

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

(повна назва факультету)

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

(назва освітнього ступеня)

на тему: Інформаційно-програмне забезпечення роботи інфрачервоної паяльної

Виконав(ла): студент(ка) _____ курсу, групи _____ спеціальності _____

(шифр і назва спеціальності)

Феник Р.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Чайковський А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
20__

ЗМІСТ

ВСТУП

1 Аналітична частина

- 1.1 Контактні паяльні станції
- 1.2 Термоповітряні паяльні станції
- 1.3 Інфрачервоні паяльні станції

2 Основна частина

- 2.1 Компоненти інфрачервоної паяльної станції.
- 2.2 Опис контролера температури MAX6675.
- 2.3 Опис Arduino Mega 2560 R3.
- 2.4 Опис однофазного твердотільного реле SSR-40.
- 2.5 Опис і налаштування ПІД регулятора.
- 2.6 Принцип роботи термопрофіля.
- 2.7 Підключення термопари до Arduino
- 2.8 Принципова схема інфрачервоної станції
- 2.9 Вибір дисплея для паяльної станції.
- 2.10 Опис роботи безсвинцевого термопрофіля.

3 Дослідження технологічних особливостей пайки з використанням інфрачервоної паяльної станції

3.1. Дослідження процесу нагрівання елемента (транзистора змонтованого на платі) в режимі пайки.

3.2. Налаштування ПІД-регулятора для інерційної ланки із заданою передавальною функцією.

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

- 5.1 Засоби гасіння пожеж.
- 5.2 Протипожежне водопостачання.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

ВСТУП

З швидким розвитком електротехніки та впровадженням нових видів радіоелементів постало питання в доцільності використання інфрачервоної паяльної станції. На сьогоднішній день основна задача інфрачервоної паяльної станції полягає в пайці особливо важких процесах пайки і високотехнологічним рішенням в області пайки. Інфрачервона паяльна станція прийшла на заміну тепло повітряній паяльній станції, що дозволило повністю запобігти будь-яким механічним пошкодженням під час пайки і запобігти перегріванню елементів пайки, за рахунок направленої високоточного інфрачервоного тепла. Наприклад, ремонт тієї ж материнської плати здійснюється за допомогою заміни певних мікросхем або чипів, до яких можна віднести північний і південний міст, а також графічні чіпи та деякий вид центральних процесорів які в сучасній технології

називаються BGA компонентами і є основними на материнській платі. Специфіка таких елементів просто не дозволяє здійснювати їх заміну без використання сучасних паяльних станцій.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

Існує кілька видів паяльних станцій:

- Контактні;
- Демонтажні;
- Інфрачервоні;
- Термоповітряні;
- Комбіновані.

1.1 Контактні паяльні станції

Характеристики контактних станцій дуже схожі на прості паяльники, але така станція є більш досконалішими і не мають таких недоліків, з якими можна зіткнутися, що є в звичайному паяльнику. Головною проблемою в роботі з звичайним паяльником є перегрів елементів на платі. Причина цього, це відсутність датчиків, які контролюють температуру яка подається на жало паяльника. Стандартний паяльник нагрівається до 450 ° С, а це означає що процес пайки має бути максимально коротим, так як можна перегріти елементи на платі. Контактна станція обладнана енергоблоком, який забезпечує розподільну подачу струму на нагрівальний елемент. Також енергоблок має функцію за допомогою якої можна коригувати температурну подачу. Діапазон температури варіюється від 220 ° С до 400 ° С.

Установки для паяння в основному оснащенні системою термічної стабілізації. Функції, якій ґрунтуються на зворотний зв'язок ПІД-регуляторів з температурою набраної жалом. Під час контактування жала паяльника з

матеріалом, зчитується відношення температур між фактичним і номінальним, і регулюється напруга до встановлених значень.

Потужність контактних установок становить близько 60 Ватт. Такі пристрої призначені для свинцевого припою. Даний тип припою часто використовують для ремонту плат з призначенням RoHS. Але, слід зазначити, що використання нетугоплавкого припою небажано по ряду причин:

- Високі температури викликають перегрів радіоелементів;
- Знижуються і терміни придатності елемента який виконує нагрівання;
- Найчастіше відбувається перегрів робочого жала і зменшується тривалість його служби;

В результаті місце запаювання є неякісним, а доріжки плати піддаються перегріву.

Всі перераховані вище недоліки можна виключити, якщо користуватися установками для безсвинцеві пайки.

Безсвинцеві станції по виконанню своїх функцій практично не мають відмінностей від вищеописаних установок. Але, діапазон їх показників потужності починається вже від 75 Ватт, а максимальними показниками є 155-160 Ватт. У розробці установок для безсвинцевої пайки теж враховується скорочення періоду регулювання температури елемента нагрівання. Безсвинцеві станції можна застосовувати і для робіт зі свинцевими припоями. Якість безсвинцевої пайки не поступається контактному виду.

На даний момент розвитку радіотехніки переважає SMT-монтаж із застосуванням малих SMD-компонентів і BGA-мікросхем. Контактні методики, які застосовувалися на протязі тривалого часу просто не здатні впоратися з новими схемами і компонентами, тому і був проведений інший тип установок з безконтактною дією. Найвідомішим і застосовуваним безконтактним обладнанням є термоповітряні станції.

1.2 Термоповітряні паяльні станції

Основна дія термічних повітряних станцій полягають у наступному: потік повітря, який виробляє турбіна або компресорна складова, проштовхуючись через спіраль нагріву, знаходячи певні температурні показники. Націлений потік повітря впливає на зону, де необхідно провести паяння. Термоповітряні установки відмінно виконують запаювання і в той же час нагрівають декілька областей пайки. Головна особливість полягає в тому, що за допомогою такої пайки можна досягти тих місць, які не здатна обробити жодна інша апаратура. Найчастіше термоповітряне обладнання застосовується для ремонту телефонів і домашніх пристроїв.

Кожен вид термоповітряної станції здатний працювати з припоями свинцевого і безсвинцевого типу. Єдиним недоліком вважається відсутність монтування і демонтування великих BGA-мікросхем.

Термоповітряні станція для паяння є основою для створення комбінованих пристроїв. Найчастіше такі агрегати представлені у вигляді термічного фена в комбінації з паяльником. Дорожчі моделі даних установок спрямовані на певну специфіку роботи, можуть відрізнятися типом нагрівача. В залежності від виробника комбінованих станцій використовують різні матеріали для тактильного відчуття і зовнішнього вигляду. На сьогодні найдорожчі і високотехнологічні станції мають в своєму оснащенні паяльник для безсвинцевої пайки і демонтажний пістолет.

Обов'язковою складовою даного пристрою в демонтажній установці є компресор, який працює на всмоктування. За рахунок компресорного пристрою припой з контактної площі втягується в спеціальну ємність. Дане рішення корисно для паяння мікросхем в SMD корпусах.

1.3 Інфрочервоні паяльні станції

Інфрочервоні паяльні станції - це комплекс вирішення різноманітних задач які постають в сфері сервісного обслуговування та ремонту різних видів техніки. Основний принцип роботи такої паяльної станції полягає в потужному нагріванні

за допомогою інфрачервоного випромінювання, електромагнітними хвилями довжиною 2-8 мкм. Така стандартна паяльна станція, крім бюджетних моделей, це різноманітний набір елементів, який складається з наступних компонентів:

- Нижній нагрівач;
- Верхній нагрівач;
- Робоча поверхня з тримачем плат;
- Модуль контролю температури який складається з терморпарі і контролера температури.

Новітні моделі таких інфрачервоних паяльних станцій дають можливість підключатись до програмного забезпечення яке встановлене на персональному комп'ютері для контролю над процесом пайки по заданому термопрофілю.

Інфрачервоні паяльні станції поділяють на класи і залежать від виду нагрівального елемента, такі станції можуть бути керамічні або кварцові. Перший тип характеризується невидимим для ока випромінюваним спектром, високою надійністю і міцністю. А, другі характеризуються меншою інерційністю і більш високою однорідністю зони нагріву.

До переваг керамічних нагрівачів – можна віднести пайку радіоелементів за допомогою електромагнітного спектру невидимих хвиль, які є абсолютно безпечними для зору і дозволяють спостерігати за процесом пайки. Вони також є найбільш надійними і забезпечують тривалий час експлуатації.

Кварцові нагрівачі, в свою чергу, відрізняються меншою інерційністю і забезпечують більшу однорідність зони нагрівання, вони використовують видимий спектр і, тому, небезпечний для зору. Тому, як правило, в комплекті до таких паяльних станції додаються захисні окуляри.

Сучасні інфрачервоні паяльні станції обладнані всіма засобами які необхідні для налаштування розмірів зони нагрівання, зазвичай ці розміри варіюються від 15 до 50 мм. Крім того, також можна самостійно керувати розмірами і формою зони нагрівання, оскільки при роботі з даними станціями допускається використання фольги, якою закривають ділянки елементів, які не

підлягають нагріванню. Інфрачервоний ремонтний комплекс спеціально обладнаний столом, на якому можна надійно зафіксувати плату

У всіх інфрачервоних станціях верхній нагрівач виконує основну роботу при пайці. Нижній нагрівач лише здійснює попередній нагрів елементів, тим самим дозволяє вберегти текстоліт плати від ризику термічної деформації. Система термоконтролю дозволяє спеціалісту вибирати правильний термопрофіль, температурно-часовий відрізок процесу і, порівнюючи температурні показники, регулювати весь процес по заданих параметрах.

Інфрачервоні паяльні станції дуже добре підходять для роботи з мікросхемами BGA, SMD, CSP, CBGA, CCGA, QFN, MLF, PGA від малих до великих розмірів.

Інфрачервоні паяльні станції ідеально підходять для майстрів сервісного центру, вони зручні в роботі при монтажі, демонтажу BGA-корпусів. Інфрачервоні паяльні станції набагато зручніші за інших в роботі з елементами із пластику (шлейфи та конектори). Інфрачервоне випромінювання має різний вплив на металеві та неметалеві деталі.

З початком роботи паяльної станції нагріваються металеві деталі і припої. Нагрівання відбувається в потрібній зоні, інші компоненти як правильно ізолюються за допомогою фольги, таким методом захищаються від термічного впливу інші елементи плати. Такі станції забезпечують рівномірність нагріву плати завдяки великій потужності, елементи на платі швидко нагріваються до заданих температур, що ідеально підходять для роботи як з свинцевими так і безсвинцевими припоями і завдяки потужностям таких станцій, можливо підтримувати стабільну температуру плати під час всього періоду пайки. Завдяки відсутності сильного потоку повітря, радіоелементи не здуваються з плати, як у випадку з термоповітряними станціями.

Інфрачервоні паяльні станції випередили інші аналогічні види техніки і набрали високої популярності при ремонті мобільних телефонів, ноутбуків, планшетів та іншої комп'ютерної техніки, в простоті й ефективності

використання. Так у 1989-го року в Сполучених Штатах Америки вже була запатентована така паяльна станція.

United States Patent [19]
Gibbs et al.

[11] **Patent Number:** **4,843,216**
[45] **Date of Patent:** **Jun. 27, 1989**

- [54] **INFRA-RED REWORK STATION**
[75] Inventors: **Roger H. Gibbs, Redhill; David J. Lowrie, Brighton, both of England**
[73] Assignee: **PDR Microelectronics Limited, Redhill, England**
[21] Appl. No.: **175,842**
[22] Filed: **Mar. 31, 1988**
[51] Int. Cl.⁴ **F24H 3/00; H05B 1/00**
[52] U.S. Cl. **219/354; 219/358; 250/492.2**
[58] **Field of Search** **219/354, 385, 390, 429, 219/433, 434, 435, 436, 478, 349, 339, 347, 358; 250/493.1, 494.1, 495.1, 503.1, 504 R; 148/DIG. 4; 350/1.2, 1.3, 1.4**

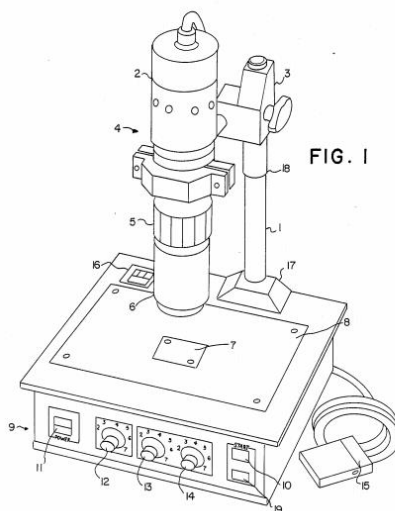
- [56] **References Cited**
U.S. PATENT DOCUMENTS
3,959,660 5/1976 Tolliver 219/349
4,581,520 4/1986 Vu et al. 219/354 X
4,707,609 11/1987 Shimamura 250/492.2 X
4,755,654 7/1988 Crowley et al. 219/390 X

Primary Examiner—E. A. Goldberg
Assistant Examiner—M. M. Lateef
Attorney, Agent, or Firm—Chilton, Alix & Van Kirk

[57] **ABSTRACT**
An infra-red rework station is provided to enable a spot of infra-red energy of controllable size and uniform intensity to be projected onto a component or components requiring rework. The rework station includes a work table including a backheat table upon which the component or components requiring rework are placed, a column which holds in place a lamp/lens unit for projecting a spot of infra-red energy onto the component or components requiring rework, a control unit for controlling the timing and intensity of the projected spot, a backheat control module for controlling the temperature of the backheat table and an external foot-switch. Lamp/lens unit includes a lamp housing housing an infra-red lamp, an aperture ring for adjusting an internal iris and a lens housing focussing lenses.

10 Claims, 3 Drawing Sheets

U.S. Patent Jun. 27, 1989 Sheet 1 of 3 4,843,216



Метою роботи є створення інфрачервоної паяльної станції яка має можливість за допомогою температурних профілів демонтувати або монтувати радіо компоненти різних розмірів і різних типів пайки, а також можливість спостерігати за процесом монтажу/демонтажу за допомогою лінійних графіків які відображає паяльна станція на рідкокристалічному дисплеї або передає

зображення на персональний комп'ютер за допомогою спеціального програмного забезпечення. Аналізуючи вже доступні рішення таких відомих брендів як SCOTLE, ACHI, KADA та інших, дані паяльні станції мають високу вартість та відносну малу ефективність.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Компоненти інфрачервоної паяльної станції

Інфрачервона станція створена з таких компонентів:

- Один верхній керамічний нагрівач Orion
- Чотири нижніх керамічних нагрівачів Orion площею 240*240 см
- Два контролера температури MAX6675 з двома термопарами
- Два твердотільних реле SSR-40DA
- Рідкокристалічний дисплей Ultra HD 320X480
- Arduino Mega 2560 R3
- Фотозбільшувач
- Мережевий корпус 3U mini

2.2 Опис контролера температури MAX6675

Контролер MAX6675 в поєднанні з термопарою дозволяє вимірювати температуру об'єктів і навколишнього середовища. Підключається до датчика термопари К-типу. Датчик дозволяє вимірювати температуру в діапазоні 0 - 1 024 ° С. Проте, корпус термопари розрахований на температуру яка становить не більше як 600° С, тому максимальне значення вимірюваної температури становить 600 ° С. Такі адаптери застосовуються в паяльних станціях, бойлері, цифровому термометрі або в пристроях, де необхідно контролювати температуру.

Модуль для вимірювання температури розроблений на базі мікросхеми MAX6675. Основним завданням мікросхеми є перетворення отриманих сигналів термопари К-типу в цифрове значення температури. Сигнал датчика

відправляється на операційний підсилювач мікросхеми, а потім надходить на обробку 12 - бітного АЦП (аналого-цифровий перетворювач), після чого дані передаються в пам'ять мікроконтролера по послідовному інтерфейсу SPI. На шині SPI відсутній висновок MOSI, тому дані з мікросхеми передаються тільки на контролер. Головною особливістю мікросхеми MAX6675 є функція компенсації холодного спаю, яка реалізується завдяки вбудованому датчику температури.

MAX6675 підключається до платформи Arduino за допомогою інтерфейсу SPI за допомогою 3-х контактів. Перший контакт «SCLK» виконує функцію передачі тактового сигналу, контакт «CS» виконує роль вибору мікросхеми, а через контакт третій контакт «SO» передається інформація з датчика температури до мікроконтролерного пристрою.

2.3 Опис Arduino Mega 2560 R3

Arduino Mega 2560 R3 в основі якого лежить мікроконтролер ATmega2560 має 54 цифрових піна для введення / виведення, 15 з яких можуть бути використані як виходи ШИМ, 16 аналогових входів, 4 апаратних послідовних порту UART, кварцовий резонатор з частотою 16 МГц, порт USB, роз'єм живлення, роз'єм ISCP (In Circuit Serial Programming , програмування в пристрої по послідовному протоколу) і кнопка скидання мікроконтролера. Arduino Mega може брати живлення для своєї роботи як від USB так і від зовнішнього джерела живлення, процес вибору джерела живлення відбувається автоматично

В якості зовнішнього джерела живлення може служити мережевий AC/DC-перетворювач або акумулятор. Для того щоб працював мікроконтролер адаптера живлення необхідно вставити у спеціальний роз'єм живлення який розміщується безпосередньо на самій платі Arduino. У випадку якщо потрібно брати живлення з акумулятора, конектор акумулятора потрібно під'єднати до контактів Gnd і Vin з роз'єму POWER.

Напруга зовнішнього джерела живлення може варіюватись в діапазоні шести до двадцять вольт. Проте, якщо напруга живлення буде нижче як 7В, це

приведе до зменшення напруги на виході 5V, що може стати причиною нестабільної роботи пристрою. Використовувати напругу більшу за 12В небезпечно, так як може відбутись перегрівання стабілізатора напруги і виходу плати з ладу. Опираючись на ці фактор варто використовувати джерело живлення з робочим діапазоном від 7 до 12В.

В Arduino Mega 2560 в ревізії 3 в порівнянні з попередніми версіями зроблено такі зміни:

Цоколювка 1.0: додані Піни SDA і SCL, розташовані поруч з висновками AREF і два інших нових Піна розміщені поруч с висновком RESET. IOREF дозволяє ШІлд адаптуватися до напруги, що подається з плати. В майбутньому ШІлд будуть сумісні і з платами, заснованими на мікроконтролерах AVR, що працюють з напругою 5 В, і з платою Arduino Due, що працює з напругою 3.3 В.

2.4 Опис однофазного твердотільного реле SSR-40

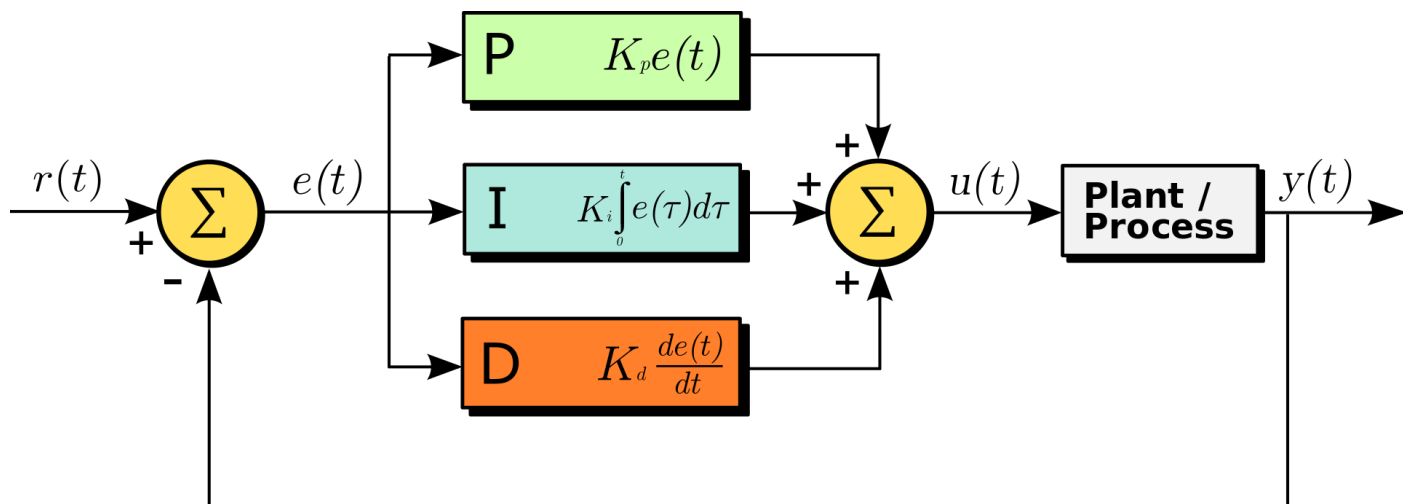
Корпус однофазного твердотільного реле SSR-40 складається чотирьох клем. Клеми «1» і «2» використовують для комутації живлення. Клеми «3» і «4» використовують для підключення до реле сигналу постійного струму.

Для використання реле потрібно підключити до нього живлення з напругою в межах 24 - 380 В змінного струму, цю напругу потрібно підключити, клемами «1» і «2» (полярність не має значення). Потім до клем «3» і «4» потрібно підключити керуючий сигнал постійного струму з напругою 3 - 32 В на включення / вимикання реле. Якщо на реле подається керуючий сигнал, то повинен горіти червоний світлодіод, який знаходиться на корпусі реле.

2.5 Опис і налаштування ПІД регулятора

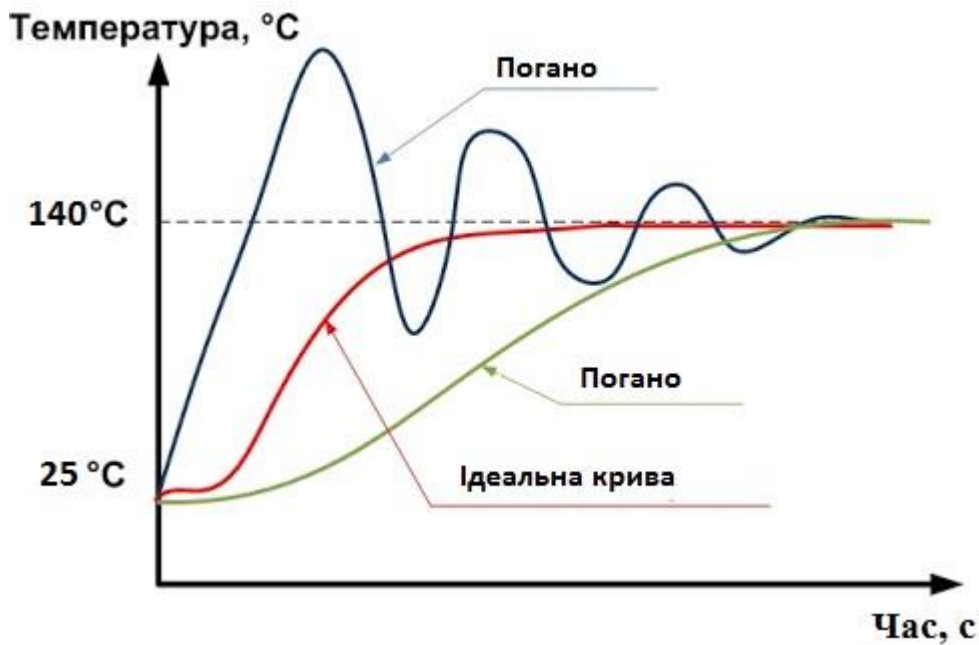
ПІД регулятор це пристрій в керованому контурі зі зворотним зв'язком. Використовується в системах автоматичного управління для формування керуючого сигналу з метою отримання необхідної точності і якості перехідного

процесу. ПІД-регулятор формує керуючий сигнал, який є сумою трьох доданків, перше з яких пропорційно різниці вхідного сигналу і сигналу зворотного зв'язку (сигнал неузгодженості), друге - інтеграл сигналу неузгодженості, третє - похідна сигналу неузгодженості. Налаштування регулятора робиться з однією єдиною метою: підібрати його коефіцієнти для даного завдання таким чином, щоб регулятор підтримував температуру на заданому рівні. На малюнку зображено принцип роботи під регулятора де система керує величиною $y(t)$, тобто виводить величину $y(t)$ на заданий ззовні значення $r(t)$. На вхід ПІД-регулятора подається помилка $e(t)$, вихід ПІД-регулятора є керуючим впливом $u(t)$ для деякого процесу (для об'єкта управління), керуючого величиною $y(t)$.



Припустимо поточна температура плати 25°C , а ми хочемо, щоб було 145°C . Ми включаємо регулятор і він починає керувати потужністю нагрівача таким чином, щоб температура досягла необхідного рівня.

На рисунку ПІД-регулювання червоним кольором показана ідеальна крива зміни температури нагрівання при роботі регулятора. Фізична величина плавно, без стрибків, але в той же час досить швидко підходить до заданого значення. Оптимальний час, за який температура може досягти заданої позначки 3-4 хвилини.



В процесі налаштування регулятора, необхідно отримати криву, близьку до ідеальної. Однак, в реальних умовах зробити це не так просто, потрібно довго підбирати коефіцієнти. Тому найчастіше зупиняються на «прийнятною» кривій регулювання.

Налаштування PID регулятора

Для того що налаштувати пропорційно-інтегрально-диференційне рівняння потрібно диференційний та інтегральний коефіцієнти поставити в нуль, тим самим забираючи відповідні складові. Пропорційний коефіцієнт виставляємо в 1. Далі потрібно задати значення уставки температури відмінне від поточної і подивитися, як регулятор буде змінювати потужність обігрівача, щоб досягти заданого значення. Характер зміни можна відстежити за допомогою графіка який відображається на робочому дисплеї паяльної станції. Або можна реєструвати в таблицю виміряне значення температури кожні 5-10 секунд і за отриманими значенням побудувати графік.

Налаштування пропорційного коефіцієнта. При великому значенні числа налаштування, необхідно зменшувати пропорційний коефіцієнт, а якщо регулятор довго досягає уставки - збільшувати. Так збавляючи або додаючи коефіцієнт необхідно отримати графік регулювання якомога ближче до ідеального. Оскільки досягти ідеалу вдасться навряд чи, краще залишити невелике перерегулювання

(його можна буде скорегувати іншими коефіцієнтами), ніж тривале наростання графіка.

Налаштування диференціального коефіцієнта PID.

Поступово збільшуючи диференціальну складову, необхідно отримати зменшення або повне зникнення «стрибків» графіка (перерегулювання) перед виходом на пристрій. При цьому крива повинна стати ще більше схожа на ідеальну. Якщо занадто сильно завищити диференційний коефіцієнт, температура при виході на уставку буде рости не плавно, а стрибками. При появі різких стрибків необхідно припинити збільшення диференціального коефіцієнта.

Налаштування інтегрального коефіцієнт PID

При налаштуванні двох попередніх коефіцієнтів можна отримати практично ідеальну криву регулювання або близьку до неї криву, що задовольняє умовам завдання. Однак, як правило виникає так звана «статична помилка». При цьому в моєму прикладі температура стабілізується на заданому значенні 140 ° C, а на дещо нижчому значенні. Справа в тому, що якщо температура стане рівною уставці (тобто різниця поточної і заданої температур стане дорівнює 0), то пропорційна і диференціальна складова дорівнюватимуть нулю. При цьому потужність регулятора теж стане дорівнює 0 і він почне остигати.

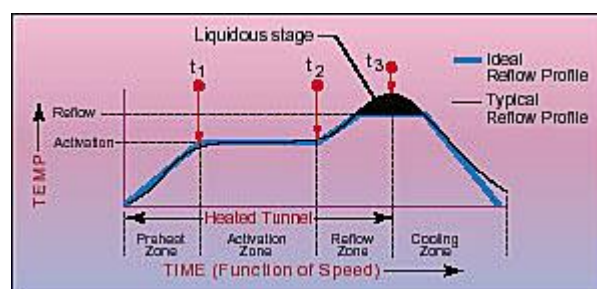
Для того щоб виключити цей ефект, використовують інтегральну складову. Її необхідно поступово збільшувати до зникнення статичної помилки. Однак, надмірне її збільшення теж може привести до виникнення стрибків температури.

2.6 Принцип роботи термопрофіля

Термопрофіль - це різниця температур між заданим значенням та фактичним, що впливають на складання значень протягом деякого часу. Якщо використовувати дві координати час і температуру, то можна отримати криву, яка представляє зміна температури в будь-якій точці на друкованій платі, в будь-який момент часу при протіканні процесу оплавлення. На форму цієї кривої впливають кілька параметрів, причому найбільш важливими є швидкість руху транспортера і

установки температури в кожній зоні печі. Швидкість руху стрічки транспортера задає тривалість періоду часу, протягом якого друкована плата піддається дії деяких температур, встановлених в кожній зоні.

Температура, що встановлюється в кожній зоні, впливає на швидкість підвищення температури плати. При більш високій температурі виникає велика різниця температури (ΔT) між друкованою платою і температурою зони. При збільшенні заданої температури зони, друкована плата може досягти заданої температури швидше. Таким чином, потрібно сформувати графік профілю температур, яким повинна піддаватися друкована плата. Перед початком виконання процедури профілювання (налаштування профілю) необхідно підготувати основне і допоміжне обладнання: пристрій профілювання температури, термопари, засоби кріплення термопари до друкованої плати і специфікації пасти припою. Більшість фірм виробників і поставщиків електронних приладів і обладнання пропонує набори пристосувань і допоміжного обладнання для виконання профілювання. При використанні подібного набору створюється можливість з великою зручністю виконувати процес профілювання, тому що в ньому є всі необхідні пристосування і допоміжне обладнання (включаючи сам пристрій профілювання температури).

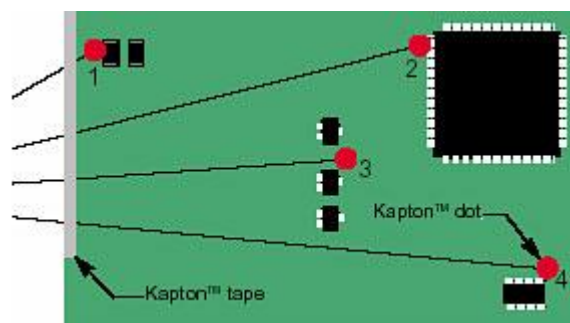


Термопари, використовувані для профілювання процесу пайки друкованих плат, повинні бути досить довгими з урахуванням типу пристроїв профілювання температури, і вони повинні витримувати типові температури печі. Як правило, краще використовувати більш тонких датчиків термопар, тому що з їх допомогою можна отримувати більш точні дані. При їх малій масі вони мають більш високу

чутливість. Однак потрібно читав, що такі термопари є більш крихкими і тому при їх використанні потрібно бути більш обережним, щоб виключити можливість їх поломки.

Є кілька способів кріплення термопар до друкованих плат. Кращим методом є кріплення кінця термопари за допомогою високотемпературного припою типу сплаву срібла і олова. При цьому потрібно намагатися використовувати якомога меншу кількість припою.

Інший метод не вимагає витрат часу, легкий у виконанні і цілком підходить для більшості варіантів застосування. Невелика крапля термопасти наноситься на кінець термопари, який після цього кріпиться (до плати) термостійкої стрічкою типу Kapton.



Ще один метод полягає в кріпленні термопари за допомогою термостійкого клею типу циано-акрилату. Слід зазначити, що цей метод не дуже надійний в порівнянні з іншими методами. Необхідно також правильно визначити точку кріплення. Зазвичай, найкраще кріпити кінець термопари між контактною площадкою друкованої плати і відповідним висновком компонента або металізацією (рис. 3).



При виконанні даного процесу важливо також використовувати документ з технічними характеристиками припою. Виробники паст припою публікують

специфікації для кожної формули паст, які вони виробляють. У документі специфікації зазвичай міститься інформація, важлива для завдання профілю нагріву, така як тривалість профілю зони, температура активації пасти, точка плавлення сплаву і рекомендована максимальна температура оплавлення.

У перших трьох зонах виконується нагрів, а в останній - охолодження. Перша зона нагріву, яка називається підігрів призначена для того, щоб підвищити температуру плати від температури навколишнього середовища до заданої температури активації. У цій зоні, температура постійно піднімається зі швидкістю, яка не повинна перевищувати $1-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ в секунду. При підвищенні температури з більшою швидкістю можуть виникнути дефекти типу мікротріщин в керамічних чіпах. При підвищенні температури з меншою швидкістю, паста припою може «перестояти» на повітрі і крім того, час для досягнення температури активації друкованої плати може виявитися недостатнім. Зона підігріву станції зазвичай займає від 45 до 65 відсотків параметрів термопрофілю.

Зона активації або ж зона витримки. Ця зона зазвичай займає від 30 до 50 відсотків параметрів термопрофілю. Вона використовується для здійснення наступного. Перш за все, в ній друкована плата піддається дії щодо стійкої температури, при якій компоненти збірки, мають різну масу, набувають однакову температуру. Крім того, вона використовується для активації флюсу і випаровування з пасти летких речовин. Зазвичай діапазон температур активації лежить в межах між 130 ° і $160\text{ }^{\circ}\text{C}$. Якщо температура в зоні активації встановлена занадто високою, то для флюсу час активації може виявитися недостатнім і при цьому нахил (температурної характеристики) кривої профілю буде занадто гострим. Незважаючи на те, що більшість виробників пасти допускають деяке збільшення температури під час активації, для отримання ідеального профілю потрібно відносно довгий «плато» при якому температура друкованої плати на початку зони і температура в кінці зони активації були б рівні між собою. У деяких паяльній станції, що продаються на ринку в даний час, не вдається забезпечити підтримку плоского профілю температурної характеристики активації.

Зона оплавлення іноді називається «зоною остаточного підігріву». Ця зона зазвичай використовується для підйому температури складання друкованої плати від температури активації до рекомендованої максимальної температури нагріву. Температура активації завжди знаходиться трохи нижче точки плавлення сплаву припою, а максимальна температура нагріву завжди знаходиться над точкою плавлення. Типовий діапазон значень максимальної температури нагріву лежить в межах між 205° і 255° C. При установці занадто високої температури в цій зоні швидкість нагріву в зоні підігріву може перевищити необхідне значення в межах 2° - 5° C в секунду і оплавлення може стати занадто сильним. Це може стати причиною надмірного викривлення плати, розшарування матеріалу або навіть обгорання матеріалу друкованої плати а також може погіршити герметичність компонентів.

Найпопулярніший сплав припою, який використовується в даний час це Sn63 / Pb37. При такому співвідношенні олова і свинцю утворюється евтектичних сплав. Евтектичні сплави плавляться при певній температурі. Свинцеві сплави мають деякий діапазон температур плавлення, в якому стан сплаву відповідає пластичного стану, а не точці плавлення. Точкою плавлення свинцевого сплаву є 183° C. В даний час широко використовуються нові безсвинцеві сплави, у яких точка плавлення лежить в межах від 217° до 227° C.

Ідеально крива температурної характеристики зони охолодження повинна бути дзеркальним відображенням кривої характеристики зони оплавлення. Чим більше нагадує ця крива (в зворотному напрямку) криву оплавлення, тим щільніше буде структура зерна паяного з'єднання припою після досягнення нею твердого стану, в результаті чого з'єднання більш високої якості і з більшою надійністю з'єднання.

Основним параметром, який потрібно враховувати при створенні профілю температурної характеристики, є значення установки швидкості руху транспортера. Це значення визначає час перебування друкованої плати в зоні нагріву.

Тепер необхідно визначити температури індивідуальних зон. В даному випадку важливо помітити, що найчастіше фактичною температурою зони не обов'язково буде температура, яка відображається на дисплеї для цієї зони. Температура індикації представляє собою просто свідчення температури для термопари, розташованої десь в межах зони. Якщо термопара розташована трохи ближче до джерела нагріву, то відображається температура може бути значно вищою, ніж температура зони. Чим ближче термопара розташовується до ділянки проходження друкованої плати, тим більш правдоподібними є показники температури для відповідної зони. Вельми доцільно отримати консультацію від виробника печі по залежностям, що існують між настановної температурою індикації та фактичними температурами зони. У таблиці 1 дані значення установки температури зони, які використовуються для забезпечення оплавлення припою при пайку типових збірок друкованих плат.

Типові значення температур зон оплавлення друкованої плати				
	Припій зі складом Sn63 / Pb37		Припій без свинцю	
	Температура зони	Температура плати	Температура зони	Температура плати
Зона нагріву	165°C	140°C	180°C	140°C
Зона активації	150°C	150°C	165°C	165°C
Зона плавлення	220°C	215°C	235°C	230°C

2.7 Підключення термопари до Arduino

Робота термопари заснована на термоелектричному ефекті, коли на спайці різних металів утворюється ЕРС, яка прямо пропорційна температурі навколишнього середовища. Цю ЕРС можливо виміряти, але вона настільки маленька, що так просто її на вхід мікроконтролера не подаси. На допомогу

приходить ІС від фірми Maxim - MAX6675. Вона вимірює ЕРС термопари і через SPI інтерфейс видає у вигляді готового числа.

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

MAX6675

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (V _{CC} to GND)	-0.3V to +6V	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
SO, SCK, CS, T-, T+ to GND	-0.3V to V _{CC} + 0.3V	Junction Temperature	+150°C
SO Current	50mA	SO Package	
ESD Protection (Human Body Model)	±2000V	Vapor Phase (60s)	+215°C
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	471 mW	Infrared (15s)	+220°C
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C)	471 mW	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Operating Temperature Range	-20°C to +85°C		

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, T_A = -20°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

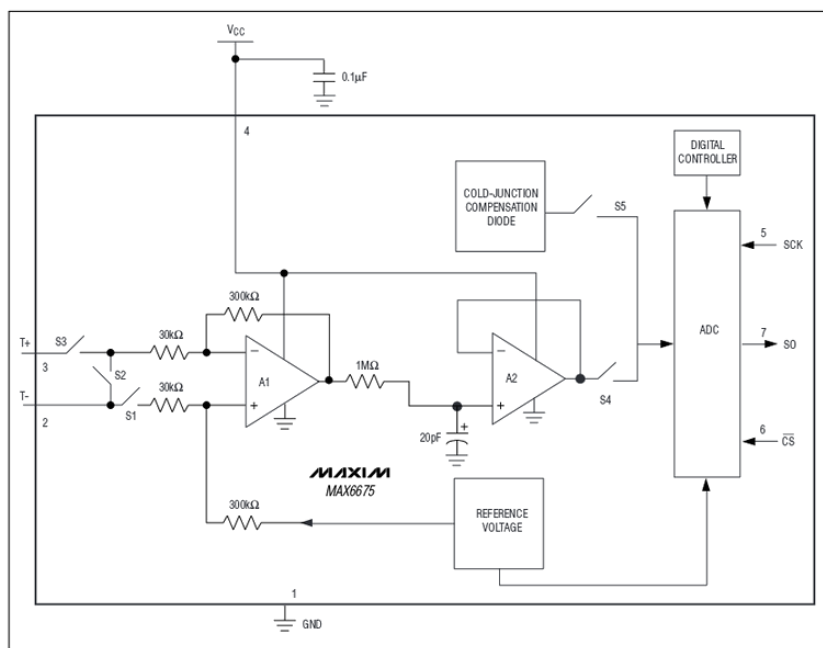
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Error		THERMOCOUPLE = +700°C, T _A = +25°C (Note 2)	V _{CC} = +3.3V	-5	+5	LSB
			V _{CC} = +5V	-6	+6	
		THERMOCOUPLE = 0°C to +700°C, T _A = +25°C (Note 2)	V _{CC} = +3.3V	-8	+8	
			V _{CC} = +5V	-9	+9	
THERMOCOUPLE = +700°C to +1000°C, T _A = +25°C (Note 2)		V _{CC} = +3.3V	-17	+17		
		V _{CC} = +5V	-19	+19		
Thermocouple Conversion Constant				10.25		μV/LSB
Cold-Junction Compensation Error		T _A = -20°C to +85°C (Note 2)	V _{CC} = +3.3V	-3.0	+3.0	°C
			V _{CC} = +5V	-3.0	+3.0	
Resolution				0.25		°C
Thermocouple Input Impedance				60		kΩ
Supply Voltage	V _{CC}			3.0	5.5	V
Supply Current	I _{CC}			0.7	1.5	mA
Power-On Reset Threshold		V _{CC} rising		1	2	V
Power-On Reset Hysteresis					50	mV
Conversion Time		(Note 2)		0.17	0.22	s
SERIAL INTERFACE						
Input Low Voltage	V _{IL}				0.3 x	V

Напруга живлення може бути 3 або 5 вольт, я підключав через 5В. З цікавого, заявлена захист від електростатичного заряду (ESD Protection) на два кіловольта, тобто щуп цілком можна чіпати руками не побоюючись вбити мікросхему.

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

Block Diagram

MAX6675



На фото зображено мікросхему пристрою. Видно, що входні ЕРС надходить на попередній операційний підсилювач, потім на основний, після чого сигнал йде на АЦП.

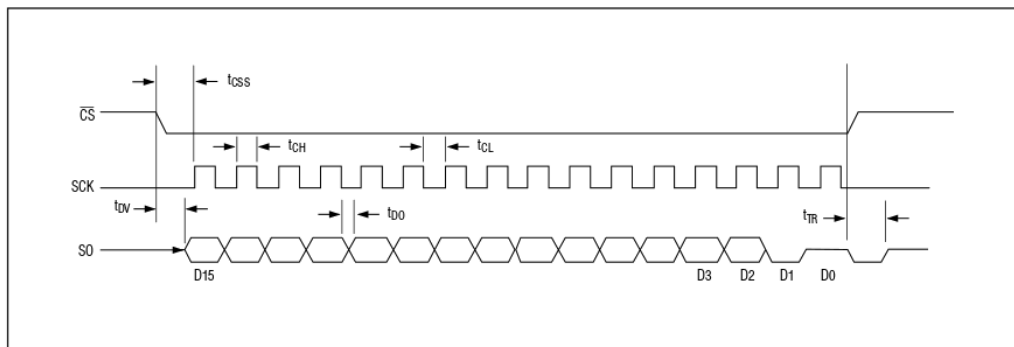


Figure 1b. Serial Interface Timing

BIT	DUMMY SIGN BIT	12-BIT TEMPERATURE READING											THERMOCOUPLE INPUT	DEVICE ID	STATE	
		15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5				4
Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	0	MSB											LSB		0	Three-state

Figure 2. SO Output

Формат, передачі даних. Видно що дані передаються пакетом по 16 біт. SPI інтерфейс працює в одну сторону, таким чином виходить, що задіяно три цифрові лінії:

SCK для тактування, SC для керування, SO на передачу.

Для Arduino є готова бібліотека для роботи с MAX6675:
<https://github.com/adafruit/MAX6675-library>


Підключення адаптера для цього скетчу буде таким:

SCK <==> 6 пін

CS <==> 5 пін

SO <==> 4 пін

Результат роботи:



```
serialthermocouple 5
// this example is public domain. enjoy!
// www.ladyada.net/learn/sensors/thermocouple

#include "max6675.h"

int thermoDO = 4;
int thermoCS = 5;
int thermoCLK = 6;

MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
int vccPin = 3;
int gndPin = 2;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  // use Arduino pins
  // pinMode(vccPin, OUTPUT); digitalWrite(vccPin, HIGH);
  // pinMode(gndPin, OUTPUT); digitalWrite(gndPin, LOW);

  Serial.println("MAX6675 test");
  // wait for MAX chip to stabilize
  delay(500);
}

void loop() {
  // basic readout test, just print the current temp

  Serial.print("C = ");
  Serial.println(thermocouple.readCelsius());
  Serial.print("F = ");
  Serial.println(thermocouple.readFahrenheit());

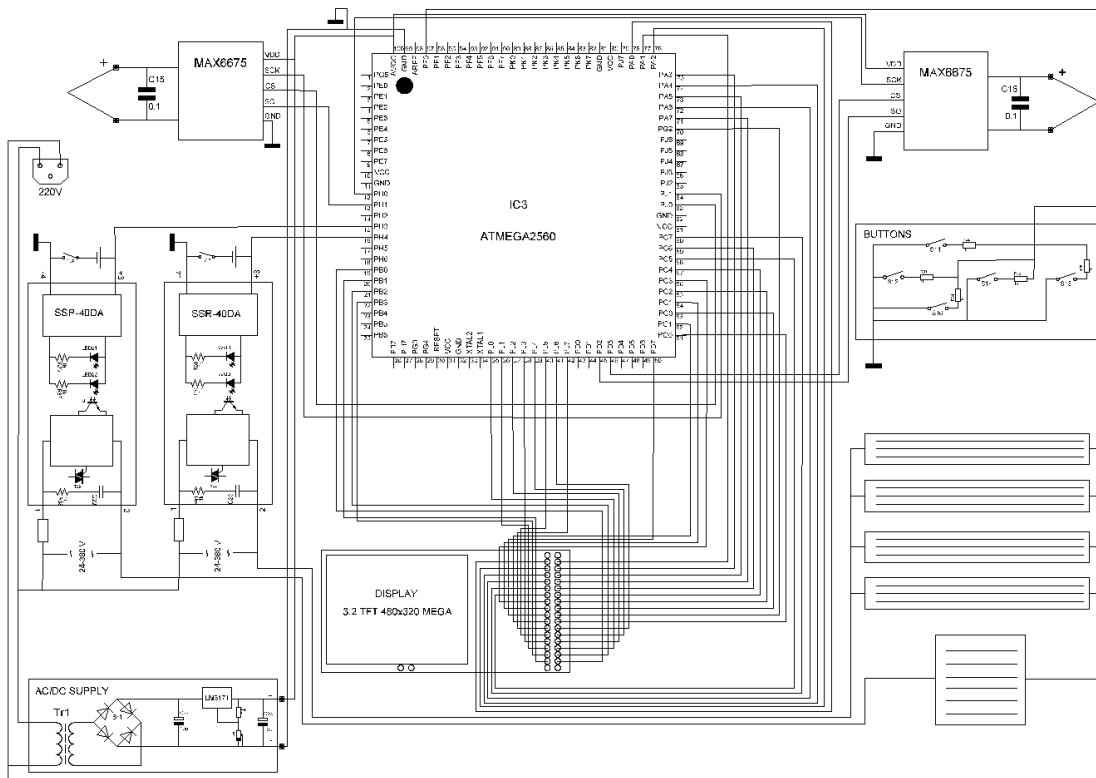
  delay(1000);
}
```

Загрузка выполнена.

Размер скетча в двоичном коде: 5 210 байт (из 14 336 байт максимум)

18 Arduino Nano w/ ATmega168 on /dev/ttyUSB0

2.8 Принципова схема інфрачервоної станції



Для живлення Arduino потрібно 9 вольт, забезпечує цю напругу імпульсний блок живлення, який перетворює 220 вольт змінної напруги на 9 вольт постійної. Інфрачервона станція містить п'ять керамічних інфрачервоних нагрівачів, чотири з яких використовуються для нагріву плати і в сумі мають 1600 ват. Один рухомий інфрачервоний нагрівач потужністю 500 ват використовується для нагріву конкретної робочої області. Паяльна станція в основі якої є Arduino має 5 програмних термопрофілів. Дані термопрофілі в автоматичному режимі дають змогу монтувати і демонтувати різні радіоелементи на свинцевій і безсвинцевій пайці. Також окремою функцією є підігрів плат для виконання інших задач. Для контролю температури плати використовується термопара з датчиком температури max6577. Верхній датчик який відповідає за нагрів конкретної робочої області підключений до Arduino на контакти a14,a15,a16, нижній датчик підключений на контакти a17 a18 a19 і відповідає за контроль температури підігріву плати. Термопрофіль отримавши сигнал з датчика температури опрацьовує його і за допомогою пропорційно інтегрально диференційного рівняння подає сигнал про ступінь нагріву керамічного нагрівача на твердотільне

реле, за допомогою контактів 6 для нижнього нагрівача і контакту 7 для верхнього нагрівача. Керування паяльною станцією здійснюється за допомогою резистивної клавіатури. Дана клавіатура підключена до Ардуіно за допомогою контакту A0 і підключена до 5ти вольтової лінії. До кожної кнопки підведений резистор різного номіналів і за допомогою керуючого сигналу A0 вимірюється різниця опору між 5в і землею, тим самим розпізнається яка кнопка задіяна в певний момент.

2.9 Вибір дисплея для паяльної станції

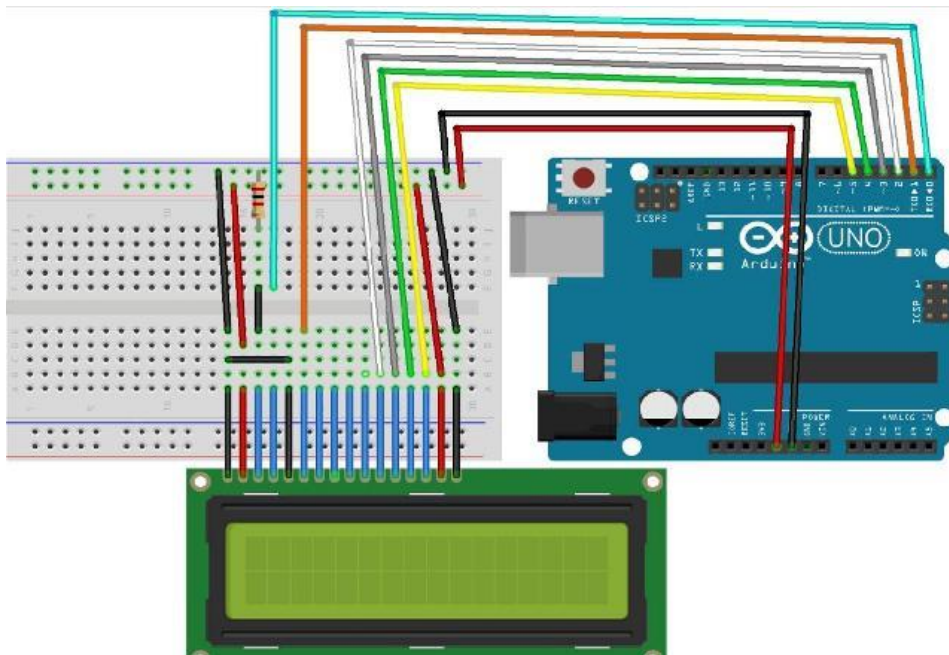
Загалом всі дисплеї можна поділити на:

- Сегментні;
- Алфавітно-цифрові;
- Графічні кольорові.

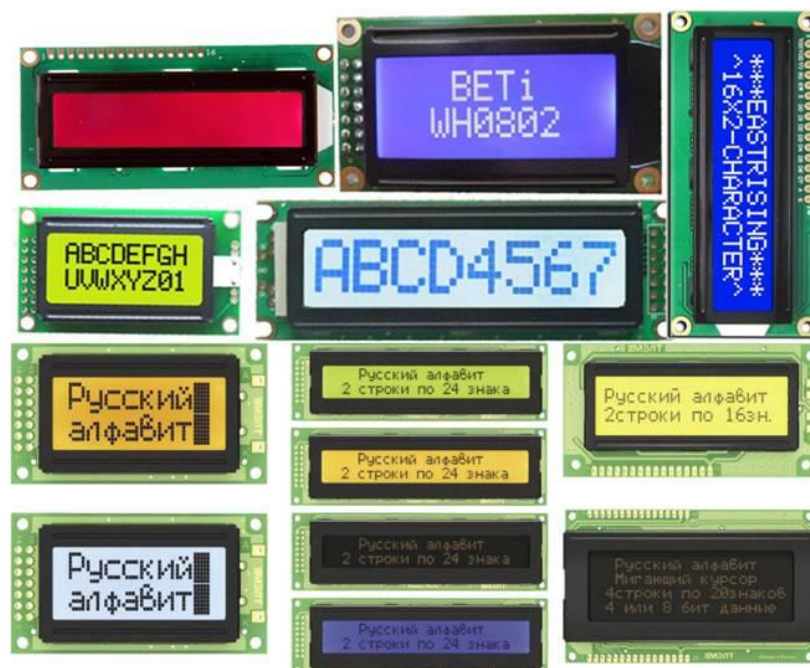
Прості сегментні дисплеї використовуються для відображення простих величин, наприклад: температури, час, кількість обертів. Такі дисплеї використовують в калькуляторах, старих пральних машинах, і на бюджетній побутової техніки. Інформація виводиться за допомогою світінням певного символу. Вони можуть бути як рідкокристалічними, так і світлодіодними.

Алфавітно-цифрові дисплеї використовуються на старій побутовій техніці, іграшках. По іншому їх ще називають текстовими, символними. Такі дисплеї складаються з великих пікселів. Вони можуть бути виконані по технології LCD, TFT і OLED.

Паралельний введення даних передбачає передачу 8 або 4-бітних слів по 10 або 6 висновків відповідно (рис. Нижче - схема підключення для управління 4 бітами). Крім даних на дисплей подається живлення.

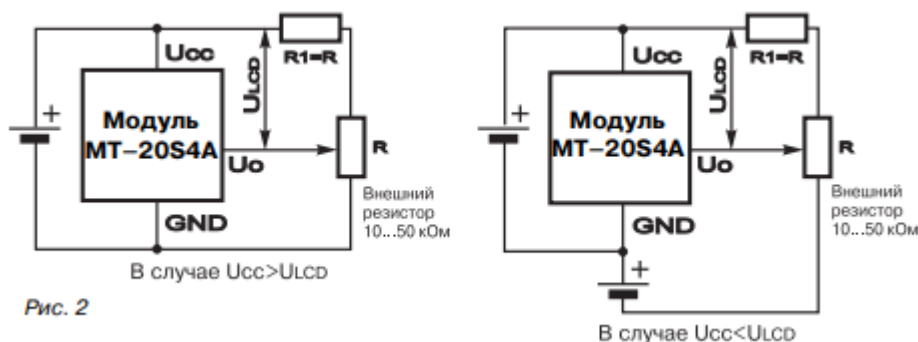


Передача даних на дисплей за допомогою I2C займає 4 Піна Arduino, 2 з яких живлення, а 2 - дані. Серед вітчизняних виробників можна виділити фірму МЕЛТ. Серед продукції, яка має цілий ряд різних дисплеїв. Наприклад, нижче зображений дисплей з маркуванням 20S4, за аналогією з попередньою розглянутої, це говорить нам про те, що він відображає 4 рядки по 20 знаків.



Знакосинтезуючі дисплеї бувають з підсвічуванням і без неї, також можуть відрізнятися кольором зображуваних символів. Яскравість підсвічування і контрастність зображення зазвичай регулюється.

Нижче приведе приклад схеми з даташита, на згаданий вище МЕЛТ



Змінний резистор R і служить для регулювання яскравості.

Керуючись інформацією про можливості та характеристики засобів відображення інформації, було прийнято рішення про встановлення на паяльну станцію графічного дисплею від фірми HUGA, це кольоровий 3.2 дюймовий TFT екран з розширенням 480*320 який працює на контролері HX8357B за допомогою 16-ти бітного паралельного інтерфейсу. Для комунікації даного екрану використовують піни: D25-D28, D32-D40, D44-D53, та бібліотеку UTFT яка включає в себе готові скетчі для роботи. Так, наприклад:

Метод `InitLCD` - ініціалізує дисплей і задає горизонтальну або вертикальну орієнтацію. Як параметр вказується ідентифікатор орієнтації. Будучи заданою без параметрів команда встановлює горизонтальну орієнтацію. Якщо вказати параметр `PORTRAIT` або `0` - буде обрана вертикальна орієнтація, якщо вказати `LANDSCAPE` або `1` - горизонтальна.

Метод `clrScr` - очищає дисплей, стираючи всю видиму на дисплеї інформацію і заливаючи дисплей чорним кольором. Параметрів не має.

Метод `print` - виводить на дисплей текст, вміст символічної змінної або об'єкта типу `String`. Як параметри передаються виведений текст, координати верхнього лівого кута області друку. Ця команда призначена для виведення текстової інформації.

Координати друку X і Y задаються в пікселях і можуть бути передані як явно, так і через цілочисельні змінні або вирази.

Бібліотека UTFT дозволяє працювати з підвантаженими шрифтами. Шрифти зберігаються у вигляді масивів даних, які розміщуються в окремих файлах і підключаються до тексту програми. Вихідна бібліотека включає 3 шрифти.

SmallFont - 95 символів 8×12

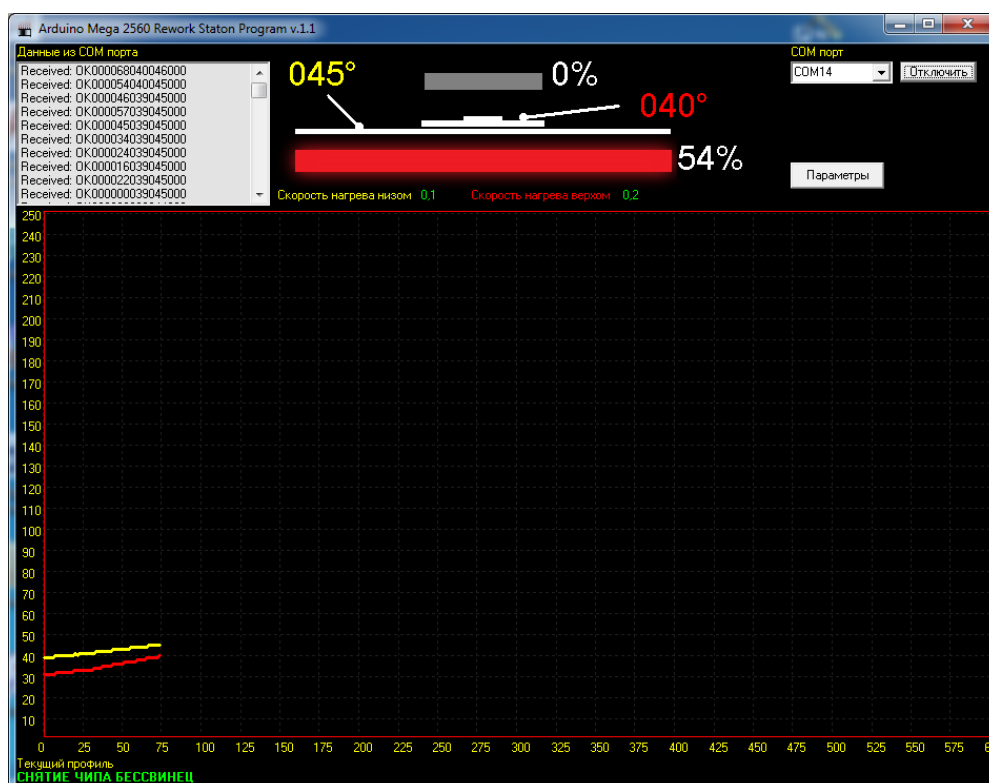
BigFont - 95 символів 16×16

SevenSegNumFont - 10 цифрових символів 32×50

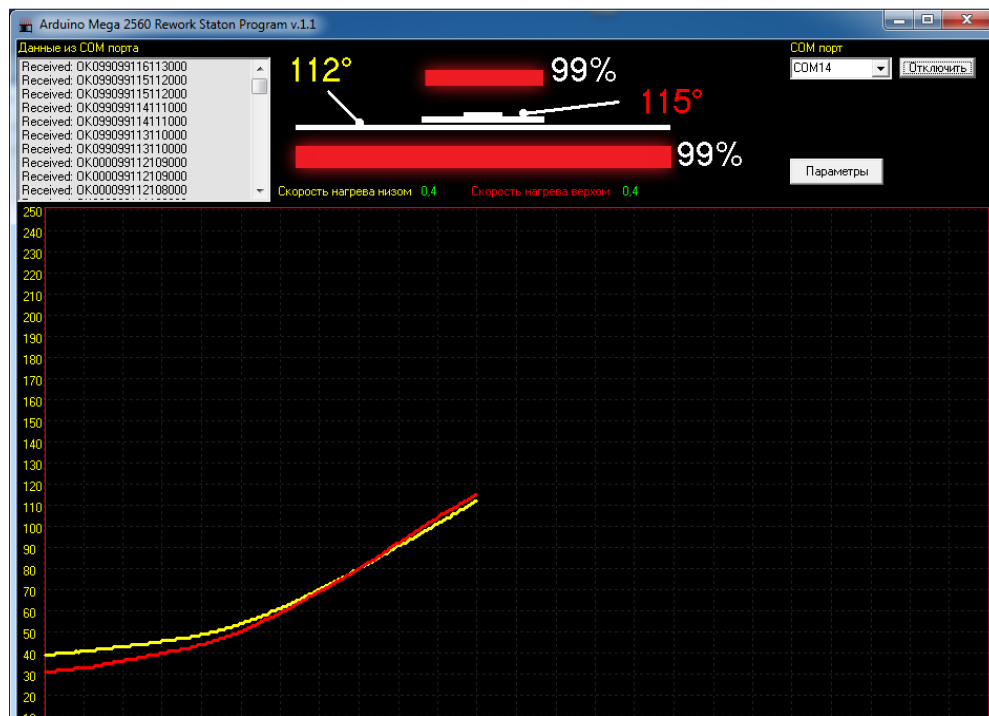
2.10 Опис роботи безсвинцевого термопрофілю

При активації одного із термопрофілів в паяльній станції, наприклад «зняти безсвинець», можна спостерігати такий алгоритм нагріву материнської плати:

1. Паяльна станція перевіряє чи температура плати є нижчою за 45 градусів, якщо так вмикається нижній нагрівач на 50% потужності і піднімає температуру плати до 45 градусів, після чого включається термопрофіль.



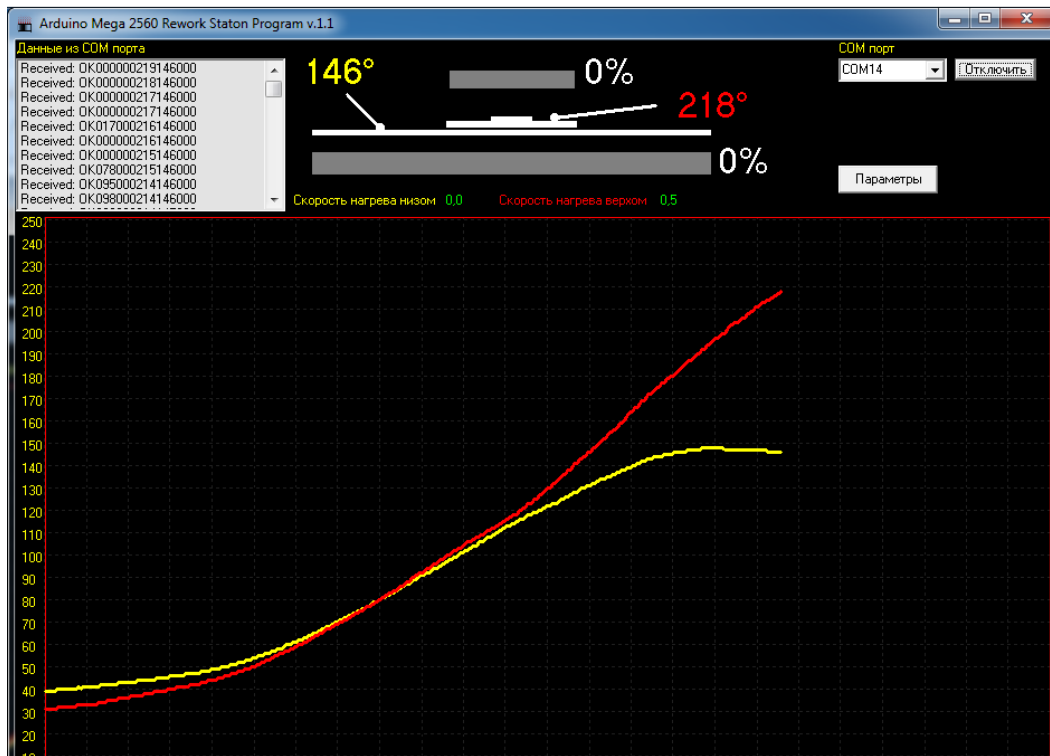
2. Температура плати піднімається до 110 градусів і вмикається верхній нагрівач



3. Верхній нагрівач піднімає температуру області демонтажу до 165 градусів, а нижній нагрівач нагріває плату до 140 градусів і підтримує цю температуру до закінчення термопрофіля.



4.Верхній нагрівач піднімає температуру до 220 градусів і виключається.
Робота термопрофіля закінчена.



3 Дослідження технологічних особливостей пайки з використанням інфрачервоної паяльної станції

3.1 Дослідження процесу нагрівання елемента (транзистора змонтованого на платі) в режимі пайки.

В процесі виконання операції робочий елемент, знаходячись в тепловому полі струменя нагрітого повітря і піддається нагріванню, що може негативно вплинути на його функціональні характеристики. Нехай розміри елемента, який при початковій температурі $t_1=20$ град поміщений в зону теплового потоку швидкості v і температури $t_2=140$ град., становлять:

діаметр – $D=0.0044$ м,

висота – $h=0.0053$ м.

Виходимо із припущення що:

- 1) нагріте повітря можна вважати ідеальним газом;
- 2) процедура проводиться при атмосферному тиску в 1атм.;
- 3) число Рейнольдса за даних умов можна прийняти $Re=315$ (табличні дані),
- 4) коефіцієнти теплообміну для бічної поверхні даної конфігурації $Nu=8.91$, а торцевих поверхонь $Nu=10.5$ (табличні дані),
- 5) тепловий потік $k=1.0828$ вт/м*град.

Оскільки бокова поверхня даного елемента

$$S=\rho \cdot D \cdot h=0.7326 \cdot 10^{-4} \text{м}^2,$$

а теплообмін

$$q=k \cdot Nu/D=59.8 \text{вт.м}^2 \cdot \text{град},$$

теплопередача від повітряного потоку до елемента

$$W_s=q \cdot S \cdot (t_2-t_1)= 52.9808 \text{вт}$$

За аналогічними міркуваннями знайдемо теплопередачу через торцеві поверхні, враховуючи що площа торцевих поверхонь $St=2 \cdot \pi \cdot D/4$:

$$W_t = q \cdot S \cdot t \cdot (t_2 - t_1) = 0.8738 \text{ Вт.}$$

Отже в сумі передана кількість теплоти становитиме

$$W = W_s + W_t = 53.8546 \text{ Вт.}$$

Протягом часу виконання операції пайки dt об'єкт отримає кількість теплоти $Q = W \cdot dt$, що спричинить його нагрівання до температури T , яку знайдемо із співвідношення

$$W \cdot dt = C \cdot m \cdot (T - t_1).$$

Таким чином температура до якої нагріється елемент під час пайки. Становитиме

$$T = (W \cdot dt) / (C \cdot m) + t_1,$$

де C – усереднена теплоємність матеріалу, з якого виготовлено даний елемент, m – його маса.

З врахуванням вище проведених обчислень:

$$T = t_1 + (53.8546 \cdot dt) / (C \cdot m)$$

Процес нагрівання елемента протягом часу контакту для матеріалів з різною питомою теплоємністю продемонстровано на рис. 1.

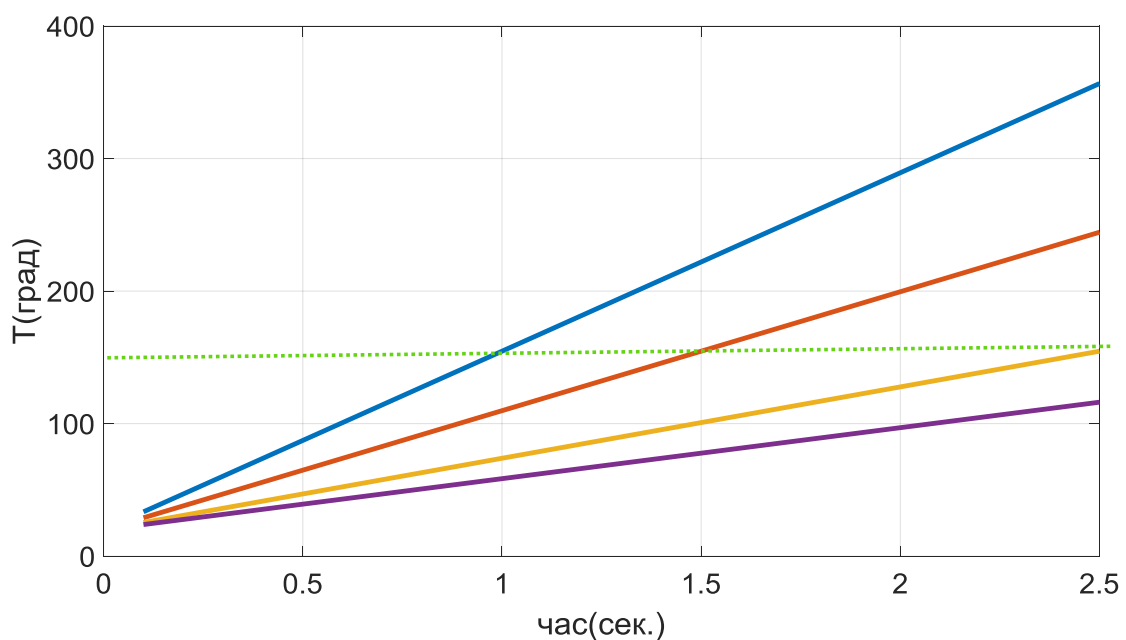


Рис.1 Зміна температури при нагріванні елемента в процесі пайки в залежності від часу контакту


```

clear all
t1=20;
C=500;
m=2e-3;
for C=[200,300,500,700]
dt=[.1:1:2.5]
T=t1 +(53.8546* dt)/(C*m)
plot (dt,T)
hold on
end
grid

```

Отже на якість виконання операції впливає її тривалість і температурний режим потоку повітря. Для керування цими показниками важливо забезпечити відповідний режим керування потужністю нагрівника, зокрема, налаштування ПД- регулятора в колі зворотнього зв'язку.

3.2 Налаштування ПД-регулятора для інерційної ланки із заданою передавальною функцією

Враховуючи інерційність системи нагрівника, коли, наприклад її передавальну функцію можна представити як

$$W_s = \frac{140}{0.5S + 1},$$

і те, що передавальна функція ПД-регулятора, складеного з трьох паралельних ланок: пропорційної, диференційної і інтегральної,

$$W_{pid} = \frac{K_d S^2 + K_p S + K_i}{S}$$

передавальну функцію W керованої системи представимо як керовану W_s через зворотній зв'язок W_{pid} . Підлаштування W до вимог робочого режиму здійснюємо налаштуванням W_{pid} .

Підчас послідовного підрегулювання кожної із ланок вибираємо оптимальний режим:

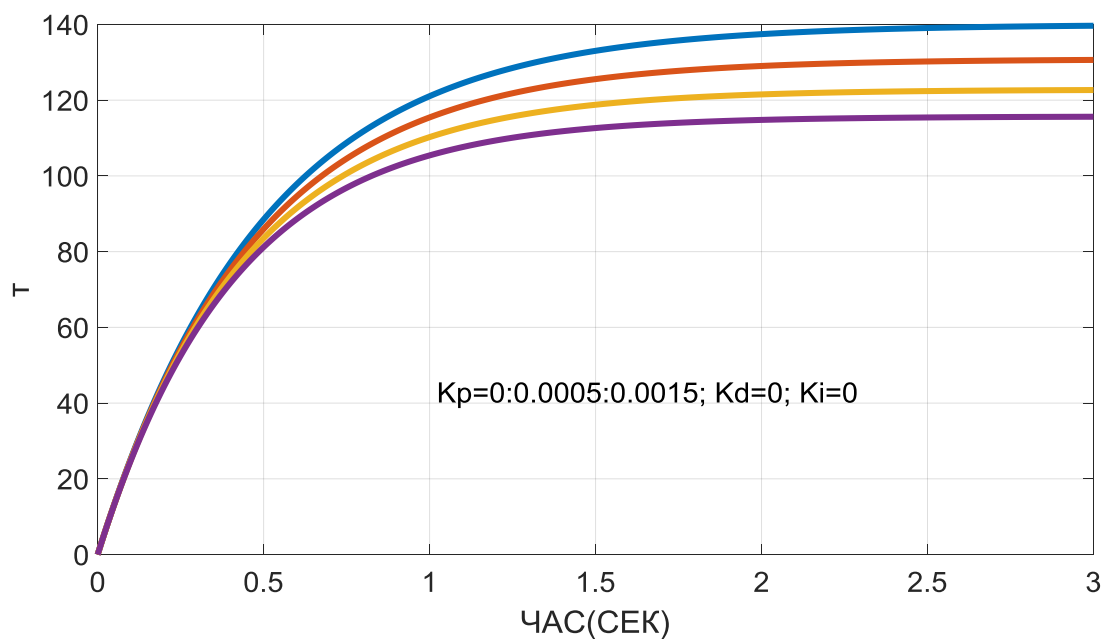


Рис.2 В режимі П-регулятора

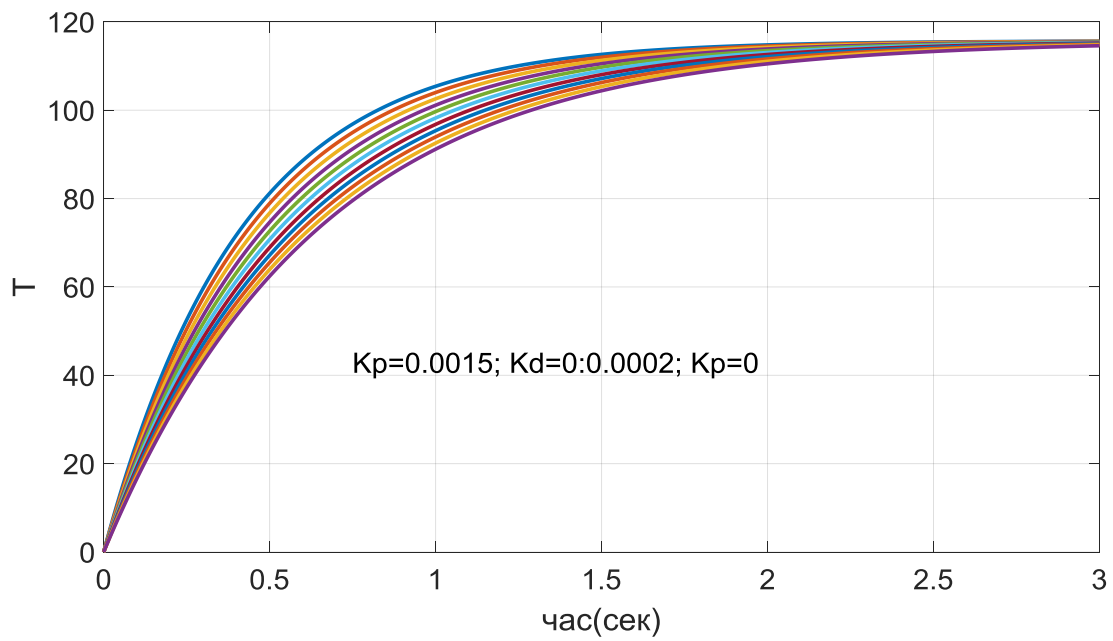


Рис.3 В режимі ПД-регулятора

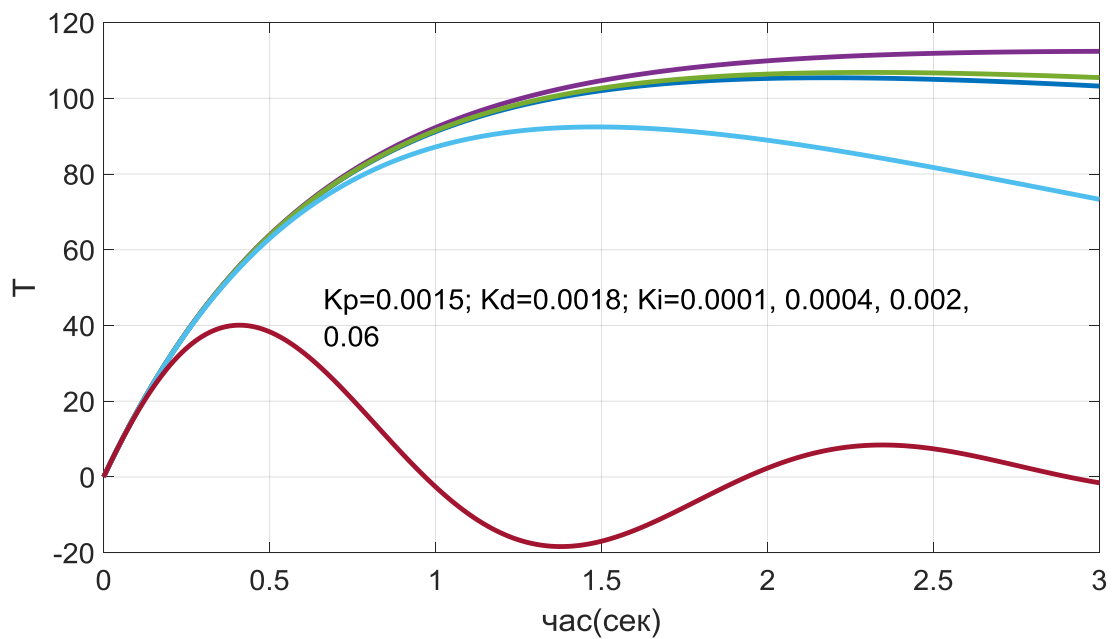


Рис.4 В режимі ПІД-регулятора

Програмне забезпечення

clear all

% часовий інтервал

t=[0:.01:3];

%передавальна функція робочої ланки

```

ns=[140];
ms=[.5 1];
Ws=tf(ns,ms);
% коефіцієнти ПІД-регулятора
for ki=[.0001,.0004,.002,.06]
for kd=.0018
for kp=.0015
    npid=[kd,kp,ki];
    mpid=[1,0];
    Wpid=tf(npid,mpid)
    W0=series(Wpid,Ws)
WW=feedback(Ws,Wpid,-1);
[y,t]=step(WW,t);
plot(t,y)
hold on
end
end
end
grid

```

Висновок

З поєднання інформації, викладеної у її графічній формі на рис. 1 – рис. 4, можемо дати оцінку умов безпечного режиму роботи інфрачервоної паяльної станції (допустиме нагрівання і тривалість операції) для матеріалів з конкретними властивостями (маса, питома теплоємність).

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

1 Засоби гасіння пожеж

Засоби гасіння пожеж — комплект обладнання, до якого входять поршневі, струменні та центрифугові водяні насоси, гідромонітори, пристрої для підймання пожежників на певну висоту (висувні драбини тощо), пристрої для використання промислового (наприклад, шахтного, заводського тощо) водопроводу, різного роду вогнегасники, повітряно-пінні стволи (піногенератори), що є на озброєнні пожежно-рятувальних та гірничорятувальних частин і використовуються для гасіння пожеж.

Пожежа припиняється тоді, коли припиняється дія будь-якого компоненту, що приймає участь у процесі горіння.

До основних способів припинення процесу горіння можна віднести наступні методи:

- припинення надходження окислювача (кисню) до осередку горіння;
- розбавлення повітря негорючими, інертними газами;
- зниження температури горючої речовини до рівня, нижчого за температуру спалахування;
- ізоляції вогнища пожежі від доступу повітря;
- зменшення концентрації горючих речовин шляхом розбавлення їх негорючими матеріалами;
- інтенсивного гальмування швидкості хімічної реакції (інгібування);
- механічного зриву полум'я сильним струменем води, порошку, газу.

На цих методах і способах базується припинення процесу горіння за допомогою вогнегасних речовин та технічних засобів пожежогасіння.

Добір тих чи інших способів і методів гасіння пожеж, а також добір вогнегасних речовин та їх носіїв визначають у кожному конкретному випадку залежно від масштабу загоряння, особливостей горючих речовин і матеріалів, а також стадії розвитку пожежі.

До засобів гасіння пожежі належать:

- вода й водяна пара;
- хімічна й повітряно-механічна піна;
- інертні і негорючі гази;

- галоїдні вуглекислотні сполуки;
- сухі порошки; - пісок, щільна тканина — повсть та азбест.

Універсальних вогнегасних засобів не існує. Тому для припинення процесу горіння однієї і тієї ж речовини у ряді випадків використовують різні вогнегасні засоби. При доборі засобів пожежогасіння треба виходити з можливості отримання найкращого вогнегасного ефекту при мінімальних затратах.

У зв'язку з тим, що на даний час є велика кількість засобів пожежогасіння, до яких належать стаціонарні автоматичні установки пожежогасіння дренчерного та спринклерного типу, пожежно-технічне обладнання (водяні стволи, генератори-піни низької, середньої та високої кратності), що знаходяться на озброєнні пожежно-рятувальних підрозділів, тому спробуємо розкрити один з засобів пожежогасіння, а саме засоби пожежогасіння первинні, як найбільш поширені засоби пожежогасіння на кожному підприємстві, установі, організації, до яких належать:

- вогнегасники;
- пожежні крани-комплекти, ручні насоси та насоси-підвищувачі;
- лопати, ломы, сокири, гаки, пили, багри;
- ящики з піском, бочки з водою;
- азбестові полотнища, повстяні мати та ін.

Вогнегасник - основний первинний засіб пожежогасіння.

Значна роль в системах протипожежного захисту об'єктів належить вогнегасникам, які є основним видом первинних засобів пожежогасіння. Як зарубіжний, так і вітчизняний досвід свідчить, що за допомогою вогнегасників персонал об'єктів у змозі ліквідувати 15 - 20% від загальної кількості пожеж на початковій стадії їх розвитку. На даний час в Україні виробляються сучасні вогнегасники різних типів, які за своїм технічним рівнем відповідають вимогам міжнародних стандартів.

Ефективність застосування вогнегасника, у першу чергу, пов'язана з правильним вибором його типу залежно від класу пожежі, яку необхідно погасити. На маркуванні кожного типу вогнегасника вказано символи класів

пожеж, для гасіння яких він призначений. Знання класів пожеж необхідне, щоб запобігти застосуванню вогнегасника для гасіння пожеж тих класів, для яких він не призначений.

2 Протипожежне водопостачання

Внутрішнє протипожежне водопостачання здійснюється пожежними кранами, які встановлюються біля основи пожежних стояків на висоті 1,35 м від підлоги всередині приміщень біля виходів, у коридорах, на сходових клітках. Кожний пожежний кран споряджається прогумованим рукавом та пожежним стволом. Довжина рукава - 10 або 20 м. Продуктивність кожного крана повинна бути не меншою, ніж 2,5 л/с.

Норма витрат води на внутрішнє пожежогасіння приймається:

- для виробничих приміщень - із розрахунку двох струменів продуктивністю не менше 2,5 л/с;
- для допоміжних споруд - із розрахунку одного струменя продуктивністю не менше 2,5 л/с;
- для складів або приватних будинків, розміщених з врахуванням протипожежних перепон і об'ємом більше 25000 м³ - із розрахунку двох струменів продуктивністю не менше 2,5 л/с кожна, а при об'ємі менше 25000 м³ - із розрахунку одного струменя продуктивністю не менше 2,5 л/с;
- для будинків, які влаштовані спринклерними і дренчер-ними системами - із розрахунку одного струменя продуктивністю не менше 2,5 л/с.

Зовнішнє протипожежне водопостачання (гідранти) розташовуються на території підприємств на віддалі не більше 100 м по периметру будівель вздовж доріг і не ближче 5 м від стін.

Водогін для зовнішнього пожежогасіння буває низького тиску і високого. Необхідний тиск води створюється стаціонарними пожежними насосами, котрі забезпечують подавання компактних струменів на висоту не менше 10 м або

рухомими пожежними автонасосами і мотопомпами, що забирають воду з гідрантів.

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння беруться в залежності від ступеня вогнестійкості будівель, їх об'єму, категорії пожежо- і вибухонебезпеки виробництва у межах від 10 до 40 л/с. Для подачі води на висоту до 50 м при системі водогону високого тиску використовують потужні рукави довжиною 125 м, діаметром 66 мм, із розбризкувачем діаметром 16 або 19 мм з витратою води на компактний струмінь 5 л/с.

З метою утримання у належному стані засобів протипожежного водопостачання слід організувати їх постійне технічне обслуговування особами зі складу інженерно-технічного персоналу. Пожежні крани через кожні шість місяців підлягають технічному огляду та перевірці. Наслідки перевірки працездатності необхідно оформляти актом. Пожежні крани внутрішнього протипожежного водопроводу обладнують однакового з ним діаметру рукавами і стволами, які вміщені у шафи, що пломбуються. У шафі міститься важіль, щоб полегшити відкривання крану. Пожежні рукави мають бути сухими, добре скатаними і приєднаними до кранів і стволів. Один раз на шість місяців потрібно здійснювати перевірку рукавів шляхом пуску води під тиском і перекачувати їх. На дверях шафи пожежного крана мають бути зазначені: літерний індекс ПК, порядковий номер пожежного крана і номер телефону найближчої пожежної частини.