1.2 Аналіз інформації	17
1.2 Проектування схемотехнічне	18
1.2.1 Розробка і розрахунок структурної схеми виробу.....	18
1.2.2 Проектування і розрахунок електричної принципової схеми.....	36
1.2.3 Вибір і обґрунтування компонентної бази.....	44
1.3 Проектування конструкторське.....	49
1.3.1 Розробка конструкції друкованого вузла і компоновки.....	49
1.3.2 Оптимізація компоновки, друкованого вузла.....	54
1.3.3 Розрахунок і забезпечення вимог по надійності.....	60
1.4 Висновок до розділу 1.....	62
2 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	63
2.1 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах	63
2.2 Таксонометрія небезпек.....	66
2.3 Висновок до розділу 2.....	68
Висновки.....	69
Список використаних джерел.....	70
Додатки.....	71

					<i>ЛАВ 2.030.010 ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Леськів А.В.			Мікропроцесорний електронавощувач Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дунець В.Л.					6	
Консультант						ТНТУ, ФПТ, РАс-41		
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.						
Затверд.		Дунець В.Л.						

Вступ

Україна має розвинене бджільництво і дала світові видатних вчених-бджолярів: І. І. Корабльова, О. Х. Андріяшева, В. Ю. Шимановського, В. Ф. Ващенко, М. Л. Боровського, В. А. Нестерводського, М. Михалевича та багатьох інших.

Бджільництво, при всіх проблемах тваринництва, зберегло себе як галузь, успішно витримало болісне входження нашого сільського господарства в ринкову економіку. Цьому, в основному, сприяло те, що приватний сектор у бджільництві становив 80%, і те, що в пасічники йшли і йдуть люди одержимі, для яких це і професія, і хобі на все життя.

Валове виробництво меду на пасіках всіх категорій господарств становить від 40 до 60 тис. т. Рекордний показник був у 2005 р. – 71 тис. т., 2006 р. – 75 тис. т.

Напевно, сьогодні навіть маленька дитина знає про те, що лікування продуктами життєдіяльності бджіл набагато продуктивніше і натуральніше, ніж дорогими фармацевтичними препаратами в Україні. Медом та іншими продуктами, що продукуються медоносною бджолою здавна лікували практично будь-яку хворобу, інфекції, простудні та шкірні захворювання, хвороби шлунка і суглобів.

Відзначаючи прибутковість галузі, як завдяки виробництву меду, так і інших продуктів бджільництва, слід зазначити, що найвища прибуток забезпечується за рахунок запилення ентомофільних сільськогосподарських культур.

Наша держава здійснює підтримку бджільництва шляхом реалізації широкого спектру заходів: адаптація законодавства до сучасних реалій та тенденцій, створення племінних господарств та селекційних підприємств, інформаційна підтримка та логістика, випуск спеціалізованих тематичних журналів та багато іншого. Неможливо обійти увагою той факт, що в 1989 р. був створений Інститут бджільництва, який у 2005 році отримав

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

статус Національного наукового центру. Таким чином наука стала невідємним помічником, який робить неоціненний вклад у розвиток бджільництва, піднімаючи показники якості продукції та продуктивності праці.

Безумовно, робота з бджолами потребує від працівника великої кваліфікації в різних галузях: біологія, фізіологія, столярна справа, механіка і т.д. Значна частина технологічних процесів (перевезення вуликів із зимівника і назад, до медоносів; регулярні профілактичні та протиroyові огляди, відкачування меду, перги і т.д) вимагаю значних зусиль і великої кількості людиногодин, що негативно впливає на продуктивність праці. Покращити вказані показники допомагає механізація та автоматизація праці. Застосування різного роду пристосувань дає змогу полегшити і таку операцію як навощування рамок, що є визначальною для здоров'я бджоло сім'ї в першу чергу та для збереження естетичних та санітарних показників медо-пергової продукції (зокрема мед в сотах) та підвищити економічний ефект, пов'язаний із здачею воску на вторинну переробку.

Застосування електронавощувача за продуктивністю перевищує процес навощування вручну. за 1 годину бджоляр готує 100-120 рамок.

На сучасному ринку присутня виробництва Росії та Європи. Такі електронавощувачі мають високі техніко-економічні характеристики та характеризуються високою вартістю. Тому виникає необхідність розробки нової конструкції пристрою, який повинен характеризуватися невисокою вартістю, надійно в польових умовах, забезпечувати зручність користування та налаштування параметрів.

					<i>ЛАН 2.030.010 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Основна частина

1.1 Аналіз завдання

1.1.1 Обґрунтування актуальності теми дипломного проекту

У практиці бджільництва існує багато прийомів і способів кріплення вощини до дроту рамок, від яких залежить якість відбудовуємо стільників бджолами. Всі вони засновані на застосуванні спеціального обладнання.

Лекало необхідне для робіт з прикріплення вощини до рамок. Воно повинно бути зробленим з цілої дошки товщиною 12 мм. Довжина лекала 410 мм, ширина 260 мм. Знизу до нього прибивають дві планки, на кінці яких укладають рамку при навощуванні.

До верхнього бруска рамки вощина кріпиться накатуванням. Поверхня ролика катка рифлена. При наоченні краю листа вощини ролик повинен захоплювати половину ширини бруска. Замість катка можна застосовувати дерев'яні брусочки.

Впаюють дріт у вощину за допомогою шпори. На поверхні металевого коліщатка шпори діаметром 22 мм зроблені дрібні зуби з виїмкою по колу, глибина якої повинна відповідати діаметру дроту.

Зручна для вдавлення дроту в вощину спеціальна гребінка, рівна по довжині натягнутого в рамці дроту. На нижній кромці планки на рівній відстані один від одного зроблені 20-25 пропилів, в яких укріплені залізні пластинки, виступаючі на 8-10 мм. Прикладаючи планку пластинками до дроту, легким натисканням вдавлюють її в товщу листа вощини на необхідну глибину.

Комбінований (універсальний) коток призначений для прикочування краю вощини до верхнього бруска, а також для впаювання в неї дроту рамки. Складається каток з ручки 1, металевого стержня 2, рифленого валика 3 і зубчастого диска шпори 4.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рівномірного впаювання дроту в вощину поверх останньої укладають дерев'яний прес .

У польових умовах в якості джерела електроенергії використовують акумулятор автомашини .При електронавощуванні ряд бджолярів успішно користуються лекалом і трансформатором на 12 В. До кутів лекала по діагоналі при натягуванні дроту в рамці в три ряди прикріплюють контактні шини у вигляді металевих пластинок (при чотирирядна розміщенні дроту в рамці пластинки прикріплюють на одній торцевій стороні лекала) . До контактних шин від трансформатора підведені дроти. Рамку з дротом укладають на вощину дошки-лекала. При цьому кінці дроту під'днуються до електроконтактів . Для рівномірного вплавлення дроту в вощину рамку злегка притискають . Струм включають за допомогою кнопки , вмонтованої в брусок дошки-лекала.

Заслуговує на увагу спеціальний прилад і подвійне лекало , сконструйовані в НДІ бджільництва. Прилад забезпечений електронним реле часу , що перериває електричний ланцюг після закінчення часу , необхідного для нагрівання дроту , і силовим трансформатором потужністю 25 Вт При включенні приладу в мережу на його щитку спалахує червона лампочка ; горіння зеленої лампочки покаже час проходження електричного струму по дроті рамки.

Підготовлену до навощування рамку 1 поміщають у виїмки дошки-лекала 2 на контактні шини 3 . У просвіт рамки на дріт кладуть лист вощини 4 і притискають пресом 5. З натисканням пускової кнопки на щитку приладу струм починає надходити до дроту рамки 6, при цьому дріт нагрівається і прикріплюється до аркуша вощини. За час , поки дріт остигає , перемиканням регулятора 7 пускають в роботу другий лекало . Витрати часу при електронавощуванні за допомогою приладу та подвійного лекала в порівнянні з ручним навощуванням скорочуються в 2,5-3 рази.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

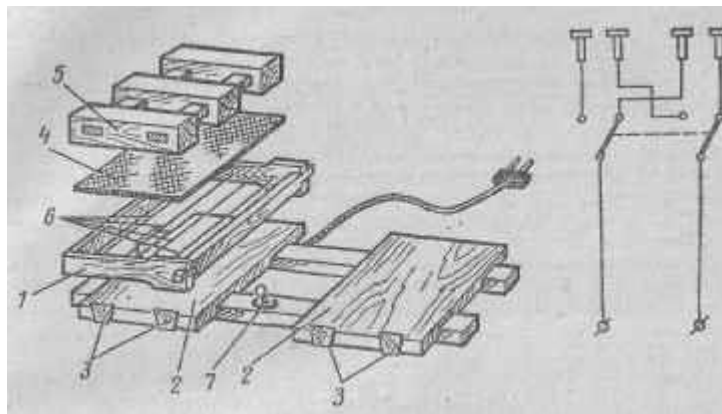


Рисунок 1.2 – Подвійне лекало і схема його роботи

Електронавощувач вуликів рамок НР-2. Конструкція електронавощувача НР- 2 розроблена ОПКБ НДІ бджільництва (пропозиція Пасечніченко Н. А.) – призначений, для фіксування вощини на раці стандартних розмірів і рекомендується для використання на аматорських і електрифікованих пасіках дрібних підприємств у всіх зонах країни. Пристрій забезпечується трансформатором, що знижує напругу з 220 до 12 В. Продуктивність , рамок / год: 435X300 мм -200 , 435x230 - 230 , 435X145 мм - 300. Трансформатор ОСТ- 0 , 315У2 . Споживана сила струму трансформатора не більше 6 А , напруга на вихідній обмотці трансформатора не більше 12 В. Потужність трансформатора 0,315 кВт *год .

Основні розміри , мм : довжина 425 , ширина 330 , висота 63 . Маса 3,5 кг. Вказівки по експлуатації: електронавощування рамок здійснюється на сертифікованих пасіках в приміщеннях при . температурі від 18 до 40 і відносній вологості повітря до " 80 %; трансформатор підключити до мережі змінного струму напругою 220 В; штекери (12 В) з'єднати з вхідними клемми електронавощувача; на лекало накласти вощину . Рамку покласти на вощину , злегка притиснути й увімкнути струм кнопкою ; дріт рамки , пропускаючи електричний струм , нагрівається і силою тяжіння постійних магнітів , що знаходяться в корпусі лекала , рівномірно опускають в вощину; при відключенні кнопкою електричного струму дріт

										Лав 2.030.010 ПЗ	Арк.
											12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

рамки остигає і фіксує на ній вощину , забезпечуючи при цьому високу якість навощування.

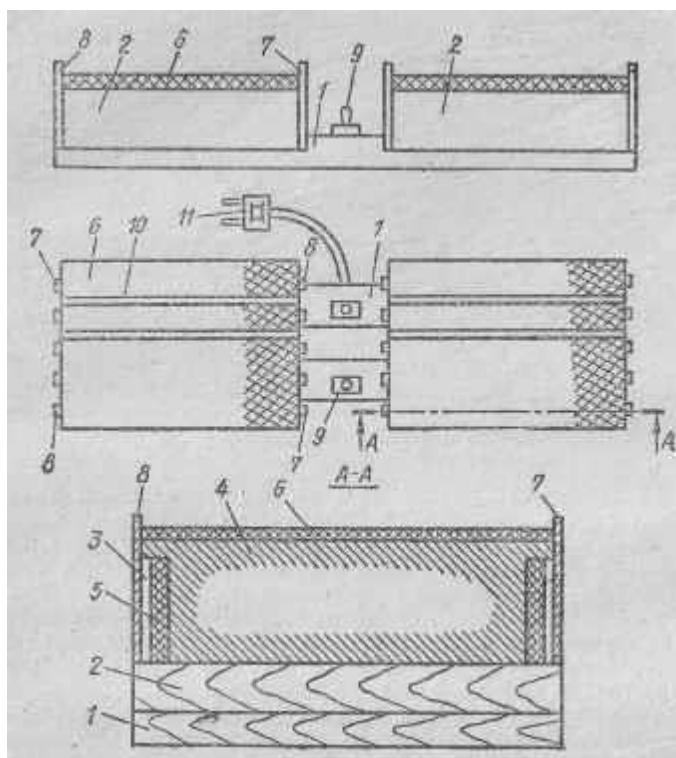


Рисунок 1.3 – Пристрій для електронавощування рамок Н. А. Пасечніченко

При підключенні лекала до виходу низької напруги трансформатора необхідно встановити спеціальні штекери, що виключають можливість включення безпосередньо лекала в мережу 220 В. Пристрій містить підставу 1 з розташованими на ньому двома лекалами 2 , кожне з яких має поздовжні пази 3, сердечники 4 з прямокутними магнітами 5, які розташовані паралельно один до одного і поздовжньої осі дротів рамки. При цьому магнітні елементи знаходяться в безпосередній близькості до проводів рамки, що дозволяє здійснювати безконтактні впаювання дротів у вощину. На верхній частині кожного лекала розміщені пластини 6 з рифленою площиною у вигляді мікрочарунок, тому вощина не прилипає до пластин. Торцеві сторони кожного лекала оснащені упорами 7, верхня частина яких встановлена в одній площині з електроконтактними шинами 8.

Таке розміщення упорів сприяє встановленню всіх дротів в рамці в одну площину, що дуже важливо в момент електронавощування рамок всіх

										ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
											13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

розмірів. При цьому деякі упори виконують роль електроконтактних шин. Нижня частина цих упорів зроблена таким чином, що до них можна кріпити електропроводи, що йдуть від перемикача 9. Для електронавощування рамок різних розмірів лекала забезпечені подовжніми пазами 10, розміщеними паралельно магнітним елементам. Глибина пазів дозволяє встановлювати в них нижні бруски вуликів рамок різних розмірів. Для включення лекала в мережу мається вилка. Пластини лекала можуть бути виготовлені з ДВП, рифлена поверхня якої має вигляд мікрочарунок. Лекало працює таким чином.

Вилку включають у мережу силового трансформатора з вихідною напругою 12 В. На пластини одного з лекал, попередньо змочені водою, укладають лист вощини, на яку встановлюють рамку. Для вирівнювання дротів на рамку натискають. Потім перемикачем включають струм, який надходить до проволокам і нагрівають їх. Нагрітий струмом дріт за допомогою магнітних елементів притягуються і рівномірно впаюються в середину листа вощини. Через 2-3 секунди струм вимикають. Поки дріт остигає, готують до роботи інше лекало. Завдяки магнітним елементам у лекала здійснюється безконтактне закріплення дротів до середостіння листа вощини.

Електронавощувач рамок призначений для швидкого кріплення листів вощини на рамку. Живиться від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Габаритні розміри 125x90x90 мм, маса не більше 1,9 кг. Порядок роботи. Підготувати рамку для навощування: натягнути кріпильний дріт; зверху на кріпильну дріт покласти лист вощини (лист вощини повинен бути рівним); приєднати затискачі типу «крокодил» - один до початку, а інший до кінця кріпильної дроту. Підключити електронавощувача до мережі змінного струму напругою 220 В. Перевести тумблер в положення «ВКЛ». Електричний струм проходить через кріпильну дріт, остання нагрівається і упаюється в лист вощини. Тумблер повинен знаходитися в положенні «ВКЛ» до тих пір, поки дріт не почне

										ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
											14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

проглядатися крізь вощину , після чого тумблер вимкнути (для електронавощування рамок бажано використовувати кріпильну дрiт Діаметром не більше 0,5 мм. При більшому діаметрі дроту якість навощування погіршується).

Навощувач електричний типу ЕН призначений для навощування вуликів рамок розміром 435x300 мм , 435x230 , 435x145 мм. Складові частини електронавощувача - блок живлення і дошка лекальна. Електронавощувач живиться від мережі змінного струму напругою 127 або 220 В, частотою 50 Гц; блок живлення при навантаженні забезпечує номінальну вихідну напругу змінного струму 6, 8, 10 і 12 В частотою 50 Гц; споживана потужність при номінальних напругах живлення не більше 60 Вт; навощувач допускає підключення навантаження потужністю не більше 40 В. Основні розміри і маса складових частин навощувача ЕН, мм: блок живлення - довжина 210, ширина 110, висота 150, маса 2,2 кг; дошка лекальна відповідно 420, 280, 60, 1,9. Конструктивно блок живлення складається з панелі (на одній стороні її кріпляться всі складові елементи електричної схеми, а на іншій - ручки керування), корпусу з ручкою і шнурів для під'єднання живлення , дошки-лекала (ДЛ); лекало (ДЛ) складається з гладкої дошки, дроту, гнізд приєднання, прорізів для установки різного виду рамок і мікровимикачів. Блок живлення являє собою трансформатор, на первинну обмотку якого подається напруга живлення, а з вторинної обмотки знімається вихідна напруга . Величина вихідної напруги визначається кількістю задіяних витків вторинної обмотки трансформатора, яка встановлюється перемикачем «ВИХІД», «В». Напруга з виходу блоку живлення подається на дошку ДЛ , на якій розташовуються вощина і одна з рамок. Дрiт рамки при накладенні на дошку ДЛ стикається з контактами дошки ДЛ і вощиною , нагрівається під дією струму при натисканні на кнопку дошки ДЛ і занурюється в вощину. Правила безпечної роботи. Кожух блоку захищає від випадкового дотику до частин, що знаходяться під напругою; включати електронавощувача ЕН в мережу дозволяється тільки

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

при встановленому і закріпленому кожусі блоку живлення; забороняється знімати кожух БП, коли він підключений до мережі; блок живлення має пристрій для блокування напруги при знятті кожуха.

Існує також і ручний варіант навощувача з електропідігрівом.



Рисунок 1.4 – Каток електричний для навощування "ПРО"

Електричний каток для навощування – це ручне пристосування для кріплення вощини до заздалегідь натягнутому дроті рамки. Живлення від мережі 220В. За рахунок постійного нагрівання зубчастого диска досягається швидке і якісне вплавлення дроту рамки у воскову вощину.



Рисунок 1.5 – Електронавощувач ЕНВ-100 (Росія)

Електронавощувач ЕНВ-100 – це потужний навощувач, призначений для прикріплення вощини до дроту (впаювання дроту в вощину) при виготовленні рамок. Завдяки високій потужності, на відміну від існуючих,

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

дозволяє вплавляти до 5 дротів одночасно. Відмінною особливістю є і наявність регульованого таймера, що значно збільшує якість кріплення вощини до дроту і продуктивність праці бджоляра. Основні Технічні Дані: напруга живлення $\sim 220\text{В} + / - 20\%$, 50Гц; вихідна напруга $\sim 4\text{В}$; максимальний вихідний струм - 25А; потужність віддається в навантаження - 100Вт; час включення вихідної напруги - від 1 до 10сек; габаритні розміри - 140 x 75 x 190мм; маса - 2,1 кг. Для зручності навощування рамок використовують спеціальне лекало. Живлення від мережі 220 Вольт. 24v/60va.



Рисунок 1.6 – Електронавощувач (Німеччина)

1.1.2 Аналіз інформації

Основні характеристики, які потрібні для побудови даного приладу, як основної складової системи, наступні:

- Напруга живлення 220 В +/- 20%;
- Вихідна напруга $\sim 4\text{В}$;
- Максимальний вихідний струм - 25А;
- Потужність віддається в навантаження - 100Вт;
- Час включення вихідної напруги - від 1 до 10сек.

Щодо вимог по надійності то прилад повинен відповідати вимогам ГОСТ23145-82.

Ймовірність безвідмовної роботи приладу повинна бути не менше 0,9, напрацювання на відмову 12000 годин.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Термін служби приладу повинен бути не менше 6 років.

Час безперервної роботи приладу – 24 години.

1.2 Проектування схемотехнічне

1.2.1 Розробка і розрахунок структурної схеми виробу

1.2.1.1 Побудова блоку живлення для навощувача.

Найчастіше для побудови навощувачів використовують лінійні блоки живлення через їх надійність і стійкість до перевантажень та можливість роботи у важких електричних та кліматичних умовах.

Центральним компонентом лінійних блоків живлення є трансформатор. Трансформатором називається статичний електромагнітний пристрій, дія якого базується на явищі електромагнітної індукції і який призначений для перетворення електричної енергії змінного струму з параметрами U_1, I_1 в електричну енергію змінного струму з параметрами U_2, I_2 при незмінній частоті.

Енергія з первинної обмотки трансформатора у вторинну передається з допомогою змінного магнітного поля, а гальванічний зв'язок між обмотками відсутній.

Трансформатори застосовуються в енергосистемах, в системах автоматики, телемеханіки, обчислювальної техніки, зв'язку, а також в системах живлення радіопристроїв.

Трансформатори джерел живлення радіопристроїв призначені для перетворення напруг електричних мереж в напруги, необхідні для живлення електронної апаратури.

Трансформатори живлення можна класифікувати за наступними ознаками:

- в залежності від виду трансформації – підвищувальні і знижувальні;

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- в залежності від числа фаз перетворюваної напруги –однофазні і трифазні;
- в залежності від числа обмоток –двохобмоткові і багатообмоткові;
- в залежності від способу охолодження – сухі і масляні;
- в залежності від конфігурації магнітопровода –стержневі, броневі і тороїдальні.

Основними частинами трансформатора є магнітопровід і котушка з обмотками.

В залежності від способу виготовлення магнітопроводи трансформаторів поділяють на два види: пластинчаті і стрічкові. За конфігурацією магнітопроводи розділяють на три основних види: стержневі, броневі і тороїдальні.

Матеріалом для магнітопроводів служить листова електротехнічна сталь різної марки і товщини, гарячої прокатки і холоднокатана. Від вмісту кремнію, який відображений в марці сталі, а також від товщини листа залежать втрати потужності в магнітопроводі спричинені вихровими струмами.

Пластини магнітопровода отримуються шляхом штамповки листової сталі відповідних марок і для зменшення вихрових струмів пластини ізолюються одна від одної шаром ізоляційного лаку, або оксидною плівкою. Збірка магнітопроводів може проводитись встик – що дешевше, і внахльст – що дозволяє зменшити магнітний опір магнітопроводу і збільшити механічну міцність.

Все більш широкого застосування знаходять стрічкові магнітопроводи, які в порівнянні з пластинчатими допускають магнітну індукцію на 20–30% вище, втрат в них менше, заповнення об'єму магнітопровода і ККД трансформатора вище. Виготовляються стрічкові магнітопроводи із стрічок рулонної сталі; попередньо стрічки покриваються ізолюючим та склеюючим розчином.

										Лав 2.030.010 ПЗ	Арк.
											19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Найкращими магнітними властивостями: найменшим магнітним опором, мінімальною індуктивністю розсіювання і чутливістю до зовнішніх магнітних полів володіють тороїдальні магнітопроводи, але виготовлення обмоток в даному випадку може проводитись лише на спеціальних станках човникового типу.

Обмотки трансформатора виконують з мідного чи алюмінієвого дроту і розміщують на гільзі чи каркасі. При виготовленні котушки з обмотками використовуються ізоляційні міжобмоткові, міжшарові і зовнішні прокладки. Обмоточні дроти маркуються по діаметру, типу ізоляції та нагрівостійкості. Для підвищення електроізоляційної міцності трансформатори після зборки просочують електроізоляційними лаками, трансформаторними оливами, а інколи заливають спеціальними компаундами .

В трансформаторах малої потужності ближче до стержня розміщують обмотку високої напруги, що дозволяє зменшити вартість трансформатора, оскільки середня довжина витка обмотки високої напруги, яка виконується із дорогого дроту малого січення, отримується в цьому випадку меншою.

Найпоширенішими є пластинчасті магнітопроводи. Пластини магнітопровода отримуються шляхом штамповки листової сталі відповідних марок і для зменшення вихрових струмів пластини ізолюються одна від одної шаром ізоляційного лаку. Все більш широкого застосування знаходять стрічкові магнітопроводи, які в порівнянні з пластинчастими допускають магнітну індукцію на 20–30% вище, втрат в них менше, заповнення об'єму магнітопровода і ККД трансформатора вище.

Враховуючи при цьому, що при частоті 50 Гц для магнітопроводів використовуються сталі наступних марок: 1511,1512, 1513, 3411, 3412, 3413, при цьому товщина стальных листів чи стрічки 0,5 або 0,35 мм. При підвищених частотах (400Гц і вище) використовують сталі марок 1521, 1561, 1562, 3421, 3422, 3423 з товщиною пластин чи стрічки 0,2; 0,15; 0,1; 0,08 або 0,05 мм.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконаних як на дискретних елементах, так і на ІМС. Для живлення багатьох промислових пристроїв та установок необхідно змінювати значення випрямленого струму або напруги, що здійснюється за допомогою керованих випрямлячів.

Залежно від кількості фаз джерела випрямленої напруги розрізняють одно- та багатофазні (як правило, трифазні) випрямлячі. За потужністю випрямлячі бувають малої, середньої та великої потужностей.

Для живлення пристроїв електронної апаратури найчастіше використовують малопотужні випрямлячі, що працюють від однофазної мережі змінного струму. Такі випрямлячі називаються однофазними. Вони поділяються на одно - та двопівперіодні, мостові, а також випрямлячі з множенням напруги.

Структурну схему блоку живлення електронного пристрою показано на рисунку 1.8, а принципову електричну, що відповідає даній структурній, наведено на рисунку 1.9.

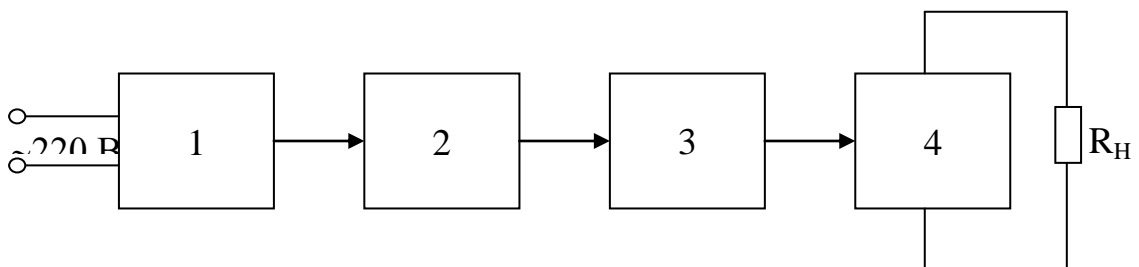


Рисунок 1.8 – Структурна схема джерела живлення радіоелектронного пристрою.

Елементами блоку живлення є:

- силовий трансформатор 1, призначений для підвищення або зниження напруги мережі;
- випрямляч 2 який складається з одного або кількох напівпровідникових діодів, що перетворюють змінний струм у постійний;
- згладжувальний фільтр 3, за допомогою якого зменшуються пульсації випрямленого струму;

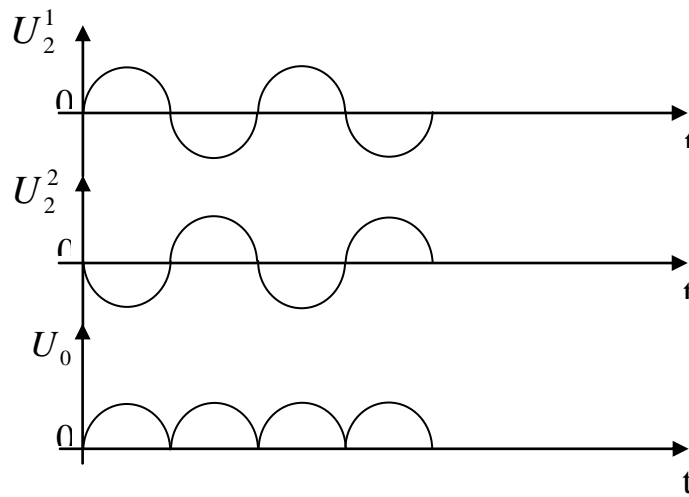


Рисунок 1.14 – Діаграми напруг для двопівперіодного випрямляча із середнім

Мостовий двохпівперіодний випрямляч.

Схему мостового випрямляча зображено на рисунку 1.15.

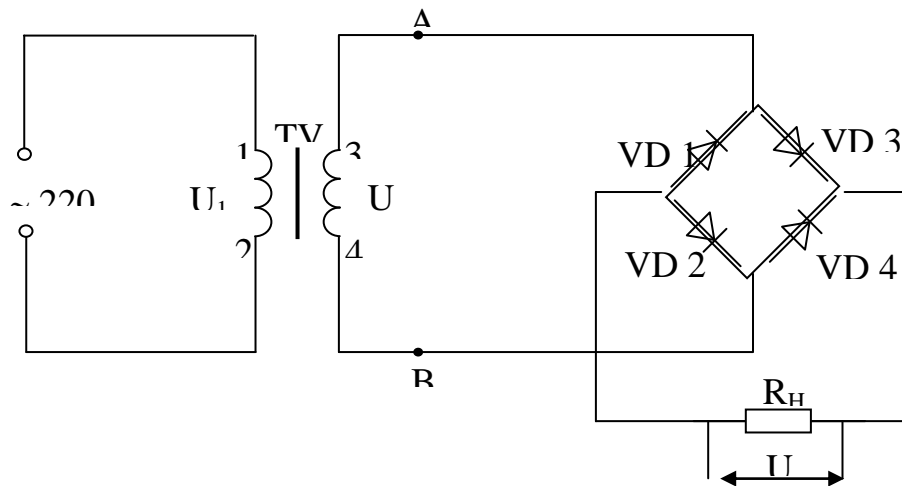


Рисунок 1.15 – Принципова схема двопівперіодного мостового випрямляча.

Вона складається з силового трансформатора TV та чотирьох діодів VD1...VD4, ввімкнених за схемою моста. До однієї діагоналі останнього приєднано вторинну обмотку трансформатора, до іншої - навантаження R_H .

В один з півперіодів, коли потенціал точки A позитивний, а потенціал точки B негативний, струм проходить через діод VD3, навантаження R_H і діод VD2. В наступний півперіод, коли полярність на вторинній обмотці трансформатора змінюється на протилежну, струм проходить через діод

Коефіцієнт стабілізації по напрузі: $K_{cmU} = \frac{\Delta U_{вх}}{U_{вх.ном}} / \frac{\Delta U_{вих}}{U_{вих.ном}}$; коефіцієнт

стабілізації по струму: $K_{cmI} = \frac{\Delta I_{вх}}{I_{вх.ном}} / \frac{\Delta I_{вих}}{I_{вих.ном}}$.

Простий параметричний стабілізатор напруги.

Принцип дії параметричних стабілізаторів лежить на застосуванні елементів з нелінійною ВАХ – стабілітронів і стабісторів. Принципова схема параметричного стабілізатора зображена на рисунку 1.17.

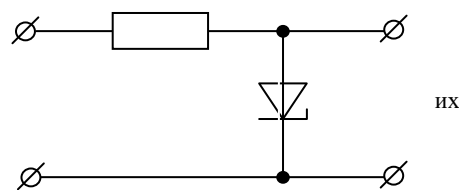


Рисунок 1.17 – Схема параметричного стабілізатора

Напівпровідниковий стабілітрон є нелінійним елементом, а баластний резистор – лінійним елементом. ВАХ стабілітрона зображена на рисунку 1.18. Кремнієві стабілітрони працюють на зворотній вітці ВАХ в області електричного пробою, де незначне збільшення напруги викликає значне збільшення струму через стабілітрон. Незважаючи на збільшення струму, що протікає через стабілітрон, напруга на ньому залишається майже незмінною. При зміні вхідної напруги більша частина цієї зміни припадає на частку резистора (із-за зміни струму через нього), а на стабілітроні і, отже, на навантаженні напруга змінюється незначно (в межах ділянки $\Delta U_{ст}$).

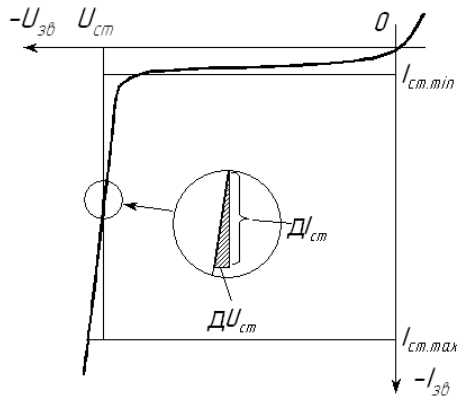


Рисунок 1.18 – Вольт-амперна характеристика стабілітрона

Високі коефіцієнти стабілізації і плавне регулювання вихідної напруги можна отримати з допомогою стабілізаторів компенсаційного типу, які виконуються за структурною схемою, показаною на рисунку 1.19.

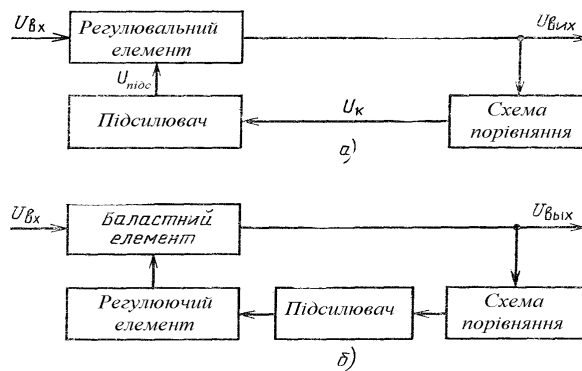


Рисунок 1.19 – Структурні схеми стабілізатора компенсаційного типу з послідовно: (а) і паралельно (б) включеним регулюючим елементом.

Вихідна напруга подається на схему порівняння, в якій вона порівнюється з заданим значенням $U_{вих}$. При відхиленні вихідної напруги від заданого значення на виході схеми порівняння з'являється сигнал керування, який подається на вхід підсилювача. Сигнал з підсилювача змінює спад напруги на регулюючому елементі, який при правильно підібраних параметрах схеми повинен компенсувати відхилення вихідної напруги до заданого значення. Порівнюючи компенсаційний метод з параметричним, можна зауважити, що при компенсаційному методі стабілізації здійснюється автоматичне регулювання вихідної напруги і

						ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
							29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

пов'язане воно з впливом від'ємного зворотного зв'язку на регулюючий елемент схеми.

Стабілізатори з паралельним ввімкненням регулюючого елемента відносно навантаження мають менший ККД і тому застосовуються в малопотужних джерелах живлення. Перевагою такого ввімкнення є висока надійність і відсутність небезпеки перевантажень стабілізатора при коротких замиканнях на виході.

В компенсаційних стабілізаторах напруги на напівпровідникових пристроях в якості регулюючого елемента використовується транзистор, а в якості опорного джерела напруги – кремнієвий стабілітрон, який разом з резистором є, фактично, параметричним стабілізатором.

Прикладом компенсаційного стабілізатора може бути напівпровідниковий стабілізатор напруги з послідовно ввімкненим регулюючим транзистором – для від'ємної полярності вхідної напруги, – для додатної полярності, який містить наступні основні вузли: VT1 – регулюючий транзистор, VT2 – підсилювальний транзистор та схема порівняння: діляк R1,R2,R3 і джерело опорної напруги, яке включає стабілітрон VD і резистор Rб. Розглянемо принцип дії для схеми на рисунку 4.13. При збільшенні вихідної напруги збільшиться від'ємний потенціал бази VT2, що призведе до збільшення струму колектора VT2. Збільшений струм колектора створить на резисторі Rк відповідно більший спад напруги, в результаті чого зменшиться від'ємний потенціал бази транзистора VT1 і зменшиться струм його бази, а разом з ним і струм його колектора. Зменшений струм колектора дозволить відновити напругу на виході практично до попереднього значення.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принципова електрична схема є основною схемою, що використовується для вивчення принципу роботи всього пристрою, і для налагодження, регулювання та ремонту.

Після визначення загальної структури майбутнього пристрою, зазвичай приступають до розробки функціональної схеми, що пояснює послідовність протікання процесів та визначає параметри схеми у найбільш важливих точках.

Основною функціональною одиницею є мікроконтролер. Для забезпечення стабільної його роботи необхідний мінімальний набір елементів.

Ланка початкового скидання побудована на елементах R2, C5. В початковий момент часу після ввімкнення пристрою в мережу конденсатор розряджений і вивід скидання мікроконтролера підтягнутий до потенціалу «землі». Нульовий потенціалу на цьому вході є активним, отже забезпечується скидання програмного лічильника. Конденсатор заряджається через резистор, при цьому потенціал на його верхній обкладці постійно зростає і, коли досягне порогового значення спрацювання контролер почне виконувати інструкції, починаючи з вершини стека.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

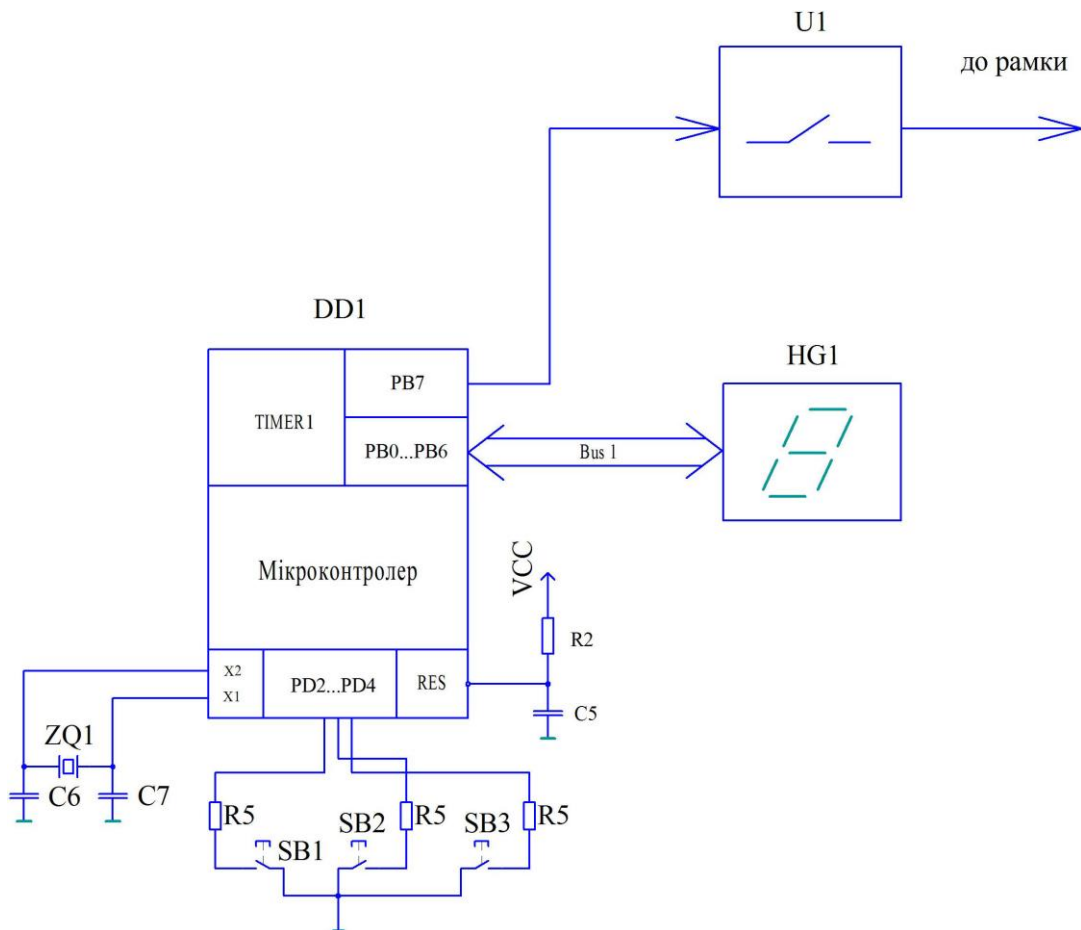


Рисунок 1.22 - Функціональна схема електронавощувача з мікроконтролерним керуванням

Одразу ж після запуску, незалежно від налаштувань (fuse-bits при програмуванні) запускається внутрішня схема тактування на основі RC-генератора або ж схема генератора із зовнішніми частотозадаючими елементами. Програмний дільник тактової частоти на вісім не підключено. Оскільки внутрішня схема генерує тактові імпульси зі значно нижчими частотою та стабільністю, доцільно здійснювати перехід на зовнішню схему, що включає елементи C6, C7, ZQ1. Стабільність роботи мікроконтролер важлива для витримування точних часових інтервалів та, в першу чергу, для витримування таймінгів послідовних комунікаційних інтерфейсів. Загалом схема тактування забезпечує програміста широким спектром енергетичних режимів робот з різним ступенем енергоефективності. Оскільки, у порівнянні зі споживаною потужністю інших вузлів електронавощувача, споживана потужність самого

мікроконтролера є такою, що можна знехтувати, то використовується лише режим «Active». Після початкових налаштувань та ініціалізації мікроконтролер переходить до виконання основної програми.

Користувач взаємодіє з пристроєм через просте меню. Після натискання кнопки SB1 є можливість кнопками SB2 та SB3 відповідно збільшити та зменшити час роботи. Після наступного короткочасного натискання кнопки SB1 запускається зворотній відлік. Існує можливість в будь-який момент часу задати значення, короткочасно натиснувши на кнопку SB1, при цьому мікроконтролер переходить в режим «пауза».

В тілі основного циклу мікроконтролер регулярно з періодом 0,004 секунд переходить до відображення наступного з чотирьох розрядів семи сегментного індикатора зі спільним анодом в режимі динамічної порозрядової індикації. Оновлення інформації на індикаторі відбувається з періодом одна секунда, що зручно для спостереження. В процедурі переривання постійно порівнюється значення часу з нулем (чи вийшов час) Мікроконтролер, виходячи з результату порівняння вмикає/вимикає навантаження за допомогою ключа. При цьому існує можливість зупинити таймер у будь-який момент натисканням кнопки SB1 і продовжити зворотній відлік короткочасним натисканням тієї ж кнопки.

1.2.2 Проектування і розрахунок схеми електричної

Мінімально необхідна схема-обв'яз мікроконтролера DD1 описана вище.

Варто зазначити, що організація структури портів вводу/виводу є дуже продуманою. Зокрема існує можливість увімкнути лінію порта на вхід з pull-up резистором. В такому режимі підключено кнопки SB1, SB2 ліній порта A.

Порти мікроконтролера 8-розрядні, але існує можливість керувати кожним бітом окремо, що значно спрощує програму. Це дає змогу рознести окремі функціональні з'єднання на керування бітами лише одного регістра.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Підчас встановлення часу (це можна робити в будь-який момент), його можна змінювати в діапазоні від нуля до 99 хвилин. Для даного пристрою цього цілком достатньо.

Для програмування FLASH-пам'яті використовується будь-який зручний спосіб, при цьому потрібно встановити fuse-bits МК в режим зовнішнього генератора без дільника на вісім.

1.2.2.1 Розрахунок схеми індикації

Схему динамічної індикації зображено на рис. 1.23:

Виведення інформації на індикатор здійснюється порозрядно. При цьому частота зміни розряду становить 60 Гц. Частота переривань мікроконтролера (internal interrupt), необхідна для забезпечення коректної роботи визначається як:

$$T_{\text{int}} = \frac{1}{f_{\text{update}} \cdot N_{\text{digit}}} = \frac{1}{60 \cdot 4} \approx 0,004 \text{ (с)}, \quad (1.1)$$

де: f_{update} – частота зміни розряду індикатора;

N_{digit} – кількість розрядів.

Кожен сегмент схеми комутується одночасно двома ключами. Один на транзисторі VT1 (VT2...VT4) підключає спільний катод (common cathode) відповідного розряду до спільного проводу GND. Інший – складова порта мікроконтролера (port MCU).

Важливо також врахувати поправку для компенсації зниження яскравості свічення індикатора, оскільки при динамічній порозрядній індикації вона пропорційна кількості розрядів.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$V_{p.mcu}$ – максимальний спад напруги на відкритому ключі (порт мікроконтролера);

I_F – струм світлодіода сегмента. Вибирається в діапазоні 0,005...0,02 А (згідно рекомендацій виробника).

З ряду Е6 вибрано значення опору резисторів R11... R17=100 Ом.

Нижче приведено розрахунок ключа на транзисторі VT1 (VT2...VT4), що підключає спільний катод (common cathode) відповідного розряду до спільного проводу GND.

В першу чергу електрична міцність транзистора повинна забезпечувати його надійну роботу в широкому діапазоні температур. Напруга пробою колекторно-емітерного переходу (collector-emitter breakdown voltage) повинна бути як мінімум втричі вищою за розраховану за виразом:

$$U_{ceb.v} \geq 3 \cdot (V_{cc} - V_{key.c.a} - V_{p.mcu} - 1,5) = 0,3 \text{ (В)}, \quad (1.3)$$

Вибрано транзистори VT1 (VT2...VT4) BCV27, номінальна напруга пробою колекторно-емітерного переходу якого рівна приблизно 60 В.

Максимально допустимий струм колекторно-емітерного переходу транзистора BCV27 повинен бути більшим за сумарний струм семи сегментів, що визначається за виразом:

$$I_{ce} \geq 7 \cdot I_F = 7 \cdot 0,02 = 0,14 \text{ (А)}, \quad (1.4)$$

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

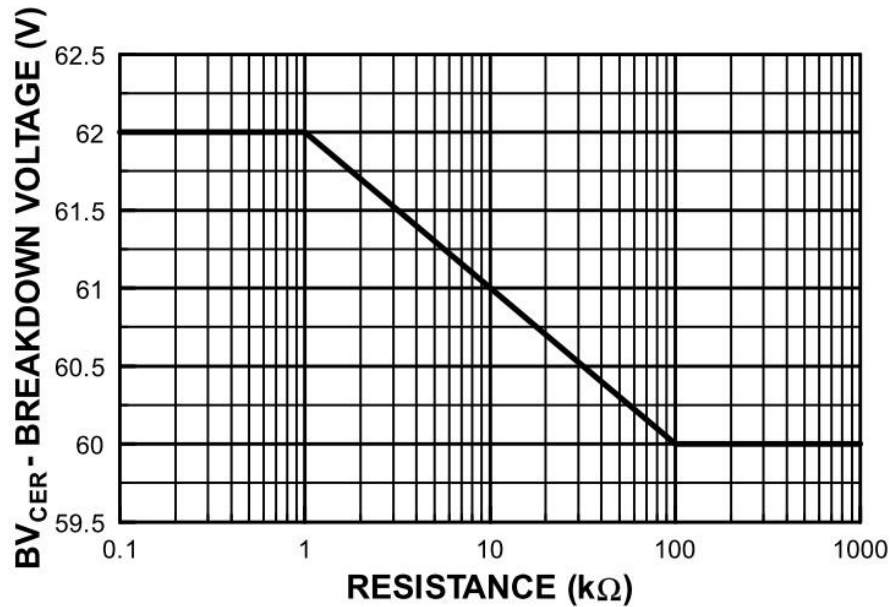


Рисунок 1.24 – Залежність напруги пробою колекторно-емітерного переходу транзистора BCV27 від базно-емітерного опору

Максимально допустимий струм колекторно-емітерного переходу транзистора BCV27, згідно документації виробника становить 1,2 (А), що задовольняє умову та видно на рисунку нижче:

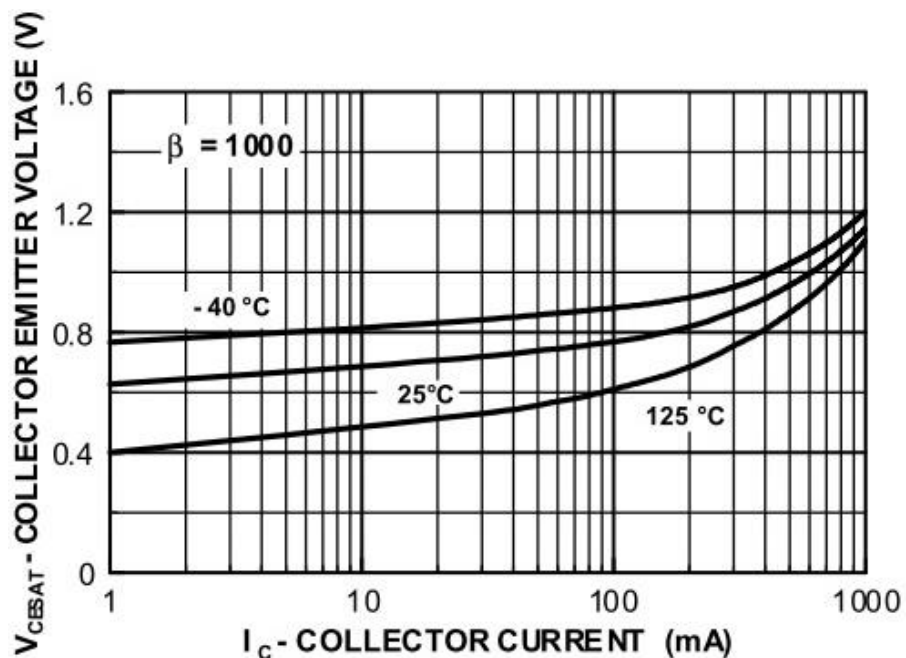


Рисунок 1.25 – Залежність напруги колекторно-емітерного переходу транзистора BCV27 від колекторного струму

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Номинальний коефіцієнт передачі по струму рівний 4000 і сильно залежить від температури. Оскільки велика швидкість переключення транзисторного ключа не потрібна, то вибирається режим С з великим ступенем насичення задля забезпечення можливості роботи у широкому діапазоні температур.

Опір резистора бази R3 (R4, R5, R18) ключа на основі схеми Дарлінгтона в режимі насичення розраховується за виразом:

$$R_b = \frac{U_{t.v} - V_{p.mcu}}{I_{ce} / h_{FE}} = \frac{1,6 - 0,1}{0,14 / 4000} = 42857 \text{ (Ом)} \quad (1.5)$$

де: $U_{t.v}$ – поріг стійкого відключення схеми (cut-off threshold voltage). Кожна лінія порта мікроконтролер оснащена тригером Шмітта з порогом відключення приблизно 1,6 (В).

З ряду E12 вибрано значення опору резисторів R3 (R4, R5, R18) =39 КОм.

1.2.2.2 Розрахунок транзисторного ключа

Згідно стандарту на дріт бджолиної рамки має подаватись струм величиною 5А. Необхідна схема надійного включення контактів реле задля запобігання іскрінню та деструкції контактів реле.

На рисунку зображено 1.26 зображено схему ключа комутації обмотки реле К1

Оскільки велика швидкість переключення транзисторного ключа не потрібна, то вибирається режим С з великим ступенем насичення задля забезпечення можливості роботи у широкому діапазоні температур. Транзисторний ключ на базі схеми Дарлінгтона є оптимальним рішенням для роботи в цифрових схемах, оскільки має великий коефіцієнт підсилення по струму і не потребує проміжних каскадів підсилення для керування низькострумними лініями цифрових схем. Згідно паспортних даних, опір

						ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
							42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$I_b = (U_{r.c} / R_{r.c}) / h_{FE} = (3/13) / 4000 = 0,2 \text{ (мкА)} \quad (1.7)$$

де: $U_{t.v}$ – поріг стійкого відключення схеми (cut-off threshold voltage).

Значення струму бази VT3 0,2 (мкА) набагато менше максимально допустимого струму однієї лінії порта мікроконтролера (20 мА). Отже для керування ключем комутації обмотки реле К1 допустимо задіяти одну лінію порта мікроконтролера, враховуючи, що вона залишалася незадіяною, а також для покращення теплових режимів роботи схеми (рівномірне розподілення навантаження в кристалі мікроконтролера).

Захисний діод (protective diode) VD2 розраховується за виразом:

$$I_{p.d} \geq 2 \cdot \frac{U_{r.c}}{R_{r.c}} = \frac{3}{13} \geq 0,46 \text{ (А)} \quad (1.8)$$

де: $U_{r.c}$ – необхідна напруга на обмотці реле (relay coil). Мінімальне рекомендоване виробником значення становить 3 (В);

Вибрано діод 1N4148, параметри якого задовольняють вимоги.

1.2.3 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Конструкція включає виключно поверхневий монтаж елементів задля покращення техніко-економічних та масо-габаритних показників. На сьогодні, така технологія є найбільш поширеним методом конструювання і складання електронних вузлів на друкованих платах. Щільність компоновання в даній технології вдається збільшити, зокрема, за рахунок відсутності необхідності в пошуках контактних площадок навколо отворів.

Перевагами поверхневого монтажу є:

Краща ремонтпридатність, оскільки спрощується очищення контактних поверхонь від припою і відсутня необхідність в прогріванні припою всередині металізованого отворів. Однак, ремонт в поверхневому

					ЛАВ 2.030.010 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

монтажі вимагає спеціалізованого інструменту і передбачає правильне застосування технологічних режимів.

Підвищення технологічності, в порівнянні з монтажем в отвори процес легше піддається автоматизації.

Недоліками поверхневого монтажу є:

Потрібно враховувати розподіл теплових полів за рахунок різних теплоємностей і теплопровідності елементів малюнка і забезпечувати раціональним вибором геометрії приблизно рівну швидкість нагрівання окремих її ділянок (напр., таких, як виводи одного компонента) при технологічних операціях групової пайки, для запобігання браку на цьому етапі (напр., «ефект надгробного каменю»).

Низька надійність пристроїв, що експлуатуються в екстремальних умовах, і вимагає особливої ретельності при проектуванні друкованих плат і використання певних технологічних прийомів при виробництві.

Високі початкові витрати, пов'язані із створенням дослідних зразків через необхідність наявності спеціального устаткування (інструментарію) для одиничного і дослідного виробництва.

Таким чином використання сучасних технологій є кращим, у порівнянні з «традиційними».

Для відображення поточного значення температури використано світлодіодний семисегментний індикатор. Схема індикації є важливою, оскільки дає змогу користувачу задати параметри роботи схеми та спостерігати за зміною їх в процесі роботи схеми.

Для мікроконтролерних схем з живленням від лінійних стабілізаторів напруги застосування РК-індикаторів, як правило, вважається найкращим рішенням для більшості задач. Однак у даній схемі доцільніше використати LED-індикатори оскільки:

- у сучасних РК- індикаторах існує підсвічування, що споживає до 100 мА;
- вони відносно крихкі і бояться прямих променів сонця;

					<i>ЛАВ 2.030.010 ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- сучасні LED-індикатори (особливо superRED і Ultrared) володіють достатньою яскравістю навіть при струмі в 1 мА через них, і середній струм споживання 4-розрядного індикатора виходить не більше 30 (мА), що навіть менше ніж споживання підсвічування РК, при цьому зберігається висока яскравість LED-індикатора, це дає можливість контролювати параметри при значному освітленні приміщення, що дуже важливо при роботі з апаратурою медичного призначення.

Виводити інформацію на LED-індикатори можна як статично, так і динамічно.

Найпростіший вид індикації - статичний. При її використанні кожен сегмент індикатора постійно знаходиться в одному з двох станів - включений або виключений. Її основна перевага в тому, що після виведення інформації, наприклад в зсувний регістр, стан індикатора не зміниться поки не будуть змінені дані в цих регістрах. Оскільки, напруга на сегментах присутня постійно, то яскравість індикатора буде максимальною. Крім цих двох переваг є також два великі недоліки. По-перше, потрібна велика кількість регістрів (один розряд - одна мікросхема), потрібно велике число резисторів - по одному на кожен сегмент. Існують спеціальні спеціальні драйвери (наприклад МВІ5026), яким резистори не потрібні, але при цьому значно знижується гнучкість схемо технічного рішення. Створюються додаткові проблеми при розродці провідного малюнка схеми, а вартість таких спеціалізованих мікросхем значно обмежу сферу їх використання.

При динамічній індикації сегменти запалюються по черзі. А за рахунок інерції здається, що індикатор світиться постійно. З її основних плюсів - потрібно набагато менше зовнішніх елементів. Основний мінус – постійний моніторинг зі сторони керуючого елемента (мікроконтролера). Частота зміни сегментів вибирається не нижчою 50(Гц). Краще використовувати частоти не кратні 50, інакше при штучному освітленні це може спричинити мерехтіння Є два види такої індикації - поразрядна і посементна. Перша

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

найбільш відома і популярна, друга краще підходить коли потрібна велика кількість розрядів (більше 10).

При використанні порозрядної індикації в алгоритмі необхідно передбачити гасіння розряду перед виведенням наступного значення. Це необхідно для усунення мерехтіння при зміні розряду. Якщо цього не зробити, то при зміні розряду на ньому буде виведений символ з попередньої позиції. Для невеликої кількості розрядів поразрядна індикація найбільш проста і цілком придатна для застосування, але коли кількість розрядів стає занадто великою її використання стає не кращим рішенням. Зі збільшенням кількості розрядів також збільшується час поки індикатор не світиться, а, відповідно, його яскравість стає істотно нижчою. Для роботи з великою кількістю розрядів краще використовувати посементну індикацію.

Її головна відмінність від порозрядної індикації є в тому, тут перебираються не розряди, а сегменти індикатора. У результаті частота загоряння кожного сегмента не залежить від кількості розрядів.

Оскільки в даній схемі необхідним індикатором є чотирирядний, використовується порозрядна індикація з огляду на її простішу програмну реалізацію, оскільки основною задачею мікроконтролера лише відлік часу, то необхідно максимально спростити роботу мікроконтролера лінійки AVR Tiny, що володіє обмеженими програмними ресурсами. При цьому введено поправку на значення струмозадаючих резисторів схеми.

Основним елементом схеми є мікроконтролер STM32 сімейства Value Line.

Мікроконтролери розвиваються неймовірними темпами і серед них вагоме місце займають контролери на базі ядра Atmel (Advanced Technology Memory and Logic). На рисунку 1,27 зображено архітектуру ядра AVR-МК у мікроконтролері.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після початку і стабілізації слідує етап ініціалізації периферії. Налаштовується вихід керування навантаженням як цифровий вихід; налаштовуються лінії порта, підключені до кнопок клавіатури як виходи з pull-up резисторами задля коректного розпізнавання логічної одиниці та спрощення схеми; налаштовуються лінії керування семисегментним індикатором як цифровий вихід звичайний режим. При цьому, задля економії вибрано режим керування сегментами індикатора активним сигналом логічної одиниці.

Далі слідує тіло основного циклу. В ньому ініціалізується таймер на переривання з розрахованим періодом 0,004 с.

Робота основної програми зосереджена в перериванні. Зокрема реалізоване просте меню. При натисканні користувачем однієї з клавіш розпізнається її номер і у відповідності з ним встановлюється (інкремент/декремент) значення змінної часу.

В процедурі переривання порівнюється значення змінної часу з нулем. При досягненні позитивного результату відлік припиняється.

В процедурі переривання також відбувається керування силовим ключем. Для цього (активним сигналом керування є логічна одиниця) на відповідній лінії виставляється «лог. 1», коли значення часу вище нуля. При цьому силовий ключ відкривається і підключає нагрівач. І навпаки, коли значення температури менше заданого.

Після завершення процедури переривання відбувається збереження значень змінних, повернення до місця переривання і продовження роботи програми в основному циклі.

1.3 Проектування конструкторське

1.3.1 Розробка компоновки і конструкції друкованого вузла

Розроблений пристрій буде виконано на односторонній друкованій платі (ОДП). Відповідно до ГОСТ 23751-86 конструювання ОДП слід

					<i>ЛАВ 2.030.010 ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснювати з урахуванням таких методів виготовлення: комбінованого, позитивного і електрохімічного (напівааддитивного).

Електрохімічний метод забезпечує високу точність і щільність струмопровідного рисунка. Проте основною вимогою де розробляється пристрою є висока надійність, яку забезпечує комбінований позитивний метод, завдяки гарному зчепленню провідників з ДП при використанні цього методу. Крім того, цей метод знайшов найбільше поширення на підприємстві замовника.

Технологічний процес виготовлення друкованої плати комбінованим позитивним методом.

Технологічний процес виготовлення ДП комбінованим позитивним методом складається з ряду взаємопов'язаних між собою етапів.

Вхідний контроль фольгованого діелектрика (СФ-1-35Г) полягає в перевірці розмірів листа, стану поверхні, міцність зчеплення фольги у вихідному стані і при впливі розплавленого припою, гальванічних розчинів та інших факторів (ГОСТ 10316-78). При візуальному огляді листів встановлюється наявність проколів, міхурів і інших пошкоджень. Викривлення і вигин діелектрика перевіряються шляхом занурення матеріалу в розплавлений припой.

Міцність зчеплення фольги з діелектриком характеризується зусиллям, необхідним для відриву площині фольги від основи.

Штампувальність матеріалу визначається його здатністю піддаватися обробці без освіти сколовши на грані отворів і тріщин в перемичках між отворами.

Здатність матеріалу до свердління визначається пробної обробкою. Виготовлення шліфа просвердленого отвори дозволяє встановити наявність пропалювання при свердлінні і оплавлення поверхні отвори або наявність шорсткості з стирчать волокон, що ускладнюють проведення металізації отворів. Зовнішній вигляд діелектрика повинен відповідати ГОСТ 23752-83.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отримання заготовок. Заготівлю відрізають з припуском по контуру. Ширина технологічного поля становить 10 мм. Різка листа з фольгованого діелектрика може проводитися дискової фрезою з охолодженням стисненим повітрям, а також роликівими або гільйотинних ножиць. Застосування останніх доцільно, тому що при цьому підвищується продуктивність, виключається засмічення приміщень пилом, скорочуються відходи.

Розтин базових отворів. Для установки заготовки при виконанні деяких операцій ТП передбачені фіксуючі та технологічні отвори. Їх виготовляють пробивкою або свердлінням за допомогою спеціальних пристроїв.

Свердління отворів підлягають металізації виконують у кондуктора спіральним свердлом із твердого сплаву з кутом при вершині свердла 130 гр. Без застосування охолоджуючої рідини. Монтажні отвори свердлять на верстатах з ЧПК типу SHMOP, ALPHA-Z, які мають масивне гранітне підставу для зменшення промислових вібрацій. Верстати повинні забезпечувати частоту обертання шпинделя не менше 1000 об / хв., Биття свердла не більше 0,02 мм, безступінчасте регулювання швидкості, дискретність координатних переміщень. Стінки отворів повинні бути гладкими, без задирок, розшаровування, опіків, вм'ятин діелектрика. Вони повинні бути перпендикулярними зовнішньої поверхні плати і вільними від слідів інструменту, мастильних речовин і стружки.

Хімічна та попередня гальванічна металізація ПП.

Хімічна та попередня гальванічна металізація ПП виконується на лінії хімічної металізації і складається з етапів, описаних нижче.

Підготовка поверхні монтажних отворів ПП полягає в:

- а) видаленні з поверхні слідів попередніх обробок;
- б) знежирюванні поверхні;
- в) підтравлювання діелектрика в отворах сірчаної кислотою і фтористим воднем;
- г) промивання в проточній воді;

					<i>ЛАВ 2.030.010 ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

д) сенсibiliзація, що здійснюється в розчині двохлористого олова протягом 5 ... 7 хв., з наступним промиванням у дистильованій воді. В результаті сенсibiliзації на поверхні стінок отворів адсорбується плівка іонів двохлористого олова, що є відновником для паладію;

е) активації, що проводиться у водному розчині двохлористого паладію та аміаку протягом 5 .. 7 хв. Активація дозволяє створити на підкладці тонку плівку металевого паладію, що є активатором при подальшому осадженні міді.

Хімічне міднення полягає у відновленні міді на активованих поверхнях з розчину, в який входять солі міді, нікелю, формаліну, соди та ін. У результаті на поверхні плати і в отворах утворюються електропровідні покриття (товщина міді становить 0,25 ... 0,5 мкм), які є основою для подальшого гальванічного міднення.

Гальванічне міднення застосовують для збільшення тонкого шару міді, отриманого при хімічній металізації до товщини 5 ... 8 мкм і подальшої освіти проводить малюнка схеми з товщиною міді в отворах 25 мкм. Нанесення гальванічних покриття здійснюється у ваннах. Мідь нарощують в сірчанокиислому, борфтористо-водневому та інших електролітах. Підготовка поверхні металізованих заготовок проводиться на лінії підготовки поверхні і включає в себе етапи:

- а) знежирення;
- б) підтравлення;
- в) промивання;
- д) сушка.

Перевірка якості підготовки. Отримання малюнка спочатку здійснюється на установці для нанесення сухого плівкового фоторезисту СПФ-2-40, що представляє собою тонку плівку, полімеризується під дією ультрафіолетового опромінення і переходить в нерозчинний стан. В результаті експонування на відповідній установці на платі утворюється зображення світлих місць фотошаблону. Зображення проявляється на

									ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

установках прояви струминного типу, і при цьому неекспоновані ділянки видаляються. Електролітичне міднення і нанесення покриття "олово-свинець" виконується на автоматичній лінії типу "Блазер" і полягає в:

- а) знежирюванні;
- б) підтравленні;
- в) мідненні - осадження шару міді, товщина якого повинна бути не менше 25 мкм, на зовнішні поверхні не захищені резистивною маскою;
- г) активуванні
- д) електролітичному осадженні сплаву "олово-свинець".

Металізовані поверхні покриваються захисним шаром сплаву "олово-свинець", товщина якого 15 мкм. Це здійснюється з метою запобігання проводити малюнка при подальшому травленні плат і забезпечення гарної пайки.

Видалення фоторезиста відбувається на установці для зняття сухого плівкового фоторезисту. Плати промиваються в дистильованій воді. Травлення міді є хімічним процесом, при якому незахищені ділянки міді видаляються з поверхні діелектрика. Процес травлення включає в себе попередню очистку і саме травлення, яке здійснюється на лінії травлення струминного типу, так як струминне травлення забезпечує високу продуктивність завдяки тому, що з поверхнею плати постійно стикається свіжий розчин, який надходить з сопла. Цей метод забезпечує травлення з високою роздільною здатністю.

Розплавлення сплаву "олово-свинець". Після травлення міді з пробільних місць спостерігається ефект нависання покриття. Для усунення небажаних властивостей проводиться оплавлення на установці інфрачервоного опромінення УІКО-92. Під час опромінення температура сплаву "олово-свинець" на нетривалий час підвищується до температури, що перевищує температуру плавлення. В результаті цього змінюється кристалічна структура сплаву, і він під впливом сил поверхневого натягу збирається в межах провідника.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- отримання сполук висновків;
- контроль монтажу і функціональних властивостей ТЕЗ;
- консервація.

Комплектувальних операція.

Згідно комплектувальної карті необхідно провести комплектацію, тобто отримати зі складу всі необхідні вироби: ДП, ІМС, роз'єми і т.д. В технологічну карту записати дату видачі зі складу. Комплектуючі вироби розкласти у відповідну тару.

Вхідний контроль ІМС і ДП.

Контроль полягає в ретельній перевірці ІМС, транзисторів і ДП. На поверхні елементів не повинно бути тріщин, вм'ятин, відколів та інших пошкоджень. Необхідно перевірити наявність товарного знака, знака заводу-виробника, ключа для визначення першого висновку ІМС. Проводиться наскрізна перевірка працездатності ІМС, резисторів на контрольно-перевірочній стенді, тому що відмова будь ІМС призводить до відмови всієї системи. Знижений якість окремих деталей не виключається, виходячи з таких міркувань:

- недостатній контроль на вході;
- тривале зберігання готових виробів на складі;
- можливість пошкодження при транспортуванні.

Розконсервування ДП.

Проводиться промивка ДП у ванні з спиртобензиною сумішшю для видалення з її поверхні консервуючої мастила. Для прочищення металізованих отворів використовується спеціальний стержень діаметром 0,6 мм з органічного скла. Проводиться ретельний огляд зовнішнього вигляду ДП за допомогою збільшувального скла. Діелектричне підставу ДП має бути монолітним, однорідним, без здуття, розшарувань. Колір діелектрика повинен бути однотипним, без різких кордонів, що виділяють якісь області поверхні плати. Шар металізації повинен бути рівним, щільним, без наскрізних протрави, тріщин, нерівностей країв, зменшують їх

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

мінімально допустиму ширину. Наскрізні металізовані отвори повинні бути чистими і вільними від включень будь-якого роду.

Підготовка до лудіння.

Якість виконання паяного з'єднання багато в чому залежить від ретельності підготовки поверхонь, що з'єднуються. Для отримання міцного з'єднання необхідна хороша змочуваність поверхонь флюсами і припоями, яка залежить як від властивостей матеріалу, так і від форми шорсткостей поверхонь, наявності на з'єднуються поверхнях органічних забруднень, іржі, оксидних і жирових плівок. Підготовка поверхонь буде проводитися хімічним методом. При хімічному способі паяні поверхні обробляються спиртобензиновими або спиртофреоновими сумішами, шляхом занурення їх у ванну з сумішшю. Потім проводиться промивка висновків у теплій проточній воді.

Лудіння полягає в покритті деталей, що з'єднуються тонкою плівкою припою, яка повинна бути суцільною, без тріщин, пор, сторонніх включень. Лудіння робити шляхом занурення виводів усіх без винятку ЕРЕ в рідкий флюс ФКС, а потім у ванну з розплавленим припоєм ПОС61.

Час лудіння $t=1$ сек.

Установка ЕРЕ на ДП.

Установка навісних елементів на ДП складається з подачі їх в зону установки, орієнтації їх відносно монтажних висновків або контактних площадок і фіксації їх у потрібному положенні. В залежності від характеру виробництва і конструктивних особливостей плат установку виробляють вручну, механізованим або автоматизованим способом. Автоматизований спосіб застосовується при складанні у велико-серійному виробництві. Механізований спосіб використовується при укладанні елементів на плати з високою щільністю компонування. Тому в даному випадку застосування ручного складання найбільш вигідно. При ручній збірці здійснюється також візуальний контроль.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Елементи встановлюються на плату згідно з кресленням в наступній послідовності: резистори, конденсатори, ІМС, провідники бо трансформатора. Для ІМС здійснюють підгинку тільки двох діагонально розташованих виводів. При установці ІМС повинен бути передбачений відвід статичної електрики від монтажного обладнання за допомогою заземленого браслета. Останнім встановлюють транзистори на радіаторах, запаюючи їх на платі згідно складального креслення. Трансформатори закріплюють за допомогою гвинтів, гайок, шайб.

Підготовча операція.

На цій стадії проводиться обрізка виводів ЕРЕ і роз'єму за допомогою бокорізів.

Нанесення флюсу на виводи елементів.

Механізм дії флюсу полягає в тому, що оксидні плівки металу і припою розчиняються, розпушуються і спливають на поверхню флюсу. Флюси служать для зменшення сил поверхневого натягу розплавленого припою на межі метал-припой-флюс.

Найбільш широке застосування при монтажній пайку отримали безкислотним флюси (каніфоль і флюси, приготовані на її основі з додаванням неактивних речовин - спирту, гліцерину і т.п.). Залишок каніфолі не гігроскопічний і є хорошим діелектриком. Ці флюси, на відміну від кислотних, не надають корозійного дії. Тому будемо використовувати флюс марки ФСК, що представляє собою розчин соснової каніфолі (10-40%) в етиловому спирті.

Пайка

Процес пайки контактних з'єднань складається з:

- фіксації з'єднувальних елементів з попередньо підготовленими поверхнями для пайки;
- нагрівання поверхонь пайки до заданого значення температури протягом обмеженого часу;

					ЛАВ 2.030.010 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- введення в зону пайки флюсу і припою в необхідних і достатніх для пайки дозах;
- розплавлення припою з максимальним змочуванням їм поверхні пайки;
- остигання припою в умовах, що виключають взаємне переміщення паяються деталей.

Великий вплив на якість пайки надає марка вибраного припою. Припій повинен бути з заданими електричними характеристиками, легко витісняти флюс, утворюючи з основним металом з'єднання достатньої механічної міцності, а так само мати певну щільність, коефіцієнтом теплового розширення і антикорозійними властивостями. Найкраща якість пайки забезпечує евтектичних припой. Важливе його властивість - вузький діапазон температур для кристалізації. Припій ПОС61 близький до такого типу припою. Крім того, ПОС61 має низьку температуру плавлення, високу стійкість до корозії. Час витримки при температурі припою $T = 240 \text{ }^\circ \text{C}$ складає 2 ... 5 сек. Необхідно підтримувати постійний рівень припою у ванні і стежити за чистотою дзеркала припою, очищаючи при необхідності від оксидної плівки.

Видалення флюсу.

Після пайки необхідно ретельно очистити і відмити вузли і паяні з'єднання від забруднень, здатних привести до корозії і зниження опору діелектричних матеріалів. Використовуємо для видалення флюсу послідовне занурення в ванну з спиртобензіновою сумішшю, потім у ванну з гарячою і холодною водою. Тривалість витримки в кожній ванні близько 1 хвилини.

Контроль якості пайки проводиться візуально. Паяна поверхня повинна бути блискучою, рівною, без здуття, раковин і гострих виступів припою. Дефекти усуваються за допомогою паяльника і флюсу ФКС шляхом нанесення невеликої кількості флюсу на місце дефекту і зняття

					<i>ЛАВ 2.030.010 ПЗ</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надлишку припою паяльником. Огляд проводити за допомогою збільшувального скла.

Маркування проводиться для підвищення відповідальності виробника блоку пристрою. Чорним чорнилом наноситься номер пристрою, дата виготовлення і код цеху або заводу-виробника. При цьому дається оцінка в техпаспорті на блок.

Перевірку на працездатність проводять на заздалегідь розроблених стендах. У разі несправності пристрою для пошуку дефекту застосовують осцилограф, за допомогою якого можна порівнювати тимчасові діаграми роботи схеми в певній точці з еталонними. У разі відмови в картці відмови зазначаються виявлені при первинному аналізі причини і наголошується, як встановлені причини відмови впливають на роботу інших елементів схеми. У техпаспорті робиться відмітка про дату відмови, причини, елементах схеми, що підлягають заміні. Повторне включення здійснюється тільки після усунення дефекту.

Вторинний монтаж включає в себе демонтаж елементів, що вийшли і ладу і виявлених в процесі перевірки. Загальне число таких елементів не повинно перевищувати 5,5%, в іншому випадку плата забраковується. Повторна пайка заміненних елементів проводиться вручну. Час торкання паяльником висновків елементів не перевищує 3сек. Повторне торкання проводиться не раніше, ніж через 15 сек.

Очищення місць повторної пайки здійснюється з використанням щетинною кисті і спиртобензинової суміші.

Вихідний контроль пристрою призначений для встановлення відповідності виробів фізичним і електричним параметрам. Всі ЕРЕ повинні бути припаяні без перекосів. На зовнішній поверхні ДП не повинно бути вм'ятин, подряпин і інших дефектів, здатних вплинути на якість.

Лакування плат і сушка усувають вплив кліматичних впливів, а так само для підвищення корозійної стійкості. Для цих цілей використовують

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лак УР231. Сушка проводиться гарячим повітрям при $t = 40 \dots 60 \text{ }^\circ\text{C}$. Після цього плата ставиться в тару і упаковується.

Всі елементи монтують на друкованій платі з односторонньо фольгованим склотекстолітом. Виводи мікросхеми вставляють у відповідні отвори, загинають і припаюють з боку друкованих провідників плати. До транзисторів VT2 кріплять ребристий радіатор і ще один окремий радіатор кріплять до транзистора VT4.

1.3.3 Розрахунок і забезпечення вимог по надійності

Складаю таблицю вихідних даних для розрахунку.

Знаходимо значення поправочних коефіцієнтів α_i , з таблиці 3,5 значення інтенсивностей відмов λ_0 , розраховуємо інтенсивність відмов λ_i для кожної з груп компонентів:

$$\lambda_i = \lambda_0 \cdot m \cdot \alpha_i \quad (2.8)$$

де m - кількість компонентів в одній групі.

Таблиця 1.1- Вихідні дані для розрахунку надійності

Назва груп	К-ть	$\lambda_0 \cdot 10^6$,	α_i	$\lambda_i = \lambda_0 \cdot n \cdot \alpha_i$
Штекерні з'єднання	1	1,5	—	1,5
Мікроконтроллер	1	0,07	—	0,07
Транзистори КТ315	3	1,2	1,07	3,852
Стабілізатор КР 142	1	6,2	1,07	6,63
Резистори МЛТ	14	1,2	—	16,81
Реле	1	2,5	—	2,5
Конденсатори ел.	2	2,3	—	4,6
Конденсатори кер.	3	1,3	—	3,9
Пайки друковані	98	0,01	—	0,98
Провідники	17	0,03	—	0,51
Індикація	4	1,6	—	6,4''
Діоди	8	1,5	—	12
Всього				$58,5 \cdot 10^{-6}$

Знаходжу поправочні коефіцієнти K_v , K_m , K_a .

Для врахувань умов експлуатації з таблиць 3.1, 3.2, 3.3 (методичних вказівок), і по формулі розраховуємо поправочний коефіцієнт K_λ :

$$K_\lambda = K_v \cdot K_m \cdot K_a; \quad (1.9)$$

$$K_\lambda = 1.$$

Середню наробку до відмови розраховують у відповідності з формулою:

$$T_{cp} = 1 / \lambda, \quad (1.11)$$

$$T_{cp} = 1 / 58,5 \cdot 10^{-6} = 17094 \text{ (год)}.$$

Проводимо розрахунок імовірності безвідмовної роботи радіопристрою по формулі для заданих значень часу t_p :

$$P(t_p) = e^{-\lambda t_p}, \quad (1.12)$$

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків

t_p , год	$-\lambda \cdot t_p$	$P(t_p)$
0	0	1
5000	0,0530	0.946
10000	0,106	0.895
50000	0,530	0.586
100000	1,06	0.346
500000	5,30	0,00499

По результатах розрахунків побудувати графік залежності ймовірності безвідмовної роботи радіопристрою від часу:

$$P(tp)=\varphi(tp) \quad (1.13)$$

1.4 Висновки до розділу 1

У розділі описано етапи проектування електронавощувача з мікроконтролерним керуванням, а саме розроблено структурну схему, на основі якої було розроблено електричну схему.

В конструкторському розділі описано технологію виготовлення друкованого вузла та приведено розрахунки надійності.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

2. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

2.1 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах.

Електробезпека - це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Аналіз виробничого травматизму показує, що кількість травм, спричинених дією електричного струму, є незначною і становить близько 1 %. Однак із загальної кількості смертельних нещасних випадків частка електротравм становить 20-40% і посідає одне з перших місць. Щороку в Україні від електричного струму гине приблизно 1500 осіб. Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі зі смертельними наслідками, стається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В, що пов'язано з їх поширенням і відносною доступністю практично для кожного, хто працює на виробництві. Випадки електротравматизму під час експлуатації електроустановок напругою понад 1000 В нечасті, що зумовлено незначним поширенням таких електроустановок і обслуговуванням їх висококваліфікованим персоналом.

Основними причинами електротравматизму на виробництві є:

- випадкове доторкання до неізольованих струмопровідних частин електроустаткування;
- використання несправних ручних електроінструментів;
- застосування нестандартних або несправних переносних світильників напругою 220 чи 127 В;
- робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань;
- доторкання до незаземлених корпусів електроустановок, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження чи пробою ізоляції;

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- недотримання правил будови, улаштування, безпечної експлуатації електроустановок та правил експлуатації електрозахисних засобів тощо.

До роботи на електроустановках допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли інструктаж та навчання з безпечних методів праці, перевірку знань правил безпеки та інструкцій відповідно до займаної посади чи роботи, яку вони виконують та кваліфікаційної групи з електробезпеки, і які не мають протипоказань, визначених Міністерством охорони здоров'я України.

З метою профілактики професійних захворювань, нещасних випадків та забезпечення безпеки праці працівники, що обслуговують діючі електроустановки, в обов'язковому порядку проходять попередній (при прийнятті на роботу) та періодичні (термін обумовлений професією та характеристикою роботи) медичні огляди.

Роботи в електроустановках стосовно їх організації поділяються на такі, що виконуються:

- за нарядом-допуском;
- за розпорядженням;
- у порядку поточної експлуатації.

Безпека робіт у діючих електроустановках досягається наступними організаційними заходами:

- затвердження переліку робіт, що виконуються за нарядами, розпорядженнями і в порядку поточної експлуатації;
- призначення осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт;
- оформлення нарядом, розпорядженням або затвердженням переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
- підготовка робочих місць;
- допуск до роботи, нагляд під час виконання робіт;
- переведення на інше робоче місце;
- оформлення перерв у роботі та її закінчення.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Робота в електроустановках стосовно заходів безпеки поділяється на три категорії:

- зі зняттям напруги;
- без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них;
- без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою.

До технічних заходів, які необхідно виконувати в діючих електроустановках для забезпечення безпеки робіт належать:

При проведенні робіт зі зняттям напруги в діючих електроустановках:

- вимкнення установки (частини установки) від джерела живлення електроенергії;

- механічне блокування приводів апаратів, які здійснюють вимкнення, зняття запобіжників, від'єднання кінців лінії, що забезпечує 15 електропостачання, та інші заходи, що унеможливають випадкову подачу напруги до місця проведення робіт;

- вивішування заборонних плакатів на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою;

- перевірка відсутності напруги на струмовідних частинах, які слід заземлити для захисту людей від ураження електричним струмом;

- встановлення заземлення (увімкнення заземлюваних ножів;

- встановлення переносних заземлень);

- огороження робочих місць або струмовідних частин, що залишаються під напругою, і вивішування на огороженнях плакатів безпеки;

При проведенні робіт без зняття напруги на струмовідних частинах та поблизу них: виконання робіт за нарядом не менш ніж двома працівниками із застосуванням електрозахисних засобів, під постійним наглядом, із забезпеченням безпечного розташування працівників, використовуваних механізмів та пристосувань;

					ЛАВ 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

При проведенні робіт без зняття напруги віддалік від струмовідних частин, що перебувають під напругою, є неможливим випадкове наближення працівників і ремонтного оснащення та інструменту, що застосовуються ними, до струмовідних частин на відстань, меншу від допустимої, тому передбачати технічні та організаційні заходи для запобігання такому наближенню не потрібно.

2.2 Таксонометрія небезпек.

З метою визначення небезпек та спрямування заходів щодо попередження їх прояву, зниження розміру негативних наслідків складають таксономію, квантифікацію та ідентифікацію небезпек.

Таксономія небезпек – це класифікація та систематизування явищ, процесів, об'єктів, які здатні завдати шкоди людині. Небезпеки класифікують таким чином:

- за природним походженням (природні, техногенні, екологічні та ін.);
- за часом проявлення (імпульсні, кумулятивні);
- за локалізацією (космос, атмосфера, літосфера, гідросфера);
- за наслідками (захворювання, травми, загибель, пожежі);
- за шкодою (соціальна, технічна, екологічна);
- за сферою проявлення (побутова, спортивна, дорожно-транспортна, виробнича);
- за структурою (прості, складні, похідні);
- за характером дії на людину (активні та пасивні).

Квантифікація небезпек – це введення кількісних характеристик для оцінки ступеня небезпеки. Найпоширенішою кількісною оцінкою небезпеки є ступінь ризику.

Ідентифікація небезпек – це знаходження типу небезпеки та встановлення її характеристик, необхідних для розробки заходів щодо усунення чи ліквідації наслідків.

					ЛАВ 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

міжпартійні та збройні конфлікти, війни (вивчають у ВНЗ відповідного профілю).

Найпоширенішими є комбіновані небезпеки – природно-техногенні, природно-соціальні та соціально-техногенні.

2.3 Висновок до розділу 2

При написанні розділу з охорони праці кваліфікаційної роботи бакалавра були розглянуті питання: особливості заходів електробезпеки на підприємствах для працівників з охорони праці та таксонометрія небезпек з безпеки життєдіяльності, зокрема для мікропроцесорного електронавощувача.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Висновки

При виконанні кваліфікаційної роботи проведено етапи проектування електронавощувача з мікроконтролерним керуванням.

Передумовою проектування контролеру є порівняльний аналіз існуючих електронавощувачів, на основі якого вказано актуальність проектування.

Першим етапом проектування є проектування схемотехнічне в якому розроблено структурну схему електронавощувача та спроектовано і пораховано схему електричну принципову.

Другим етапом проектування є конструювання електронавощувача, де на базі схеми електричної принципової та розрахунків електричних вузлів електронавощувача було обґрунтовано вибір елементної бази та розрахунок і забезпечення вимог по надійності.

У розділі охорони праці розглянуто та проаналізовано питання про інструкцію з охорони праці на підприємстві та правила техніки безпеки при експлуатації обладнання що проектується.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.
2. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів: УАД, 2006. 336 с.
3. Офіційний сайт інтернет магазину радіодеталей «РКС компоненти»: веб-сайт. URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua>.
4. Схемотехніка: Пристрої цифрової електроніки [Електронний ресурс]: в 2 т. : підручник для студентів, що навчаються за спеціальності «Електроніка» / В. М. Рябенський, В. Я. Жуйков, Ю. С. Ямненко, А. В. Заграничний; НТУУ «КПІ». Київ, 2016. 757 с. Назва з екрана.
5. Дунець В.Л., Хвостівський М.О., Сверстюк А.С., Хвостівська Л.В. Математичне та алгоритмічно-програмне забезпечення опрацювання електрокадіосигналів при фізичному навантаженні у кардіодіагностичних системах: наукова монографія. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2022. 136 с.
6. Liliya Khvostivska, Mykola Khvostivskyu, Vasyl Dunetc, Iryna Dediv. Mathematical and Algorithmic Support of Detection Useful Radiosignals in Telecommunication Networks. Proceedings of the 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAР 2022). Ternopil, Ukraine, November 22-24, 2022. P.314-318. ISSN 1613-0073.
7. Хвостівська Л.В., Дунець В.Л., Серпутько А.П. Імітаційне моделювання сигналів для тестування алгоритмів роботи радіотехнічних систем. збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м.Тернопіль, 17- 18 листопада 2016 р.). Тернопіль, 2016. Том II. С. 123-124.

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ЛАН 2.030.010 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедру РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ _____ ” _____ 2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему:

«Мікропроцесорний електронавошувач»

Узгоджено:
Керівник роботи
Дунець В.Л. _____
“ _____ ” _____ 2023р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РА-41
Леськів А.В. _____
“ _____ ” _____ 2023р.

Тернопіль, 2023

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Мікропроцесорний електронавощувач”.

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-574 від “24” травня 2023р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Леськів Андрій Володимирович, студент групи РА-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є проектування приладу, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення розроблювального приладу;
- вибір компонентної бази розроблювального приладу;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи приладу;
- проектування друкованого вузла та друкованої плати приладу.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

- 4.1.1 напруга живлення 220 В +/- 20%;
- 4.1.2 вихідна напруга ~ 4В;
- 4.1.3 максимальний вихідний струм - 25А;
- 4.1.4 потужність віддається в навантаження - 100Вт;
- 4.1.5 час включення вихідної напруги - від 1 до 10сек.
- 4.1.6 Вимоги до умов експлуатації повинні бути:
 - Кліматичні умови за ГОСТ 15150-69, УХЛ 4,1;
 - Температура навколишнього середовища від +10°C до + 35°C
 - Відносна вологість повітря 80 % при $t=25^{\circ}\text{C}$

Примітка: габаритні розміри приладу уточнюються в процесі розробки конструкції.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема приладу;
- електрична принципова схема приладу;
- друкована плата приладу;
- друкований вузол приладу.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2023
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	14.03.2023
3	Розробка структурної схеми приладу	25.03.2023
4	Розробка схеми електричної принципової	10.04.2023
5	Розрахунок основних вузлів у схемі приладу	21.04.2023
6	Вибір компонентної бази приладу	01.05.2023
7	Компоновка друкованого вузла	15.05.2023
8	Створення допоміжної документації	27.05.2023
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	02.06.2023
10	Нормоконтроль	05.06.2023
11	Перевірка на антиплагіат	06.06.2023
12	Попередній захист роботи	05.06.2023
13	Захист роботи	21.06.2023

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A2			ФРК 2.030.010.000 СК	Складальне креслення	1	
A1			ФРК 2.030.010.000 ЕЗ	Схема електрична	1	
A4			ФРК 2.030.010.000 ПЕ	Перелік елементів	1	
				<u>Деталі</u>		
A2	1		ФРК 7. 030.010.001	Плата друкована	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				<u>Інші вироби</u>		
				Конденсатори		
				50 uF 25V ±10%	1	С1
				ELECT-3 electrolytic cap		
				0.1 pF 16V ±10%	6	С2-С7
				Мікросхеми		
				LM75A SO8 IIC	1	DA1
				Board Mount Temperature		
				ATTiny2313 AVR	1	DD1
				Atmel		

					ЛАВ 2.030.010			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Леськів А.В.			Мікропроцесорний електронавошувач	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дунець В.Л.					78	4
Консулат.						ТНТУ, ФПТ, гр. РА-41		
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.						
Затверд.		Дунець В.Л.						
					Специфікація			

