

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:
«Удосконалена паяльна станція»

Завідувач кафедрою

Опанасюк А. С.

Керівник

кваліфікаційної роботи

Новгородцев А. І.

Виконав студент

гр. ЕС – 61

Бабак І. О.

Суми 2020 р

Сумський державний університет

Факультет ЕлІТ

Кафедра «Електроніки і комп'ютерної техніки»

Спеціальність 6.171 «Електроніка»

Затверджую:

Зав.кафедрою Е і КТ

Опанасюк А. С.

„_____” _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Бабак Ігорю Олеговичу

1. Тема роботи: **«Удосконалена паяльна станція»**

Затверджена наказом по університету від „_____” _____ 2020 р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 28.05.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- реалізувати на базі мікроконтролера;
- індикація готовності пристрою до роботи;
- установка режимів роботи з паяльником та феном;
- індикація температури паяльника при зміні режимів роботи;
- наявність блоку індикації потужності та звукової сигналізації.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

- розробка алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою;
- розробка функціональної схеми пристрою;
- розробка та розрахунок принципової схеми пристрою.

5. Перелік графічного матеріалу:

- креслення схеми алгоритму;
- креслення схеми електричної структурної;
- креслення схеми електричної функціональної;
- креслення схеми електричної принципової.

Дата видачі завдання: 10.03.2020р.

Прийняв до виконання студент:

Бабак І. О.

Календарний план

№ п/п	Перелік етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітки
1	Огляд літератури за вибраним напрямком проектування	22.03.2020 р.	
2	Розробка алгоритму функціонування пристрою	10.04.2020 р.	
3	Розробка структурної схеми пристрою	15.04.2020 р.	
4	Розробка функціональної схеми пристрою	22.04.2020 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки	30.04.2020 р.	
6	Розробка та оформлення графічної частини	10.05.2020 р.	
7	Представлення роботи на рецензування	15.05.2020 р.	
8	Представлення роботи для захисту	28.05.2020 р.	

Керівник дипломного проекту:

Новгородцев А. І.

Студент дипломник:

Бабак І. О.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 46 сторінок, 25 рисунків, 19 літературних джерел..

Графічна частина роботи містить: блок-схему алгоритму роботи пристрою, структурну, функціональну і принципову електричну схеми.

Пояснювальна записка містить чотири розділи.

Перший розділ містить огляд технічної літератури за вибраним напрямком проектування.

Другий розділ присвячений розробці алгоритму функціонування і структурної схеми.

У третьому розділі, розроблена функціональна схема пристрою.

У четвертому розділі розроблена принципова схеми пристрою і виконаний розрахунок основних вузлів принципової схеми.

По результатам розробки зроблені висновки.

Приведений перелік літературних джерел.

ЗМІСТ

Вступ	4
1.Огляд літератури за вибраним напрямком проектування	7
1.1 Загальні відомості про паяльні станції	7
1.2 Огляд імпульсної паяльної станції	8
1.3 Паяльна станція з інфрачервоним нагрівачем	10
2 Розробка алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою ..	16
2.1 Розробка алгоритму функціонування пристрою	16
2.2 Розробка структурної схеми пристрою	17
3 Розробка функціональної схеми пристрою	20
4 Розробка та розрахунок вузлів принципової схеми пристрою	25
4.1 Вибір елементної бази	25
4.2 Розробка та розрахунок окремих вузлів принципової схеми	39
Висновки	45
Література	46

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Удосконалена паяльна станція. Пояснювальна записка.	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	Бабак І. О.							
<i>Проверил</i>	Новгородцев						3	46
<i>Реценз.</i>						СумДУ ЕС – 61		
<i>Н. Контр.</i>	Гапич							
<i>Утверд.</i>	Опанасюк							

ВСТУП

Монтаж печатних плат з наявності чіпів у яких контакти розташовані під ними (так званий BGA монтаж), ускладнює процес монтажу та ремонту. ускладнює прийнятий в Європі в 1998 році документ, що забороняє використовувати складовою частиною припою свинець – м'який, легкоплавкий метал. На сьогодні температура пайки виросла до 220⁰С, а вища температура є критичною для р-п переходів. Тому при монтажі радіоелектронних компонентів, звичайні паяльники замінюють спеціалізованими паяльними станціями.

Паяльна станція, розширює можливості пайки компонентів додатковими функціями: контроль температури, пайка гарячим повітрям за допомогою фена локального підігріву, термопинцет, джерело розігріву плати, наявність оловоотсоса, або вакуумного пінцета, комплектація тримачем, напрямних штативів, спеціалізованою підставкою і т. ін. Особливістю паяльної станції є можливість регулювання температури жала паяльника та термофену для пайки радіоелементів.

Паяльні станції бувають контактні, безконтактні, комбіновані, інфрачервоні. Нагрівання основного елемента може бути постійним, або періодичним. Робоча температура нагрівачого елемента, регулюється від 150⁰С до 450⁰С. Існують моделі, які здатні перевищувати цей діапазон. Існує два типу паяльних станцій: для звичайного припою і для безсвинцевої пайки. Є паяльні станції для пайки пластика та ПХВ – плівки.

Сконструювати паяльну станцію, можна із звичайним паяльником, якщо оснастити його термодіодом біля жала паяльника, регулятором температури та механізмом простої зміни жала паяльника. Регулювання температури при контактній пайці, не приводить до перегріву компонентів схеми і подальший вихід їх з ладу.

Велика частина звичайних паяльників розігрівають жало до температури 400С градусів. Наявність регулятора напруги в контактній (і не тільки) Паяльної станція забезпечує плавне регулювання робочих температур від 250 до 350⁰С. Це є оптимальний режим для процесу пайки. Термостабілізація паяльних станцій

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

забезпечується із застосуванням ПІД регуляторів. Основне завдання ПІД регуляторів, полягає в контролі поточної температури та зміні напруги живлення нагрівального елемента. За рахунок цього, жало паяльника не перегрівається, підвищується якість роботи, радіоелементи не піддаються перегріву, зменшується перегрів доріжок плати та їх відшарування.

Реалізація ПІД регуляторів, організовують на базі мікроконтролеа, або на аналогових компонентах - операційних підсилювачах. Такі регулятори виконують основну функцію - управління температурою. Професійне обладнання передбачає використання дорогих програмованих багатоканальних ПІД регуляторів. Нагрівальний елемент контактної паяльної станції звичайного типу, має потужність до 60 Вт. Для безсвинцевої пайки, нагрівальний елемент випускають на потужність від 75 до 160Вт. Безсвинцові нагрівальні елементи, як і паяльні станції, більш універсальні.

Особливу популярність отримали термовоздушні станції. В її роботі лежить принцип пайки Термоповітряні паяльні станції працюють за рахунок нагрівання припою гарячим повітрям з температурою, достатній для його плавки. Паяльна станція містить у собі спеціальний компресор або турбіну, які нагнітають повітряний потік, а спіральний елемент нагріває повітря до необхідної температури. При цьому можливе крім регулювання температури повітря на виході сопла, ще і налаштування оптимальної швидкості повітряного потоку вентилятора (компресора). Цей важливо, коли необхідно підібрати потік повітря, який рівномірно розподіляє тепло навколо компонента. Крім того, використання повітря вирішує проблему пайки елементів у важкодоступних місцях. Термоповітряні безконтактні паяльні станції використовують при ремонті мобільних телефонів, планшетів, материнських плат. Якісний процес BGA монтажу, з-за малої площі охоплення, без застосування нижнього підігріву і інфрачервоних нагрівачів, неможливий.

Безконтактні паяльні станції на базі інфрачервоного нагрівача, відносяться до розряду професійної сервісної техніки. Це обладнання, оснащене нижнім підігрівом для зменшення впливу деформаційних термічних процесів плати і

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

верхнього інфрачервоного нагрівача, здатного передавати тепло на велику площу. Специфіка пайки великих BGA чіпів, передбачає прогрів контактів мікросхеми до температури плавлення припою під нею. Припій знаходиться під чіпом, тому необхідний локальний прогрів місця під BGA чіпом.

Для демонтажу подібних мікросхем, використовують спеціальну технологію послідовності пайки. З допомогою нижнього підігріву всю площину плати протягом 3 – 5 хвилин нагрівають до температури +180⁰C зі швидкістю +1C у секунду. Цей процес не дозволить деформувати місце пайки чіпа і не скрутити плату «гвинтом». Нижні елементи не відпаюються так як їх тримає сила поверхневого натягу. Решту температур добавляють верхнім інфрачервоним нагрівачем безпосередньо над чіпом.

Такий профіль дозволяє зберігати контактні кулі безпосередньо на чіпі, а не на платі, що особливо важливо при його реболлінгу. Інфрачервоний спектр хвилі, здатний точково фокусуватися на певному чіпі, тим самим не піддаючи впливу нагріву навколишніх об'єктів. Довжина хвилі впливає на кристалічну решітку припою не руйнуючи напівпровідник. Такі інфрачервоні паяльні станції використовують професійні ремонтні майстерні. Така пайка забезпечує якісний ремонт сучасного обладнання.

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ВИБРАНИМ НАПРЯМКОМ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Загальні відомості про паяльні станції

Паяльна станція – багатофункціональний настільний паяльний інструмент, призначений для застосування у галузі електроніки та електротехніки. Вона дозволяє здійснювати паяння електронних компонентів з максимальним дотриманням протоколу виконання певної роботи.

Протокол забезпечує технічний регламент по температурі та тривалості паяння, рівномірність та швидкості нагрівання, розмір зони нагрівання та ін. Устаткування паяльної станції містить наступні компоненти:

- контрольно-керуючий модуль (спеціальний прилад для контролю параметрів і режимів роботи пристрою);
- паяльник (для низькотемпературної пайки припоєм);
- термопінцет (для виконання операцій монтажу і демонтажу мініатюрних SMD-компонентів);
- фен локального підігріву (для здійснення допоміжного підігрівання у місці з'єднання або використання як інструменту групової пайки);
- потужне джерело теплового випромінювання (для розігрівання плати при груповій пайці);
- вузьконаправлене джерело теплового випромінювання (для локального розігрівання плати при груповій пайці);
- пневматичні агрегати - вакуумний пінцет, олововідсос;
- допоміжні приладдя (підставки, утримувачі, рамки, стойки, антистатичні браслети і килимок).

Мінімальна комплектація паяльної станції включає паяльник, контрольно-керуючий модуль і пружинний утримувач паяльника. У порівнянні зі звичайним побутовим паяльником, вона забезпечує можливість регулювання і підтримки заданої температури, збільшення безпеки пристрою за рахунок утримувача що запобігає випадковому торканню розігрітого паяльника до інших предметів.

Найпростіший паяльний пристрій (рис.1.1), скомплектований з контрольного модуля з регулятором, паяльника, підставки з утримувачем і губкою.

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд паяльної станції

Паяльні станції класифікуються за типом нагрівального елемента. В даний момент існує 3 типи:

- з ніхромовим нагрівачем (ніхромовий дріт намотаний на керамічний стержень і покритий шаром ізолятора);
- з керамічним нагрівачем (на керамічний стержень наноситься шар з керамічного матеріалу на який нанесена струмопровідна доріжка, яка і випромінює тепло);
- з індукційним нагрівачем (у центральну частину котушки поміщається частина жала, за рахунок ВЧ модуляції у самому жалі генерується тепло).

1.2 Огляд імпульсної паяльної станції

Імпульсний паяльник це пристрій, призначений для проведення монтажних робіт на печатних платах та інших вузлів електроніки. Нагрівання робочого елемента здійснюється за рахунок струму високої частоти. Інструмент імпульсного типу, потребує невелику потужність електричної енергії. Висока економічність такого паяльника обумовлена тим, що електрострум пропускається через робочий накінецьник тільки у процесі проведення пайки. Прилад складається з перетворювача мережевої напруги у напругу з високою частотою. Перетворювач

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ				

на виході видає струм з частотою 18-40 кГц. До складу пристрою входить високочастотний понижуючий трансформатор і мікропроцесорна схема управління. Вторинна обмотка понижуючого трансформатора має струмознімачі, призначені для закріплення на них жала.

Сучасні імпульсні пристрої для здійснення пайки мають у своїй конструкції індикатори рівня потужності та підсвічування в області проведення пайки. Корпус сучасного пристрою виготовляється із термостійкої пластмаси.

Перевагами таких пристроїв є низьке енергоспоживання, невелика маса і компактність, яка забезпечується застосуванням у конструкції сучасних високочастотних перетворювачів. Деякі пристрої мають крім індикатора і регулятор потужності, що дозволяє проводити роботи як з невеликими виробами, так і з деталями електронних схем значного розміру. При проведенні робіт з використанням імпульсного паяльника, слід пам'ятати, що електронні елементи дуже чутливі до високочастотної напруги, що виникає на жалі приладу.

До складу конструкції простого паяльного пристрою, входять наступні конструктивні елементи:

- трансформатор високочастотний;
- світлодіодні індикатори;
- мідний дріт для жала інструменту;
- кнопка вмикання-вимикання;
- пластиковий корпус;
- діелектрична стійка.

Схема пристрою імпульсного паяльника (рис.1.2), значно складніша ніж пристрій звичайного інструменту, що має у своїй конструкції нагрівальний елемент. Для того щоб виготовити імпульсний паяльник, необхідно мати високочастотний понижуючий трансформатор.

Для його виготовлення можна використовувати імпульсний блок живлення, що застосовується для запуску ламп денного світла потужністю 40 Вт. В трансформаторі видаляють вторинну обмотку і намотують два витки мідного дроту діаметром 1 мм.

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

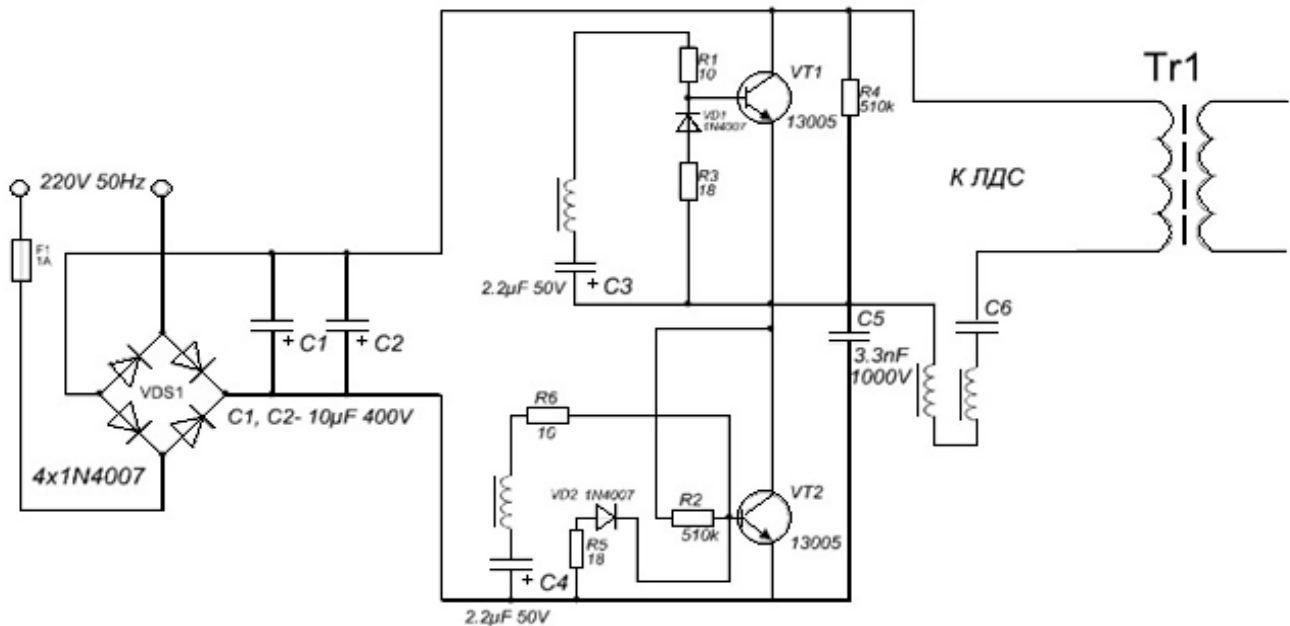


Рисунок 1.2 – Схема імпульсної паяльної станції

Готовий трансформатор із зміненою обмоткою поміщається у корпус. Найбільш зручною формою корпусу, буде форма у вигляді пістолета, на місці курка у якій, монтується кнопка для включення пристрою.

На місці уявного ствола пістолета монтується стійка, виготовлена з діелектрика, на якій закріплюється петля з мідного дроту – жало. Воно підключається до вторинної обмотки трансформатора, при замиканні ланцюга за допомогою кнопки-курка, відбувається нагрів жала. Для візуалізації роботи інструменту у ланцюг можна впаяти світлодіод. В процесі роботи не слід тривалий час тримати кнопку у положенні "включено", так як це може привести до перегріву і виходу приладу з ладу.

1.3 Паяльна станція з інфрачервоним нагрівачем

Паяльні станції з інфрачервоними (ІЧ) нагрівачами (рис. 1.3), можна виділити в окрему групу, оскільки вони конструктивно відрізняються від усіх інших. Подібні пристрої дозволяють здійснювати високоточну пайку. Цей процес у значній мірі наближається до умов, створюваних обладнанням масового виробництва електроніки. При цьому, пайка може відбуватися із довільно заданим розподілом температур у часі (температурним профілем), який підбирається у

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

відповідності до рекомендацій виробників електронних компонентів. Це мінімізує ризики теплового удару та пошкодження спаюваних деталей, а також дозволяє уникнути значного перепаду температур у процесі пайки, що може призвести появу деформацій панелі.

У ІЧ станціях, основним механізмом передачі тепла є інфрачервоні електромагнітні хвилі середнього діапазону з довжинами 2–10 мкм. Такий діапазон вибраний тому, що випромінення у ньому має найкращі показники поглинання енергії. Більш короткі хвилі, що належать до ближньої інфрачервоної області спектру (0,7–1,5 мкм), є малоприсадними до застосування у пайці, оскільки поверхні різних кольорів нагріваються ними нерівномірно: темніші поверхні перегріваються, а блискучі ділянки прогріваються недостатньо. Крім того, для короткохвильового ІЧ випромінення властиві явища затінення, що додатково посилює неоднорідність температури. З іншого боку, дальня область ІЧ спектру (6–1000 мкм) взагалі не може використовуватися для пайки, оскільки не дозволяє розвинути, потрібні для плавлення припою, температури. Теплове випромінення, застосоване у ІЧ станціях, забезпечує достатню для якісної пайки рівномірність нагрівання усіх елементів поверхні, навіть за умови наявності у них різної відбиваючої здатності.

Для випромінення ІЧ хвиль середнього діапазону, у паяльних станціях використовуються спеціальні лампи розжарення разом з системою дзеркал. При цьому, як джерело тепла, можуть виступати трубчасті нагрівачі різних типів, до яких відносяться:

– керамічні нагрівачі, які мають вищу надійність та довговічність у порівнянні з кварцовими. Їх випромінення в основному має довжини хвиль в діапазоні 3–10 мкм і не містить оптично видимої складової;

– кварцові нагрівачі, що випромінюють ІЧ хвилі з довжинами 1,3–3 мкм, а також видиме світло. Вони розігріваються швидше ніж керамічні і формують більш однорідну зону нагрівання.

Нагрівачі інколи можуть бути об'єднані у панелі відносно великих розмірів, з температурою випромінюючої поверхні близько 280–320 °С. У таких

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

пристроях, нагрівання місця спайки об'єктів, здійснюється на 60% за рахунок звичайної конвекції і на 40% – шляхом поглинання середньохвильового ІЧ випромінювання.

У малопотужних станціях найпростішої конструкції робочим органом може бути ІЧ гармата. Вона являє собою ручний інструмент, оснащений випромінювачем, який під'єднується до основного блоку станції. Гарматою можна вільно маніпулювати, або за потребою, встановлювати її на вертикальний штатив.

Більш досконалі станції мають стаціонарний верхній нагрівач та термостіл, який дозволяє зафіксувати плату і за потребою здійснює нагрівання її нижньої частини за допомогою окремого ІЧ випромінювача. При його роботі у парі з основним (верхнім) випромінювачем, забезпечується прогрівання плати з двох поверхонь одночасно, що сприяє однорідності температур і знижує теплові деформації. Такий підхід особливо корисний при пайці BGA мікросхем, оскільки за рахунок цього знижується відтік тепла з нижньої частини мікросхеми, яка контактує з платою. В результаті, температуру верхнього нагрівання можна зменшити і тим самим мінімізувати ризик теплового пошкодження мікросхеми. Термостіл виконує попередній прогрів усієї плати до температури 100–150 °С, а вже після цього починається паяння самої BGA мікросхеми основним випромінювачем.

У найдосконаліших станціях додатково передбачаються засоби примусового охолодження спаюваних деталей (вентилятори), а також дистанційні ІЧ термодатчики, які здійснюють одночасний контроль температури на різних ділянках нагрівання. Може бути реалізовано декілька незалежно контрольованих температурних зон. Станції також можуть мати засоби моніторингу та керування за допомогою персонального комп'ютера, функції звукового сповіщення, тощо.

Площа та форма зони нагрівання ІЧ станції може бути тонко налаштована під кожну конкретну задачу. Для цього основний випромінювач обладнується спеціальними шторками, які дозволяють змінювати розміри вихідного отвору лампи, а ті ділянки плати, нагрівання яких є небажаним, можуть бути екрановані за допомогою тепловідбиваючої фольги.

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

У порівнянні з термофенами, ІЧ станції забезпечують найбільш контрольований та акуратний режим рівномірного нагрівання поверхонь великої площі. Тому їх застосування максимально виправдане у випадках паяння мікросхем з великими розмірами корпусів (наприклад, при ремонті материнських плат та карт розширення комп'ютерів), та при здійсненні групового (безконтактного) паяння значної кількості SMD-компонентів. Розглянемо на прикладі одну із схем такої паяльної станції яка приведена нижче на рисунку 1.3.

Блок керування виконаний на МК ATmega16, тактируемого від внутрішнього RC-генератора частотою близько 8 МГц. У якості індикатора у схемі застосований широко поширений двох рядковий РК-модуль з контролером HD44780. Схема складається з блоку підсилювачів термопар, МК з дисплеєм, клавіатурою і звуковим сигналізатором, схеми детектора нуля, силової частини і блоку живлення.

Блок підсилювачів зібраний на ОП DA1 і DA2, замість LM358 допускається використовувати LM2904. Далі сигнали поступають на АЦП МК. МК має типову обв'язку у вигляді клавіатури і дисплея. LC-ланцюг L1 C11 має внутрішню схему АЦП МК. Резистором R35 встановлюється контрастність дисплея. На платі виведені сигнали для внутрішньосхемного програмування (ISP). До МК так само підключений пьезокристаличний звуковий випромінювач BQ1. Невеличке зауваження з приводу підключення дисплея, у залежності від виробника у дисплеях можуть бути поміняні місцями контакти 1 і 2 (живлення), а також можливо, знадобиться встановити гасящий резистор у ланцюзі підсвічування (вивід 15 дисплея).

Схема детектора нуля має два варіанти, що б полегшити повторюваність. Вибір варіанту залежить від застосовуваного блоку живлення. Якщо блок живлення трансформаторний, то простіше використовувати схему виділену пунктиром, а при використанні імпульсного блока живлення, доведеться реалізувати схему на оптроні U1.

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ				

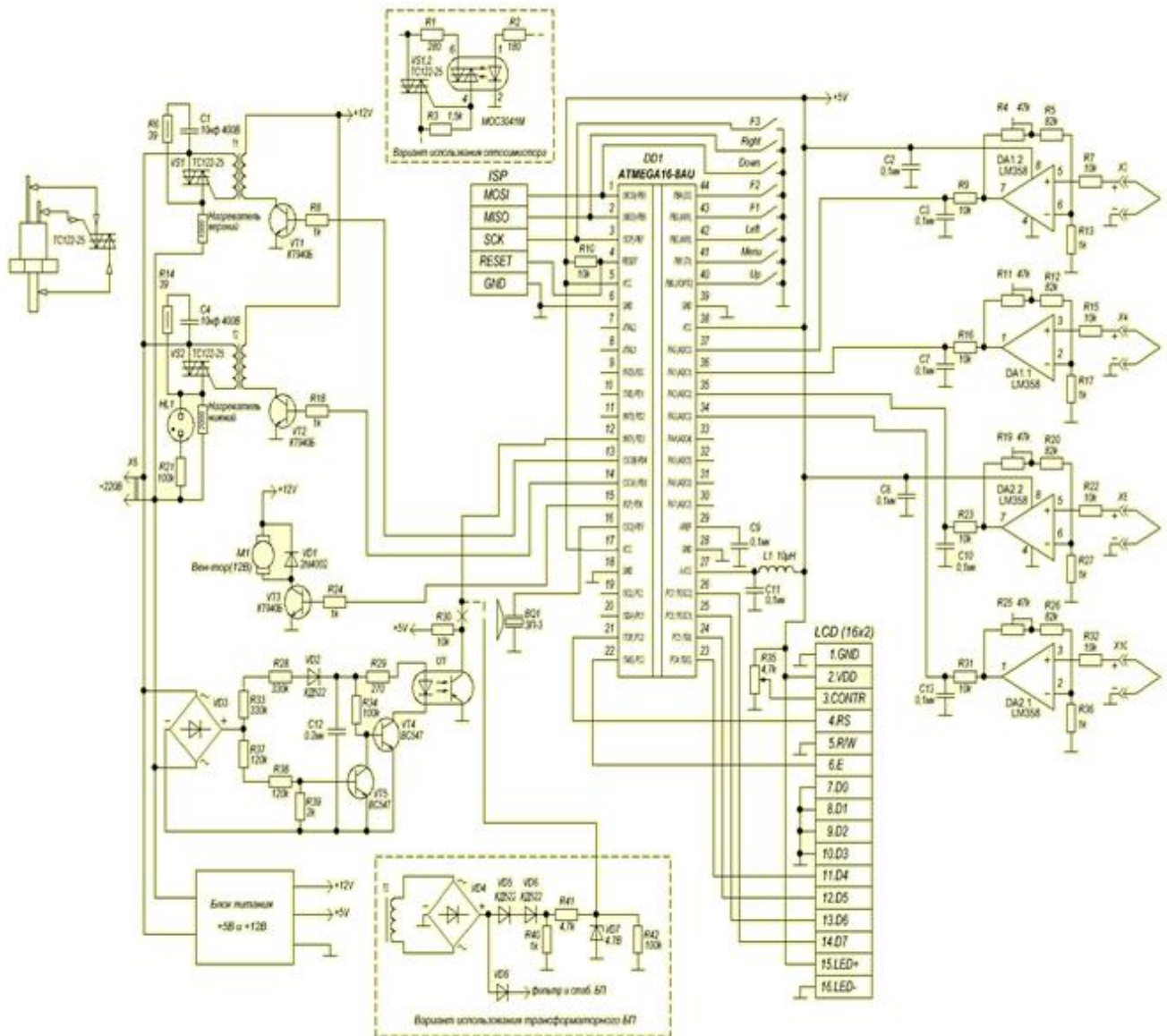


Рисунок 1.3 – Паяльна станція з ІЧ нагрівачем

Блок живлення. У якості блоку живлення, можна застосувати як імпульсний БЖ з вихідними напругами +5В і +12В, так і трансформаторний з інтегральними стабілізаторами 7805 і 7812, включених за типовою схемою. В трансформаторному БЖ виконується доопрацювання у вигляді додаткового діода (VD6) відразу після діодного мосту і перед фільтруючим конденсатором (схему обведена пунктиром). Блок живлення повинен забезпечувати струм порядку 1А по обох каналах. Силова частина складається з двох однакових каналів на симісторах VS1 і VS2. Є два варіанти управління ними, це через оптосимістори (схема показана пунктиром) і через імпульсні трансформатори (їх параметри вказані на схемі). Терморегулятори симісторов так само показана на схемі.

Допускається застосування сімісторів імпортного виробництва. Сімістори необхідно встановлювати на радіатори так як потужність яка виділяється, складає приблизно 5-10 Вт. Неонова лампа HL1 встановлюється поза блоку управління ближче до нижнього нагрівача (у корпусі установки) і сигналізує про включення нижнього підігріву. Для роботи з оптосімісторами або трансформаторами прошивки розрізняються.

Так само до силової частини можна віднести схему управління вентилятором, на фото вище цього вентилятора не видно, він виконаний у вигляді окремого "фена" і призначений для охолодження місця пайки, це дозволяє зробити пайку більш якісною.

В даній схемі застосовується метод "беззавадового" регулювання потужності, тобто шляхом "пропускання" напівперіодів мережевої напруги, кількість пропускаються напівперіодів визначає потужність.

Недоліки ІЧ станцій:

- ІЧ пайка, є найбільш придатною до застосування в сфері поверхневого монтажу, компоненти для наскрізного монтажу потребують інших засобів паяння. Однак, при необхідності, ІЧ станціями можна паяти і наскрізні компоненти;

- незважаючи на вжиті заходи, актуальною залишається проблема залежності ступеня поглинання енергії ІЧ випромінення від поглинаючої здатності матеріалів, з яких виготовлені спаювані компоненти. В результаті, нагрівання поверхонь та окремих частин кожного спаюваного елемента є дещо нерівномірними, через різну спектральну чутливість матеріалів;

- ІЧ станції є спеціалізованими пристроями, і в багатьох випадках у них взагалі не передбачені додаткові паяльні засоби та допоміжні елементи (паяльник, термофен, тощо). Такі станції, можуть розглядатися лише як корисне доповнення до класичних паяльних інструментів, які необхідно мати окремо.

Вартість ІЧ паяльних станцій зазвичай є у декілька разів вищою ніж у термоповітряних.

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ

2.1 Розробка алгоритму функціонування пристрою

Алгоритм функціонування пристрою наведений на рис. 1.4.

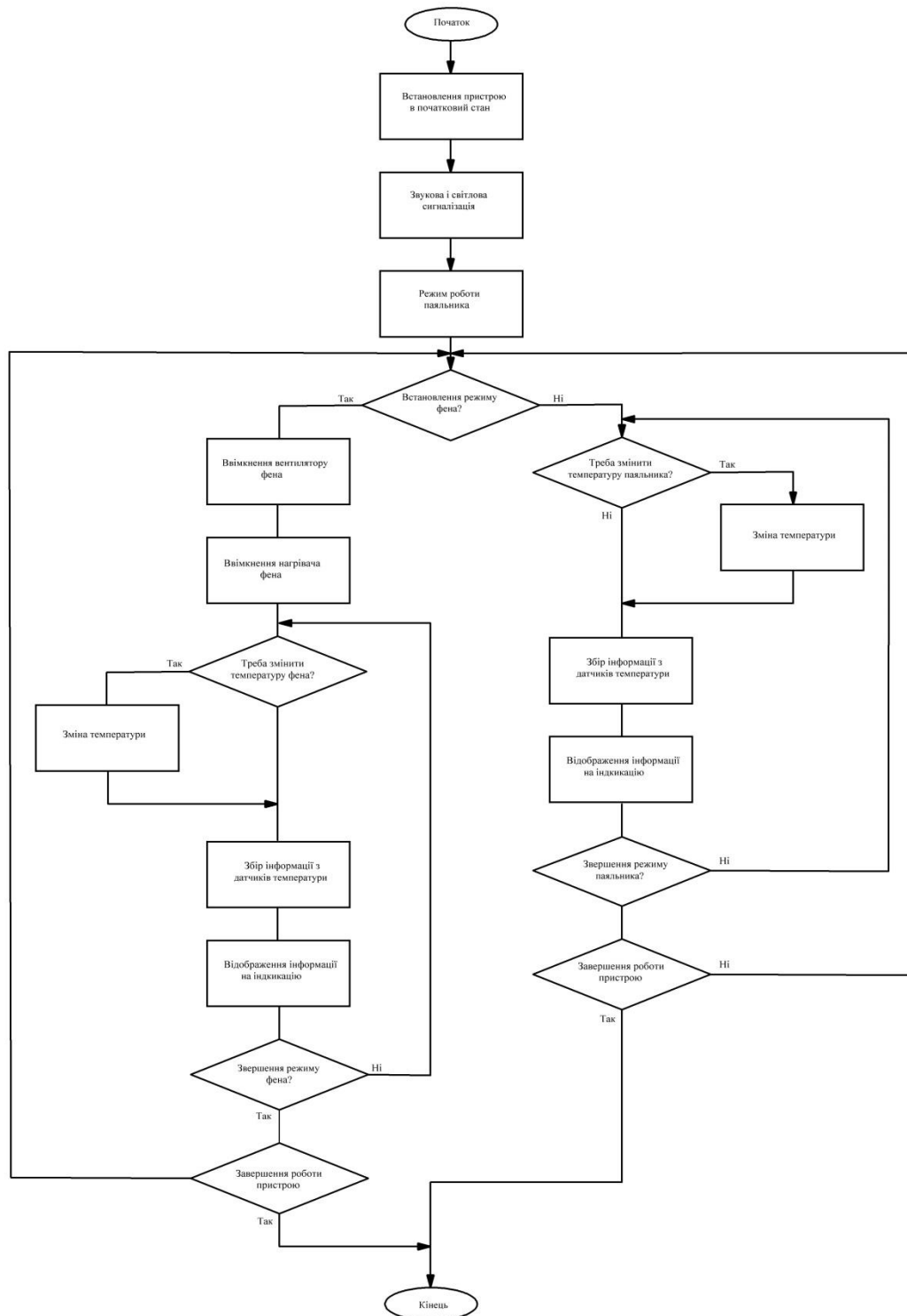


Рисунок 1.4 – Алгоритм роботи пристрою

Після вмикання до мережі, пристрій встановлюється у початковий стан. Режими роботи паяльної станції задаються за допомогою пульта управління. Контроль за роботою станції виконує мікроконтролер.

Інформація готовності пристрою до роботи, відображатися на індикаторі, а також звуковій сигналізації. Відразу вмикається режим пальника і починається збір інформації з датчиків температури та вивід інформації на блок індикації. При установці необхідної температури, повторно відбувається збір інформації з датчиків.

По закінченню даної інформації, встановлюється режим роботи з феном. При вмиканні даного режиму, вмикається вентилятор та нагрівач фена. Далі аналогічно як і в режимі роботи паяльника, якщо ж не встановити необхідну температуру, то він буде працювати за номінальною температурою. Таким чином, запропонований алгоритм роботи, надає велику зручність керуванням паяльною станцією.

2.2 Розробка структурної схеми пристрою

Структурну схему пристрою будуємо на основі алгоритму функціонування. Завданням проектування є розробка пристрою, що задовольняє заданим вимогам:

- алгоритм роботи повинен бути достатньо гнучким;
- схема повинна володіти високою швидкістю.

Пристрій паяльної станції має наступні блоки:

- МК – мікроконтролер;
- БЗС – блок звукової сигналізації;
- БРР – блок режимів роботи;
- БІ – блок індикації;
- ключі;
- БІП – блок індикації потужності;
- БП – блок програмування;
- СН – стабілізатор напруги;
- БПН – блок пониження напруги;

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

- ІП – імпульсний перетворювач;
- БВС – блок ввімкнення станції;
- ДТП – датчик температури паяльника;
- паяльник;
- ДТФ – датчик температури фена;
- вентилятор;
- фен;
- ПСТ1 – посилювачі сигналів з термопар 1,2;
- ПСТ2 – посилювач сигналу з термопарою 2;
- К1, К2 – ключі.

Структурна схема паяльної станції наведена на рис.1.5.

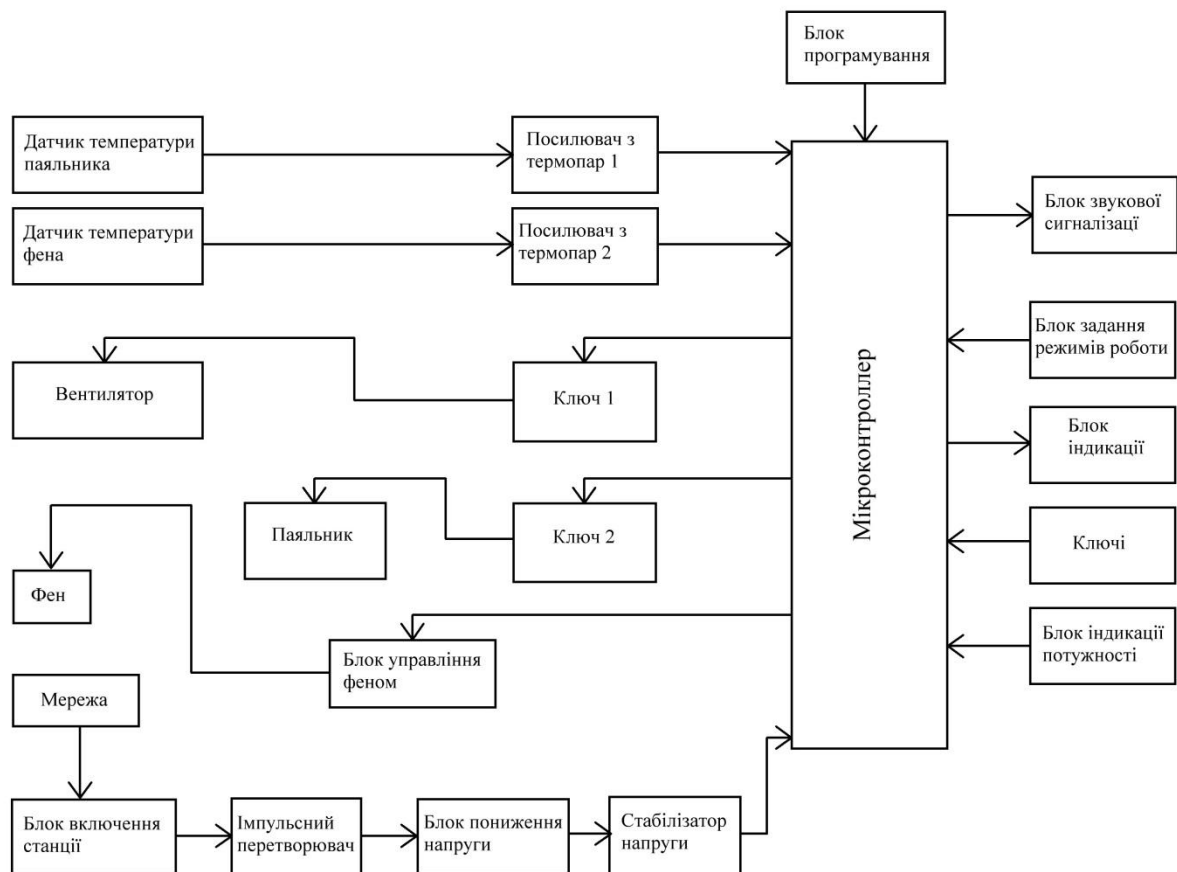


Рисунок 1.5 – Структурна схема паяльної станції

Робота структурної схеми полягає у наступному. Після вмикання станції, напруга подається на блок живлення. Через блок пониження, напруга знижується і подається на стабілізатор, а потім на елементи схеми. Спрацьовує звуковий сигнал і вмикається блок індикації. З блоку задання режиму роботи, задається

режим роботи паяльника та фена, а також необхідну температуру паяльника. Інформація з датчиків виміру температур, через підсилювачі передається на мікроконтролер і виводиться на індикатор.

Важливим показником є складність апаратної реалізації, що визначає її вартість. При виборі варіантів проекрованої апаратури необхідно зупинитися на тому, який при рівності одного або декількох показників забезпечує більш високі показники. Однак, у залежності від призначення технічних засобів, часто доводиться знижувати одні показники наприклад, вартість або якість з метою забезпечення більш високих інших показників.

Реалізацію проектованого пристрою проводиться на основі функціонально, закінчених блоків, які здатні самостійно, або у сукупності з іншими блоками, вирішувати поставлені завдання. Блоки, що входять у пристрій повинні бути достатньою мірою спеціалізованими та узгодженими для роботи їх у одній системі.

3 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМ ПРИСТРОЮ

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

3.1 Розробка функціональної схеми пристрою

Наступною після розробки структурної схеми завданням проектування є розробка функціональної схеми пристрою. Саме функціональна схема є прообразом, по якому буде будуватися принципова схема пристрою.

В основі схеми паяльної станції є мікроконтролер DD1 PIC16F887, який налаштований на роботу від вбудованого тактового генератора на 8 МГц і має у своєму складі 10-ти бітний АЦП.

Для внутрішньосхемного програмування на платі встановлений роз'єм ХР3. Конденсатори С10 і С15 керамічні і встановлюються максимально близько до виводів живлення мікроконтролера. Для звукової сигналізації на платі встановлений випромінювач з вбудованим генератором ВА1, який управляється з виводу 40 (RB7) DD1 через транзистор VT5(рис. 1.6)

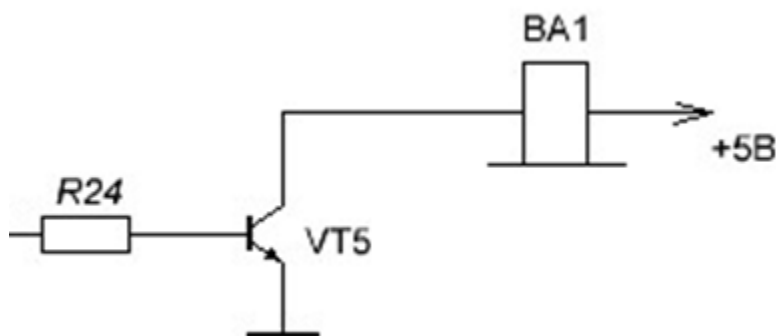


Рисунок 1.6 – Звуковий випромінювач

Температура вимірюється за допомогою термопар ВК1 і ВК2, які встановлені всередині фена і паяльника, відповідно. Сигнали з термопар посилюються за допомогою операційних підсилювачів DA1.1 і DA1.2 (рис.1.7,1.8). Компенсація температури холодного спаю не виконується.

Холодні спаї термопар знаходяться у ручках паяльника і фена і не мають додаткових каналів їх контролю. Відсутність компенсації температури холодного спаю не викликають помітних незручностей при використанні паяльної станції.

У якості опорної напруги АЦП мікроконтролера, використовується напруга живлення мікроконтролера.

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

За допомогою ШІМ, організовано регулювання потужності нагрівача паяльника і фена, а також оборотів вентилятора фена. Керування потужністю нагрівача паяльника, організовано за допомогою апаратного ШІМ-модуля мікроконтролера з виводу 17 (RC2) DD1 через потужний польовий транзистор VT2. Потужність потоку повітря вентилятора і нагрівача фена регулюється за допомогою програмного ШІМа з виводу 16 (RC1) DD1 через VT2 для вентилятора і з виводу 9 (RE1) DD1 через оптопару U1 і симистор VD7.

Величина потужності нагрівача фена, регулюється напругою мережі. Світлодіод VD5 служить для візуального контролю роботи нагрівача фена. Діод VD2 слід встановлювати при використанні нагрівача фена розрахованого на напругу 110 В. Він служить для подачі на нагрівач тільки однієї напівхвилі напруги.

Індикація режимів роботи виконується за допомогою 4-х розрядного 7-ми сегментного індикатора з загальним катодом HG1. Аноди індикатора підключені безпосередньо до порту D мікроконтролера DD1 через резистори R26...R33. Ці резистори слід підбирати так, щоб сумарний струм через всі виводи порту мікроконтролера, не перевищував 90 мА, а через окремий вивід - 25 мА. Катоди індикатора підключені через транзистори VT6-VT9.

Для індикації поточної потужності нагрівача і режимів роботи, використовується лінійка світлодіодів VD8-VD15 (рис. 1.9). При цьому VD14 і VD15 використовуються для індикації режимів роботи, тоді як інші – для індикації потужності. Для економії виводів і скорочення з'єднувальних дротів між платою мікроконтролера та блоком індикації, світлодіоди управляються за допомогою динамічної індикації спільно з семисегментним індикатором.

Реле К1 призначене для управління живленням паяльної станції. Резистор R3 призначений для зниження струму через обмотку реле у режимі роботи, а С1 для короткочасної подачі напруги живлення у момент вмикання. Діод VD3 відображає стан реле.

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

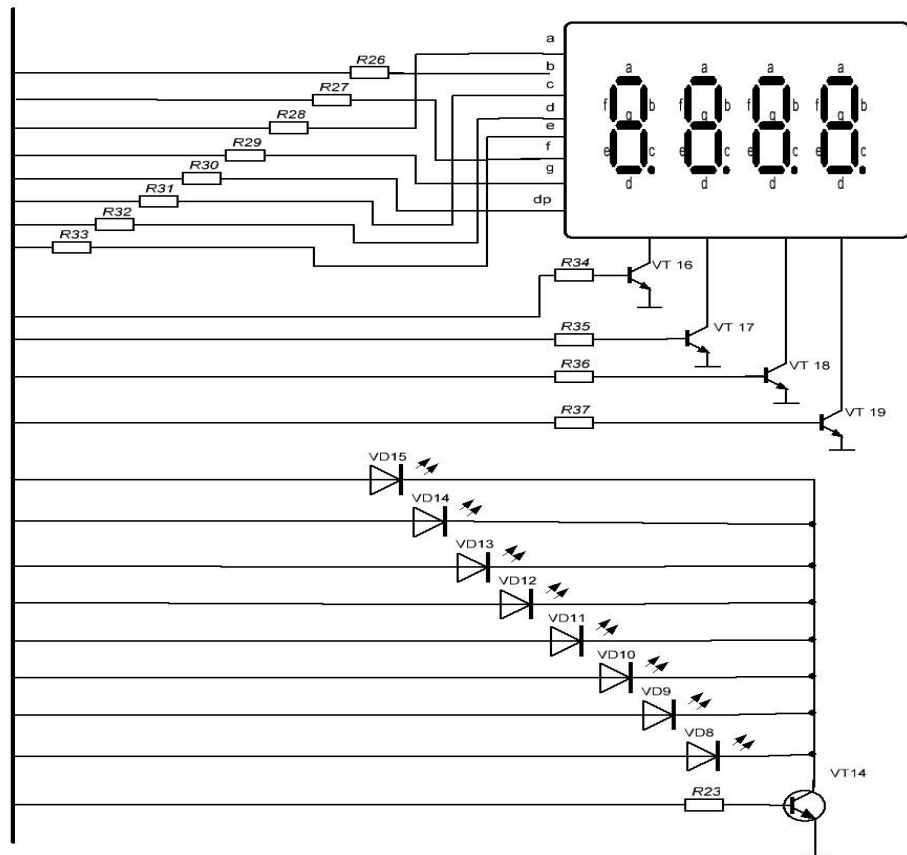


Рисунок 1.9 – Схема індикації і потужності

Функціональна схема пристрою, наведена на рис. 1.10.

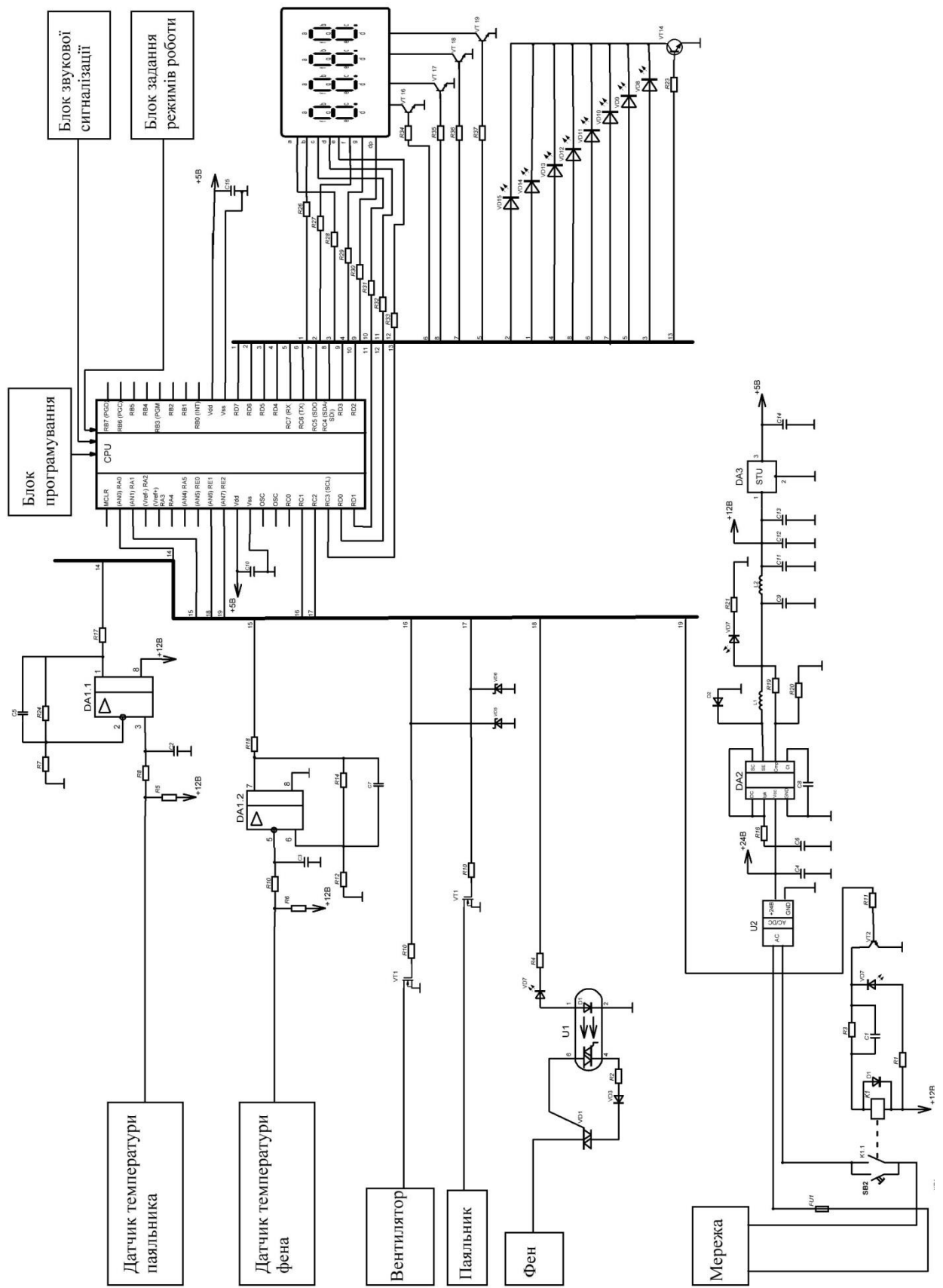


Рисунок 1.10 – Функціональна схема пристрою

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ

4 РОЗРОБКА ТА РОЗРАХУНОК ВУЗЛІВ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПРИБРОЮ

4.1 Вибір елементної бази

Для здешевлення, спрощення і прискорення роботи пристрою, доцільно цей пристрій будувати на мікроконтролері з вбудованою пам'яттю та портами вводу/виводу.

Мікроконтролер це – виконана у вигляді мікросхеми спеціалізована мікропроцесорна система, що включає мікропроцесор, блоки пам'яті для збереження коду програм і даних, порти вводу-виводу і блоки зі спеціальними функціями (лічильники, компаратори, АЦП та інші).

Використовується для керування електронними пристроями. По суті, це – однокристальний комп'ютер, здатний виконувати прості завдання. Використання однієї мікросхеми значно знижує розміри, енергоспоживання і вартість пристроїв, побудованих на базі мікроконтролерів. Переважна більшість процесорів, що випускаються у світі – мікроконтролери.

Мікроконтролер є основним елементом проектного пристрою. Мікроконтролер доцільно вибрати восьмиразрядним з можливістю підключення зовнішньої пам'яті великого об'єму, з тактовою частотою, що забезпечує прийнятну швидкість обробки інформації та обчислення хеш-функції.

Також у мікроконтролера повинна бути достатня кількість портів вводу/виводу для підключення потрібних зовнішніх елементів. Мікроконтролер також буде забезпечувати тимчасову синхронізацію роботи пристрою, прийом і видачу результатів. Для пристрою, який проектується, вибираємо мікропроцесор PIC16F887/

Загальні відомості про мікроконтролери серії PIC16Fxx.

Мікроконтролери сімейства PIC16Fxx (Peripheral Interface Controller) об'єднують всі передові технології мікроконтролерів: світове лідерство за гнучкою одноразово або багаторазово електрично перепрограміруємої

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

користувачем технології ППЗП, мінімальне енергоспоживання, виняткову продуктивність, потужну RISC архітектуру і мінімальні розміри корпусу. Ці широкі можливості і низька вартість зробили серію мікроконтролерів PIC кращим вибором для інженерних застосувань.

Більш 200 мільйонів мікроконтролерів PIC використовуються у декількох тисячах додатків по всьому світу. Використовувати ці мікроконтролери рекомендується у всіх випадках, коли критично енергоспоживання, габарити та вартість пристрою.

Архітектура RISC мікроконтролерів PIC встановлює промисловий стандарт: 5 MIPS (мільйонів операцій у секунду). PIC, мають вищу швидкість у порівнянні з 8-бітовими мікроконтролерами аналогічного класу.

PIC - це повністю статичний пристрій, тактовий генератор може бути зупинений без втрат логічних станів. Для перешкодостійких застосувань використовується сторожовий таймер WDT, виконаний як незалежний вбудований RC генератор. У конструкцію мікроконтролерів PIC також включено багато енергозберігаючих особливостей. Можливий вибір одного з чотирьох типів тактових генераторів, серед яких є RC генератор і мікропотребляючий генератор LP.

Додатковий режим зниженого енергоспоживання SLEEP і сторожового таймеру WDT дозволяють ефективно використовувати мікроконтролери цього сімейства у широкому спектрі застосувань контролерів у пристроях з батарейним живленням, живленням від телефонної лінії, сонячних батарей і віддалених від джерел електроенергії пристроїв.

Галузь застосування. У техніці зв'язку: мікро-АТС, автовідповідачі, АОНи, бездротові і мобільні телефони, пристрої зарядів акумуляторів, факс-апарати, модеми, радіомодеми, транкові системи, пейджери. Структурна схема мікроконтролера PIC16F877, наведена на рис. 1.11. Поділ шин команд і даних дозволяє збільшити розрядність команди у порівнянні з розрядністю даних. Шина даних і пам'ять даних (ОЗП) мають ширину 8 біт, а програмна шина і програмна пам'ять (ППЗП або ПЗП) має ширину 14 біт.

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

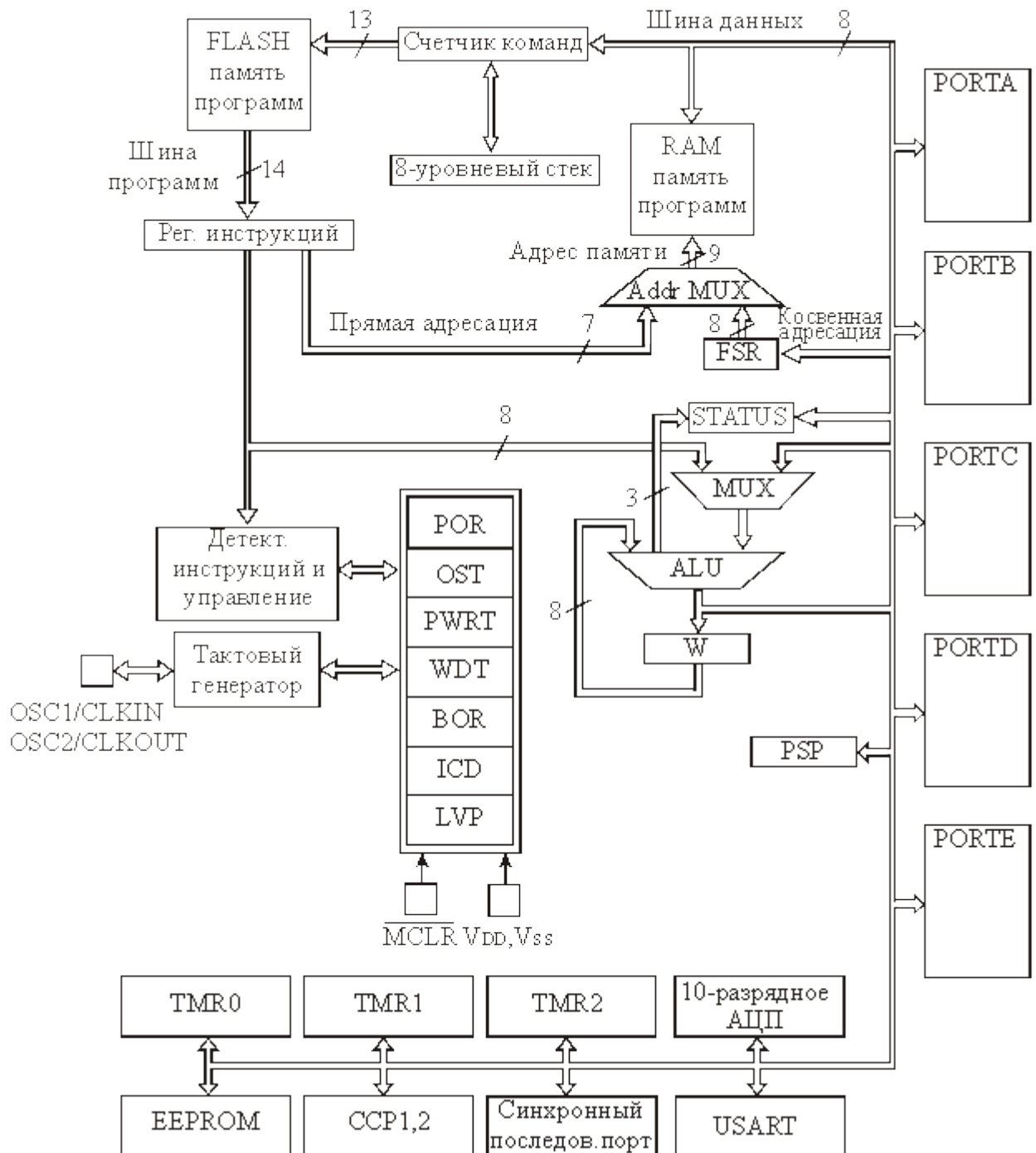


Рисунок 1.11 - Структурная схема микроконтроллера PIC16F877

З точки зору користувача необхідними компонентами кожного мікроконтроллера є:

- центральний процесор;
- пам'ять даних і пам'ять програм;
- тактовий генератор і таймер;
- порти вводу-виводу;

– схема скидання.

Можуть також бути:

– схема переривань;

– апаратні модулі, що працюють без участі центрального процесора.

Функціональна схема мікроконтролера PIC 16F887I/P, наведена на рис. 1.12.

1	MCLR	CPU	RB7 (PGD)	40
2	(AN0) RA0		RB6 (PGC)	39
3	(AN1) RA1		RB5	38
4	(Vref-) RA2		RB4	37
5	(Vref+) RA3		RB3 (PGM)	36
6	RA4		RB2	35
7	(AN4) RA5		RB1	34
8	(AN5) RE0		RB0 (INT)	33
9	(AN6) RE1		Vdd	32
10	(AN7) RE2		Vss	31
11	Vdd		RD7	30
12	Vss		RD6	29
13	OSC		RD5	28
14	OSC		RD4	27
15	RC0		RC7 (RX)	26
16	RC1		RC6 (TX)	25
17	RC2		RC5 (SDO)	24
18	RC3 (SCL)		RC4 (SDA/ SDI)	23
19	RD0		RD3	22
20	RD1		RD2	21

Рисунок 1.12 – Мікроконтролер PIC 16F887I/P

PIC — серія мікроконтролерів, що мають гарвардську архітектуру і вироблених американською компанією Microchip Technology Inc. Назва PIC є скороченням від англ. peripheral interface controller, що означає «контролер інтерфейсу периферії». Назва пояснюється тим, що спочатку мікроконтролери серії PIC призначалися для розширення можливостей вводу-виводу 16-бітових мікропроцесорів CP1600.

Технічні характеристики PIC16F887-I / PT:

- корпус (розмір) 44-TQFP;
- робоча температура -40°C ~ 85°C;
- тип осцилятора Internal;
- перетворювачі даних A / D 14x10b;

					Лист
					28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

- напруга джерела (Vcc / Vdd) 2 V ~ 5.5 V;
- розмір пам'яті 368 x 8;
- EEPROM Size 256 x 8;
- тип програмованої пам'яті FLASH;
- розмір програмованої пам'яті 14KB (8K x 14);
- число вводів / виводів 35;
- периферія Brown-out Detect / Reset, POR, PWM, WDT;
- підключення I²C, SPI, UART / USART;
- швидкість 20MHz;
- розмір ядра 8-Bit;
- процесор PIC;
- серія PIC® 16F;
- Lead Free Status / RoHS Status Lead free / RoHS Compliant;
- тактова частота 20МГц, тактовий сигнал, 200нс, один машинний цикл;
- система переривань (до 14 джерел) .

Пам'ять даних і пам'ять програм у всіх мікроконтролерах PIC розділені (гарвардська архітектура). Присутня шина даних, яка має розрядність 8 біт і розділена з шиною адреси, яка з'єднує центральний процесор з пам'яттю програм. У результаті процесор в стані одночасно здійснювати доступ до даних і до слів команд. Також ця архітектура допускає, щоб розрядність осередків у пам'яті програм не залежала від розрядності комірок пам'яті даних.

Крім цього одночасно з виконанням команди центральний процесор вибирає з пам'яті програм наступну команду. Цим обробка прискорюється майже у два рази при одній і тій же тактовій частоті. Тільки у тому випадку, коли оброблювана у даний момент команда, є командою переходу, підготовлена команда відкидається і вибирається команда за новою адресою переходу.

Операційні підсилювачі сигналів з датчиків температури паяльника й фена реалізовані на аналогових мікросхемах **LM358**. Мікросхема реалізована в стандартних корпусах DIP, SO і має 8 виводів для підключення до ланцюгів живлення і формування сигналів. Два з них (4, 8) використовуються у якості

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

выводів двополярного і однополярного живлення у залежності від типу джерела або конструкції готового пристрою. Входи мікросхеми 2, 3 і 5, 6. Виходи 1 і 7. У схемі операційного підсилювача, є 2 осередки зі стандартною топологією виводів і без ланцюгів корекції. Тому для реалізації більш складних і технологічних пристроїв потрібно передбачати додаткові схеми перетворення сигналів. Мікросхема є популярною і використовується у побутових приладах, які експлуатуються при нормальних умовах, і в особливих з підвищеною або зниженою температурою навколишнього середовища, високою вологістю та іншими несприятливими факторами. Для цього інтегральний елемент випускається у різних корпусах.

Підсилювач терморпар на LM358 (рис. 1.13). Дуже часто у житті радіоаматора потрібно здійснювати контроль температури будь-яких пристроїв. Наприклад, на жалі паяльника. Звичайним градусником цього не зробиш, тим більше, коли необхідно виготовити автоматичну схему регулювання. Для цього можна використовувати ОП LM 358. Ця мікросхема має малий теплової дрейф нуля, тому відноситься до високоточних. Вона активно використовується багатьма розробниками для виготовлення паяльних станцій та інших пристроїв.

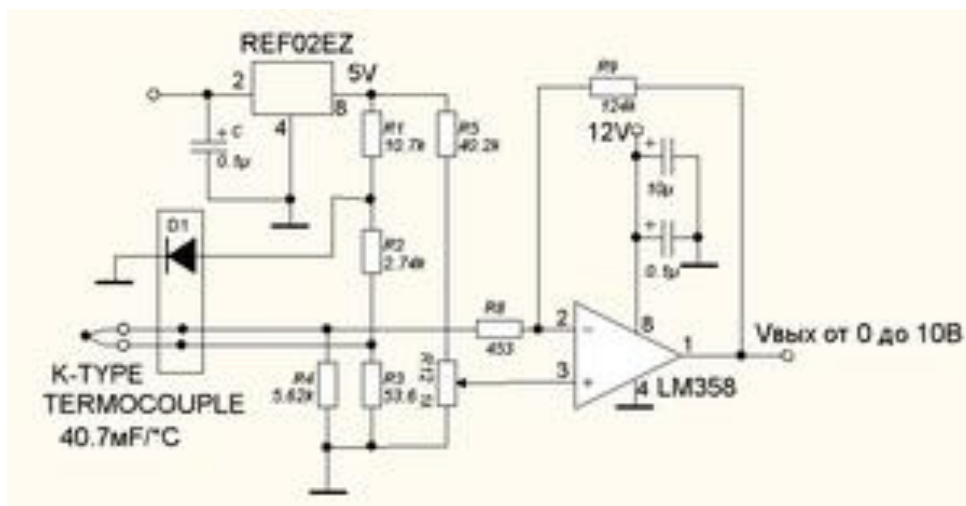


Рисунок 1.13 – Схема підсилювача терморпар на LM358

Схема дозволяє вимірювати температуру у широкому діапазоні від 0 до 1000°C з досить високою точністю до 0,02°C. Терморпара виготовлена зі сплаву на основі нікелю: хромель- алюмелю. Другий тип металу має більш світлий колір і менше схильний до намагнічування, хромаль темніше, магнітиться краще. До

особливостей схеми варто віднести наявність кремнієвого діода, який розміщений як можна ближче до термопари. Термоелектрична пара хромель-алюмель при нагріванні стає додатковим джерелом ЕРС, що може внести істотні корективи на основні виміру.

Мікросхема LM358 в одному корпусі містить два незалежних малопотужних операційних підсилювача з високим коефіцієнтом посилення і частотною компенсацією. Відрізняється, низьким споживанням струму. Особливість даного підсилювача - можливість працювати у схемах з однополярним живленням від 3 до 32В. Вихід має захист від короткого замикання.

Зовнішній вигляд ОП LM358, наведений на рис. 1.14.



Рисунок 1.14 - Зовнішній вигляд ОП LM358

Технічні характеристики LM358.

- однополярного живлення від 3 В до 32 В
- двополярного живлення $\pm 1,5$ до ± 16 В.
- струм споживання 0,7 мА.
- вхідна напруга зсуву 3 мВ.
- диференціальна вхідна напруга 32 В.
- синфазний вхідний струм 20 нА.
- диференціальний вхідний струм - 2 нА.
- диференціальний коефіцієнт підсилення по напрузі - 100 дБ.
- розмах вихідної напруги - від 0 В до VCC - 1,5В.
- максимальна швидкість наростання вихідного сигналу - 0,6 В / мкс.
- частота одиничного посилення (з температурною компенсацією) 1,0 МГц.
- максимальна розсіююча потужність - 830 мВт

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

- діапазон робочих температур - 0 ... 70⁰ С.

Перетворювач АС / DC малої потужності LNK501.

Ці перетворювачі застосовують у малопотужних мережних ізольованих джерелах живлення, у дротяних і бездротових телефонах, програвачах CD, побутовій апаратурі у якості джерела живлення чергового режиму, зарядного пристрою і всюди, де потрібна невелика потужність джерела - від 2 до 5 Вт. Серія складається з мікросхем LNK500 і LNK501. По суті, - це один і той же кристал, різниця тільки у відсотку розкиду вихідної напруги. У LNK500, при включенні без зворотного зв'язку, розкид вихідної напруги більше, відповідно і ціна нижча. У LNK501 - навпаки.

До складу мікросхеми (рис. 1.15) входять: високовольтний силовий ключ - транзистор POWER MOSFET, компаратор обмеження струму, вузол температурного захисту, схема м'якого запуску, підсилювач помилки, генератор, ШІМ компаратор.

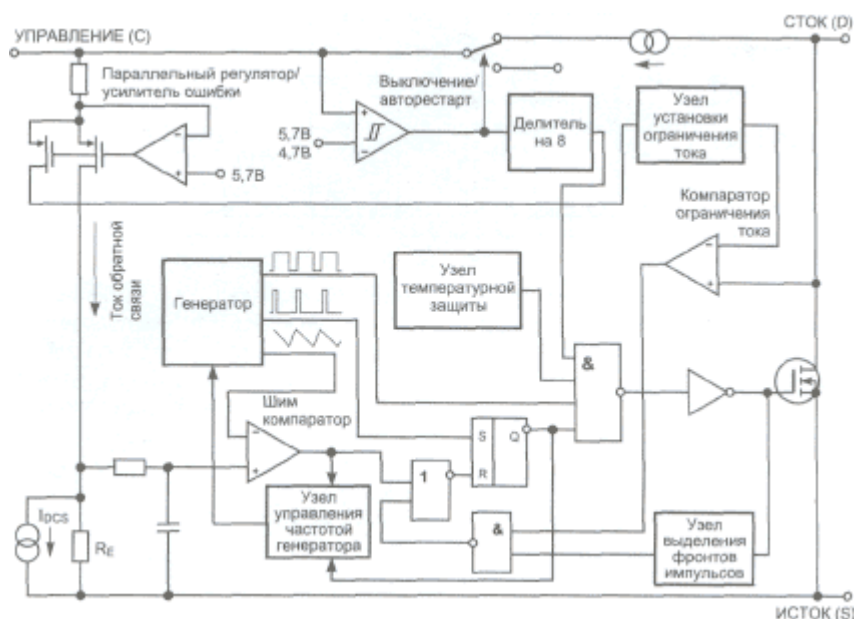


Рисунок 1.16 – Функціональна схема перетворювача LNK501

Мікросхеми виготовляються у корпусах типу DIP-8В (рис. 1.16) і SMD-8В у яких відсутній один вивід.

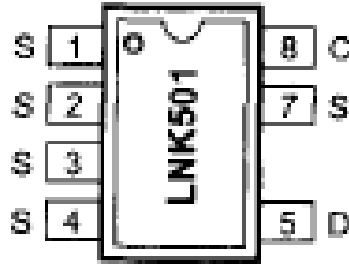


Рисунок 1.16 – Мікросхема LNK501 у корпусі LNK501

Перетворювачі на основі цих мікросхем виходять досить компактними, так як в них використовується невелика кількість компонентів.

Схеми вмикання пристроїв, показані на рис. 1.17 а,б. Вхідний ланцюг пристроїв може складатися з одно-полуперіодного випрямляча (рис. 1.17а) або мостового випрямляча (рис. 1.17б).

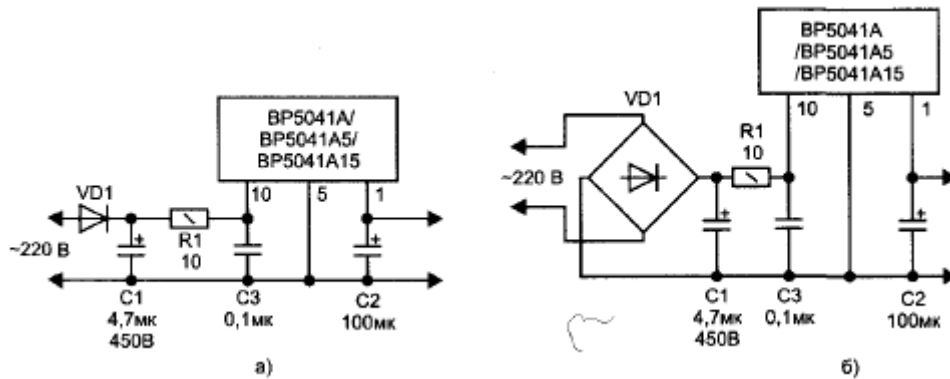


Рисунок 1.17 – Схеми вмикання перетворювача LNK501

Параметри АС/DC потужністю 65 Вт:

- вихідна потужність: 65 Вт;
- кількість виходів: 1;
- напруга: 24В ;
- максимальне навантаження: 0...3А;
- механічна підстроювання вихідної напруги: +10% / -5%;
- ККД: 80%;
- рівень пульсацій (розмах): 100мВ;
- 1 фазне підключення;
- вхідна напруга АС: 90...264 (номінальна: 230 В) ;
- вхідна напруга DC: 120...370;

- комплекс захистів від короткого замикання, перевантаження, перенапруги, перегріву;
- габарити: 127 x 76 x 42мм;
- корпус: відкритий для монтажу на шасі;
- діапазони температур: -0...45 °С, зберігання: -20...85 °С.

Імпульсний DC-DC перетворювач, реалізуємо на мікросхемі MC34063A.

На відміну від лінійних стабілізаторів серії 78xx, імпульсний DC-DC перетворювач MC34063A відрізняється більш високим ККД, не вимагає радіатора, і, будучи спроектований під конкретну вихідну потужність, займає дуже мало місця на друкованій платі. Структурна схема перетворювача MC34063A, наведена на рис. 1.18.

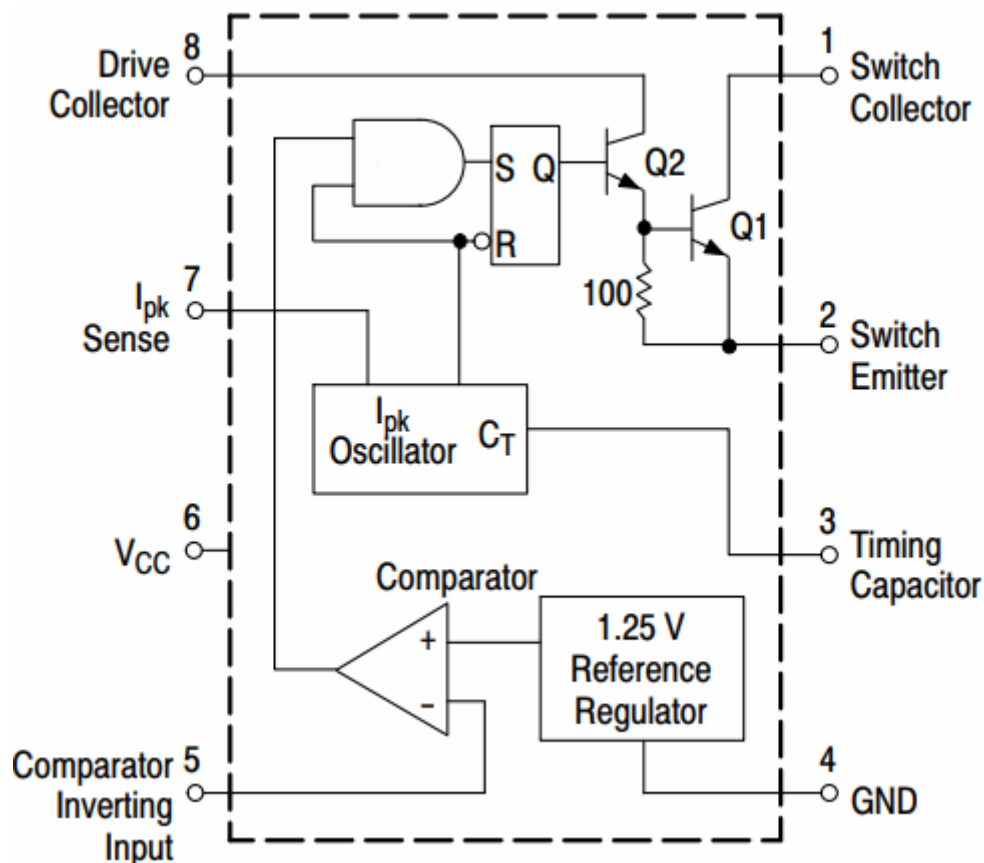


Рисунок 1.18 - Структурна схема перетворювача MC34063A

Живлення внутрішніх функціональних вузлів мікросхеми здійснюється постійною напругою через виводи 6 і 4. Четвертий вивід - загальний (GND),

постійний вивід - плюс джерела живлення (V_{cc}) як для мікросхеми, так і для зовнішнього ланцюга.

Вбудований осцилятор мікросхеми генерує прямокутні імпульси постійної частоти, значення якої визначається ємністю конденсатора, підключеного між 3 і 4 виводами, а тривалість кожного імпульсу залежить від величини напруги на виводі 7 - на резистивном датчику струму. Як тільки напруга на виводі 7 досягає 0,3 В, керуючий прямокутний імпульс всередині мікросхеми завершується.

Функціональна схема перетворювача MC34063A, наведена на рис. 1.19.

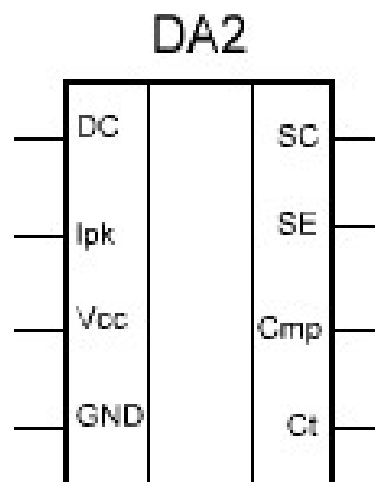


Рисунок 1.19 – Функціональна схема перетворювача MC34063A

Параметри перетворювача MC34063A:

- діапазон вхідних напруг, В 3...40;
- діапазон вихідних напруг, В 1.25...40;
- максимальний вихідний струм, А 1.5;
- робоча частота,кГц 33;
- температурний діапазон, °С - 40...85.

Стабілізатор напруги реалізуємо на мікросхемі L7805 CV.

Інтегральний стабілізатор L7805 CV - звичайний трехвыводний стабілізатор додатної напруги на +5В. Випускається фірмою STMicroelectronics. Виготовлений у стандартному корпусі ТО -220, у якому є багато транзисторів, однак, призначення у нього зовсім інше.

У маркуванні серії 78xx останні дві цифри позначають номінал стабілізованої напруги, наприклад: 7805 - стабілізація на +5В; 7812 - стабілізація на +12В; 7815 - стабілізація на 15 В і т.д. Серія 79 призначена для негативної вихідної напруги. Вони використовуються для стабілізації напруги у різних низьковольтних схемах. Їх зручно використовувати, коли необхідно забезпечити точність напруги, що подається, не потрібно готувати складних схем стабілізації, а все це можна замінити однією мікросхемою і парочкою конденсаторів.

Схема підключення L 7805 CV досить проста, для роботи необхідно згідно datasheet повісити конденсатори по входу 0,33 мкФ, і по виходу 0,1 мкФ. Важливо при монтажі або при конструюванні, конденсатори розташувати максимально близько до виводів мікросхеми. Робиться це щоб забезпечити максимальний рівень стабілізації і зменшення перешкод. За характеристиками стабілізатор L7805CV працездатний при подачі вхідної постійної напруги у межах від 7,5 до 25В. На виході мікросхеми буде стабільна постійна напруга 5В.

На рис. 1.20 наведено цоколювку та зовнішній вигляд стабілізатора L7805CV.

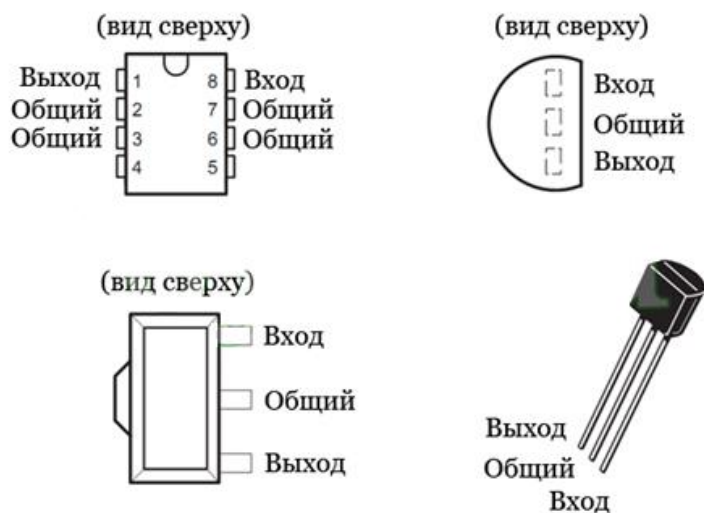


Рисунок 1.20 – Зовнішній вигляд та цоколювка L7805CV

Лінійний стабілізатор L7805 в корпусі TO-220 дозволяє отримати напругу +5В від джерела з напругою від 7 до 35 В. Мікросхема має тепловий захист, а також вбудовану систему яка охороняє стабілізатор від перевантаження за струмом. Схема вмикання стабілізатора – рис. 1.21.

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

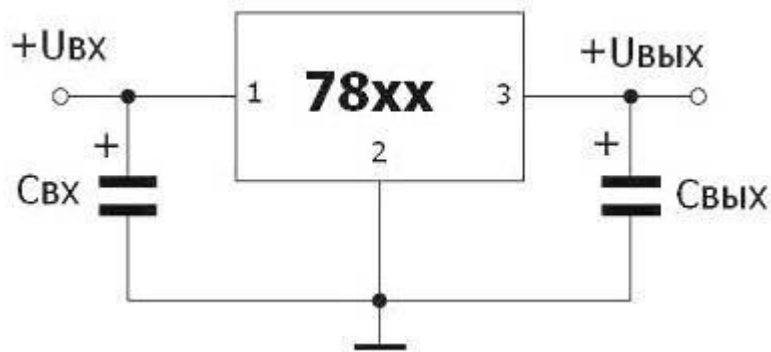


Рисунок 1.21 – Схема вмикання L7805CV

Основні параметри стабілізатора L7805CV:

- вхідна напруга - від 7 до 25В;
- вихідна напруга - від 4,75 до 5,25В;
- вихідний струм (максимальний) до 1,5А;
- струм споживання (стабілізатором) 5,5 мА;
- допустима різниця напруг вхід-вихід - 1,7В;
- робоча температура: від -40 до +125 °С;
- потужність яка розсіюється - 15Вт.

Для підключення мережі 220В до паяльника та фена, використаємо **симісторний оптрон МОС3063(М)**.

Популярний симісторний оптрон широкого застосування з комутацією навантаження у момент переходу мережевої напруги через нуль.

Оптрон МОС3063 (рис. 1.22) застосовується для управління симісторними і тиристорними ключами. Схема комутації навантаження у момент переходу мережевої напруги через нуль, мінімізує рівень перешкод створюваних пристроєм.

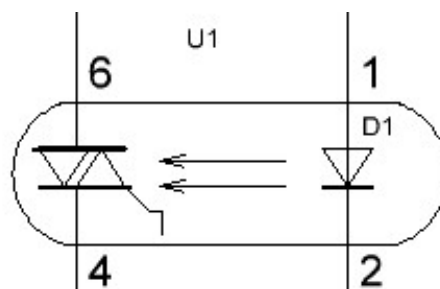


Рисунок 1.22 - Симісторний оптрон МОС3063

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ				

Технічні характеристики:

- напруга ізоляції,кВ 7.5;
- максимальний прямий струм,мА 60;
- максимальна вихідна напруга, В 600;
- час включення/виключення, мкс 1.

Для індикації температури паяльника та фена, використовуємо чотирьох-розрядний семисегментний красний індикатор **HS420561K-A32** із загальним катодом. Індикатор називається семисегментним через те, що відображаючий символ будується з окремих семи сегментів. У середині корпусу такого індикатора знаходяться світлодіоди, кожен з яких засвічує свій сегмент.

Букви та інші символи на таких індикаторах відображати проблематично, тому для цих цілей використовуються 16-сегментні індикатори.

Світлодіодні індикатори бувають двох типів.

У першому з них всі катоди, тобто негативні виводи усіх світлодіодів, об'єднані разом і для них виділено відповідний вивід на корпусі.

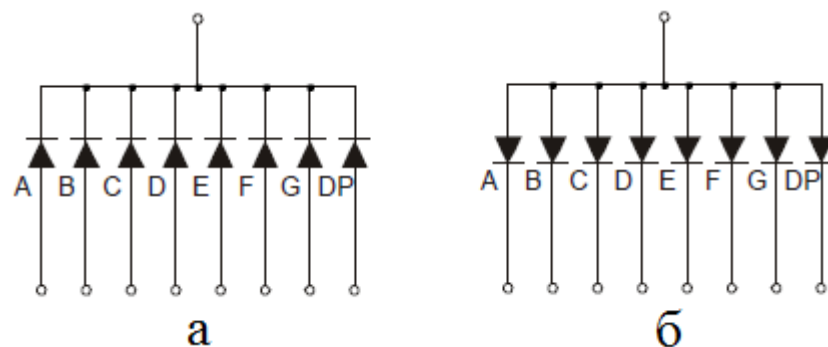


Рисунок 1.23 – Схеми підключення семисегментного індикатора із загальним катодом

Решта виводів індикатора з'єднані до анода кожного з світлодіодів (рис.1.23, а). Така схема називається «схема із загальним катодом».

Також існують індикатори, у яких світлодіоди кожного з сегментів підключені за схемою із загальним анодом (рис.1.23, б).

Зовнішній вигляд індикатора, наведений на рис.1.24.

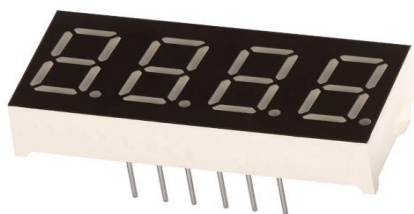


Рисунок 1.25 - Чотирирозрядний семісегментний індикатор HS420561K-A32

Параметри індикатора:

- падіння напруги на сегменті: 1,8-2В;
- струм через сегмент: 20 мА;
- падіння напруги на точці: 1,8-2В;
- струм через точку: 20 мА.

4.2 Розробка та розрахунок окремих вузлів принципової схеми

Практична реалізація проектованого пристрою, повинна передбачати оптимальний підбір реальних мікросхем, а також аналогових елементів. Основними критеріями підбору є: забезпечення необхідної швидкодії системи, низького енергоспоживання, а також мінімальна вартість.

При натисканні на кнопку SB2, мережева напруга 220 В подається на блок живлення U2. Напруга 24 В з виходу блоку живлення подається на понижуючий імпульсний стабілізатор DA2 і знижується до 12 В. Напруга 12 В подається через лінійний стабілізатор напруги DA3 на мікроконтролер DD1. Після виконання ініціалізації, він встановлює на виводі 10 (RE2) логічний рівень «1», який відкриває транзистор VT2, і через нього на обмотку реле K1 надходить напруга 12 В. Реле спрацьовує і своїми контактами K1.1 шунтує кнопку SB1. Після цього можна відпустити кнопку, а мікроконтролер буде підтримувати реле у включеному стані.

На дисплеї короткочасно виникає напис з версією прошивки і звучить звуковий сигнал. Включається режим роботи з паяльником. Паяльник плавно розігрівається до номінальної температури, поточне значення температури відображається на світлодіодному індикаторі HG1, а подводимая потужність за допомогою лінійки світлодіодів VD8 – VD13.

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ					

Щоб виключити тепловий удар, до досягнення температури 100 °С максимальна потужність обмежується на рівні 40 % від максимальної, а в діапазоні 100...300 на рівні 80% від максимальної. Це збільшує час виходу температури на робочий рівень, але продовжує термін служби паяльника. По досягненню номінальної температури вона стабілізується на цьому рівні. Обертанням енкодера SB6 можна задати нове значення температури.

При натисканні на кнопку SB4 «ФЕН» запалюється світлодіод VD14, паяльник переводиться у щадний режим, при якому температура встановлюється на рівні 150 °С, включається вентилятор фена і потім його нагрівач. Аналогічно алгоритму розігріву паяльника температура потоку повітря з фена виводиться на заданий рівень. Потрібна температура встановлюється обертанням ручки енкодера. Після одноразового натискання на ручку енкодера можна задати силу повітряного потоку обертанням ручки енкодера.

Після повторного натискання на кнопку SB4 вимикається нагрівач фена, паяльник переходить в робочий режим, а вентилятор продовжує працювати, поки температура повітря на виході з фена не знизиться до 60 градусів, після цього він автоматично відключається.

При послідовному натисканні на кнопку енкодера по черзі виводяться меню. При обертанні ручки енкодера, значення параметра змінюється і замість назви параметра на дисплеї відображається мерехтливе поточне значення параметра. Якщо протягом декількох секунд енкодер не обертається, то на дисплей виводиться поточна температура паяльника або фена.

По натисненню на кнопку SB5 мікроконтролер зберігає поточні параметри у енергонезалежній пам'яті, вимикає нагрівачі паяльника і фена. Якщо в цей час фен був активний, то мікроконтролер продовжує продувку нагрівача холодним повітрям, поки його температура не знизиться до 60 °С, після чого виставляє логічний рівень «0» на виводі 7 DD1, реле розмикає свої контакти та блок живлення паяльної станції знеструмлюється.

3.2.3 Розрахунок основних вузлів принципової схеми. Проведемо вибір схеми компенсаційного стабілізатора напруги та його частковій розрахунок,

необхідний для вибору інтегральної схеми стабілізатора. Нестабільність вхідної напруги - $\pm 10\%$.

$$\text{Дано: } U_H = 5\text{В}, I_{H\text{max}} = 1\text{А}, \Delta U_H = 50\text{мВ}, K_{n(1)} = 0,1\%, \Delta U_{\text{ex}} / U_{\text{ex}} = 0.1.$$

Визначимо допустимі параметри вхідної напруги стабілізатора, необхідні для розрахунку випрямляча і сгладжувального фільтру, який живить стабілізатор.

Вибір інтегральної схеми стабілізатора виконується виходячи з допустимих значень напруги на виході стабілізатора, а також по коефіцієнту стабілізації і струму $I_{H\text{max}}$.

Коефіцієнт стабілізації:

$$K_{\text{CT}} = \frac{0,1}{\frac{\Delta U_H}{U_H}} = \frac{0,1}{\frac{0,05}{5}} = 10.$$

Коефіцієнт пульсації по першій гармоніці:

$$K_{n(1)\text{ВХ}} = K_{n(1)} \cdot K_{\text{CT}} = 0,1 \times 10 = 1\%.$$

Вхідна мінімальна напруга:

$$U_{\text{ВХ min}} = U_H + \Delta U_{\text{CT}}.$$

Виходячи із формули для визначення коефіцієнта пульсації

$$K_{n(1)\text{ВХ}} = \frac{U_{(1)\text{m}}}{U_H}, \text{ визначаємо } U_{(1)\text{m}} \text{ и } \Delta U_{\text{CT}}:$$

$$U_{(1)\text{m}} = K_{n(1)\text{ВХ}} \cdot U_H = 0,01 \times 5 = 0,05(\text{В}).$$

$$\Delta U_{\text{CT}} = U_{\text{RЭ}} + U_{(1)\text{m}} = 3 + 0,05 = 3,05(\text{В}).$$

$$\text{Далі визначимо } U_{\text{ВХ min}} = 5 + 3,05 = 8,05(\text{В}),$$

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$U_{\text{ВХНОМ}} = \frac{U_{\text{ВХ min}}}{1 - 0,1} = \frac{8,05}{0,9} = 8,94(\text{В}),$$

$$U_{\text{ВХ max}} = U_{\text{ВХНОМ}}(1 + 0,1) = 8,94 \times 1,1 = 9,84(\text{В}),$$

$$\Delta P_{\text{ст}} = (U_{\text{вх max}} - U_{\text{H}}) \cdot (I_{\text{H max}} + I_{\text{ст}}) = (9,84 - 5) \times (1 + 0,015) = 6,123(\text{Вт}).$$

$$K_{\text{стфакт}} = \frac{1}{\sigma_U \cdot U_{\text{ВХНОМ}}},$$

$$K_{\text{стфакт}} = \frac{1}{0,001 \times 8,94} = 111.$$

Так як $K_{\text{стфакт}} > K_{\text{ст}}$, то стабілізатор вибраний правильно.

Для даного коефіцієнта стабілізації ($K_{\text{ст}} = 10$) знаходимо допустимі параметри вхідної напруги стабілізатора, необхідні для розрахунку випрямляча та сгладжувального фільтра, який живить стабілізатор:

– відносна нестабільність напруги на вході

$$\Delta U_{\text{вх}} / U_{\text{вх}} = K_{\text{СТ}} \cdot \Delta U_{\text{ввх}} / U_{\text{ввх}} = 10 \cdot 0,05 / 5 = 10\% ;$$

– коефіцієнт пульсацій вхідної напруги

$$K_{\text{П(1)вх}} = K_{\text{П(1)}} \cdot K_{\text{СТ}} = 0,1\% \cdot 10 = 1\% .$$

Розрахуємо ключ, що має такі дані $U_{\text{ВХ.max}} = 12 \text{ В}$; $I_{\text{H.max}} = 30 \text{ мА}$.

Для реалізації схеми вибираємо транзистор КТ315В з параметрами:

– напруга колектор-емітер $U_{\text{к.э}} = 15 \text{ В}$;

– максимальний струм колектора $I_{\text{к.max}} = 100 \text{ мА}$;

– зворотний струм колектора $I_{\text{к60}} = 0,05 \text{ мА}$;

– напруга насичення база-емітер $U_{\text{б.э.нас}} = 1,1 \text{ В}$;

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- напруга насичення колектор-емітер $U_{кэ.нас} = 0,4 \text{ В}$;
- статичний коефіцієнт посилення струму бази $h_{21} = 20-90$.

Определим сопротивления делителя R_1, R_2

$$R_1 + R_2 = (2-5) R_{н.мин}, \text{ де}$$

$R_{н.мин} = 2 \text{ кОм}$ – мінімальний опір навантаження мікросхеми DA1

Приймаємо $R_1 + R_2 = 3R_{н.мин}$,

Визначимо опір R_2 при відсутності напруги на вході. Опір R_2 служить для компенсації зворотного струму колектора $I_{кб0}$;

Його величину визначимо з виразу:

$$I_{кб0} \cdot R_2 \leq 10 \text{ мВ}; \quad \text{отсюда}$$

$$R_2 \leq \frac{10}{0,05} = 0,2 \text{ кОм} = 200 \text{ Ом};$$

Опір R_1 визначається з виразу

$$R_1 = \frac{U_{вых.мах} - U_{R2}}{I_{дел} + I_{б.нас}}, \quad \text{де} \quad I = \frac{U_{вых.мах}}{R_1 + R_2} = \frac{U_{вых.мах}}{3 \cdot R_{н.мин}} = \frac{2 \cdot 10^3}{3}$$

$$I_{б.нас} = 2 \text{ мА (за довідковими даними)}$$

$$I_{б.нас} = S \frac{I_k}{\beta}, \quad \text{де}$$

$S = 1,5 - 2$ – коефіцієнт насичення, $\beta = 20$ – коефіцієнт передачі струму бази.

$I_k = 30 \text{ мА}$ – визначаємо по статичних вихідних характеристиках транзистора

$$I_{б.нас} = 1,5 \cdot \frac{30}{20} = 2,25 \text{ мА}.$$

$$U_{R2} = U_{бэ.нас} = 1,1 \text{ В}, \quad \text{тоді} \quad R_1 = \frac{1,1}{(2,25 \cdot 10^{-3})} = 489 \text{ Ом}.$$

Опір колекторного ланцюга R_k :

$$R_k = \frac{U_n - U_{кэ.нас} - U_{VD}}{I_k}, \quad \text{где} \quad U_{кэ.нас} = 0,4 \text{ В};$$

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$U_{VD}=1,8 \text{ В}$ – падіння напруги на світлодіоді оптрона.

$$R_k = \frac{15 - 0,4 - 1,8}{30 \cdot 10^{-3}} = \frac{12,8 \cdot 10^3}{30} = 427 \text{ Ом.}$$

ВИСНОВОК

Проектування пристрою проводилося на основі функціонально, закінчених блоків, які здатні самотійно, або у сукупності з іншими блоками, вирішувати поставлені завдання. Блоки, що входять у пристрій, повинні бути достатньою мірою спеціалізованими та узгодженими для роботи їх в одній системі.

Керування потужністю нагрівача паяльника, організовано апаратним ШІМ-модулем мікроконтролера через потужний польовий транзистор. Величина потоку повітря вентиляції нагрівача фена, регулюється за допомогою програмного ШІМ

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

мікроконтролера. Індикація режимів роботи та температури, виконується 4-х розрядним 7-ми сегментним індикатором із загальним катодом.

Для індикації поточної потужності нагрівача, використовується лінійка світлодіодів. Після відмикання нагрівача фена, вентилятор продовжує працювати поки температура не знизиться до 60⁰С, після цього він автоматично відключиться. При натисканні на кнопку SB5, мікроконтролер вимикає нагрівачі паяльника і фена та зберігає поточні параметри у енергонезалежній пам'яті.

Вибраний мікроконтролер є недорогим, але здатним виконувати всі функції необхідні для роботи пристрою. Даний прилад має такі переваги як компактність, зручність використання, можливість заміни окремих мікросхем пристрою.

ЛІТЕРАТУРА

1. http://sergeyk.kiev.ua/microcontrollers/solder_station/;
2. <http://cxem.net/mc/mc.php>;
3. <https://www.asutpp.ru/avtomatizaciya-proizvodstva/termopary.html>;
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0>;
5. Гальперин Н.В. Практическая схемотехника в промышленной электронике. – М.: Радио и связь, 2016.
6. Гершунский Б.С. Справочник по расчету электронных схем. – К.: Изд-во при Киев. ун-те, 2014.

7. Гитцевич А.Б., Зайцев А.А. и др. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры: Справочник. – М.: Радио и связь, 2015.
8. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. – М.: Энергоатомиздат, 2015..
9. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника. – М: Радио и связь, 2015.
10. Гтников В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – М.: Энергоатомиздат, 2014.
11. Дьяконов М.Н., Карабанов В.И. и др. Справочник по электрическим конденсаторам. – М.: Радио и связь, 2017.
12. Лавриненко В.Ю. Справочник по полупроводниковым приборам. – М.: Радио и связь, 2017.
13. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. – М.: Энергоатомиздат, 2017.
14. Халоян А.А., Источники электропитания. Любительские схемы. «РАДИОСОФТ» 2016. - 208 с
15. Бирюков С. Преобразователи напряжения на микросхеме KP1156EY5. - Радио, 2014, № 11, с. 38-42.
16. <https://instrument.guru/elektronika/kak-rabotat-s-ou-lm358-shemy-vklyucheniya-i-prakticheskoe-primenenie.html> instrument.guru
17. PS-65 series 65W Single Output Switching PowerSupply. - <http://meanwell.com/search/ps-65/ps-65-spec.pdf>.
18. MC34063A, MC33063A, SC34063A, SC33063A, NCV33063A 1.5 A, Step- Up/Down/ Inverting Switching Regulators. - http://onsemi.com/pub_link/Collateral/MC34063A-D.PDF.
19. <https://instrument.guru/elektronika/shema-podklyucheniya-stabilizatora-17805cv-opisanie->

					ЕЛІТ 6.171.00.10. 527 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Поз. обozn.	Наименование				Кол.	Примечание		
	Конденсатори							
C1,C6,C9	K50-625B- 100 мкФ				3			
C2,C3	VJ0805Y104KXAM - 0.1 мкФ				2			
C10,C11	VJ0805Y104KXAM - 0.1 мкФ				2			
C13-C15	VJ0805Y104KXAM - 0.1 мкФ				3			
C5,C7	VJ0805Y104KXAM -0,01 мкФ				2			
C4	K53-1A-16B -4700 пкФ				1			
C8	K50-25B - 1000 мкФ				1			
	Індикатори							
VD8-VD15	АЛ307Б				8			
HG1	HS420561K-A32				1			
	Мікросхеми							
DD1	НІС16F887I/P				1			
DA1	LM358				1			
DA2	MC34063A				1			
DA3	L7805CV				1			
U2	LNK501				1			
	Оптопарі							
VU	МОС3063(M)							
	Резистори							
R1,R11	МТЛ-0,25- 1кОм ±5%				2			
R2	МТЛ-0,25 -33кОм ±5%				1			
R3	МТЛ-0,25-180кОм ±5%				1			
R4,R10	МТЛ-0,25-250кОм ±5%				2			
R5,R6	3296P-1-105LF				2			
R7,R12	CF-25 (C1-4)				2			
					ЕЛІТ 6.171.00.10 527 ПЕ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпи	Дата				
Разраб.	Бабак					Лит.	Лист	Листов
Провер.	Новгородцев						1	2
Н. контр.	Гапич					Сум ДУ ЕС –61		
Утверд.	Опанасюк							
Удосконалена паяльна станція. Перелік елементів.								

