

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

|                                   |                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Název práce:</b>               | <b>Vývoj nové robotické jednotky pro měření v síti kontrolních bodů v interiéru</b> |
| <b>Jméno autora:</b>              | <b>Bc. Viktorová Alena</b>                                                          |
| <b>Typ práce:</b>                 | diplomová                                                                           |
| <b>Fakulta/ústav:</b>             | Fakulta elektrotechnická                                                            |
| <b>Katedra/ústav:</b>             | Katedra měření                                                                      |
| <b>Oponent práce:</b>             | Ing. Vladimír Petřík, PhD                                                           |
| <b>Pracoviště oponenta práce:</b> | CIIRC - Inteligentní a strojové vnímání                                             |

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

|                                                                                                                                                                                            |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Zadání</b>                                                                                                                                                                              | <b>průměrně náročné</b> |
| <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>                                                                                                                                        |                         |
| Cíl práce bylo vytvořit mobilního robota s diferenciálním podvozkem. Obtížnost práce spočívá v kombinaci mechanického zpracování, elektrického zapojení a vytvoření softwarového vybavení. |                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Splnění zadání</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>splněno</b> |
| <i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i> |                |
| Nová robotická jednotka byla vytvořena a zadání tedy bylo splněno.                                                                                                                                                                                                                                 |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Zvolený postup řešení</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>částečně vhodný</b> |
| <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                        |
| Autorka vycházela ze dvou předchozích verzí robotické jednotky. V práci ale chyběla analýza jiných mobilních robotů (např. Turtlebot nebo Jackal UGV), díky které by se třeba povedl návrh rozhraní, který by odpovídal konvenci v mobilní robotice. Autorka uvádí, že cílem práce je vytvořit robota přizpůsobeného pro pozdější implementaci automatického SW, s navrženým rozhraním to ale bude obtížné. |                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Odborná úroveň</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>E - dostatečně</b> |
| <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                       |
| Elektronika: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Chybí schéma zapojení.</li> <li>● Při výběru pojistek bylo napsáno, že bude preferovaná pojistka s vyšším jmenovitým proudem, nebylo však zdůvodněno proč. Pro ochranu řídicí jednotky byly zapojeny sériově dvě pojistky stejné hodnoty - zdůvodněno zvýšenou spolehlivostí, nicméně u ostatních (i dražších) periférií byla pojistka jedna.</li> <li>● V kap. 3.2.1 je uvedeno, že výhodou odpojovače baterie oproti kolébkovému vypínači je ochrana baterie před vybitím. Oba způsoby odpojení baterie ale mají stejný vliv na vybití.</li> <li>● Pro vypnutí periférií by bylo lepší přidat vypínač než používat pojistku.</li> </ul>                                                                                                                       |                       |
| Konstrukce: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Chybí rozměrový výkres navržených komponent. Mnoho textových popisů nelze pochopit ani zreplikovat bez výkresu, např. uchycení pantů, uhnuté plíšky, pérování nárazníku.</li> <li>● Pro spojování profilů v rohu byly vytištěny spojky. Nebylo zdůvodněno, proč nepoužít originální spojky výrobce, které jsou konstrukčně pevnější.</li> <li>● Stisknutí stop-tlačítka způsobí chybový stav řídicí jednotky a nemožnost pokračovat v pohybu ani po uvolnění tlačítka bez restartu řídicí jednotky. Z tohoto pohledu by bylo lepší pomocí stop-tlačítka odpojovat i řídicí jednotku a restart po uvolnění vyřešit softwarově.</li> <li>● Z Obr. 3.17 se zdá, že Arduino není pevně připevněno ke konstrukci, což může při pohybu způsobovat problémy.</li> </ul> |                       |

**Software:**

- Popis řízení motorů v řídicí jednotce spočívá v hrubém popisu zpětnovazebního řízení. O jaký typ zpětnovazebního řízení se jedná (P, PID, ...) a jaké parametry lze/je potřeba nastavit, se ale práce nezmiňuje.
- Navržený kód Arduina nebude reagovat na nárazníky, pokud bude zahlcena sériová komunikace. Vzhledem k tomu, že se jedná o bezpečnostní prvek, by tato situace měla být ošetřena.
- Navržené rozhraní dovoluje ovládat robota pouze ve 4 diskrétních stavech. Standardní způsob ovládání pomocí dopředné a úhlové rychlosti implementován nebyl. Rozhraní také do PC neposílá žádné informace o stavu robota (např. stav baterie, odometrie nebo stav nárazníku).
- Grafické rozhraní zobrazuje, která klávesa byla stlačena. Nezobrazuje ale, jaký pohyb robot vykonává - i pokud se robot nebude pohybovat, rozhraní ukáže, že se pohybuje.

**Další komentáře:**

- V popisu práce chybí experimenty a ověření funkčnosti.
- Pro vzdálené připojení k PC umístěném na robotovi byl využit vlastní router. V práci bylo popsáno jak zjistit IP adresu, ale vzhledem k přístupu k routeru by bylo vhodnější nastavit statickou IP adresu.
- V práci je doporučeno používat konkrétní port USB kvůli přiřazování stejného COM portu. Použití stejného portu ale nezajistí stejný COM port ve Windows.
- V návodu je doporučeno spouštět kód přes IDE, které ale slouží k vývoji a pro spuštění již není zapotřebí.
- V práci je uvedeno, že výpočetní čas na PC je důležitý, a proto je kladen důraz na velkou RAM. Zde by měl být kladen důraz spíše na rychlost procesoru/grafické karty než na kapacitu RAM.
- V kap. 2.2.3 je zmíněno, že MD49 nabízí pokročilé možnosti řízení a umožní optimalizovat chování robota. Tím pak bude robot schopen dosáhnout vyšší přesnosti, spolehlivosti a efektivity. V práci ale pokročilé možnosti řízení nebyly vysvětleny a přesnost/spolehlivost nebyla demonstrována.
- Důvodem pro výběr dané verze Arduina byl podle autorky počet IO pinů a velikost paměti pro aplikace. Tyto vlastnosti ale nebyly potřeba - byly využity 2 digitální IO porty a jednoduchá aplikace.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**E - dostatečně**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

- V abstraktu práce je zmíněno, že bylo vytvořeno grafické rozhraní, které nahrazuje návod k řízení jednotky. Návod a technickou dokumentaci nelze nahradit grafickým rozhraním.
- Autorka v textu popisuje, že se jí nepovedlo ocínovat konce kabelů napoprvé, což do práce tohoto typu nepatří.
- USB kabel je nazýván napájecím, i když zajišťuje i komunikaci.
- V práci se několikrát zmiňuje, že je danou část nezbytné mít správně, protože jinak robot nebude fungovat. To se dá ale říct o všem, co je v práci popsáno. Například:
  - Kap 3.3: *Předpokladem pro funkční RJ je správné zapojení elektronických součástek.*
  - Kap. 4.1.2: *Zde již bylo nutné správné zapojení.*
- U Obr. 4.3 je naznačeno PWM, které ale není využito.
- V hlavní části práce by se neměly objevovat kusy kódu. Pokud je to potřeba, je možné použít pseudokód.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**C - dobře**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Chyběla analýza existujících mobilních robotů. Většina referencí jsou odkazy na HW komponenty nebo SW knihovny.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

### **III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Hlavním cílem práce bylo vytvoření robotické jednotky, která bude sloužit pro pozdější měření. Konstrukční a elektronická část práce je ale nedostatečně popsána. Chybí zejména rozměrové výkresy a schémata zapojení, takže bude těžké na této práci stavět. Softwarová část má nízkou kvalitu, rozhraní je nedostatečné (chybějící zpětná vazba, standardní ovládání) a bezpečnostní nárazníky nemusí fungovat. Pro pozdější práci bude tuto část nutno kompletně přepracovat. Grafické rozhraní (které mělo dle autorky nahradit dokumentaci k ovládání) obsahuje jen informaci o stisknuté klávese, ale ne o stavu robota. V práci nejsou zdokumentované žádné experimenty.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **E - dostatečně**.

Dotazy:

- Shrňte prosím hlavní vylepšení robota, kterého jste navrhla, oproti jeho předchozí verzi, a problémy, které Vás k této změně vedly. Byly provedeny experimenty, které by ověřily, zda nový návrh tyto problémy odstraní?
- Jak byla vybraná varianta pojistky pro ochranu převodníku?
- Umístění senzoru na střed bylo navrženo pro zjednodušení implementace najíždění robota do konkrétního místa. Popište, v čem bude spočívat zjednodušení implementace.

Datum: 22.01.2024

Podpis: