



**Vyšší odborná škola
a Střední průmyslová škola elektrotechnická
Plzeň, Koterovská 85**

DLOUHODOBÁ MATURITNÍ PRÁCE S OBHAJOBOU

Téma: Přídavný chladicí systém motocyklu

**Autor práce: Lukáš Pittr
Třída: 4. L
Vedoucí práce: Jiří Švihla
Dne: 27. 3. 2024**

Hodnocení:



Zadání dlouhodobé maturitní práce

Žák: Lukáš Pittr
Třída: 4. L
Studijní obor: 78-42-M/01 Technické lyceum

Zaměření: Kybernetika

Školní rok: 2023 - 2024

Téma práce: ***Přídavný chladicí systém motocyklu***

Pokyny k obsahu a rozsahu práce:

1. Seznámení s problematikou
2. Výběr správných komponentů
3. Návrh a sestavení prototypu
4. Sestavení programu
5. Zkompletování
6. Zkouška v praxi
7. Finální úpravy, dokumentace

Plán konzultací:

Říjen 2023 – Nákup součástek
Listopad 2023 – Základní sestavení
Prosinec 2023 – Sestavení programu
Leden 2024 – Zkompletování
Únor 2024 – zkoušky v praxi
Březen 2024 – Závěrečné úpravy

Požadavek na počet vyhotovení maturitní práce: 2 výtisky

Termín odevzdání: 27. března 2024

Čas obhajoby: 15 minut

Vedoucí práce: Jiří ŠVIHLA

Projednáno v **katedře ODP** a schváleno ředitelem školy.

V Plzni dne: 30. září 2023

Mgr. Vlastimil Volák
ředitel školy

Anotace

Cílem mé maturitní práce bylo vytvoření chytrého a schopného přídavného chladícího systému motocyklu, který by dopomáhal k jeho bezproblémové funkci za ztížených podmínek. Hlavním úkolem bylo sestavení spolehlivého systému a jeho následné testování. Nejdůležitějším parametrem je tedy spolehlivost, účinnost při následném použití v praxi.

„Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a použil(a) literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů informací.“

V Plzni dne: Podpis:

Obsah

Anotace	5
1. Úvod	8
2. Použité komponenty	9

1. Úvod

Jako jezdec a fanoušek enduro sportu, jízdy motocyklů mimo prostor vozovek, vnímám projekt jako nahlédnutí do problematiky přídatných chladících systémů. Snaha byla vytvořit systém dokonalejší oproti produktům nabízených na trhu.

Inspirace při vybrání projektu a samotné realizaci proběhla od konkurenčních produktů. Ideálem by byl produkt, který využívá malý mikročipový počítač k ovládání ventilátoru. Dalším záminkou práce byla i cenová dostupnost. Komerční nebo originální systémy dodávané k motocyklům bývají cenově nedostupné, neposkytují možnost vlastního nastavení a případného experimentování s ním.

Díky již zmiňovanému počítači je systém schopný velmi dobře eliminovat přehřátí motocyklu ventilátorem, který je jím ovládán. Systém se automaticky aktivuje, jakmile se rozsvítí přední světlo neboli se motocykl nastartuje. Tuto operaci zajišťuje dvojice napájecích diod. Pomocí teplotního čidla systém ví, jaký je stav a kdy má spínat ventilátor.

Pro jednoduchost je použito kontaktní teplotní čidlo vhodně umístěné na chladič tak aby mělo co nejlepší tepelný kontakt v místě přívodu teplé vody od motoru.

2. Použité komponenty

2.1 Deskový počítač Raspberry Pi RP2040-Zero

Tento počítač tvoří centrální řídicí prvek ostatních komponentů hardwaru. Řídí systém chlazení, spínání ventilátoru, přijímání a práci dat z teplotního čidla.

Raspberry Pi RP2040-Zero je malý, rychlý a všestranný jednočipový počítač. Je postavený na čipu RP2040. V projektu jsem použil verzi Zero, což je zmenšená verze Raspberry Pi Pico. Rozhodl jsem se tak z důvodu výhodnějších rozměrů, kterých bylo mým cílem v této práci minimalizovat.



Obrázek 1-Raspberry Pi RP2040-Zero

2.2 Teplotní senzor DS18B20

Teplotní senzor DS18B20 jsem použil z důvodu vyhovujícímu rozsahu měřitelné teploty. Velkou předností je také vodotěsnost čidla, díky které se předejde jeho selhání v náročných podmínkách.

Další výhodou je kompatibilita s použitým deskovým počítačem Raspberry Pi RP2040-Zero. Pro komunikaci s ním, má čidlo sběrnici OneWire, která využívá jeden komunikační pin desky. Senzor je schopný měřit v rozsahu -55 až +125 stupňů Celsia.



Obrázek 2-Teplotní senzor DS18B20[viz. zdroje]

2.3 Ventilátor

Samotný chladicí proces zajišťuje ventilátor 12 V s výkonem 23 W. Tento ventilátor jsem použil z důvodu vyhovujících rozměrů a vodotěsnosti.

Je umístěn přímo na zadní straně chladiče motocyklu. Zvyšuje průchod vzduchu chladičem, zejména při stání nebo pomalé jízdě a tím přispívá ke snížení teploty vody v chladiči.



Obrázek 3-Ventilátor [viz. zdroje]

2.4 Spínací tranzistor BC548

Jedná se o bipolární NPN tranzistor, jeho maximální napětí je 30 V a proud 0,1A.

BC548 na pokyn Raspberry Pi RP2040-Zero sepne P-FET tranzistor, který následně uvádí do chodu ventilátor.



Obrázek 4-BC548 [viz. zdroje]

2.5 IRF 4905 (P-FET tranzistor)

IRF 4905 je moderní unipolární spínací tranzistor špičkových parametrů se spínacím proudem až 74 A. Je spolehlivý, stabilní v rozsahu od -55 do 175 stupňů Celsia.

V projektu tento tranzistor propojí obvod mezi ventilátorem a baterií motocyklu. Společně s tím umožní i napájení celého systému z baterie motocyklu. Díky tomu je následně možné chladit motocykl i po vypnutí motoru (zhasnutí světla).



Obrázek 5-IRF 4905 (P-FET tranzistor) [viz. zdroje]

2.6 Usměrňovací dioda 1N4007

Usměrňovací dioda 1N4007 má maximální závěrné napětí 1000 V a proudem v propustném směru 1 A. Využívá se propustnosti diod v jednom směru.

Diody jsou dvě a umožňují oddělit napájení Raspberry Pi RP2040-Zero ze dvou zdrojů. D2 umožňuje spustit napájení Raspberry Pi RP2040-Zero po nastartování motocyklu. D1 udržuje napájení Raspberry Pi RP2040-Zero a tím i ventilátoru z baterie v případě potřeby chlazení i po vypnutí motoru motocyklu – tzv. doběh chlazení.



Obrázek 6- Usměrňovací dioda 1N4007 [viz. zdroje]

2.7 Rezistor

Je součástí, jejíž vlastností je elektrický odpor. Slouží k omezení proudu v daném obvodu. Jeho hodnota se počítá z Ohmova zákona. Při výpočtu konkrétního rezistoru je třeba také zohlednit jeho výkonovou ztrátu. V zařízení postačují všechny rezistory na velmi malý ztrátový výkon, proto jsou použity všechny v miniaturním provedení.

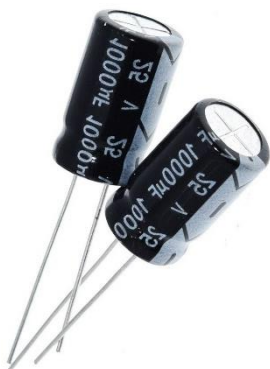


Obrázek 7- Rezistor [viz. zdroje]

2.8 Kondenzátor

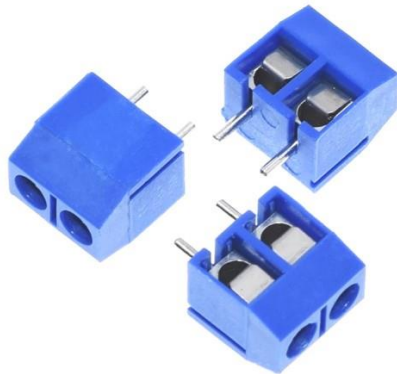
V tomto zapojení slouží k vyhlazení napěťových špiček a filtraci napájecího napětí. Použity jsou standardní elektrolytické kondenzátory (C2, C4). Keramické kondenzátory (C1, C3) jsou důležité pro filtraci vysokofrekvenčních složek napětí a jako tzv. blokační kondenzátory pro napájecí obvod 78.

Kondenzátor slouží k vyhlazení napěťových špiček. Použity jsou kondenzátory o hodnotách 100nF, 100uF a 47uF. Na obrázku je pro představu kondenzátor o hodnotě 100uF.



2.9 Šroubovací pouzdro na PCB

Šroubovací pouzdro na PCB slouží k uchycení drátových výstupů a vstupů na plošném spoji. Právě šroubovací pouzdro jsem použil kvůli lehkému a snadnému uchycení vstupů a výstupů. Použité pouzdro umožňuje snadnou manipulaci.



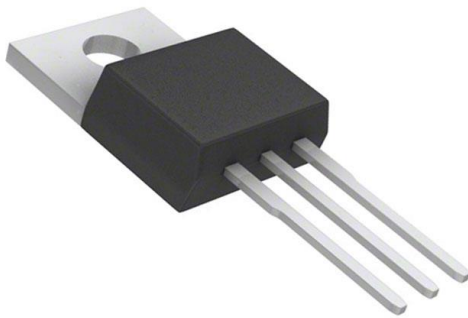
Obrázek 8- Šroubovací pouzdro na PCB [viz. zdroje]

2.10 Lineární stabilizátor 7805

Z 12 V motocyklu zajišťuje napájení 5V Raspberry Pi RP2040-Zero (snížení z 12V na 5V). Jeho výhodou je jednoduchost zapojení, nevýhodou je tepelná ztráta – ohřívání v lineárním režimu.

Rozdíl napětí mez 12V a 5v vyhřeje prostřednictvím svého pouzdra.

Tepelná ztráta (P) závisí na odebíraném proudu ($P = U \times I$ (W)).



Obrázek 9- Lineární stabilizátor 7805 [viz. zdroje]

3. Návrh

Po zadání práce jsem se pustil do návrhu a řešení problematiky. Po konzultacích se podařilo dojít k návrhu potřebných komponentů a jejich následného spojení. Největší problémem bylo zvolení vhodného spínání ventilátoru, napájení a zapnutí celého systému. Při špatné funkci může hrozit vybití baterie nebo poškození motocyklu.

Rozhodl jsem se použít verzi návrhu s P-FET tranzistorem, díky kterému je možné spínat ventilátor téměř beze ztráty. Hlavní důvod je jeho spolehlivost, úspora velikosti a v podstatě nulová spotřeba oproti verzi s klasickým relé.

4. Princip a software

4.1 Princip

Zapnutí systému je závislé na nastartování a běhu motoru. Běh motoru indikuje systém podle chodu předního světla. Světlo svítí pouze tehdy, je-li motor v chodu. Zařízení se chová různě v určitých situacích, které mohou nastat.

Systém lze rozdělit na dvě části. První z nich je založená primárně na softwaru, zapne se při každém nastartování. Při zapnutí motoru je Raspberry Pi RP2040-Zero napájeno ze světel a začne přijímat naměřené hodnoty z teplotního čidla DS18B20.

První situace může nastat v momentě, kdy teplota nepřekročí předepsanou hodnotu a motor vypneme. První část systému je napájena ze světel. Vypne se motor, světlo nesvítí a tím se systém automaticky vypne.

Druhá situace nastává v okamžiku, kdy teplota překročí předepsanou hodnotu. Přichází na řadu druhá část systému. Raspberry rozsvítí LED diodu, sepne tranzistor BC548, který následně uvede do sepnutého stavu P-FET tranzistor. Ten spojí ventilátor s kladným pólem baterie a tím ho uvede do provozu. Zároveň se přes P-FET tranzistor a D1 změní napájení, které již nadále není závislé na světle motocyklu, ale na baterii. Ventilátor postupně snižuje teplotu vody až do té doby, než dá Raspberry Pi RP2040-Zero povel k jeho vypnutí. Vypnutím P-FET tranzistoru přijde o napájení i Raspberry Pi RP2040-Zero čímž nastane automatické vypnutí celého zařízení. P-FET tranzistor je udržován v rozepnutém stavu rezistorem R3, který přivádí kladný potenciál na jeho řídicí elektrodu G (pin 1). V tomto klidovém stavu neodebírá zařízení z baterie téměř žádný proud.

4.2 Software

Program pro chladicí systém je psaný v jazyce MicroPython. Po předchozích zkušenostech jsem pro samotné programování zvolil aplikaci Visual Studio Code. Hlavní část programu tvoří podmínka vztahující se na hodnotu teploty.

Podmínka `if()` volí mezi dvěma možnostmi. Je-li teplota na čidlu DS18B20 větší než předepsaná hodnota, program spustí funkci `led_on()`.

Funkce `led_on()` pošle logickou hodnotu jedna na pin GP14, rozsvítí se připojená LED dioda.

Nepřekročí-li teplota předepsanou hodnotu, je spuštěná funkce `led_off()`, která posílá logickou hodnotu nula na pin GP14. LED dioda nesvítí, nedochází k sepnutí systému a chlazení.

4. Výroba

4.1. Plošný spoj

Vzhledem ke množství součástek a jejich zapojení, jsem jako část práce zahrnul i výrobu plošného spoje. Ten slouží pro lepší přehlednost a případné snížení možné poruchovosti kabeláže, která může znamenat zničení systému. Jeho hlavní výhodou je úspora prostoru, snadná manipulace a přehlednost.

4.1.1. Návrh

První částí výroby plošného spoje bylo sestavení schématu a jeho návrh. Vzhledem ke předchozí zkušenosti jsem se rozhodl návrh provést v aplikaci KiCad. Největší potíže tvořilo umístění součástek a jejich vodivých cest.

4.1.2. Výroba

Výroba byla provedena v dílnách školy, která je na ní vybavena. Celá výroba byla provedena za asistence předepsaného postupu a pověřené osoby.

Prvním krokem bylo vytisknutí návrhu na umělohmotnou fólii. Ta se následně nalepila na mědí pokrytou stranu desky určené pro výrobu plošných spojů. Přebytečná plocha desky se zastříhla, upravila na kompatibilnější rozměr.

Dalším krokem bylo vložení desky s již nalepenou a potištěnou fólií do UV ozařovací jednotky, ve které se návrh z fólie přenesl na desku.

Po vyndání desky z UV ozařovací jednotky přišlo na řadu pečlivé omytí ve vývojce, roztoku hydroxidu sodného a vody. Po tomto procesu jsme mohli pozorovat přenesení návrhu na desku.

Dále se plošný spoj umístil do leptací lázně, díky které se z desky odstranilo přebytečné množství kovu, které nebylo součástí návrhu. Následovalo omytí a ruční čištění za pomoci technického lihu.

Plošný spoj bylo potřeba před dalším postupem navrtat, tím se získaly díry pro usazení součástek. Pro tento projekt byly použity vrtáky o průměru 0,8 a 0,6 mm.

Následně se plošný spoj přetřel z důvodů ochrany kalafunou, která byla rozmíchána pomocí již zmiňovaného technického lihu.

Poslední fází výroby bylo osazení součástkami.

Výroba plošného spoje byla náročná. Vyleptání spoje se povedlo až na třetí pokus. Největším problémem bylo namíchání správně silné vývojky.

4.2. Krabička

Při návrhu krabičky bylo potřeba dbát zejména na uchycení plošného spoje uvnitř ní. Protože má deska plošného spoje vlastní, k uchycení určenou díru, bylo potřeba vytvořit podpěru, která poslouží jako místo k uchycení šroubku. Dále jsou v krabičce dvě další zarážky, které znemožňují desce možnost pohybu. K uchycení víka jsem opět použil šroubky, které se umístily do již připravených děr.

Na krabičce z boční strany naleznete otvory, které slouží pro vývod kabeláže, která vychází z plošného spoje.

Krabička společně s víčkem byla vytisknuta za pomoci školní tiskárny.