

THERMOCOUPLE THERMOMETER FOR SMD ASSEMBLY

Michal Karmazín

Bachelor Degree Programme (1), FEEC BUT
E-mail: xkarma04@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Josef Šandera
E-mail: sandera@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This work is aimed at development of device for temperature control during the process of mounting SMD components. Device is also capable as a control unit in systems which are designed for testing the thermomechanical reliability of solder joints in SMT assembly.

1. ÚVOD

Zařízení je vyvíjeno pro použití v procesu oprav DPS a ručního osazování povrchově montovaných součástek. Na vyhodnocovací části zařízení obsluha nastaví mez teploty a započne pájecí proces. Pokud dojde k překročení nastavené teplotní meze je obsluha informována akustickým signálem a je nutno proces pájení přerušit, jinak by mohlo dojít k poškození součástky. Další možností je využití v procesu teplotního cyklování při testování pájených spojů, kdy zařízení je schopno měřit teplotu a spínat 2 výstupy na základě nastavených teplotních mezí (například chladicí a topný element) případně pro sledování teplotního profilu a všude tam, kde potřebujeme měřit teplotu termočlánkem.

2. KONSTRUKCE

Zařízení používá k měření teploty termočlánek typu K. Signál z termočlánku je zesílen, převeden na číslo a je provedena kompenzace studeného konce. Takto získaný údaj o teplotě je pak odeslán do řídicího prvku kde probíhá další vyhodnocení. Mikrokontrolérem přijatý údaj o naměřené teplotě je zobrazen na interním displeji, porovnán s nastavenými mezemi a případně je vydán akustický signál či sepnuta zátěž. Maximální rozsah měřených teplot je 0 °C až 999 °C, avšak v závislosti na použitém termočlánku se může rozsah zmenšit.

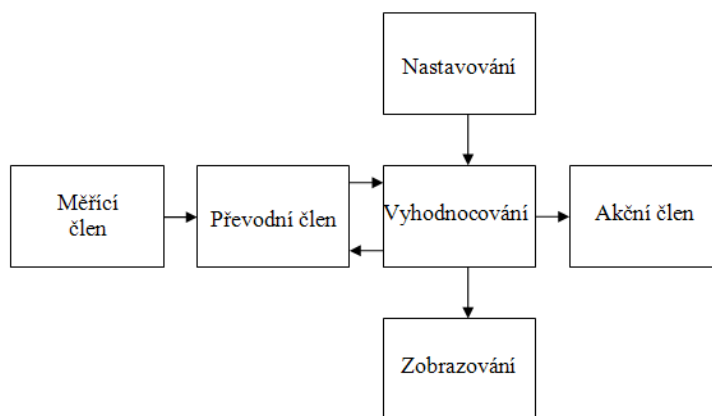
2.1. UŽITÍ JAKO TERMOČLÁNKOVÝ TEPLOMĚR

Vyvíjené zařízení funguje jako indikátor skutečné teploty součástky v průběhu procesu pájení. Každá ze součástek má od výrobce specifikovanou maximální přípustnou teplotu kterou je schopna vydržet bez poškození, bývá udávána ve °C po určitý časový interval. Měřicí člen zařízení (tenký termočlánek typu K) se přiloží na vhodné místo pájené součástky a nastaví se mezní teplota. Obsluha je při překročení dané teploty akusticky informována což ji upozorní, aby byl proces montáže přerušen aby nedošlo k poškození dané součástky.

2.2. UŽITÍ JAKO TERMOSTAT PRO TEPLOTNÍ CYKLOVÁNÍ

Druhým módem zařízení je funkce termostatu. K výstupům (od obvodu jsou odděleny optočleny) se připojí například chladicí a topný element a uživatel nastaví horní a dolní teplotní mez. Po spuštění pak zařízení cykluje mezi těmito dvěma mezemi, tzn. při dosažení horní meze sepnou chladicí element čímž se začne teplota v testovací komůrce snižovat. Naopak při dosažení dolní meze je sepnut element topení.

2.3. BLOKOVÉ SCHÉMA ZAŘÍZENÍ



Obrázek 1: Blokované schéma zařízení

2.4. REALIZACE JEDNOTLIVÝCH FUNKČNÍCH CELKŮ

Měřicí člen je realizován termočlánekem typu K (Chromel-alumel). K zařízení lze připojit prakticky libovolný termočlánek typu K zakončený termočlánekovým mini-konektorem (SMP) známým z běžných multimetrů. Pro měření teploty při osazování součástek je však vhodné zvolit co možná nejtenčí drátový termočlánek.

Převodní člen je realizován obvodem MAX6675. Pro zjištění aktuální hodnoty měřené teploty změní obvod napětí na integrované diodě, jež je přepočteno na teplotu a bere se jako teplota studeného konce termočláneku. Dále změní napětí termočláneku a provede výpočet teploty a kompenzaci pomocí konverzní funkce zabudované v integrovaném analogově-digitálním převodníku. Výsledné číslo je uloženo do paměti a na vyžádání odesláno do bloku vyhodnocování.

Vyhodnocování je prováděno mikrokontrolérem PIC16F872 od firmy Microchip. Mikrokontrolér v zásadě řídí celou funkci zařízení. Data z převodního členu jsou přenášena pomocí rozhraní SPI (Serial Peripheral Interface), meze teploty jsou zadávány pomocí dvojice tlačítek a jsou ukládány do vnitřní EEPROM paměti, takže i po odpojení od zdroje napájení zůstanou data zachována a není je tedy nutné pokaždé znovu nastavovat. Změna

firmwaru zařízení je možná přímo v aplikaci pomocí rozhraní ICSP. Zobrazování teploty probíhá na multiplexně řízeném třímístném sedmsegmentovém displeji s velikostí znaků 14mm.

Akcční člen je tvořen dvěma optočleny, jež mohou nezávisle na sobě spínat 2 zátěže. Jednotlivé optočleny jsou spínány mikrokontrolérem na základě porovnání nastavených spínacích teplot s naměřenou teplotou. Optočleny zaručují galvanické oddělení spínaných obvodů od zařízení, je však třeba dbát aby proud výstupem optočlenu nepřesáhl 50mA.

2.5. PŘESNOST ZAŘÍZENÍ

Přesnost zařízení ovlivňují dva hlavní faktory: Přesnost použitého termočlásku a přesnost převodního členu. Výběrový termočlásek má přesnost $\pm 1,1$ °C. Analogově–digitální převodník může na rozsahu měřených teplot 0 °C–700 °C způsobit chybu maximálně $\pm 1,53$ °C, avšak je třeba připočítat ještě chybu při měření teploty studeného konce jež činí ± 3 °C. Dále je třeba připočítat chybu zaokrouhlování ($\pm 0,5$ °C). Výsledná chyba měření teploty by neměla přesáhnout $\pm 6,13$ °C.

2.6. MECHANICKÁ KONSTRUKCE

Hotové zařízení bude vsazeno do kovové krabičky, která zaručuje dobrou mechanickou odolnost a odolnost proti poškození zahřátým hrotem pájedla. Z boku krabičky budou vysoustruženy otvory pro zasunutí konektoru termočláskové sondy a také konektoru napájecího zdroje. Napájecí konektor bude vyveden dvakrát, což umožní kaskádové zapojení více zařízení na jeden napájecí zdroj. Na vrchní straně se pak bude nacházet LED displej informující o aktuální teplotě a také ovládací prvky.

3. ZÁVĚR

Zařízení je nyní ve fázi funkčního prototypu schopného měření teploty, porovnání s nastavenou mezí a zobrazování. V současné době probíhá převádění do technologie povrchové montáže, což umožní miniaturizaci a také probíhá řešení některých otázek týkajících se uživatelského komfortu.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce panu Ing. Josefu Šanderovi Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mého projektu.

LITERATURA

- [1] KADLEC, K. Měřicí technika pro chemické inženýry [online]. HW server, c1997-2005, 17. Listopad 2004 [cit. 2007-12-09]. Text v češtině. Dostupný z WWW: http://web.vscht.cz/kadleck/aktual/mt_chi/prednasky/MT-CHI_06_Teplota.pdf.
- [2] Omegaeng. Termočláskové vedení [online]. Omegaeng, [cit. 2007-11-09]. Text v češtině. Dostupný z WWW: <http://www.omegaeng.cz/prodinfo/thermocouples.html>.
- [3] HRBÁČEK, J. *Moderní učebnice programování PIC 1.díl.* vyd. BEN-technická literatura, 2004. 96 s. ISBN80-7300-136-5