

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Мікроконтролерний блок керування паяльною станцією

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41  
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Ковальчук В.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дуда С.П.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Марценюк А.С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Дедів Л.Є.

(прізвище та ініціали)

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

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)

«31» травня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Ковальчуку Володимирі Дмитровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мікроконтролерний блок керування паяльною станцією

Керівник роботи Дуда Сергій Петрович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 31 » 05 2021 року № 4/7-435

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21.06.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

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

1. Аналіз технічного завдання

2. Проектування структурної схеми блоку керування

3. Схемні рішення побудови блоку

4. Вибір елементів

5. Розробка друкованого монтажу

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

1. Структурна схема;

2. Схема електрична принципова;

3. Друкована плата;

4. Друкований вузол;



## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікроконтролерний блок керування паяльною станцією». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2021р. // с.-52, рис.-20, табл.-1, бібліог.-10, додат.- 3.

Ключові слова: ТЕМПЕРАТУРА, ПАЯЛЬНА СТАНЦІЯ, МІКРОКОНТРОЛЕР.

Роботу присвячено розробці мікроконтролерного блока керування паяльною станцією. Проаналізовано структуру та особливості роботи паяльних станцій і розроблено структурну схему мікроконтролерного блока керування паяльною станцією. Регулювання температури жала паяльника в процесі нагріву реалізовано на основі методу широтно-імпульсної модуляції відповідно до значення напруги термо ЕРС з термопари, яка є датчиком температури. Також реалізовано в блоці вузли світлової індикації режимів роботи станції. Основні технічні параметри, яким задовольняє блок: напруга живлення –  $(26 \pm 10\%)$  В; напруга живлення паяльника – 24 В; споживана потужність паяльником – 48 Вт; регулювання температури жала паяльника в діапазоні – 25-300 °С; крок регулювання – 5 °С; цифрова індикація температури нагріву жала паяльника; середній термін служби не менше 5 років.

## SUMMARY

The topic of qualification work: "Microcontroller control unit of the soldering station". Qualifying Bachelor's Qualification // Ternopil National Technical University named after Ivan Puluya, Faculty of Applied Information Technologies and Electrinerigns, Group RA<sub>C</sub>-41. // Ternopil, 2021. // S.-52, Fig.-20, Table-1, LIBRIG.-10, positive.-3.

Key words: TEMPERATURE, SOLDERING STATION, MICROCONTROLLER.

The work is devoted by the development of a microcontroller control unit of the soldering station. The structure and features of the work of soldering stations are analyzed and a structural scheme of the microcontroller control unit of the soldering station is developed. Adjustment of the temperature of the soldering iron in the process of heating is realized on the basis of a method of pulmonary modulation according to the value of the voltage of the thermo EMF from the thermocouple, which is a temperature sensor. Also implemented in block nodes of light indication of station operating modes. The main technical parameters that satisfies the unit: supply voltage - (26 × 10%) in; Power supply voltage - 24 V; Power consumption by soldering iron - 48 W; regulation of the temperature of the soldering iron in the range - 25-300 OS; Regulation step - 5 OS; Digital indication of heating heating stiff; The average service life is not less than 5 years.

## Зміст

Вступ.....	7
1 Основна частина.....	9
1.1 Аналіз технічного завдання.....	9
1.2 Проектування структурної схеми блоку керування.....	9
1.2.1. Аналіз методів формування паяних з'єднань, та процеси, що відбуваються при цьому.....	9
1.2.2 Розробка структурної схеми.....	24
1.3 Схемні рішення побудови блоку.....	25
1.3.1 Огляд аналогів.....	25
1.3.2 Розробка схеми електричної.....	28
1.3.3 Розрахунки схеми електричної.....	30
1.4 Вибір елементів.....	32
1.5 Розробка друкованого монтажу.....	38
2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	45
2.1 Екстремальні умови, пов'язані з впливом шуму при виготовленні мікроконтролерного блоку керування паяльною станцією.....	45
2.2 Освітлення виробничого приміщення при експлуатації мікроконтролерного блоку керування паяльною станцією.....	46
2.3 Вентиляція виробничих приміщень при експлуатації мікроконтролерного блоку керування паяльною станцією.....	49
Висновки.....	51
Список використаних джерел.....	52
Додатки	

					КВД 2.089.001 ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Ковальчук В.Д.			Мікроконтролерний блок керування паяльною станцією	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		Дуда С.П.				6	52	
<i>Н.конт</i>					Пояснююча записка	ТНТУ, ФПТ, РАс-41		
<i>Зав.каф</i>								

## Вступ

*Актуальність роботи.* В процесі проектування, виготовлення радіоелектронної апаратури важливим є процес отримання паяних з'єднань, від якого в кінцевому випадку будуть залежати технічні та експлуатаційні показники. Монтажна (електромонтажна) пайка являє собою процес механічного та електричного з'єднання металевих елементів та деталей з нагріванням за рахунок затвердіння паяного шва.

Технологічні процеси утворення з'єднань так чи інакше стимулюються нагріванням (вище 100 °С). Вони протікають при плавленні або дифузії в твердій фазі і можуть супроводжуватися хімічними реакціями. Монтажні з'єднання утворюються в процесах пайки та зварювання.

За способом впливу на об'єкт виробництва технологічні процеси утворення монтажних з'єднань поділяють на ізотропні і локальні.

Ізотропні - процеси з температурним впливом на весь виріб або поверхню. Локальні - процеси з вибіркоvim впливом на обмеженій площі (в «точці»). До ізотропних відносять процеси, що проходять в однорідному середовищі, наприклад в печах із заданим газовим середовищем, в ваннах для пайки. До локальних - точкове зварювання та пайка, лазерна обробка.

Власне на етапі виготовлення прототипів та дослідних взірців найчастіше застосовується локальна пайка з допомогою паяльних станцій чи окремих ручних паяльників. Перший випадок є оптимальним, оскільки дає можливість контролю температури жала паяльника для унеможливлення пошкодження електрорадіоелементів внаслідок термоудару при пайці.

Сучасний ринок налагоджувальної апаратури містить велике різноманіття паяльних станцій з різними характеристиками, параметрами, функціональними можливостями та ціною. В роботі проводиться проектування мікроконтролерного блока керування паяльною станцією, собівартість якої є нижчою за собівартість промислових аналогів.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		7

*Практичне значення отриманих результатів.* Результати можна використати при проектуванні промислових малогабаритних паяльних станцій з контролем температури.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		8



## 1. Основна частина

### 1.1 Аналіз технічного завдання

В роботі проводиться розробка мікроконтролерного блоку керування паяльною станцією. Блок призначений для забезпечення живленням нагрівальних елементів паяльника та контролю температури в процесі розігріву та власне пайки. Блок повинен відповідати наступним характеристикам:

1. Напруга живлення –  $(28 \pm 10\%)$  В;
2. Напруга живлення паяльника – 24 В;
3. Споживана потужність паяльником – 50 Вт;
4. Температура жала регулюється в діапазоні – 25-300 °С;
5. Крок регулювання – 5 °С;
6. Цифрова індикація температури нагріву;
6. Середній термін служби не менше 5 років;
7. Атмосферний тиск (760+30) мм рт. ст., (101,3 +4) кПа;
8. Відносна вологість повітря до 80% при температурі до +25 °С;
9. По електробезпеці блок задовільняє вимогам ГОСТ 12.2.025, клас ІІ, тип ВФ.

### 1.2 Проектування структурної схеми блоку керування

1.2.1. Аналіз методів формування паяних з'єднань, та процеси, що відбуваються при цьому

В процесі пайки розвиваються реакції на кордонах рідкого, а потім і затверділого, припою і поверхонь спаюваних деталей. Перебіг твердофазних

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
						9
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		

реакції визначається двома механізмами: дифузією і процесами на границі фаз: рідкої (розплавлений припой) і твердої (деталі, що з'єднуються).

Розрізняють селективний нагрів монтажних точок і груповий.

При селективній пайці нагрів ведеться від точки до точки, так що весь монтажний виріб і монтовані елементи при цьому залишаються холодними. До селективної пайки відносяться пайки нагрітим інструментом: паяльником, нагрітим електродом, ІЧ-, світловим або лазерним промінням.

Процес пайки включає флюсування місця пайки, нагріву до розплавлення і змочування його припоєм, фіксації виводу елемента до контактної площадки і охолодження у фіксованому стані. Тільки ручний паяльник суміщає в собі одному ці функції. Але паяльник – ручний інструмент, керований людиною. Таким чином характеристика пайок, виконаних вручну, за всіма стандартами оцінюється на два-три порядки гірше максимально досяжної. Решта видів селективної пайки піддаються розділенню операцій: нанесення флюсу, припою, придавлювання для дотику поверхонь, що з'єднуються, нагрів елементів, що з'єднуються, до повного змочування, остигання.

Флюсування, як правило, ведуть будь-яким груповим або селективним (за допомогою дозатора) способом.

Якщо для якісної пайки необхідне дозоване нанесення припою, його здійснюють або «жирним» вилудженням поверхонь, що з'єднуються, або селективним нанесенням паст припою. Пасту припою - в'язку суміш флюсу з тонкодиспергованим припоєм - наносять на монтажні елементи друкованих плат або трафаретним друком, або селективно маніпулятором з дозатором - диспенсером. Точне дозування нанесення пасту необхідно для утворення галтелі припою правильної форми, що відповідає розміру (обсягу) паяного вузла з утворенням скелетної пайки. Передозування пасту призводить до утворення заливної пайки. Недостатня доза не дозволяє повністю сформувати якісний паяний вузол.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		10

При імпульсній пайці (одному з різновидів селективної пайки) тепла енергія надходить в зону пайки шляхом кондуктивної теплопередачі від поверхні спеціального електрода, що нагрівається імпульсом струму. Цикл пайки складається з:

- придавлювання холодним електродом групи виводів до монтажних елементів друкованої плати;
- включення імпульсу струму для нагріву електрода до розплавлення заздалегідь нанесеного припою;
- витримки для утворення сплавного з'єднання;
- вимикання струму і остигання електрода і пайки;
- підйому електрода (зняття тиску електрода на виводи компонента);
- переходу інструменту в нову позицію.

Така послідовність маніпуляцій при імпульсній пайці дозволяє жорстко регламентувати режими пайки при недостатній визначеності положення виводів компонентів над поверхнею монтажних площадок.

При променевих методах селективної пайки притиск виводів до монтажних елементів повинен забезпечуватися точною формовкою виводів і строгим дозуванням нанесення припою перед пайкою. Фіксація притиску виводів здійснюється приклеюванням корпусу компонента до плати.

Групові методи нагріву при пайці припускають загальний нагрів всього електронного вузла до температур пайки або односторонній нагрів поверхні, на якій розплавляють припій для утворення паяних галтелей: пайка хвилею припою, ІЧ-нагрів, вентиляційний нагрів в печі в середовищі інертного газу, конденсаційний нагрів підготовленого вузла в парах висококипячої рідини, занурення в гарячу рідину.

Щоб запобігти термоудару, перед основною зоною пайки або перед введенням виробу в нагріте середовище його попередньо і поступово підігрівають. Цим істотно знімаються температурні градієнти і викликані

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		11

ними значні термомеханічні напруження, що істотно піднімає надійність електронних вузлів.

Використання групових методів пайки супроводжується інтенсивним нагріванням монтажної підкладки. Як матеріали підкладок в переважній більшості випадків використовують композиційні матеріали: склоепоксидні композити, гетинакси, поліефірні композити. Всі вони мають макрокапілярність і вже тільки за рахунок цього гігроскопічні. Гетинакси, наприклад, поглинають до рівноважного стану 3% вологи. При швидкому нагріванні до температур пайок волога інтенсивно (за кілька секунд) випаровується, пари за короткий час пайки не встигають вийти з обсягу нагріву і створюють внутрішній тиск, здатний розірвати або розшарувати виріб. Для запобігання «термічного вибуху» перед груповою пайкою необхідно передбачати глибоку сушку плат і подальше зберігання їх в сухому боксі або вакуумній упаковці.

Пайка хвилею припою найбільшою мірою придатна для пайки штирьових компонентів. (рис. 1.1).

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
						12
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		



### *Блок флюсування*

Флюс, як правило, наноситься піною. Це забезпечує тонкий і рівномірний шар флюсу. Флюс зпінюється повітрям, що нагнітається через капілярний фільтр. Тонка плівка флюсу (3 ... 4 мкм) достатня для якісного флюсування, встигає висохнути в зоні попереднього нагрівання, а при подальшому відмиванні менше забруднює миючі розчини.

### *Попередній нагрів*

Після флюсування плата підігривається в першій зоні і продувається гарячим повітрям для видалення розчинника флюсу. При переміщенні в другу зону підігріву плата проходить над нагрітою плитою або інфрачервоними випромінювачами.

### *Процес пайки*

При зіткненні металевих елементів плати з припоєм проходить видавлювання флюсу, і він змочує і заповнює зазори паяних вузлів.

Пайка виконується за температури 220 ... 280 °С. При швидкості транспортування 0,5 ... 3 м/хв час пайки становить 1 ... 7 с. Продуктивність процесу - до 1000 шт./год.

Для гальмування окислення розплавленого припою його поверхню захищають нагрівостійкою олією (арахісовою або пальмовою). Однак після пайки доводиться використовувати великі обсяги розчинників, щоб змити з плати залишки олії.

Обмеження при використанні пайки хвилею припою, обумовлені її недоліками:

- потужний термоудар для плати і поверхнево-монтованих компонентів;
- наявність «тіньового» ефекту при пайці поверхнево-монтованих компонентів (непропаї);
- велика кількість дефектів пайок при малій відстані між монтажними елементами.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		14

Для ІЧ-нагріву використовуються спеціальні лампи розжарювання і рефлектори, як правило, еліптичні (рис. 1.2). Кількість тепла регулюється потужністю випромінювання (напругою живлення ламп) і швидкістю транспортера.

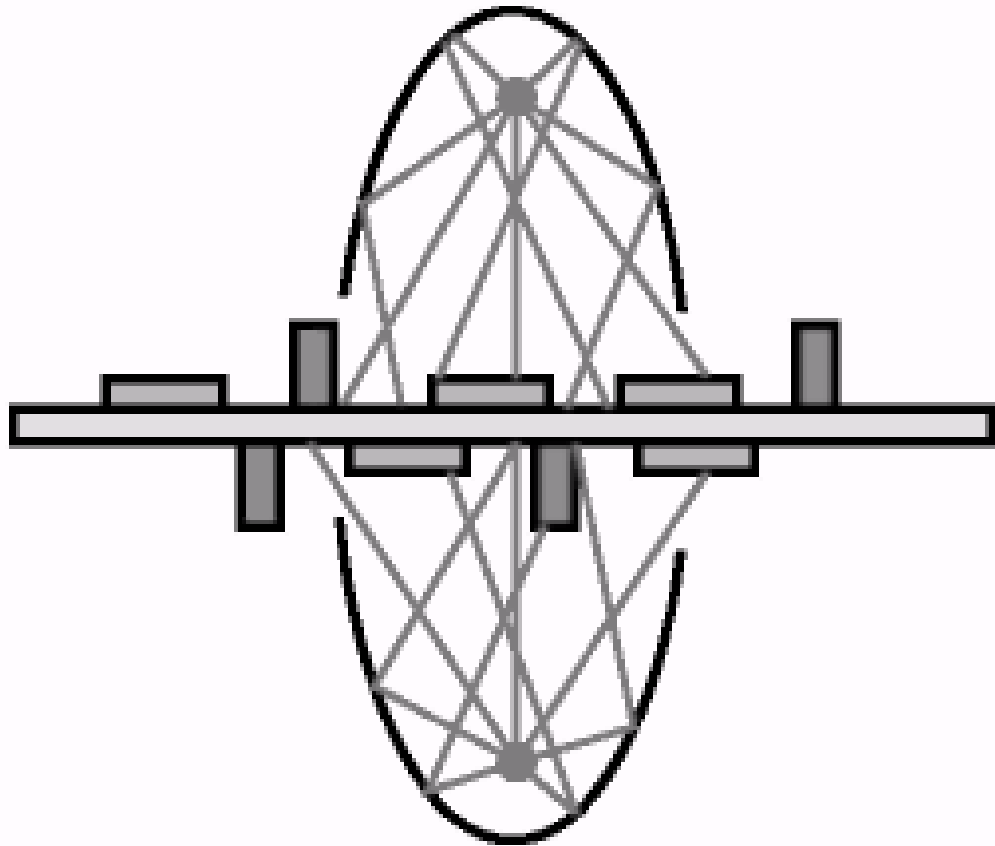


Рисунок 1.2 – Схема ІЧ-пайки

Пристрій для ІЧ-пайки зображений на рис. 1.3. Він включає в себе закритий корпус 1 із областями нагрівання із певним температурним режимом. Спочатку проводиться переднагрів деталі 2 нагрівальними елементами 3. Далше відбувається швидкий нагрів в наступній області до температур плавлення припою спеціальними інфрачервоними лампами 4, з наступним охолодженням пристроєм 5.

Недоліки ІЧ-пайки:

- метод чутливий до температурних параметрів матеріалів;

- не всі виробники компонентів дозволяють нагрів компонентів до температур пайки. Але частка таких виробників постійно зменшується, оскільки використання їх компонентів збільшує трудомісткість складально-монтажних робіт;

- не всі SMD елементи придатні для ІЧ-пайки.

Наприклад, компоненти з J-виводами недоступні для ІЧ-нагріву, щоб нагріти пайку під корпусом компонента; ІЧ-пайка придатна тільки для поверхневого монтажу. Компоненти з виводами для пайки в отвори доводиться монтувати окремо; нерівномірне спектральне поглинання ІЧ-енергії різними поверхнями і, як наслідок, нерівномірне нагрівання.

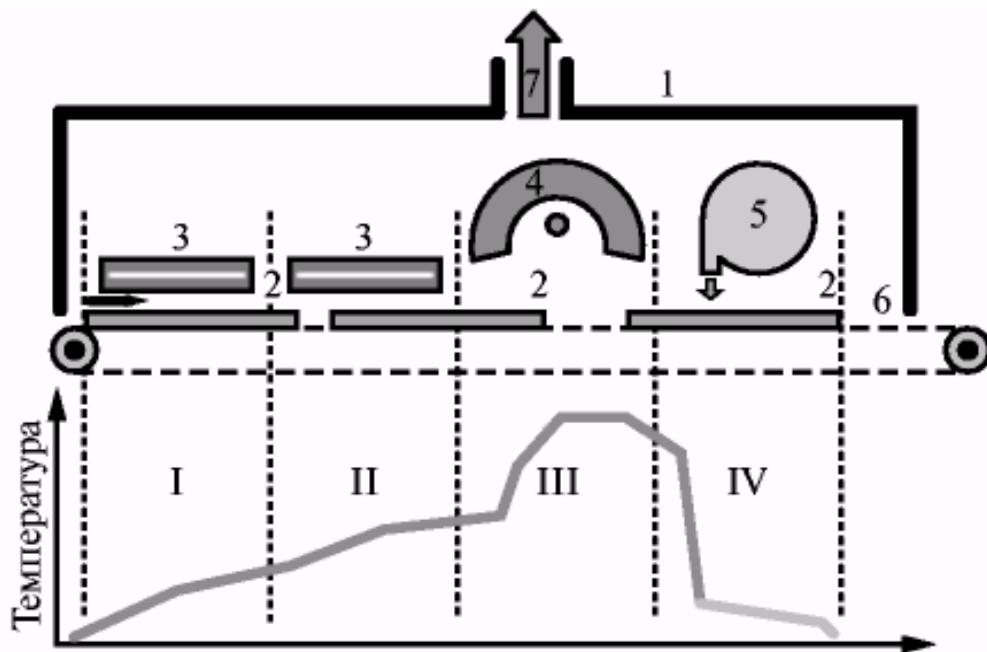


Рисунок 1.3 – Схема установки для ІЧ-пайки

В печах конвекційної пайки або оплавлення в якості нагрівачів використовують потужні калорифери, але можуть використовуватися і ІЧ-випромінювачі. Тепло в цих печах переноситься переважно за рахунок примусового руху газового середовища вбудованими вентиляційними системами.



Технологія конденсаційної пайки (пайки в парогазовій фазі) ґрунтується на нагріванні монтованих вузлів в парофазному середовищі за рахунок конденсації пари робочої рідини на холодній поверхні монтованого виробу. Рідини конденсуються на платі. В якості рідини, пари якої конденсуються при температурах пайки, використовують нагрівостійкі низькомолекулярні полімери класу фторвуглеців або галогеновуглеців з температурою кипіння 210 ... 260 °С. Для пайки використовуються припойні пасти.

Цей метод пайки забезпечує самий «м'який» нагрів в зіставленні з усіма іншими методами нагріву. В даному випадку «м'яка» пайка означає майже повну відсутність температурних градієнтів по поверхні монтованого виробу і компонентів і повну неможливість перегріву, оскільки температура нагрівання не може бути вище температури кипіння (конденсації) робочої рідини. Для неї не потрібен підбір температурного профілю: всі компоненти і плата прогріваються рівномірно. Так як повітря із зони пайки витісняється інертним фторвуглецевим паром, пайка проводиться практично в безкисневому середовищі. Тому можна використовувати слабоактивовані флюси. Після пайки не потрібно проводити операцію відмивання, так як пари робочої рідини, що конденсуються на поверхні плат, змивають всі залишки флюсу і забруднення.

Все це зумовило її переважне застосування в умовах дрібносерійного багатомономенклатурного виробництва. Недоліком пайки в паровій фазі є велика витрата робочої рідини, що позначається на собівартості виробів.

Підвищення температури плати від її початкової температури (наприклад, навколишнього середовища перед пайкою) до температури розплавлення припою здійснюється дуже швидко і не піддається регулюванню. Тому доцільний попередній підігрів плати з компонентами для зменшення термічних напружень у компонентах і місцях їх контактів з платою. Температура нагріву припою також не регулюється і дорівнює температурі кипіння використовуваної при пайки рідини.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		17

Локальний нагрів при пайці має певну перевагу в порівнянні із загальним, так як є безпечним для ділянок виробу, що не піддаються пайці. У разі застосування елементної бази з планарними виводами, які вимагають притиску кожного виводу в момент пайки, переважаючим є локальний нагрів паяних швів. Пайка зводиться до повторного розплавлення в присутності флюсу дози припою, попередньо нанесеного на вивід і контактну площадку під час лудіння. Механічну фіксацію навісних елементів здійснюють приклеюванням тіла елемента до підкладки. Локальність нагріву не виключає можливості проведення групового процесу пайки.

Локальний нагрів здійснюють трьома способами: контактним, струменевим, променевим.

Контактний спосіб заснований на нагріванні електричним струмом жала паяльника і передачі тепла в локальне місце пайки шляхом притиску жала. Для зменшення постійної часу нагрівання й охолодження застосовують електричний нагрів жала паяльника. Температура жала вибирається на кілька десятків градусів більше температури плавлення припою. Короткочасність перегріву дозволяє знехтувати окисними процесами на поверхні припою і металу, оскільки вони захищені флюсом.

Недоліком методу є залежність температури в зоні пайки від теплоємності і теплопровідності паяного вузла і від сили притиснення жала.

Збільшенням теплоємності жала паяльника це явище не скомпенсувати, так як наслідком його є збільшення часу нагрівання інструменту. Проблему вирішують, як показано на рис. 1.4:

- збільшення потужності паяльника;
- наближення нагрівача до точки нагріву;
- наближення датчика температури до точки пайки.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		18

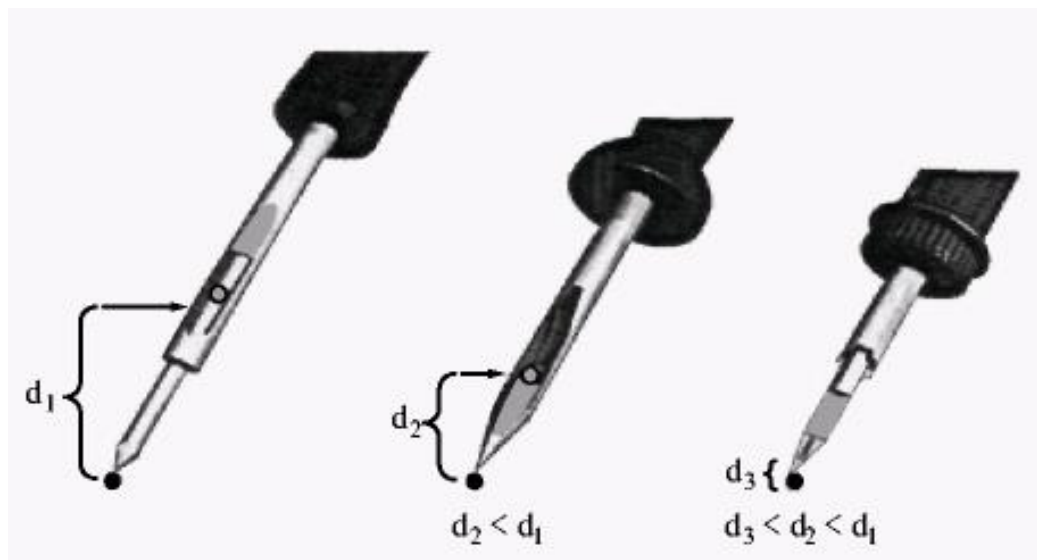


Рисунок 1.4 – Конструкції паяльників: чорний кружечок – точка пайки, сірий кружечок – датчик температури, сіре тіло - нагрівач

Локальний струменевий нагрів гарячим газом або полум'ям заснований на подачі в зону паяного шва гостро спрямованого потоку, діаметром менше 0,5 мм, що викликає повторне розплавлення нанесеної при лудінні дози припою. Припаювані виводи елементів повинні бути притиснуті до контактної площадки на весь час пайки аж до затвердіння припою. В якості газу-теплоносія застосовують аргон, гелій, азот при температурі струменя 300 °С. Швидкість пайки шва становить 2 мм/с.

Технологія паяння паяльником нескладна. Її суть полягає в тому, що при використанні розплавленого металу з низькою температурою плавлення поєднуються будь-які комбінації металів з високою температурою плавлення.

Потрібно спочатку підготувати поверхню тих деталей, які будуть спаяні. Необхідно очистити поверхню від слідів бруду, якщо вони є, і видалити оксидну плівку. Товщина такої плівки може бути різною, тому це буде залежати від того, як її можна зняти - напилком або наждачним папером. Якщо площа пайки невелика або будуть припаяні круглі дроти, то цю ділянку можна очистити звичайним лезом ножа. Після очищення поверхня повинна

бути блискучою, без плям, оксидів або нерівностей. Якщо на поверхні є жирні плями, їх видаляють ацетоном або розчинником.

Коли поверхня повністю підготовлена, тоді її потрібно лудити, тобто покривати шаром припою. Це робиться наступним чином: потрібно нанести флюс на поверхню, яка буде паятися, і прикріпити паяльний наконечник припоєм.

Для того щоб наконечник паяльника добре передавав тепло деталі, його потрібно прикласти таким чином до деталі, щоб площа контакту наконечника паяльника і деталі була максимальною. Для цього можна використовувати паяльник з наконечником, який має поріз.

Головне в процесі пайки - прогріти ті поверхні, які припаяні до температури, яку має розплавлений припій. Якщо поверхні не були нагріті до потрібної температури, тоді пайка буде тьмяною і матиме низьку механічну міцність. Якщо в процесі пайки поверхні перегріються, припій розповзається.

Скільки часу триватиме процес пайки, залежить від товщини та ваги деталі, але приблизно це становить від однієї до десяти секунд. Більшість електронних компонентів припаюються не більше ніж за дві секунди. Паяльник відводиться вбік, як тільки припій розповзається по поверхні. Деталі не можна зміщувати, поки припій повністю не застигне. Адже якщо пересувати деталі, то якість механічної міцності і герметичності пайки буде низькою.

Коли наконечник паяльника гарячий, припій на ньому, покривається оксидами та залишками згорілого флюсу. Тому кінчик паяльника перед пайкою потрібно очистити. Для цього можна взяти шматок змоченого поролону (його щільність може бути різною) і обтерти до нього жало паяльника, тоді всі залишки жала залишаться на поролоні.

Перед тим, як приступати до пайки, потрібно переконатися, що поверхні або драти, які будуть спаяні, вже луджені.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		20

Знявши ізоляцію з дроту, потрібно оцінити стан провідника. Якщо дроти нові, то їх провідник не має оксидної плівки, і такі дроти можна спаяти без зачистки. Треба взяти невелику кількість припою на кінчику паяльника, а потім торкнутися його каніфоллю і провести кінчиком паяльника вздовж поверхні провідника.

Якщо провідник чистий, то по ньому розстелиться тонкий шар припою. Інакше береться інша порція з обов'язковим дотиком каніфолі. І це потрібно робити, поки провідник повністю не лудиться. Завжди в тому місці, де проводиться лудіння, накопичується певна кількість каніфолі, що прискорює процес лудіння.

Бувають також такі випадки, що здається, що провідник без оксидної плівки, але він не хоче лудитися. В цьому випадку необхідно використовувати паяльну кислоту.

Є кілька причин поганої пайки. Паяльник дуже гарячий для цього типу припою. Це можна визначити за кінчиком паяльника, оскільки на припої, що на ньому, утворюється темна оксидна плівка. Якщо наконечник паяльника дуже гарячий, то робоча частина наконечника буде покрита чорним оксидом, через що припій на наконечнику не буде прилипати.

Наконечник паяльника не нагрівається до необхідної температури. У цьому випадку зовнішній вигляд пайки буде нудним і пухким. Щоб знайти потрібну температуру, можна скористатися терморегулятором. Провід може все ще недостатньо розігрітися під час обслуговування. Це часто трапляється, якщо на робочій частині наконечника паяльника є невелика кількість припою. Тоді площа контакту мала, і тепло не передається провіднику за необхідності.

Часто трапляється так, що в кінці лудіння провідів паяльником на них можна побачити залишки припою, схожі на вузлики. Щоб їх позбутися, треба розмістити дріт вниз. При цьому паяльник слід розмістити вертикально, щоб його жало «дивилося» вгору, а потім обережно провести жалом уздовж

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		21

проводів. Оскільки припій важкий, всі вузлики підуть до наконечника паяльника.

Але перед цим слід видалити весь припій, що знаходиться на робочій частині наконечника паяльника. І для цього просто злегка треба натиснути на жало на підставці.

Технологія пайки часто потрібна при ремонті електроприладів. Адже існують друковані плати, що складаються з радіоелементів тощо. І часто з цих плат елементи потрібно припаяти або припаяти назад. Це не можна назвати складною роботою, але все ж необхідно буде дотримуватися певної технології пайки.

Видалити потрібний радіоелемент з плати не складає труднощів. Такими елементами є майже завжди резистори або діоди. Для якісної пайки будь-якого з цих елементів з плати потрібно прогріти місце, де вона герметизується паяльником. При високій температурі припій розплавиться, і можна легко дістати потрібний елемент. Можна використовувати пінцет для видалення резисторного провідника, але робити все потрібно повільно, щоб пінцет не зістрибнув.

Щоб було зручніше працювати з пінцетом, можна відшліфувати йому губи. Тоді пінцет не буде ковзати при захопленні елемента.

Перш ніж припаювати новий радіоелемент до плати, потрібно переконатися, що виводи будуть добре спаяні, особливо якщо невідомо, коли цей радіоелемент був виготовлений.

Пайка елементів SMD. Оскільки технологія не стоїть на місці, сьогодні вже виробляються електронні пристрої, в яких розміщені компоненти SMD. SMD не мають свинцевих виводів. Вони з'єднані з доріжками на платі припаюванням до них колодок, які розташовані безпосередньо на корпусі компонента. Немає труднощів в пайці такого компонента. Просто для цього потрібно використовувати паяльник з низькою потужністю (10-12 Вт) і припаяти всі контакти по одному окремо.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		22

Якщо говорити про ремонт, то часто завданням є припаяти компоненти SMD, щоб перевірити їх або замінити новими. Крім того, часто трапляється, що компоненти SMD припаюються до старих неробочих плат, щоб використовувати їх як запасні частини. Тому під час процесу розпаювання потрібно бути обережним, оскільки компоненти можуть зламатися.

Процес пайки світлодіодних стрічок практично такий самий, як процес пайки будь-якої іншої деталі. Але тут все-таки є деякі тонкощі. Наприклад, через те, що друкована є тонкою та гнучкою стрічкою, час пайки повинен бути мінімальним, щоб друковані контури плати не відшаровувались.

Сьогодні дуже часто стали використовувати мікросхеми в корпусах SOIC для виробництва електронних пристроїв.

Пряме призначення цих мікросхем - поверхневий монтаж на друкованих платах. Для того, щоб припаяти мікросхеми у спеціальних корпусах потрібно використовувати спеціальну паяльну станцію. Паяльна станція - це спеціальний інструмент, який використовується в радіотехнічній промисловості. Під час роботи з паяльною станцією місце для пайки нагрівається гарячим повітрям. Не кожен має можливість встановити паяльну станцію вдома.

Щоб полегшити пайку перед початком процесу пайки потрібно обробляти виводи елементів спеціальним флюсом SKF. Закінчивши пайку, потрібно обережно видалити надлишки каніфолі з плати.

Щоб видалити надлишок каніфолі, потрібно обробити плату спиртом поки каніфоль не розчиниться.

Потім варто взяти шматок чистої тканини і покласти на місце розчиненої каніфолі. Вся каніфоль буде поглинена тканиною, а плата залишиться чистою.

#### Пайка опором

В цьому випадку тепло виділяється в U-подібному електроді. Велика перевага цього методу в тому, що нагрівання супроводжується

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		23

придавлюванням виводів компонента до монтажного елемента (до контактної площадки) на платі. Тиск інструменту знімається тільки після остигання паяного вузла до затвердіння припою. Таким чином, виводи компонента примусово фіксуються в пайці, незалежно від їх вихідного положення над платою.

Світлова пляма, сформована лазерним променем, набагато менше світлової. Монохромне випромінювання лазера дозволяє використовувати спектральну вибірковість поглинання енергії. При правильному підборі лазера з короткохвильовим випромінюванням (наприклад, ексимерні лазери) можна сканувати монтажні поля на платі не модулюючи (не вимикаючи) промінь.

Лазерна пайка може бути поєднана з системою контролю якості паяних з'єднань. Система лазерного ІЧ-контролю може використовуватися і самотійно для тестування паяних з'єднань, отриманих іншими методами. У разі самотійного використання система лазерного ІЧ-контролю подає на тестовану пайку керований імпульс лазерного випромінювання для незначного нагрівання поверхні з'єднання. Окремий ІЧ-детектор спостерігає за ростом і спадом температури поверхні тестованої пайки. Динаміка зростання і спаду температури стає «характеристикою» з'єднання. Система порівнює характеристику тестованого з'єднання зі стандартною і повідомляє ступінь її відхилення від норми. Швидкість тестування складає 10 паяних з'єднань в секунду з часом впливу 30 мс.

Як згадувалось вище, на етапі прототипування важливим є забезпечення можливості формування паяних з'єднань з допомогою методів локальної пайки з допомогою паяльних станцій. При цьому важливим є забезпечення можливості контролю температури жала паяльника.

### 1.2.2 Розробка структурної схеми

На основі проведеного аналізу типів конструктивного виконання сучасних поширених паяльних станцій розроблено структурну схему мікроконтролерного блоку її керування, яка наведена на рис. 1.5.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		24



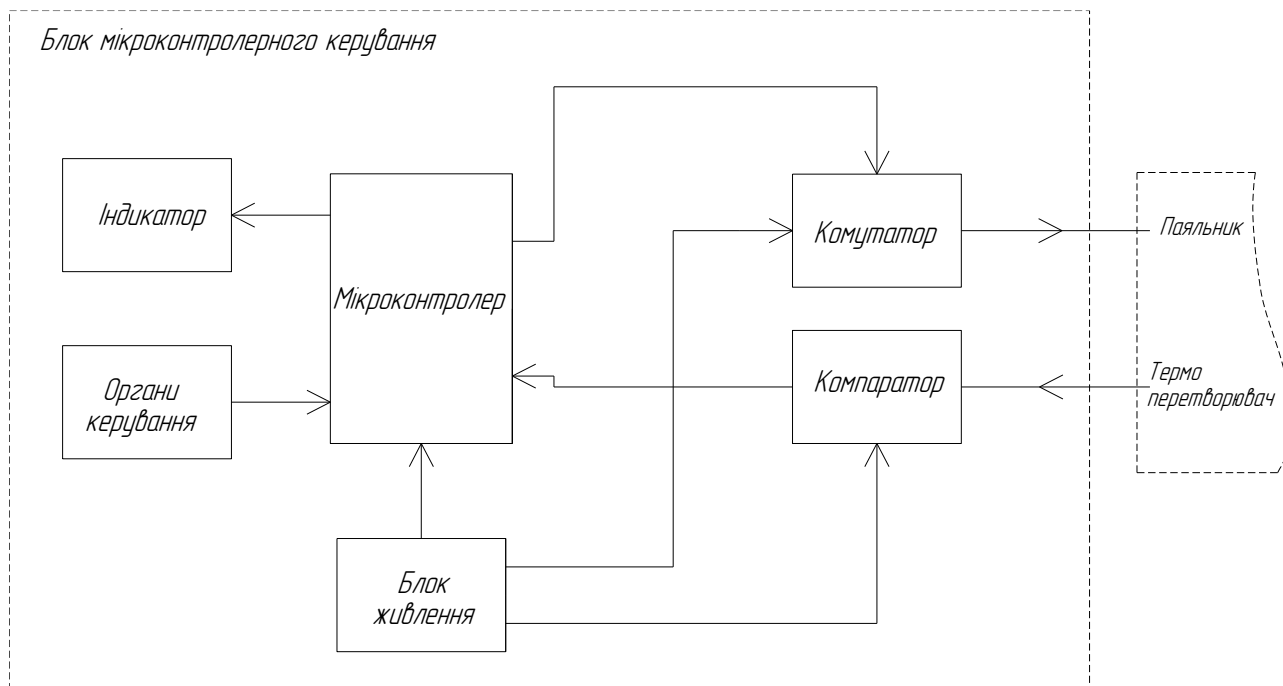


Рисунок 1.5 – Схема структурна мікроконтролерного блока керування

Відповідно до рис. 1.5, основним елементом блоку є мікроконтролер. Він керує комутатором, який під'єднує до кола живлення паяльник. Комутація відбувається залежно від сигналу на виході компаратора, який порівнює сигнал з термоперетворювача, що є пропорційним до температури нагріву паяльника, із значенням опорної напруги. Також мікроконтролер формує сигнал, який поступає на індикатор для відображення поточної температури жала паяльника та режиму роботи. Органи керування призначені для задання режиму роботи.

### 1.3 Схемні рішення побудови блоку

#### 1.3.1 Огляд аналогів.

Існує велике різноманіття варіантів схемних рішень виконання блоків керування нагрівом паяльників. Прикладом є схема, що наведена на рис. 1.6.

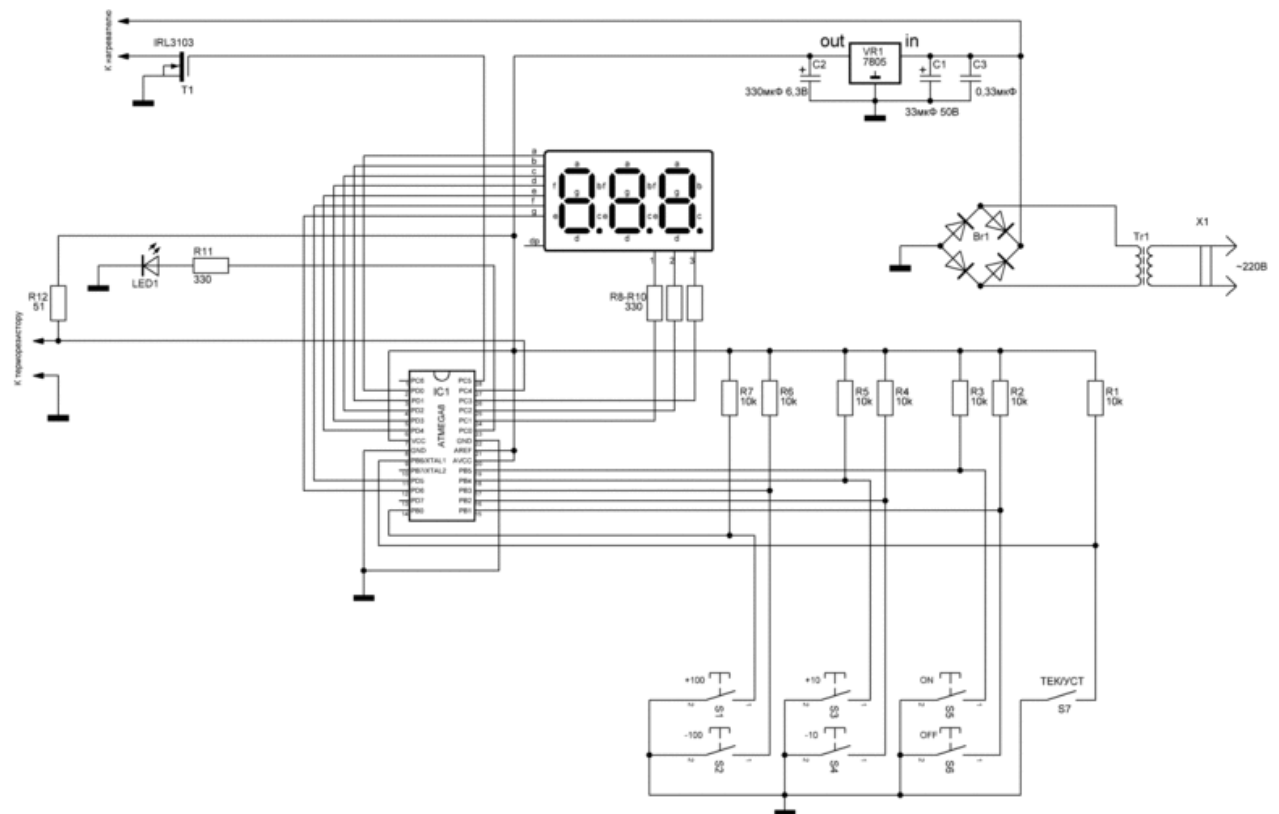


Рисунок 1.6 – Схема мікроконтролерного блока керування паяльною станцією

Базовим елементом схеми є мікроконтролер, який керує процесом нагріву паяльника та підтримує вибране значення його температури. Мікроконтролер включає нагрів паяльника через транзистор T1 і за допомогою значення термо ЕРС терморпарі контролює температуру паяльника. Індикатор відображає значення встановленої температури паяльника та значення температури його нагріву. З допомогою комутаторів S1-S4 можна змінювати значення заданої температури з встановленим кроком, а з допомогою комутаторів S5-S6 здійснюється вмикання та вимикання станції, комутатор S7 змінює режим відображення температури на індикаторах.

У схемі передбачено використання паяльників, що використовуються в серійних паяльних станціях.

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат







мікроконтролером. На його затвор поступають імпульси напруги, які відкривають транзистор і відбувається нагрів паяльника. Нагрів відбувається при надходженні імпульсів і триває протягом тривалості імпульсів. Таким чином змінюючи тривалість імпульсів змінюється і температура нагріву за принципом широтно-імпульсної модуляції, а значення поточної температури буде пропорційне усередненій за час нагріву поглинутій паяльником енергії джерела живлення.

Таким чином можливим стає режим плавного нагріву і плавного виходу температури паяльника на задане значення. При наближенні температури паяльника до заданої зменшується ширина імпульсів керування транзисторним ключем і нагрів сповільнюється до виходу на необхідне значення. Далше відбувається підтримування цієї температури.

З виходу термопари термо ЕРС, яка пропорційна поточній температурі жала паяльника, надходить на операційний підсилювач DA1.

Вимірювання температури резистивного датчика проводиться за допомогою подільника, утвореного резистором R16 і терморезистором паяльника.

Діоди VD1-VD4, мікросхема DA2 та конденсатори C5, C6, C8 виконано стабілізоване джерело живлення контролера та операційного підсилювача. Індикатор HL1 відображає поточну температуру жала паяльника.

### 1.3.3 Розрахунки схеми електричної

Давачем температури, що використовується для реєстрації величини температури жала паяльника служить термопара. ТермоЕРС для термопари 4,7 мВ при 100 °С.

Отримана напруга не матиме недостатній рівень для подальшого її опрацювання мікроконтролером, тому в роботі використано операційний підсилювач DA1, включений за схемою неінвертуючого підсилювача (рис. 1.10). Проведемо розрахунок резисторів цього підсилювача.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		30

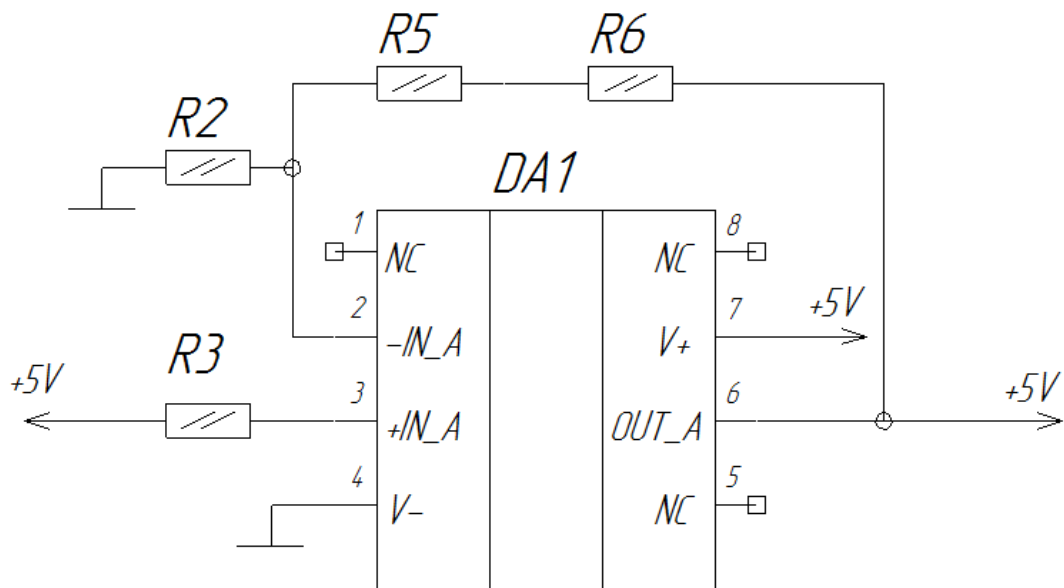


Рисунок 1.10 – Схема електрична вимірювального підсилювача

Для неінвертуючого підсилювача відповідно до схеми коефіцієнт підсилення знаходиться з виразу:

$$K = \frac{U_1}{U_2} = 1 + \frac{R_5 + R_6}{R_2} \quad (1.1)$$

де  $U_1$  – вихідна напруга;  $U_2$  – вхідна напруга – 0,03 В.

Нехай вхідну напругу амплітудою 0,047 В потрібно підсилити до значення 2,5 В для нормального узгодження із портами мікроконтролера. Тоді коефіцієнт підсилення повинен становити  $K = (2,5/0,047) = 53,2$ , тоді, задавшись номіналом резистора  $R_2 = 3,6$  кОм знайдемо номінал резисторів  $R_5 + R_6$ :

$$R_5 + R_6 = R_2 \cdot K - R_2 = 3,6 \cdot 53,2 - 3,6 = 185 \text{ кОм}$$

Вибираємо із стандартного ряду значень номінал резистора  $R_5 = R_6 = 92$  кОм.

Ємність конденсатора С8 знаходимо за формулою:

$$C8 = \frac{P_n}{200 \cdot K_n \cdot U_{жс}^2} \quad (1.2)$$

Тут  $P_n$  - номінальна потужність (48 Вт),

$K_n$  - коефіцієнт пульсацій (10%),

$U_{жс}$  - напруга живлення (24 В),

$$C8 = \frac{48}{2000 \cdot 0,1 \cdot 24^2} = 417_{мкФ} \quad (1.3)$$

Приймаємо  $C8=470$  мкФ,  $C5=C6=0,1$  мкФ.

Знайдемо номінали резисторів R10-R15, виходячи з того, що струм споживання кожного сегмента індикатора становить 0,013 А, а напруга – 1,3 В. Тоді на кожному з резисторів повинно падати 3,7 В, оскільки напруга на кожному виході контролера становить 5 В. Опір резисторів становитиме:

$$R4 = \frac{U}{I} = \frac{3,7}{0,013} = 284 \text{ Ом} \quad (1.4)$$

Приймаємо значення номіналів резисторів R4-R10 з стандартних рядів рівними 300 Ом. Знайдемо потужність, що розсіюється на кожному резисторі:

$$P=U \cdot I=3,7 \cdot 0,013=0,048 \text{ Вт} \quad (1.5)$$

Вибираємо резистори потужністю 0,125 Вт із невеликим запасом.

Подібним чином проводяться розрахунки решти елементів схеми.

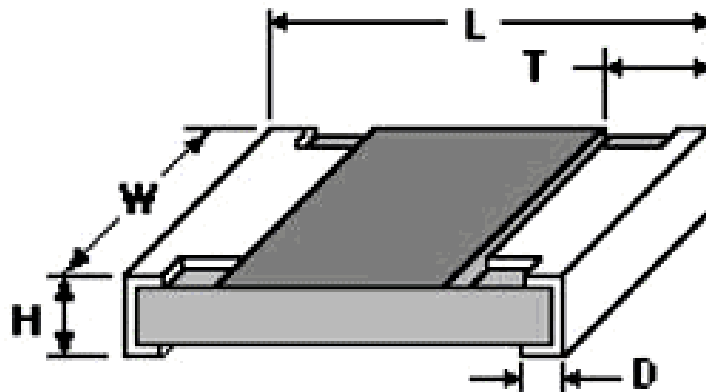
					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		32



## 1.4 Вибір елементів

У пристрої використані наступні типи радіоелементів:

Резистори SMD 0805 – постійні металооксидні. Оптимізовані для автоматичного монтажу.



Типорозмір EIA	Розміри (мм)				
	L	W	H	D	T
0402	1.00	0.50	0.20	0.25	0.35
0603	1.60	0.85	0.30	0.30	0.45
0805	2.10	1.30	0.40	0.40	0.50
1206	3.10	1.60	0.50	0.50	0.55
1210	3.10	2.60	0.50	0.40	0.55
2010	5.00	2.50	0.60	0.40	0.55
2512	6.35	3.20	0.60	0.40	0.55

Рисунок 1.11 – Розміри SMD резисторів з типорозміром корпуса 0805

Технічні параметри резисторів:

- діапазон можливих значень опорів  $1 \dots 30 \cdot 10^6$  Ом;
- максимальна напруга не більше 150В;
- допуск  $\pm 1$  та  $\pm 5\%$ ;

Конденсатори серії 0805-X7R – безвивідні керамічні неполярні конденсатори загального призначення. Дані конденсатори вибираємо для приладу тому, що вони підходять по параметрах для функціонування схеми, та є економічно вигідними.

Технічні параметри конденсаторів:

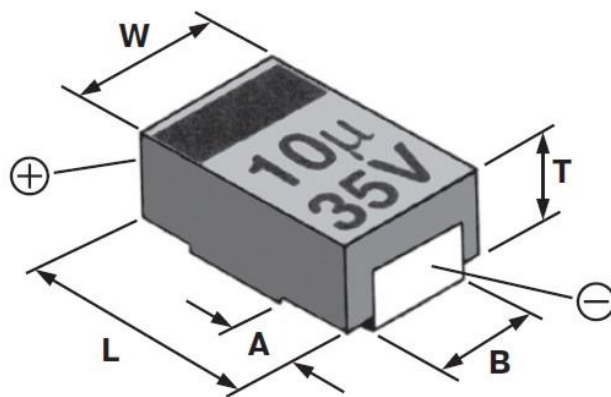
- робоча напруга 50В;
- діапазон ємностей  $0,5 \dots 10^{-6}$  пФ;
- допуск 10%;

Габаритні розміри конденсаторів представлені на рисунку 1.11.

Конденсатори ТЕСАР-D – танталові електролітичні конденсатори.

Параметри конденсаторів типу ТЕСАР-D:

- номінальна напруга 16В;
- група за ТКЄ Н50.



Тип корпуса	Розмір, мм				
	L	W	T	B	A
A	3.2	1.6	1.6	1.2	0.8
B	3.5	2.8	1.9	2.2	0.8
C	6.0	3.2	2.5	2.2	1.3
D	7.3	4.3	2.8	2.4	1.3

Рисунок 1.12 – Розміри конденсаторів ТЕСАР-D

Вибрані типи резисторів і конденсаторів володіють хорошими температурними і іншими параметрами, тому їх застосування є обґрунтованим.

В якості діодів було вибрано діоди RL207. Кремнієвий діод RL207 призначений для роботи в схемах випрямлячів та має наступні електричні параметри: зворотна напруга не більше 1кВ; максимальний прямий струм не більше 2А; імпульсний струм не повинен перевищувати 70А.

В виробі використано транзистор IRL520 – n-канальний MOSFET транзистор.

Основні технічні характеристики транзистора IRL520:

- максимальна напруга втік-витік, В ... 100;

- максимальний струм витоку, А ... 36;
- максимальна напруга джерла, В ... 10;
- максимальна розсіювана потужність колектора, Вт, ... 60.

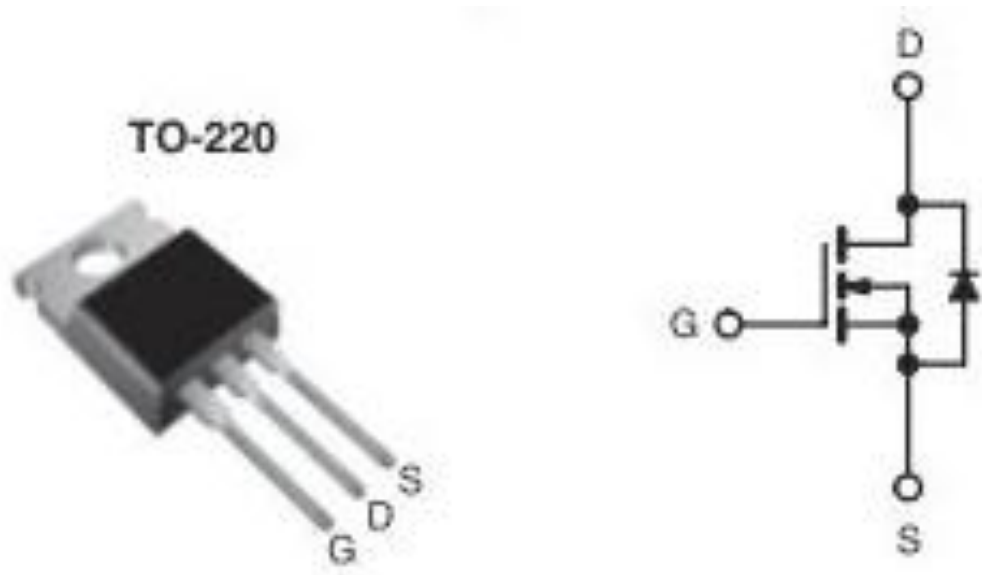


Рисунок 1.13 – Зовнішній вигляд IRL520

В роботі використовується транзистор з типорозміром корпусу TO-220 (рис. 1.14).

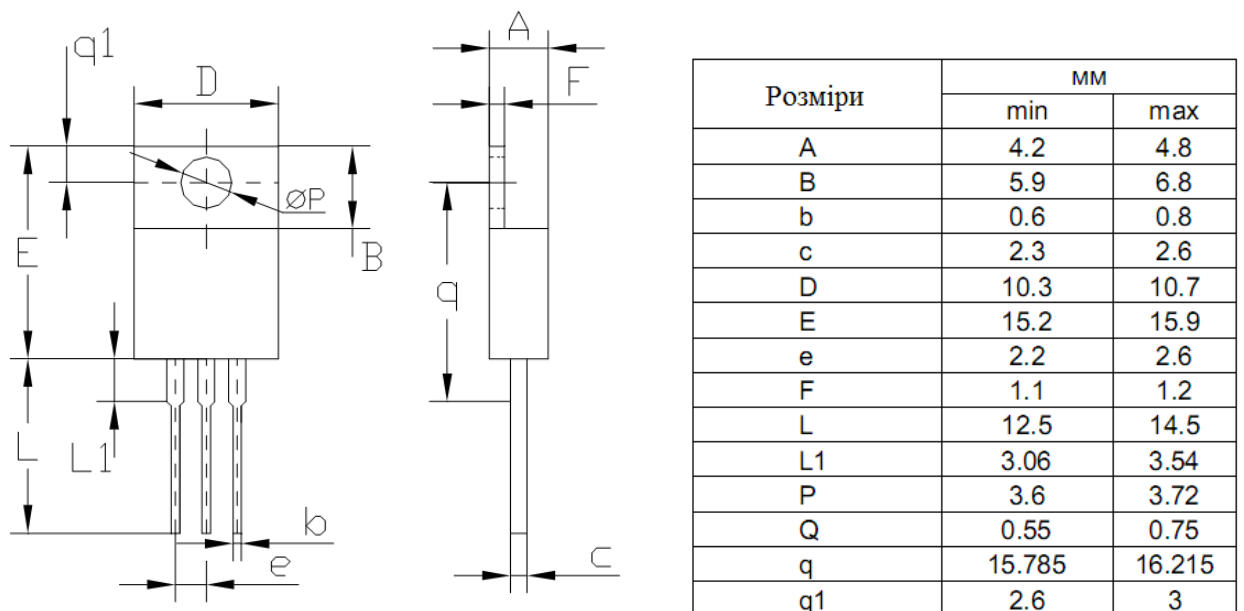


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри корпусу TO-220

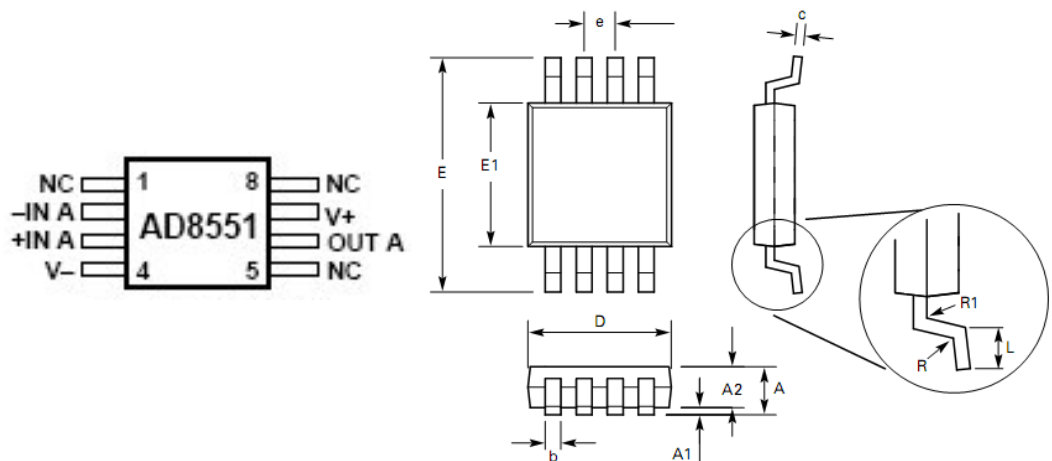
Наступними було вибрано мікросхеми AD8551, LM7805 та Atmega48P.

Мікросхема LM7805 – представляє собою позитивний інтегральний стабілізатор напруги з вихідним струмом до 1.5 А і напругою стабілізації 5 В.

В роботі використовується мікросхема з корпусом ТО-220 (рис. 1.14).

Мікросхема AD8551 – одноканальний операційний підсилювач з нульовим дрейфом напруги і однополярним живленням з параметрами:

- діапазон напруг живлення ... 2,7...5 В;
- смуга частот ... 1,5 МГц;
- швидкість наростання ... 0,4 В/мкс;
- добротність ... 4 МГц;
- тип корпусу ... MSOP8.



Позначення	Розмір, мм	
	Min.	Max.
A	-	1.10
A1	0.05	0.15
A2	0.75	0.95
b	0.25	0.40
c	0.13	0.23
D	2.90	3.10
E	4.90 BSC	
E1	2.90	3.10
e	0.65 BSC	
L	0.40	0.70
R	0.07	-
R1	0.07	-

Рисунок 1.15 – Габаритні розміри корпусу MSOP8

Мікросхема Atmega48P – мікроконтролер широкого призначення з параметрами:

- Ядро AVR, 8біт;
- 4кб флеш-пам'яті;
- вісім каналів аналогово-цифрового перетворювача;
- чотири канали широтно-імпульсної модуляції.

Також в роботі вибрано індикатори КООНІ Е30361LC8W - тризначний світлодіодний індикатор з загальним катодом, для якого струм споживання кожного сегмента становить 2,5 мА.

Кнопки тактові вибрато типу SWT9, що має наступні параметри:

- 12В 50мА;
- максимальне значення напруги 500В.

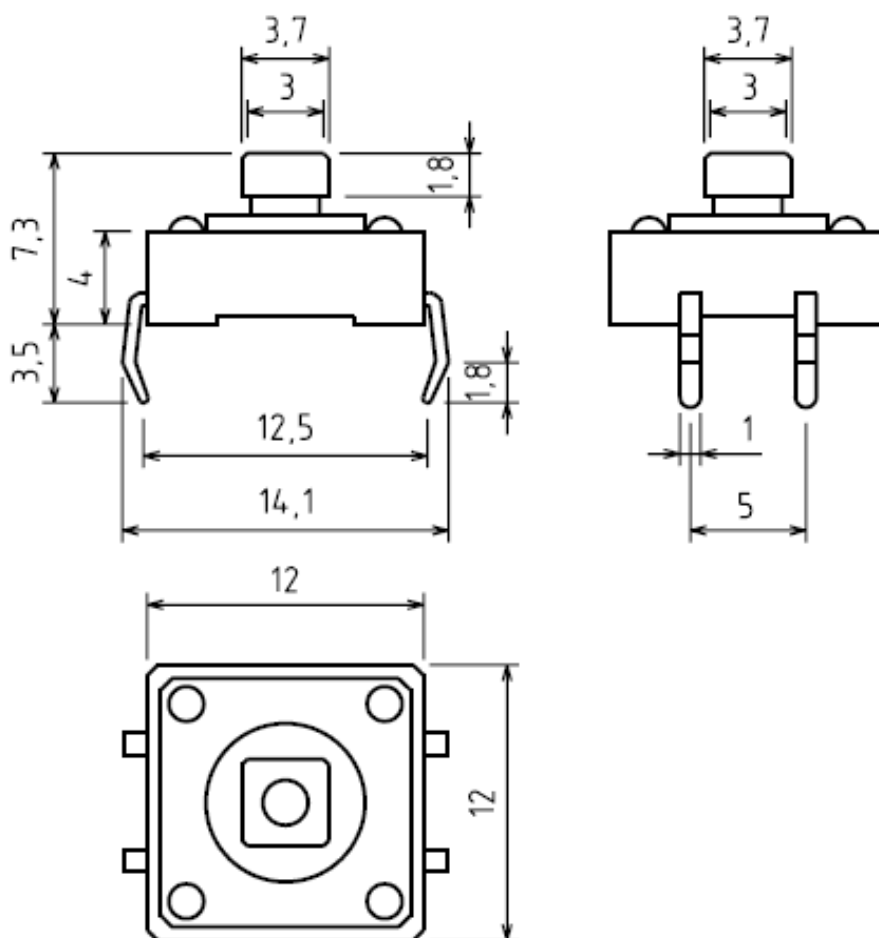


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри кнопки SWT9

## 1.5 Розробка друкованого монтажу

При проектуванні друкованої плати і конструкції приладу використано САПР, згідно чого побудовано схему електричну та зроблено розводку друкованої плати.

Компоновка друкованих вузлів і трасування друкованих плат виконані так, щоб вузол можна було кріпити до корпусу без діелектричних прокладок. Компоновка складових частин виробу передбачає легкий доступ до кожного елемента конструкції, що спрощує ремонт і налаштування виробу, а також його зборку.

Правильне розміщення і кріплення радіокомпонентів є запорукою стабільної і безвідмовної роботи пристрою на протязі визначеного йому періоду роботи. Дотримання вимог щодо взаємного розміщення радіокомпонентів дозволяє отримати параметри пристрою обумовлені в технічному завданні. Правельне кріплення запобігає відривання компонентів від друкованої плати в ході експлуатації.

Даний пристрій призначений для стаціонарного та портативного використання. Тому кріплення радіокомпонентів потрібно посилювати.

На друкованій платі радіокомпоненти розміщені певним чином і вжиті відповідні заходи, що дозволяє мінімізувати взаємозв'язки між компонентами і покращити характеристики пристрою.

Виводи всіх корпусних радіокомпонентів паяні до друкованої плати припоєм ПОС-61, що дозволяє добитися оптимальної надійності кріплення.

Оцінимо розмір перехідних отворів:

$$d_{no} \geq IH_{n \text{ ,}} \quad (1.6)$$

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		38

тут  $H_n$  - товщина плати;

$I$  - відношення розміру отвору до  $H_n$ . Тоді:

$$d_{no} \geq 0,33 \cdot 1,5 = 0,5$$

Приймаємо 0,7 мм.

Оцінимо розмір отвору для встановлення компонентів:

$$d_{mo} \geq d_e + \Delta + |\Delta d_n|, \quad (1.7)$$

тут  $d_e$  – діаметр виводу;

$\Delta d_n$  – допуск на розмір.

$\Delta$  - зазор в отворі.

Для виводів  $d_b=0,6$  мм:

$$d_{mo2}=0,6+0,2+0,05=0,85 \text{ мм}; \text{ приймаємо } d_{mo2}=0,9 \text{ мм};$$

Ширина доріжки на платі визначається наступним чином:

$$t = t_m + |\Delta t_{но}|, \quad (1.8)$$

тут  $t_m$  - мінімальна ширина доріжки;

$\Delta t_{но}$  - допуск.

Таким чином:

$$t = 0,25 + |-0,03| = 0,28 \text{ мм}$$

Візьмемо для проектування  $t_1 = 0,3$  мм.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		39

Відстань між доріжками знайдемо наступним чином:

$$S = S_M + \Delta t_{\text{во}}, \quad (1.9)$$

тут  $S_M$  - мінімальна відстань між доріжками на друкованій платі;

$\Delta t_{\text{во}}$  - відхилення ширини доріжки.

Прийmemo  $S = 0,3$  мм. Розмір контактної площадки визначимо за виразом:

$$D = (d + \Delta d_e) + 2b + \Delta t_e + 2\Delta d_T + \sqrt{\delta d^2 + \delta p^2 + \Delta t_n^2} \quad (1.10)$$

де  $d$  - діаметр отвору;

$\Delta d_T = 0,03$  мм;

$\delta d$  - допуск центрування отворів;

$\delta p$  - допуск розміщення площадок провідного рисунка.

при  $d_{\text{м02}} = 0,9$  мм

$$D_1 = 0,9 + 0,05 + 2 \cdot 0,1 + 0,1 + 2 \cdot 0,03 + \sqrt{0,08^2 + 0,2^2 + 0,03^2} = 1,54 \text{ мм};$$

Приймаємо  $D_1 = 1,54$  мм.

Використовуючи САПР P-CAD створено бібліотеку елементів, які використовуються для блока, створено схему електричну принципову та проведено трасування друкованої плати. Отримані результати імпортовано в програму Компас, де проведено оформлення відповідних креслень.

Так, на рис. 1.17 наведено креслення друкованої плати мікроконтролерного блоку керування паяльною станцією.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		40



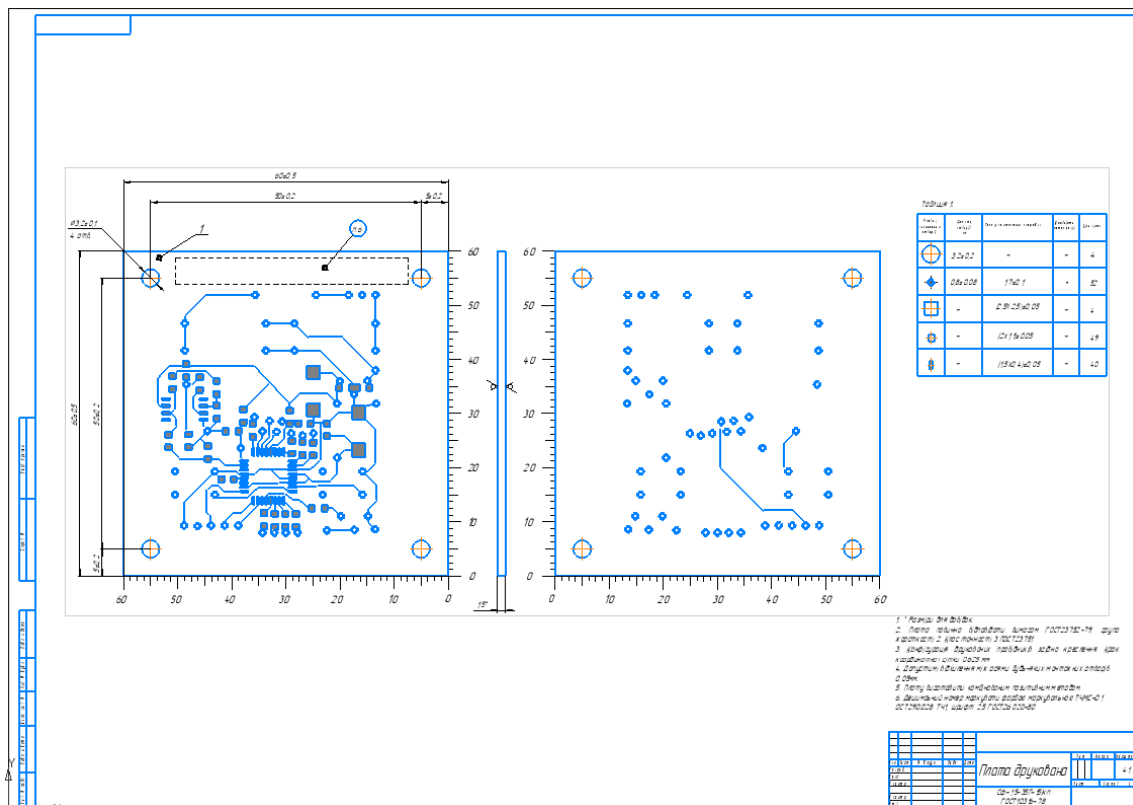


Рисунок 1.17 – креслення друкованої плати мікроконтролерного блоку керування паяльною станцією

На кресленні додатково позначено габарити друкованої плати, розміри кріпильних отворів та їхнє розміщення на друкованій платі, вибрано базові сторони, відносно яких проводиться обробка друкованої плати та вказано допуски на ці розміри відповідно до вибраного класу точності.

В області задання технічних вимог вказано вимоги, яким повинна задовольняти друкована плата, а саме:

- Плата повинна відповідати вимогам ГОСТ23752-79, група жорсткості 2. Клас точності 3 ГОСТ23751
- Допустимі відхилення між осями будь-яких монтажних отворів 0,05мм.
- Плату виготовити комбінованим позитивним методом.
- Децимальний номер маркувати фарбою маркувальною ТУМС-01 ОСТ290.028 ТУ1, шрифт 2,5 ГОСТ26020-80.

Також вказано параметри елементів встановлення (рис. 1.18).

Умовні позначення контактної площадки	Діаметр отворів, мм	Размір контактних площадок	Наявність металізації	Кількість
	3,2±0,2	-	-	4
	0,8±0,08	17±0,1	+	52
	-	(2,5x2,5)±0,05	-	4
	-	(2x1,1)±0,05	-	49
	-	(1,5x0,4)±0,05	-	40

Рисунок 1.18 – Параметри елементів встановлення

На рис. 1.19 наведено вигляд креслення друкованого вузла блоку.

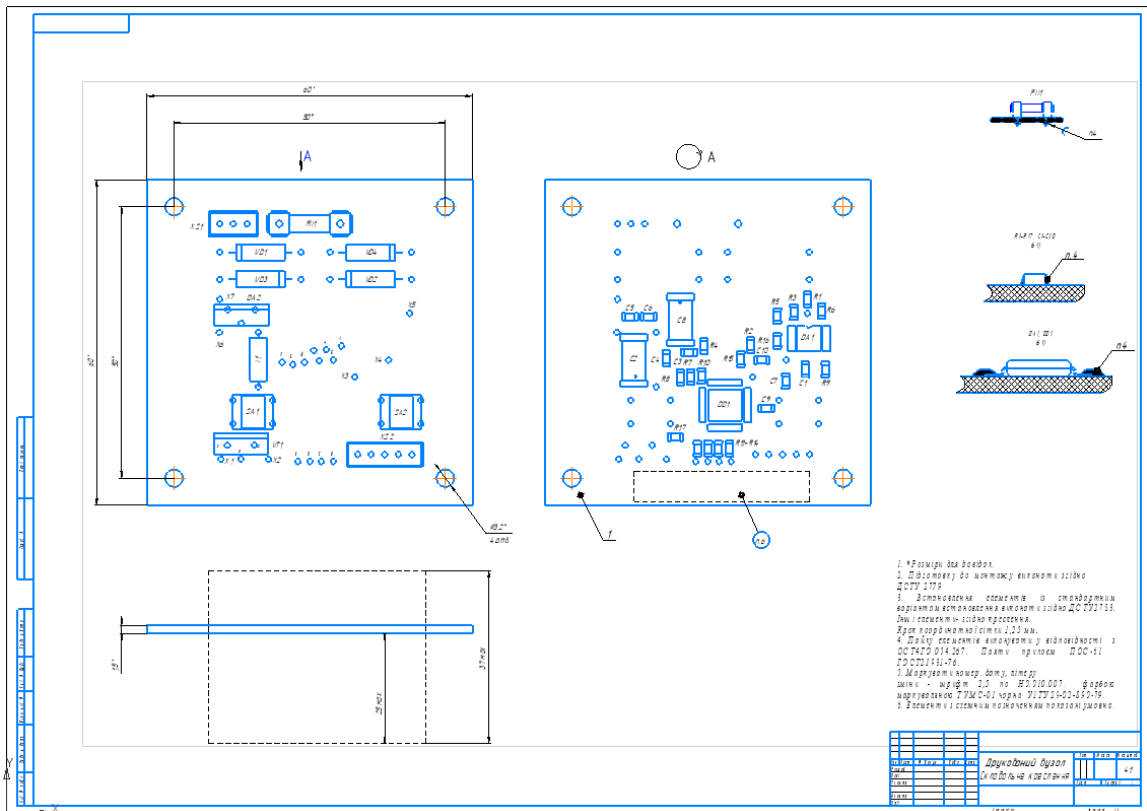


Рисунок 1.19 – Вигляд креслення друкованого вузла блоку

На кресленні вказано габаритні та установочні розміри друкованого вузла, місця маркування та простановлення децимального номера, ділянки встановлення електрорадіоелементів, максимальні розміри друкованого монтажу.

В області технічних вимог вказано власне технічні вимоги до складання друкованого вузла, а саме:

- Підготовку до монтажу виконати згідно ДСТУ 2779.
- Монтаж компонентів із стандартним варіантом встановлення виконати згідно ДСТУ2783. Інші елементи- згідно креслення.
- Пайку компонентів виконувати у відповідності з ОСТ4ГО.054.267. Паяти припоєм ПОС-61 ГОСТ21931-76.
- Маркувати номер, дату, літеру зміни - шрифт 2,5 по Н0.010.007. фарбою маркувальною ГУМС-01 чорна У1ТУ29-02-890-79.
- Елементи з схемним позначенням показані умовно.

Також в полі технічних вимог вказано варіанти встановлення елементів із нестандартними варіантами встановлення:

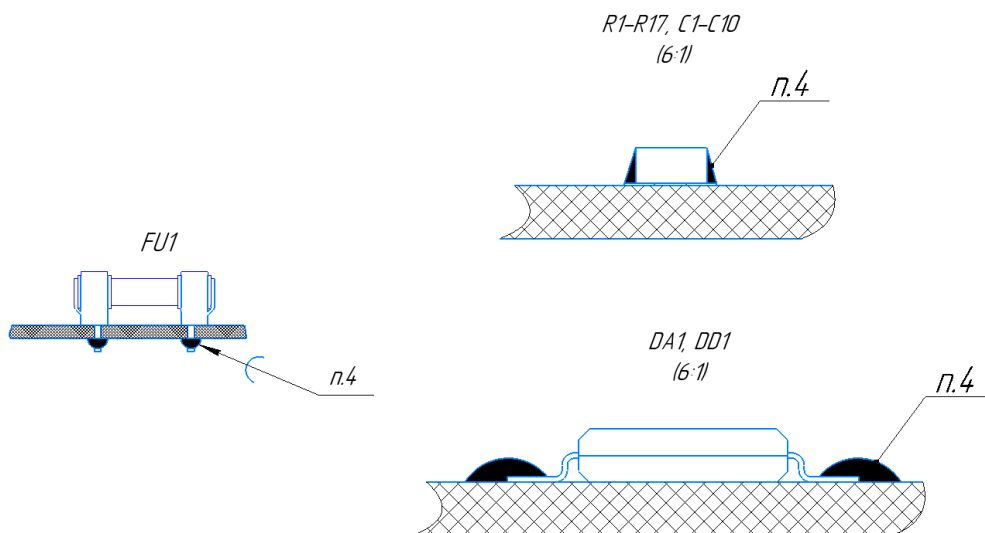


Рисунок 1.20 – Варіанти встановлення елементів із нестандартними варіантами встановлення`

Так, запобіжник FU1 має нестандартний варіант встановлення, як і поверхнево монтовані елементи. Позначенням «п.4» показано місця пайки відповідно до технічних вимог.

На основі отриманих результатів можливим стає виготовлення мікроконтролерного блока керування паяльною станцією.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		44

## 2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

### 2.1 Екстремальні умови, пов'язані з впливом шуму при виготовленні мікроконтролерного блоку керування паяльною станцією

Акустичне середовище є важливим компонентом середовища існування: людина живе у світі звуків. Параметри акустичного середовища можуть суттєво впливати на загальний стан людини та її працездатність і успіхи діяльності (у системах зв'язку робота оператора пов'язана з прийманням сигналів). Екстремальні умови виникають, якщо людина через сторонній звуковий тиск не може розпізнати корисні сигнали і якщо рівень звукового тиску наближається до больової межі.

Величина звукового тиску звичайно оцінюється в децибелах (дБ). Шепіт людини, який сприймається на відстані 1,5...2 метри від того, хто говорить, становить 1...18дБ; шум у приміщенні, де працюють люди, але нема машин (студентська аудиторія без чутної лекторської мови), - 40дБ; мова людини середньої нормальної гучності, що приймається людиною, котра стоїть поруч - 60 дБ; шум двигуна легкового автомобіля - 75дБ; шум електропоїзда метро, який сприймається на віддалі 3 м від нього - 95дБ; шум реактивного літака - 115дБ.

Вже при рівні звуку 100 дБ виникає загальна втома, знижується працездатність та якість праці. При рівні звуку 100...110 дБ шум та звук викликають гнітючу дію. При рівні звуку (шуму) 110 дБ неможливе мовне спілкування. Больова межа рівня звуку становить 120-130 дБ.

При проектуванні робочих місць рівень звуку понад 80 дБ вважається недопустимим. Рекомендований рівень звуку в приміщеннях для

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		45

конструкторських та теоретичних робіт і опрацювання експериментальних даних - 50 дБ, в приміщеннях керування, робочих кімнатах- 60 дБ, на робочих місцях у виробничих приміщеннях - не більше 80 дБ.

Якщо рівень звукового тиску перевищує допустимий, використовують індивідуальні та колективні засоби захисту (ізоляція джерела звуку чи робочих приміщень) - вушні заглушки, навушники, шоломи.

Механічні коливання, які виникають при роботі працюючих машин, можуть викликати не лише звуки та шуми, але й вібрації.

Вібрація - це механічні коливання пружних тіл, які характеризуються амплітудою, швидкістю та прискоренням.

За характером дії вібрацію поділяють на загальну та місцеву. Загальні вібрації діють на все тіло людини. Внутрішні органи людини утворюють коливні системи з власною частотою коливань (в межах десятків та сотень Гц). Резонансна частота серця, живота та грудної клітки - 5 Гц, голови - 20 Гц, очних яблук - 60 Гц, центральної нервової системи - 250 Гц. Дія зовнішніх коливань з кратними частотами може викликати резонансні явища та призвести до зміщення та механічних ушкоджень внутрішніх органів. Частота власних коливань людей, що сидять, складає 4...8 Гц.

Вібрація сприймається людиною як природне навантаження, що подібне на важку працю. Вібрації частотою понад 200 Гц перевантажують нервову систему людини, потребують підвищеної психічної напруги.

## 2.2 Освітлення виробничого приміщення при експлуатації мікроконтролерного блоку керування паяльною станцією

Вірно спроектоване та раціонально влаштоване освітлення виробничих приміщень справляє позитивний психофізіологічний вплив на працюючих, підвищує ефективність та безпеку праці, знижує втому та травматизм, забезпечує високу працездатність.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		46

Зір у всій системі органів відчуттів людини посідає чільне місце. Відомо, що на органи зору припадає 90% всієї інформації, котру отримує людина. Відчуття зору відбувається під впливом видимого випромінювання (світла), котре є електромагнітним випромінюванням з довжиною хвилі 0,38...0,76 мкм. Чутливість зору максимальна до електромагнітного випромінювання з довжиною хвилі 0,555 мкм (жовто-зелений колір) та зменшується до границь видного спектру.

#### Класифікація освітлення

При освітленні виробничих приміщень використовують:

- природне освітлення, котре створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу і яке змінюється залежно від географічної широти, пори року, доби, ступеня хмарності та прозорості атмосфери;
- штучне освітлення, створюване електричними джерелами світла;
- сумісне освітлення, при котрому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на бічне (одно- або двостороннє), здійснюване через світлові отвори в зовнішніх стінах; верхнє, що здійснюється через аераційні та захисні ліхтарі, отвори в дахах та перекриттях; комбіноване поєднання верхнього та бічного освітлення.

Штучне освітлення за конструктивним виконанням поділяється на два види - загальне та комбіноване. Система загального освітлення використовується в приміщеннях, де по всій площі виконуються однотипні роботи. Розрізняють загальне рівномірне освітлення, при котрому світловий потік розподіляється рівномірно по всій площі приміщення без урахування розташування робочих місць і загальне локалізоване освітлення (з врахуванням розташування робочих місць).

При виконанні точних зорових робіт (слюсарні, токарні, фрезерні, контрольні тощо) в місцях, де обладнання створює глибокі, різкі тіні або

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		47

робочі поверхні розташовані вертикально, поряд з загальним освітленням застосовується місцеве освітлення. Сукупність місцевого та загального освітлення називається комбінованим. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне і спеціальне, котре в свою чергу класифікується як охоронне, чергове, евакуаційне, бактерицидне, еритемне тощо.

Робоче освітлення призначене для забезпечення виробничого процесу, проходу людей, руху транспорту та є обов'язковим для всіх виробничих приміщень.

Аварійне освітлення влаштовується для продовження роботи у випадках, коли раптове відключення робочого освітлення та пов'язане з цим порушення нормального обслуговування обладнання може викликати вибух, пожежу, отруєння людей, порушення технологічного процесу тощо. Мінімальна освітленість робочих поверхонь при аварійному освітленні повинна складати 5% від нормованої освітленості робочого освітлення, але не менше 2 лк.

Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення евакуації людей з виробничого приміщення при аваріях та вимкненні робочого освітлення і влаштовується в місцях, небезпечних для проходу з виробничих приміщень, в котрих працює більше 50 чол. Мінімальна освітленість на підлозі основних проходів та на сходах при евакуаційному освітленні повинна бути не менше 0,5лк, а на відкритих майданчиках - не менше 0,2 лк.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж границь території, котра охороняється спеціальним персоналом. Найменша освітленість у нічний час - 0,5лк. Сигнальне освітлення застосовується для фіксації границь небезпечних зон, вказує на наявність небезпеки, або безпечний шлях евакуації.

До виробничого освітлення можна віднести бактерицидне та еритемне освітлення. Бактерицидне освітлення створюється для знезараження повітря,

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		48



питної води, продуктів харчування. Найбільшу бактерицидну здатність мають ультрафіолетові промені з довжиною хвилі 0,254...0,257мкм. Еритемне опромінювання влаштовується у виробничих приміщеннях, де недостатньо сонячного світла. Максимальний еритемний вплив справляють електромагнітні промені з довжиною хвилі 0,297мкм.

Гігієна праці вимагає в першу чергу максимального використання природного освітлення, оскільки денне світло краще сприймається органами зору.

Правильна організація освітлення передбачає не лише дотримання норм освітленості, котрі регламентують мінімальну освітленість для кожного виду робіт, але й дотримання гігієнічних вимог до якості освітлення, таких як рівномірність освітлення робочої поверхні, обмеження надмірної яскравості, блиску, осліплюючої дії, різких тіней та контрасту.

### 2.3 Вентиляція виробничих приміщень при експлуатації мікроконтролерного блоку керування паяльною станцією

Під вентиляцією розуміють систему заходів та пристроїв, призначених для забезпечення на постійних робочих місцях, в робочій та обслуговуючій зонах приміщень метеорологічних умов і чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам.

Раціонально спроектовані вентиляційні системи сприяють покращенню самопочуття працівників і підвищенню продуктивності праці. По наявних даних, кондиціонування повітря може покращити продуктивність праці на 5... 10%.

Процес створення і автоматичної підтримки у виробничому приміщенні певних параметрів повітряного середовища називають кондиціонуванням. При кондиціонуванні незалежно від зовнішніх метеорологічних умов і режиму роботи технологічного обладнання в приміщенні підтримуються необхідні

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		49

температура, відносна вологість, чистота и швидкість руху повітря. Розрізняють комфортне і технологічне кондиціонування повітря. Метою комфортного кондиціонування є створення в приміщеннях повітряного середовища, яке найбільше сприяє підвищенню продуктивності праці і зниженню захворюваності. Технологічне кондиціонування повітря забезпечує створення параметрів повітряного середовища, які задовольняють вимогам технологічного процесу. При цьому для приміщень, де працюють люди, враховуються і санітарно-гігієнічні вимоги.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		50

## Висновки

Проведено проектування мікроконтролерного блока керування паяльною станцією. Проведено аналіз способів пайки та визначено актуальність розробки для етапу виготовлення прототипів та дослідних взірців, коли найчастіше застосовується локальна пайка з допомогою паяльних станцій чи окремих ручних паяльників. Перший випадок є оптимальним, оскільки дає можливість контролю температури жала паяльника для унеможливлення пошкодження електрорадіоелементів внаслідок термоудару при пайці.

Проаналізовано способи контролю температури паяльників та розроблено структуру блока, в основі якого є використання мікроконтролера, який і виконує керування процесом нагріву та контролю температури паяльника.

Запропоновано варіант схеми електричної та проведено розрахунки її вузлів. На основі розрахунків проведено вибір елементної бази. На основі цього розроблено креслення друкованої плати та друкованого вузла. Блок керування вийшов компактним та малогабаритним.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		51

## Список використаних джерел

1. Семенов Б.Ю. Силовая электроника для любителей и профессионалов. – М.:СОЛОН Р, 2001. – 321с.
2. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства:Справ, радиолюбителя/ Р.М. Терещук, К.М. Терещук, С.А. Седов. – 4-е изд., стер.- Киев: Наук. думка, 1988. – 800с.: ил.-Библиогр.: с. 765-800.
3. П. Хоровиц, У. Хилл. Искусство схемотехники. 2.М: Мир, 1986. – 590 с.
4. Технологія і автоматизація виробництва радіоелектронної апаратури – М.: Радіо і зв'язок, 1989 – 263 с.
5. Радиопередающее устройства : Учебник для вузов. / Л.А.Белов, М.В. Благовещенский, В.М.Богачев и др.; Под ред. М.В.Благовещенского, Г.М.Уткин. – М.: «Радио и связь», 1982. – 408 с.
6. Радиопередающие и радиоприемные устройства / В. Г. Левичев. – М., «Воениздат», 1974. – 510 с.
7. Радиопередающее устройства : Учебник для техникумов / М. С. Шумилин, В. П. Севальнев, Э. А. Шевцов. – М.: «Высш. Школа», 1981. – 293 с.
8. Основа теории транзисторов и транзисторных схем. / И.П.Степаненко. - М., «Энергия», 1977. – 672 с.
9. Мощные полупроводниковые приборы. Транзисторы: Справочник. / Б. А. Бародин, В. М. Ломакин, В. В. Мокряком и др.; Под ред. А.В. Голомедова. – М., «Радио и связь», 1985. – 560 с.
10. Полупроводниковые приборы. Транзисторы: Справочник. / В.А. Аронов, А.В.Баюков, А.А.Зайцев и др. Под общей редакцией Н.Н.Горюнова – М., «Энергоиздат», 1982. – 904 с.

					КВД 2.089.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		52

# ДОДАТКИ

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедру РТ  
\_\_\_\_\_ к.т.н. Дунець В.Л.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу бакалавра

На тему: «Мікроконтролерний блок керування паяльною станцією»

Узгоджено:

Керівник кваліфікаційної роботи

Дуда С.П. \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”

Студент групи РАС-41

Ковальчук В.Д. \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

Тернопіль 2021

# 1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Мікроконтролерний блок керування паяльною станцією ”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету на затвердження дипломного проекту № 4/7-435 від 31.05.2021 р.).

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Ковальчук В.Д. групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

## 3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою роботи є розробка мікроконтролерного блока керування паяльною станцією, що включає в себе:

- вибір апаратного забезпечення для даного пристрою;
- вибір елементної бази розроблювального пристрою;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи пристрою;
- розробку друкованої плати та друкованого вузла.

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

1. Напруга живлення –  $(28 \pm 10\%)$  В;
2. Напруга живлення паяльника – 24 В;
3. Споживана потужність паяльником – 50 Вт;
4. Температура жала регулюється в діапазоні – 25-300 °С;
5. Крок регулювання – 5 °С;
6. Цифрова індикація температури нагріву;
6. Середній термін служби не менше 5 років;

7. Атмосферний тиск (760+30) мм рт. ст., (101,3 +4) кПа;
8. Відносна вологість повітря до 80% при температурі до +25 °С;
9. По електробезпеці блок задовільняє вимогам ГОСТ 12.2.025, клас II, тип ВФ.

## 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 пристрою;
- Принципова схема пристрою;
- Друкована плата;
- Друкований вузол.

## 6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 - Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи

№ етапу	Назва етапу виконання	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	22.02. 2021
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	1.03. 2021
	Вибір власних схемо-технічних рішень	16.03.2021
3	Вибір елементної бази для розроблюваного пристрою;	29.03.2021
4	Розрахунок основних вузлів у схемі пристрою.	12.04.2021
5	Створення допоміжної документації	26.04.2021
6	Розроблення креслень	26.04.2021
7	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	10.05.2021



8	Спеціальна частина	10.05.2021
9	Нормоконтроль	24.05.2021
10	Попередній захист	31.05.2021
11	Захист	23.05.2021

## 7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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





Форма	Зона.	Поз.	Найменування	Найменування	Кіл.	Примітка
				<b><u>Документація</u></b>		
A1			КВД 2.089.001 СК	Складальне креслення		
A2			КВД 2.089.001 Е3	Схема електрична принципова		
A2			КВД 2.089.001 Е1	Схема структурна		
				<b><u>Деталі</u></b>		
		1	КВД 7.161.001	Плата друкована	1	
				<b><u>Стандартні вироби</u></b>		
				<b><u>Інші вироби</u></b>		
		2		<u>Дросель</u> КВД 4.7.001	1	L1
		3		<u>Діоди</u> RL207	4	VD1-VD4
		4		<u>Запобіжник</u> ВП4-4-2А	1	FU1
		5		<u>Індикатор</u> КООНІ Е30361LC8W	1	HL1
		6		<u>Кнопка тактова</u> SWT9	4	S1-S4

КВД 2.089.001					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	
Розроб.		Ковальчук В.Д.			
Перевір.		Дуда С.П.			
Н. Контр.		Марценюк А.С.			
Затверд.		Дунець В.Л.			
Рецензент					
Мікроконтролерний блок керування паяльною станцією			Лім.	Арк.	Аркуші
Друкований вузол				1	2
ТНТУ, ФПТ, РАс-41					

