



Звіт про оригінальність

● Оцінка схожості

% 13

● Ризик плагіату

НАЙВИЩИЙ

👤 Olga Kagalo 🕒 2025-06-21 12:20

Посилання на звіт: 10oKX / Посилання користувача: qEAc



Ось вона – Ваша звіт про оригінальність!

Ми раді повідомити, що перевірка вашого документа завершена, і результати вже готові! Наші алгоритми старанно працювали, щоб знайти збіги в наших базах даних.

На наступних сторінках ви знайдете результати перевірки:

Бали

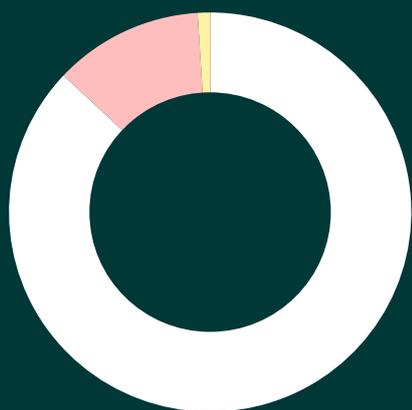
Збіги

Посилання

Ваш документ було перевірено за такими джерелами:

- База даних інтернет-джерел
- База даних наукових статей
- Глибока перевірка (наш вдосконалений алгоритм)

Бали



● Збіги тексту	12%
● Перефразування	1%
● Цитований текст	0%
● Неправильне цитування	0%
● Збігів не знайдено	87%

Ризик плагіату

НАЙВИЩИЙ

Ризик плагіату вказує, як збіги тексту розподілені по документу. Вищий ризик виникає, коли збіги з'являються близько один до одного, наприклад, у тому самому абзаці або розділі.

Оцінка схожості

Оцінка схожості показує, скільки слів або символів у вашому документі збігаються з текстами інших документів, включаючи перефразовані тексти або неправильні цитати.

% 13

Збіги

ВСТУП

В процесі виконання робіт з монтажу радіоелектронної апаратури, зокрема FPV-дронів, виникає потреба використовувати паяльне обладнання з нестандартними характеристиками, основними з яких є потреба живлення паяльника пониженою напругою не більше 25В, наявність гальванічної розв'язки з мережею живлення, можливість виконувати пайку як силових ланцюгів з використанням товстих монтажних проводів на великі контактні площадки так і розпаювати сигнальні тоненькі провідники на маленькі контактні площадки. Стандартні паяльні станції не повністю відповідають вказаним вимогам і, в першу чергу щодо гальванічної розв'язки з мережею живлення та низьковольтного живлення паяльника.

В дипломному проєкті представлено реалізацію паяльної станції з використанням паяльника, напруга живлення якого складає 24В, з трансформаторною розв'язкою від високовольтної мережі живлення та регулюванням корисної потужності в межах від 25Вт до 47Вт, що в поєднанні зі змінними жалами дає можливість виконувати всі необхідні монтажні роботи при збірці FPV-дронів.

1 ПАЯЛЬНІ СТАНЦІЇ

Основні види **2** паяльних станцій

2 Паяльні станції призначені для створення міцних металевих з'єднань за допомогою припою, що плавиться при відносно низьких температурах. Це відрізняє пайку від зварювання, де метали розплавляються. Залежно від температури плавлення припою, пайку можна класифікувати на [1]:

2 Низькотемпературну пайку (до 270 °С) – використовується для з'єднання сталі, міді, цинку та їхніх сплавів, застосовується для створення електрично провідних і герметичних з'єднань;

2 Середньотемпературну пайку (вище 270 **2** °С) **2** – обирається для з'єднань, що піддаються високим температурам і механічним навантаженням;

2 Високотемпературну пайку (вище 450 °C) – рідко застосовується в електроніці.

2 Якщо розглядати режими пайки стосовно монтажних робіт при збиранні FPV-дронів, то в цьому випадку використовуються практично всі три перераховані вище види пайки.

3 Паяльні станції незамінні в електроніці, складанні та ремонті пристроїв, коли потрібне гранично точне і безпечне з'єднання компонентів. Вони необхідні як радіоаматорам, так і майстрам з ремонту техніки. Оскільки від використовуваного обладнання залежить якість пайки та безпека роботи, особливо важливий відповідальний підхід до вибору приладу.

Паяльні станції використовуються для паяння електронних компонентів, металевих деталей і дротів з використанням припою. Головна відмінність від звичайного паяльника полягає в тому, що станція додатково оснащується блоком управління, завдяки якому можливе регулювання температури нагріву і забезпечується максимально стабільний і точний процес пайки.

Паяльні станції підходять для виконання низки завдань, від заміни дрібних деталей до роботи з великими з'єднаннями. Завдяки можливості точного налаштування температурного режиму їм віддають перевагу фахівці, які займаються тонким паянням і високотемпературними процесами.

За принципом функціонування розрізняють такі **2** види паяльних станцій [2, 3]:

1 контактні паяльні станції, термоповітряні паяльні станції та інфрачервоні паяльні станції.

1 Контактні паяльні станції – це звичні паяльники, що відрізняються тільки вищою потужністю і дещо вдосконалим пристроєм з електронними елементами. Такий тип паяльних станцій більш відомий радіоаматорам як паяльник з регульованою за допомогою електроніки температурою. Техніка їх застосування нічим не відрізняється від звичайних пристроїв. Пайка може здійснюватися з використанням олов'яно-свинцевої суміші або без використання олова.

1 До складу контактної станції зазвичай входять такі елементи:

1 Безпосередньо сам паяльник, може йти з набором змінних жал;

1 Блок управління різної конструкції, який відповідає за регулювання температури;

1 Спеціальна підставка.

1 Це недорогі пристрої, що відрізняються компактністю і мінімумом функцій, тому вибір паяльної станції з таких типів особливих труднощів не викликає і залежить від

виконуваного завдання.

1 Поява 1 термоповітряних паяльних станцій 1 стала наслідком того, що всі станції, які існували раніше, виготовляли для монтажу друкованих плат, а для зворотного процесу – демонтажу дрібних деталей – їхнє застосування було неефективним. У зв'язку з цим і народилася ідея використовувати в складі паяльного пристрою термофен. Іноді майстри замість нього використовують для демонтажу звичайний газовий пальник або фен промислового призначення. Однак такий підхід не завжди себе виправдовує, оскільки застосовувані нагрівачі своїм потужним струменем гарячого повітря буквально знімають радіодеталі з плати, і в результаті якість виконуваної роботи сильно страждає. У спеціально передбачений для паяльної станції фен вмонтовано цифровий контролер і використовуються окремі насадки, що розділяють потік гарячого повітря, який він видає за його допомогою. Це дає можливість за один раз розігріти велику кількість мініатюрних SMD-компонентів або чіпів без нанесення шкоди платі й потім просто зняти їх. Тому під час ремонту великої кількості апаратури паяльні станції такого типу є просто незамінними.

1 Устаткування паяльних станцій спеціальними фенами з додатковими елементами (механічні або цифрові індикатори) робить їх трохи дорожчими, але покупка виправдовує себе. Тому в кожному випадку питання про те, як вибрати паяльну станцію з феном, вирішується залежно від передбачуваного типу робіт. Особливо актуальним таке обладнання є на конвеєрному способі виробництва радіодеталей або ремонті електронної техніки. Для виконання демонтажних робіт можна скористатися станцією, в якій є тільки один фен, а паяльника немає. Ці станції називаються демонтажними. Яку паяльну станцію вибрати, вирішувати користувачеві.

1 Ще одним із безконтактних видів паяльних станцій є інфрачервоні установки. З їхньою допомогою виконують ті ж самі операції, що і з термоповітряними. Основною відмінністю виступає виконання цих операцій значно якісніше, акуратніше і безпечніше. Спеціальний термофен нагріває до однакової температури не тільки самі елементи, які потрібно демонтувати, а й усі наявні 4 на платі металеві елементи.

4 Основною відмінністю пристроїв цього типу є наявність спеціального нагрівального елемента, що має форму кварцового або керамічного випромінювача. У зв'язку з цим інфрачервоні паяльні установки мають низку переваг перед термоповітряними.

4 Потужність і температурний режим є важливими параметрами паяльних станцій. Від цих параметрів безпосередньо залежить швидкість нагріву і здатність пристрою підтримувати стабільну температуру. Для вирішення більшості завдань цілком достатньо потужності до 40 Вт. Але якщо потрібна робота з масивними елементами, як у випадку монтажу FPV-дронів, то знадобиться потужність до 60 Вт. Що стосується

температурного діапазону, він найчастіше перебуває в діапазоні 200-480 °С.

Не менш важливими є типи нагрівальних елементів. Серед них вирізняють:

Керамічні - прилади швидко нагріваються і вирізняються хорошою теплоізоляцією;

Індукційні - такі пристрої порадують потужністю і граничною точністю регулювання температурних режимів;

Ніхромові - це бюджетні та прості в експлуатації прилади, але вони досить повільно нагріваються і характеризуються меншою довговічністю.

Сумісність із жалами та насадками для паяльних приладів є також важливим параметром. Слід заздалегідь враховувати можливість заміни жал і їхню вільну доступність. До того ж варто зазначити, що різні типи жал дають можливість виконувати пайку різних рівнів складності. Для монтажу FPV-дронів знадобляться як тоненькі жала для монтажу тоненьких провідників на мініатюрні контактні площадки електронних плат так і товсті жала для монтажу моторів і силових кабелів.

Приклади реалізації паяльних станцій

Розглянемо одноканальну паяльну станцію Weller WE 1010 [4]. Її зовнішній вигляд представлений на рис.1.1.

За принципом функціонування ця паяльна станція відноситься до контактних станцій.

До комплекту станції входять наступні компоненти:

Блок керування WE 1 (85 W);

Паяльник WEP 70 - 70 W, 24 V - (T0058770715);

Паяльне жало ET A - Chisel 1,6 mm Width 1,6 mm Thickness 0,7 mm - (4ETA-1);

Підставка PH 70 для паяльника WEP 70 - (T0058770706).

Рисунок 1.1 – Паяльна станція Weller WE 1010

Характеристики паяльної станції Weller WE 1010 наведені в табл..1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики паяльної станції Weller WE 1010

Назва

Значення

Потужність, Вт

70

Напруга живлення, В

230

Кількість каналів

1

Дисплей

LCD

Температурний діапазон, °С

від 100 до 450

Розміри (W x D x H), мм

150 x 120 x 98

Жала / Насадки

ET

ESD-захист

Так

Режим очікування та функція автоматичного відключення

Так

Захист паролем для збереження налаштувань

Так

Вартість, грн.

12 157,80

Паяльна станція Weller WE 1010 має гарні характеристики, проте для пайки силових ланцюгів дрона буде недостатнім значення верхньої температури та в комплекті відсутнє товсте жало. Крім цього в характеристиках нема інформації про гальванічну

розв'язку, хоч вказано про наявність електростатичного захисту, що також непогано.

Також треба звернути увагу на надто високу вартість цієї паяльної станції.

Що стосується жала, то його можна придбати окремо. На рис. 1.2 представлений вигляд жала Weller ET CC, яким можна було би скористатися для пайки силових ланцюгів дрона.

Рисунок 1.2 – Вигляд жала Weller ET CC

Характеристики жала Weller ET CC представлені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики жала Weller ET CC

Назва

Значення

Форма

Скошена грань 45°

Серія

ET

Ширина, мм

3,2

Довжина, мм

34,5

Діаметр, мм

6,8

Вартість, грн.

382,80

Ще, як приклад, розглянемо паяльну станцію QUICKO T12-952 OLED на жалах Hakko T12 108Вт з блоком живлення, яка може бути цікавою для вирішення нашої задачі в плані монтажу дронів. Зовнішній вигляд цієї станції зображено на рис. 1.3.

Ця станція цікава тим, що також оснащена низьковольтним паяльником на 24 В і відрізняється від свого попереднього варіанту тим, що має **5** вбудований блок живлення на **5 24 5** В постійного струму і **5** забезпечує живлення від мережі 220 **5** В змінного струму, в той час, як попередній варіант цієї паяльної станції потребував акумулятора або зовнішнього блоку живлення.

Рисунок 1.3 – Паяльна станція QUICKO T12-952 OLED

Паяльна станція QUICKO T12-952 OLED має наступні характеристики:

Кольоровий і зручний для зчитування OLED дисплей з відображенням заданої і поточної температури жала, температури всередині станції, напруги живлення;

Меню з можливістю калібрування, налаштування автовідключення і ін.;

Діапазон регулювання температури від 200 до 480 °С (варто пам'ятати, що жала Накко T12 не варто гріти вище 380 °С);

Живлення: від мережі 220 В (вмонтований блок живлення 24 В 4,5 А, мережевий кабель в комплекті);

Максимальна потужність 108 Вт (нагрів до температури плавлення припою за 8 секунд);

Розмір корпусу 12,8 x 8,8 x 3,8 см;

Вага 0,3 кг;

Жало Накко T12-K в комплекті;

Вартість 2270 грн.

Ця паяльна станція має невисоку вартість, проте їй властиві деякі недоліки. Це вбудований імпульсний блок живлення, який не забезпечує гальванічну розв'язку живлення паяльника від мережі, що може призводити до виходу з ладу електронних компонентів в процесі паяння, а також низька якість паяльних жал T12, які не рекомендують нагрівати вище ніж до 380°C. Зараз на ринку є пропозиція комплектів жал типу T12 від різних виробників і з різною вартістю. Можливо є жала більш високої якості, наприклад, як комплект жал T12 KAGZU, що представлений на рис. 1.4.

Рисунок 1.4 – Комплект жал T12 KAGZU

Комплект має низку жал різного діаметру та різної конструкції, що може бути зручним для пайки як тонких проводів на малі контактні площадки так і товстих провідників на великі контактні площадки.

РОЗРОБЛЕННЯ АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ ПАЯЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

Технічні характеристики паяльника до проєктованої паяльної станції

Технічні характеристики паяльника є певною мірою визначальними для реалізації паяльної станції, тому, в першу чергу, розглянемо їх. Відповідно до завдання на дипломний проєкт паяльна станція орієнтована на використання паяльника SL-1, напруга живлення якого складає 24 В і максимальна потужність 48 Вт. Зовнішній вигляд паяльника SL-1 представлений на рис.2.1.

Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд паяльника SL-1

Паяльник SL-1 може забезпечити роботу в діапазоні температур від 150°C до 500°C за умови використання блоку живлення з регулятором температури. Такий паяльник завдяки низькій напрузі живлення буде запобігати пошкодженню електронних компонентів під час виконання паяльних робіт, якщо використовувати в якості джерела живлення блок з гальванічною розв'язкою. Такою розв'язкою може служити понижуючий трансформатор.

Особливістю паяльника такого типу є керамічний нагрівач з датчиком температури у вигляді термопари, що дає можливість організувати регулювання температури у вказаних вище межах, а достатньо висока потужність паяльника та використання змінних жал різного діаметру дозволяє виконувати пайку як малогабаритних електронних компонентів і тонких монтажних дротів так і потужних компонентів з великими контактними площадками чи товстих монтажних дротів. Саме такими є вимоги до паяльних засобів при виконанні монтажних робіт при збірці дронів. Для того щоби вибраний паяльник забезпечував вказані вище можливості потрібно реалізувати для цього паяльника регульований блок живлення з автоматичною стабілізацією заданої температури нагріву. Стабілізація заданої температури нагріву паяльника є важливим фактором, тому що, як тільки ви починаєте паяти, жало паяльника тут же починає охолоджуватися і тоді виникає потреба збільшити напругу живлення паяльника. Наявність вмонтованої термопари у нагрівний елемент паяльника SL-1 дозволяє реалізувати поставлену задачу.

В паяльнику SL-1 використовується стандартна термопара хромель-алюмель (тип К), градувальна характеристика якої представлена у табл. 2.1 [6].

Для реалізації регулятора температури з функцією її стабілізації важливо проаналізувати лінійність характеристики термопари. В ідеальному випадку така характеристика повинна бути представлена прямою лінією. Відхилення реальної характеристики перетворювача, у нашому випадку це термопара, від прямої лінії характеризується інтегральною нелінійністю, а абсолютне значення величини

відхилення визначається похибкою інтегральної лінійності [7].

Для того, щоби побудувати прямолінійну характеристику перетворення достатньо знати параметри двох точок такої характеристики. Візьмемо дві точки з табл. 2.1, наприклад $t_0=00\text{C}$ і $t_d=5000\text{C}$, що відповідає верхній точці нашого температурного діапазону. Таку характеристику можна описати рівнянням:

,(2.1)

де $e_{500}=20,65\text{мВ}$ і $e_0=0\text{мВ}$ значення т.е.р.с. для температури 5000C і 00C відповідно (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Градувальна характеристика термопари

хромель-алюмель (тип К)

Температура робочого спаю, 0С

0

10

20

30

40

50

60

70

80

90

Термо-електро-рушійна сила (т.е.р.с.),мВ

0

0

0,40

0,80

1,20

1,61

2.02

2,43

2,85

3,25

3,68

100

4,1

4,51

4,92

5,33

5,73

6,13

6,53

6,93

7,33

7,73

200

8,13

8,53

8,93

9,34

9,74
10,15
10,56
10,97
11,38
11,80
300
12,21
12,62
13,04
13,45
13,87
14,29
14,72
15,14
15,56
15,98
400
16,40
16,83
17,25
17,67
18,09
18,51

18,94

19,37

19,79

20,22

500

20,65

21,08

21,50

21,93

22,35

22,78

23,21

23,63

24,06

24,49

600

24,91

25,33

25,76

26,19

26,61

27,04

27,46

27,88

28,30

28,73

700

29,15

29,57

29,99

30,41

30,83

31,24

31,66

32,08

32,49

32,91

800

33,32

33,72

34,13

34,55

34,95

35,36

35,76

36,17

36,57

36,97

900
37,37
37,77
38,17
38,57
38,97
39,36
39,76
40,15
40,54
40,93
1000
41,32
41,71
42,09
42,48
42,67
43,26
43,64
44,02
44,40
44,78
1100
45,16

Перевіримо відповідність реальної характеристики термопар за табл. 2.1 ідеальній прямій, що описана за рівнянням (2.1). Для цього визначимо значення температури для декількох точок табл. 2.1 в межах діапазону температур для паяльника SL-1 за формулою:

,

де e_i – значення т.е.р.с. для вибраного значення температури за табл. 2.1;

K – значення, обчислене за формулою (2.1).

Отримаємо наступні результати обчислень:

$$T_{200} = 8,13 / 0,0413 = 196,8^{\circ}\text{C};$$

$$T_{300} = 12,21 / 0,0413 = 295,6^{\circ}\text{C};$$

$$T_{400} = 16,40 / 0,0413 = 397,1^{\circ}\text{C}.$$

Похибка Δi апроксимації буде визначатися як різниця між реальним і розрахунковим значеннями температури:

$$\Delta_{200} = 200 - 196,8 = 3,2^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta_{300} = 300 - 295,6 = 4,4^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta_{400} = 400 - 397,1 = 2,9^{\circ}\text{C}.$$

Як бачимо з отриманих результатів така апроксимація вносить деяку похибку в обчислення температури, проте, з позиції регулювання температури паяльника більш важливою є монотонність характеристики термопар, а не значення абсолютної похибки лінійності характеристики. Отримані значення похибки не змінюють свій знак в межах діапазону регулювання, що вказує на монотонність характеристики термопар.

Зважаючи на те, що наш робочий діапазон температур починається не з нуля, а зі 150°C , розглянемо варіант, коли пряма лінія проходить через крайні точки нашого робочого діапазону температур. Отже, якщо взяти діапазон температур від 150°C до 500°C то, відповідно до градуювальної таблиці, напруга на виході термопар буде змінюватися від 6,13 мВ до 20,65 мВ. Діапазон зміни напруги на виході термопар в такому випадку буде складати 14,52 мВ, а зміна температури складатиме 350°C . Тоді відповідно до формули (2.1) отримаємо:

$$K = 14,52 / 350 = 0,41486.$$

Перерахуємо значення температури і похибок для отриманого значення параметру.
Значення температури будуть:

$$T_{200}=8,13/0,041486=195,9^{\circ}\text{C};$$

$$T_{300}=12,21/0,041486=294,3^{\circ}\text{C};$$

$$T_{400}=16,40/0,041486=395,3^{\circ}\text{C},$$

а значення похибки:

$$\Delta_{200}=200-195,9=4,1^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta_{300}=300-294,3=5,7^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta_{400}=400-395,3=4,7^{\circ}\text{C}.$$

Отже, як бачимо з отриманих значень, похибки мають дещо більше значення, ніж у першому варіанті, тому при реалізації паяльної станції доцільно скористатися першим варіантом апроксимації характеристики термопар.

Розроблення структурної схеми паяльної станції

На рис. 2.2 представлена структурна схема проєктованої паяльної станції.

Рисунок 2.2 – Структурна схема проєктованої паяльної станції

Паяльник типу SL-1, що входить до складу паяльної станції, живиться постійною напругою 24 В, що формується блоком з гальванічною розв'язкою від мережі 220 В. Принцип регулювання температури в проєктованій станції передбачає підключення паяльника до блоку живлення ключем К на час до досягнення заданої температури нагрівання, після чого ключ розмикається. Контроль температури та керування ключем забезпечує мікроконтролер. Завдяки керамічному нагрівачу паяльник швидко нагрівається до заданої температури. В подальшому здійснюється контроль і стабілізація заданої температури жала паяльника, що забезпечується контуром регулювання, до складу якого входять: термопара ТП в складі паяльника SL-1, що формує пропорційну до температури жала паяльника т.е.р.с.; підсилювач постійного струму, який узгоджує вихідний сигнал термопар з діапазоном вимірювання аналого-цифрового перетворювача (АЦП); АЦП перетворює аналоговий сигнал від термопар у двійковий код; мікроконтролер МК зчитує код з виходу АЦП, обчислює значення температури паяльника на основі сигналу від термопар і порівнює виміряне значення температури з заданим та приймає рішення про вмикання чи розмикання ключа К. Зазвичай в процесі роботи регулятора в режимі стабілізації температури розмикання ключа К здійснюється при досягненні температури жала паяльника порогу заданого

значення температури, а вмикання ключа – при зменшенні температури жала паяльника на деяку величину відносно порогу заданого значення. Різниця між температурою вмикання та температурою розмикання ключа визначає величину гістерезису роботи контуру регулювання температури, що є необхідним для стабільної роботи контуру регулювання.

Для відображення параметрів температури використовується дисплей, що підключений до мікроконтролера.

Для задання температури нагрівання жала паяльника використовується пульт керування, що підключений до мікроконтролера, а потрібне значення температури, яке ми встановлюємо за допомогою пульта відображується на дисплеї.

Блок живлення з гальванічною розв'язкою

Основними вимогами до блоку живлення в проєктованій паяльній станції є забезпечення напруги живлення 24 В для паяльника потужністю 48 Вт і забезпечення живлення для електронних вузлів станції. Також важливим є забезпечення гальванічної розв'язки від мережі 220 В, щоби унеможливити вихід з ладу електронних компонентів при виконанні паяльних робіт плат, що містять електронні компоненти чи паянні електронних компонентів на плати.

В найпростішому випадку гальванічна розв'язка може бути забезпечена класичним трансформатором, а живити паяльник доцільно нестабілізованою напругою постійного струму, з якої через понижуючий стабілізатор можна сформувати напругу живлення для електронних вузлів паяльної станції.

Виходячи з параметрів паяльника SL-1 для його живлення потрібно забезпечити вихідний струм блоку живлення не менше 2 А. Струм споживання електронних вузлів паяльної станції орієнтовно складатиме не більше 0,1 А, що збільшить вимоги до потужності навантаження блоку живлення на 2,4 Вт, що сумарно складатиме 50,4 Вт. Зазвичай коефіцієнт корисної дії таких класичних блоків живлення складає порядку 60% [8], тому загальна потужність блоку живлення для нашої паяльної станції повинна бути на рівні 84 Вт.

Окремо розглянемо схему живлення для електронних вузлів проєктованої паяльної станції. Для таких компонентів, як мікроконтролер, рідкокристалевий дисплей, які є основними компонентами електронних вузлів станції, напруга живлення складає +5 В. Для реалізації вказаної схеми живлення скористаємося мікросхемою стабілізатора напруги L7805С з вихідною напругою +5В і струмом навантаження до 1,5 А при вхідній напрузі до 35 В [9], що повністю задовольняє вимогам роботи в складі нашої паяльної станції.

Вибір мікроконтролера

Серед великої різноманітності мікроконтролерів різних типів заслуговують уваги PIC-мікроконтролери, які включають значну гаму мікроконтролерів з широким спектром різних характеристик. Для вирішення нашої задачі варто звернути увагу на мікроконтролери середнього сімейства PIC-16, зокрема на мікроконтролер PIC16F877a [10].

Мікроконтролер PIC16F877a має вбудований АЦП, який забезпечує наступні технічні характеристики:

Діапазон вимірювання напруги, В від 0 до +5;

Число розрядів вихідного коду 10;

Тривалість аналого-цифрового перетворення, мкс 40;

Розділова здатність, В 0,005;

Похибка вимірювання, LSB .

Розглянемо, чи задовольняє даний АЦП умовам роботи в складі нашої паяльної станції. Виходячи з діапазону вимірювання напруги даним АЦП ми повинні узгодити рівень вихідного сигналу термопари паяльника SL-1 з діапазоном вимірювання АЦП. Якщо привести вихідну напругу термопари в діапазоні температур від 0 до 500°C до діапазону вимірювання АЦП, то коефіцієнт підсилення підсилювача сигналу термопари повинен бути:

$$KП = U_{дАЦП} / e_d = 5 / (20,65 \times 10^{-3}) = 242,$$

де $U_{дАЦП}$ – діапазон вимірювання АЦП.

АЦП мікроконтролера PIC16F877a має 10 розрядів, що відповідає числу градацій 1023, отже ціна однієї поділки складатиме в одиницях напруги

$$q_u = 5 / 1023 = 0,0048 \text{ В},$$

а в одиницях температури

$$q^{\circ C} = 500 / 1023 = 0,5^{\circ C}.$$

Ці величини будуть визначати чутливість регулювання температури в режимі стабілізації, що повністю задовольняє умовам роботи в складі паяльної станції.

Ще одним важливим параметром мікроконтролера для роботи в складі проектованої

паяльної станції є обсяг пам'яті програм.

Мікроконтролер PIC16F877a з сімейства PIC16F87X має достатній обсяг пам'яті програм у порівнянні з іншими моделями цього сімейства, що є важливим для підтримки операцій з плавучою комою при обробленні даних вимірювання.

Мікроконтролер PIC16F877a має наступні технічні характеристики:

Пам'ять програм типу FLASH (слова 14 біт), слів 8000;

Пам'ять даних типу RAM, байт 368;

Пам'ять даних типу EEPROM, байт 256;

Порти введення/виведення A, B, C, D, E;

Число двонапрямлених ліній введення/виведення 33;

Вбудований модуль АЦП;

Число аналогових входів 8.

Умовне зображення мікросхеми мікроконтролера PIC16F877a представлено на рис.2.3.

Мікроконтролер PIC16F877a має 5-розрядний порт A, три 8-розрядні порти B, C, D і один 3-розрядний порт E. Лінії портів можуть використовуватися як окремі лінії входу/виходу. Налаштування напрямку передавання даних на вхід чи на вихід забезпечується відповідними регістрами TRISA, TRISB, TRISC і TRISD.

Рисунок 2.3 – Умовне зображення мікросхеми

мікроконтролера PIC16F877a

Окремі лінії одного і того ж порту можуть налаштовуватися як на введення так і на виведення інформації. Запис логічного нуля у біт регістру TRISx налаштовує відповідну лінію порту PORTx на виведення даних, а запис логічної одиниці на введення даних.

Лінії порту A RA0, RA1,... RA7, а також лінії порту E RE0, RE1 і RE2 використовуються вбудованим модулем аналого-цифрового перетворювача (АЦП) в якості аналогових входів.

Лінії OSC1 і OSC2 використовуються для підключення зовнішніх елементів, що задають тактову частоту роботи вбудованого генератора тактових імпульсів.

Лінія MCLR призначена для подачі сигналу скидання мікроконтролера в початковий

стан.

Лінії Vdd призначені для подавання напруги живлення на мікроконтролер, а лініїVss підключаються до шини нульового потенціалу блоку живлення.

Підсилювач сигналу термопари

В якості підсилювача сигналу термопари використовується підсилювач постійного струму, оскільки такий сигнал повільно змінюється в часі. Такий підсилювач доцільно реалізувати на операційному підсилювачі.

Для реалізації підсилювача сигналу термопари я вибрав операційний підсилювач ADA4505-1 фірми Analog Devices [11]. Цей операційний підсилювач відмінний тим, що може працювати від однополярного джерела живлення +5 В і при цьому забезпечує діапазон зміни напруги на входах від 0 до плюс 5 В, а по виходу від 0,002 В до плюс 4,99 В. При цьому типове значення коефіцієнту підсилення цього операційного підсилювача складає 120 дБ. Цей операційний підсилювач повністю задовольняє вимогам до підсилювача сигналу термопари.

Вибір дисплею

Для відображення заданого значення та результату вимірювання температури доцільно використати рідкокристалевий модуль алфавітно-цифрової індикації, що дозволяє відображати як цифрову так і текстову інформацію. Для проектованої паяльної станції я вибрав в якості дисплею модуль LM018L фірми Hitachi [12]. Це дворядковий рідкокристалевий індикатор на 40 алфавітно-цифрових символів, що виконаний у вигляді модуля з вбудованим контролером HD44780. Напруга живлення модуля складає +5 В, а максимальний струм споживання 3 мА.

Розроблення схеми електричної принципової паяльної станції

Схема електрична принципова паяльної станції представлена на рис. 2.4.

Рисунок 2.4 – Схема електрична принципова паяльної станції

Схема містить паяльник SL-1, нагрівальний елемент HE якого одним виводом підключений до позитивної клеми блоку живлення +24 В, а другим виводом через транзисторний ключ Т1 – до негативної клеми блоку живлення, яка утворює спільну шину живлення компонентів паяльної станції. В якості ключового транзистора я використав MOSFET транзистор SSM40N03P , який допускає напругу між стоком і витоком до 40 В і струм стоку до 30 А. Порогове значення напруги на заслоні, при якому повністю відкривається транзистор, складає не більше +3 В, що дозволяє керувати таким ключем цифровими стандартними сигналами.

Підсилювач сигналу від термопари побудований на операційному підсилювачі U2 типу ADA4505-1 по схемі неінвертуючого підсилювача. Коефіцієнт підсилення підсилювача визначається за формулою:

$$K_p = 1 + R_2/R_3 = 1 + 200/1 = 201,$$

R_2 і R_3 значення опорів ланки від'ємного зворотного зв'язку підсилювача.

Визначимо значення напруги на виході підсилювача, яке буде вхідною напругою Увх.АЦП АЦП для крайніх точок температурного діапазону нашої паяльної стнції 150°C і 500°C, для яких значення т.е.р.с. складає $e_{150} = 6,13$ мВ $e_{500} = 20,65$ мВ:

$$U_{вх.АЦП}(150) = e_{150} * K_p = 6,13 * 201 = 1232,13 \text{ мВ.}$$

$$U_{вх.АЦП}(500) = e_{500} * K_p = 20,65 * 201 = 4150,65 \text{ мВ.}$$

Ми свідомо дещо знизили коефіцієнт підсилення підсилювача, зважаючи на те, що гранична напруга на виході нашого операційного підсилювача є трохи меншою ніж 5 В, а саме плюс 4,99 В, тому при значенні коефіцієнту підсилення 242, яке ми заздалегідь визначили, у крайніх верхніх точках діапазону виникала би додаткова похибка.

За отриманими результатами визначимо число N квантів коду АЦП, щоби оцінити реальну чутливість контуру регулювання температури:

$$N_{150} = U_{вх.АЦП}(150) / q_u = 1232,13 / 4,8 = 256,$$

$$N_{500} = U_{вх.АЦП}(500) / q_u = 4150,65 / 4,8 = 864.$$

Число градацій N коду в діапазоні зміни робочої температури проєктованої станції буде складати:

$$N = N_{500} - N_{150} = 864 - 256 = 608.$$

Визначимо нове значення одного кванту в одиницях температури, воно складатиме:

$$q^{\circ}C_n = 350 / 608 = 0,57^{\circ}C.$$

Як бачимо, зменшення коефіцієнту підсилення підсилювача несуттєво вплинуло на чутливість контуру регулювання – ми отримали значення кванту в одиницях температури 0,57°C проти розрахованого раніше значення 0,5°C.

Як вже було вказано вище я обрав мікроконтролер PIC16F877a (мікросхема U3 на схемі). Мікроконтролер працює на частоті 4 МГц, яка задається кварцовим резонатором Z1 і конденсаторами C3 та C4. Лінія RA0 порту A налаштована як аналоговий вхід вбудованого у мікроконтролер АЦП. Восьмирозрядний порт D (лінії RD0...RD7)

налаштований на виведення даних і використовується для передачі даних на модуль дисплею LCD1. Лінії RB0, RB1 і RB2 порту В налаштовані на виведення даних і використовуються для керування роботою модуля дисплею LCD1. Лінія RC0 порту С налаштована на виведення даних і використовується для керування роботою ключа К, що реалізований на транзисторі Т1. Лінії RC1 і RC2 порту С налаштовані на введення даних і використовуються для керування роботою кнопок S1 і S2, які призначені для встановлення потрібного значення температури паяльника.

Усі активні компоненти схеми, а саме, операційний підсилювач U2, мікроконтролер U3 і модуль дисплею LCD1 живляться постійною напругою +5 В, яка формується понижуючим стабілізатором, що реалізований на мікросхемі (м/с) U1 типу L7805С, яка була описана в п. 2.3 пояснювальної записки.

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ПАЯЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

Розроблення алгоритму функціонування паяльної станції

Блок-схема алгоритму роботи паяльної станції представлена на рис. 3.1.

Рисунок 3.1 – Блок-схема алгоритму роботи проектного пристрою

Алгоритм роботи проектного пристрою включає такі етапи:

Ініціалізацію мікроконтролера, АЦП і дисплею;

Встановлення початкового значення температури $t_0=300^{\circ}\text{C}$;

Аналіз стану натискання кнопок зміни значення температури – натискання кнопки S1 збільшує значення температури, а натискання кнопки S2 – зменшує значення температури;

Вимірювання істинного значення температури жала паяльника;

Відображення заданого і виміряного значень температури жала паяльника на дисплеї;

Контроль температури та керування ключем, що подає напругу на нагрівний елемент паяльника.

Розглянемо налаштування, які необхідно виконати для мікроконтролера відповідно до його схеми увімкнення (див. рис. 2.4).

Відповідно до схеми лінії RB0, RB1 і RB2 порту В, а також всі лінії порту D налаштовані на

виведення даних, тому у відповідні регістри налаштування цих портів потрібно записати логічні нулі:

TRISB=0,

TRISD=0.

Так як у порту В задіяні тільки перші три лінії, то ми можемо налаштувати на режим виведення весь порт В.

Для порту С лінія RC0 налаштовується на виведення даних, а лінії RC1 і RC2 – на введення даних, тому в регістр налаштування цього порту запишемо:

TRISC=0x06.

Розглянемо налаштування АЦП в складі мікроконтролера PIC16F877a.

АЦП мікроконтролера має вісім аналогових входів, вибір яких забезпечується програмно. Для налаштування роботи модуля АЦП використовуються чотири регістри. Це регістри:

Старший регістр результату A/D (ADRESH);

Молодший регістр результату A/D (ADRESL);

Регістр керування A/D 0 (ADCON0);

Регістр керування A/D 1 (ADCON1).

Структура регістру ADCON0 показана на рис. 3.2.

Рисунок 3.2 – Структура регістру ADCON0

Біти <7:6> цього регістру разом з бітом 6 регістру ADCON1 забезпечують вибір частоти роботи АЦП. Можливі режими тактування АЦП представлені у таблиці на рис. 3.3.

Рисунок 3.3 – Режими тактування АЦП

Біти <5:3> регістру ADCON0 (CHS2:CHS0) забезпечують вибір аналогового входу АЦП:

000 = Channel 0 (AN0);

001 = Channel 1 (AN1);

010 = Channel 2 (AN2);

011 = Channel 3 (AN3);

100 = Channel 4 (AN4);

101 = Channel 5 (AN5);

110 = Channel 6 (AN6);

111 = Channel 7 (AN7).

Біт <0> регістру ADCON0 (ADON) – біт вмикання АЦП.

Структура регістру ADCON1 показана на рис. 3.4.

Рисунок 3.4 – Структура регістру ADCON1

Біт <7> регістру ADCON1 (ADFM) – біт вибору формату результату перетворення АЦП.

Біти <3:0> регістру ADCON1(PCFG3:PCFG0) забезпечують вибір режиму роботи АЦП відповідно до таблиці на рис. 3.5.

Рисунок 3.5 – Режими роботи АЦП

У нашому проєкті використовується режим, для якого PCFG<3:0>=1110. У цьому режимі вхідним каналом є канал AN0 (лінія RA0 порту A), а в якості джерела опорної напруги використовується напруга живлення мікроконтролера Vdd.

Структура вхідної частини АЦП представлена на рис. 3.6.

На структурній схемі показано вибір входу для підключення аналогового сигналу та спосіб підключення джерела опорної напруги.

Рисунок 3.6 – Структура вхідної частини АЦП

Розглянемо принцип керування модулем індикації LCD. Модуль має три сигнали керування і паралельну шину даних, обмін даними по якій може здійснюватися байтами або пів байтами.

Модуль має наступні сигнали керування:

RS – вибіря регістра модуля, в який будуть записуватися значення, що видає мікроконтролер. Якщо в режимі доступу на запис на цей вивід поданий сигнал низького рівня, то записується команда, інакше відбувається запис в регістр даних. У режимі доступу на читання станомі RS = 0 відповідає комбінація прапорця занятості Busy і лічильника адреси, а станомі RS = 1 – читання з регістра даних;

R/W – визначає режим читання або запису (логічний 0 відповідає запису, а логічна 1 – читанню);

E (Enable - дозвіл) – мікроконтролер подає імпульс позитивної полярності, по якому в контролер модуля записуються або зчитуються дані.

3.2 Розроблення програми функціонування паяльної станції

Програма для мікроконтролера, що забезпечує функціонування паяльної станції, написана мовою C і налагоджена в середовищі MPLAB з використанням компілятора HIGH TECH рісс. Нижче наведений фрагмент тексту програми з налаштування мікроконтролера, АЦП і модуля індикації. Повний текст програми наведений у додатку А.

Ініціалізація мікроконтролера і АЦП:

```
TRISA = 0X01;
```

```
TRISB = 0X00;
```

```
TRISC = 0X06;
```

```
TRISD = 0X00;
```

```
ADCON1 = 0x8E;
```

```
ADON = 1.
```

Ініціалізація LCD-модуля:

```
LCD_DATA=0x38;
```

```
LCD_STROBE();
```

```
_delay(50);
```

```
LCD_DATA=0x0C;
```

```
LCD_STROBE();
```

```
_delay(50);
```

```
LCD_DATA=0x01;
```

```
LCD_STROBE();
```

```
_delay(2000);  
LCD_DATA=0x06;  
LCD_STROBE();  
_delay(2000).
```

Посилання

Це джерела виділених збігів у вашому документі. Кожен збіг позначено темно-зеленим числом, яке відповідає вказаному тут джерелу. Джерела впорядковані за схожістю — чим вищий бал, тим сильніше збіг.

#	Джерело	%
1	yato24.com.ua	8.4%
2	12kanal.com	2.0%
3	uparts.in.ua	1.0%
4	yato24.com.ua	0.7%
5	lock.ua	0.3%



Дякуємо, що перевірили
свій документ за допомогою
Plag!