

POSUDEK VEDOUCÍHO BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno studenta: Martin Hladík

Název práce: Návrh modulu s rozhraním CAN pro řízení otáček stejnosměrných motorů

Slovní hodnocení

Charakteristika a splnění cílů zadání bakalářské práce, zvládnutí problematiky, aktuálnost tématu:

Student měl za úkol vytvořit prototyp regulátoru otáček stejnosměrných motorů pro secí zařízení zemědělského stroje, tedy zařízení, které se bude používat v praxi.

Úloha to byla velmi komplexní. Student se zabýval množstvím činností, které úspěšně zvládl. Svou komplexností je tato bakalářská práce spíše na úrovni práce diplomové.

Student navrhnul HW regulátoru (elektrické zapojení, motiv DPS), do kterého následně vytvořil program pro řídicí mikrokontrolér. Zařízení intenzivně otestoval v laboratorních podmínkách a částečně i v praxi na secím stroji s reálným osivem. Věnoval se i návrhu krabičky a zalití vytvořené DPS do ní.

Hardware je navržen kvalitně. Student v teoretické části popsal funkci a vlastnosti stejnosměrného motoru a vlastnosti stejnosměrných měničů napětí. Následně navrhnul požadavky na zařízení, zvolil způsob řízení motoru, vybral vhodné hardwarové komponenty, sestavil schéma el. zapojení a vhodně navrhnul motiv desky plošného spoje, kterou nechal vyrobit a ručně jí osadil součástkami. Určil vhodnou kapacitu kondenzátoru pro chopper, frekvenci PWM, nastavení driveru výkonových tranzistorů a provedl teoretický výpočet oteplení výkonové části. Teoretický výpočet oteplení provedl na základě aplikačních poznámek výrobců polovodičových součástek, s čímž souhlasím. V laboratoři ověřil funkci vyvinutého hardwaru. Během vývoje vytvořil 7 variant hardwaru, u kterých s asistencí vedoucího práce změřil oteplovací charakteristiky za účelem zjištění přínosů úprav. Dle výsledků vybral nejvhodnější variantu. Příprava a vlastní měření oteplovacích charakteristik bylo časově náročné. Škoda, že v práci chybí přímé porovnání naměřených hodnot oteplení s hodnotami teoreticky vypočtenými. Problematice oteplení je v textu BP věnována značná část, cca 30 stran. Díky tomu může sloužit jako ucelený zdroj informací pro další generace studentů. V textu práce však postrádám lepší popis ovládání driveru výkonových tranzistorů z mikrokontroléru (chybí jasný popis významu signálů IN1, IN2, nSLEEP, kterými je driver výkonových tranzistorů ovládán).

Následoval návrh struktury regulace otáček. Student s pomocí vedoucího identifikoval parametry regulované soustavy pro následný návrh konstant PI regulátoru otáček motoru. Navržená poměrně jednoduchá struktura regulace otáček motoru (regulátor otáček, jehož výstupem je střída PWM + hardwarový omezovač proudu motoru integrovaný v driveru výkonových tranzistorů s informací o omezení proudu zavedenou zpět do mikrokontroléru) se ukázala jako dostačující. Praktická měření ukázala, že nový regulátor vykazuje viditelně lepší vlastnosti než stávající, který je použit na secím stroji.

Student v jazyku C vytvořil SW pro řídicí mikrokontrolér ARM od firmy Cypress Semiconductor. Bakalářskou práci student pojal jako prvotní seznámení s tímto typem mikokontroléru a vývojovými prostředky firmy Cypress (s IDE PSoC Creator). Při vývoji aplikace student intenzivně používal konfigurátor pro nastavení periférií mikokontroléru s automatickým generováním kódu, což usnadnilo a zrychlilo vývoj. Student si sám naprogramoval číslicový PID regulátor. Vytvořený kód je funkční, umožňuje regulovat otáčky motoru, měřit proud motorem, komunikovat po sběrnici CAN. Kód má

dobrou úroveň (členění do funkcí, používání datových struktur, použití maker pro konfigurační parametry, vysvětlující komentáře), ale lze v něm nalézt několik formálních vad, např.:

- Nekonzistentní formát pojmenování proměnných (např. `TimSendMess`, `TimprogramTimer`, `nacteneImpulsy`, `PozadovaneOtackyRPM`).
- Nevhodné pojmenování některých proměnných (např. `faktor`, `Status versus Stav`).
- U některých funkcí chybí komentář s popisem významu parametrů a návratové hodnoty.

Kód zřejmě dozná ještě dalších úprav, pokud se zařízení osvědčí a bude se používat na secím stroji.

Komunikace přes sběrnici CAN probíhá bez komunikačního protokolu, jednoduchým zasíláním zpráv se správným CAN ID. Funkci komunikace student ověřil pomocí CAN analyzátoru a následně v rámci ladění regulátoru otáček. Za účelem ovládnutí regulátoru a logování dat student vytvořil komfortní ovládací panel v obslužném software CAN analyzátoru.

Student prokázal svojí zkušenost a dobrou orientaci v problematice.

Bakalářská práce zcela splňuje zadání.

Logická stavba a stylistická úroveň práce (formální úprava práce – text, grafy, tabulky, obrázky, práce s normami, práce s prameny a citacemi...)

Bakalářská práce je velmi rozsáhlá, má 118 číslovaných stran, z toho je 98 stran vlastního textu od úvodu po závěr. Velký počet stran odpovídá velkému množství odvedené práce. Nejrozsáhlejší je kapitola o popisu hardware čítající 58 stran. Navzdory tomuto počtu stran nejsou v této kapitole detailněji popsány některé hardwarové bloky (např. obvod budiče CAN sběrnice, obvod pro zpracování signálu ze snímače otáček, obvod měření napájecího napětí), uvedením jejich popisu by dále narostl již tak vysoký počet stran. Student se zaměřil zejména na popis výkonové části, výpočtu výkonových ztrát a oteplení výkonových tranzistorů a uvedl výsledky z praktického měření oteplení.

Druhá nejdůležitější kapitola „Software“, věnovaná popisu programu do mikrokontroléru, má 15 stran a obsahuje to nejdůležitější pro pochopení jeho funkce.

Text splňuje všechny požadavky na formální úpravu a obsah BP. Práce je logicky strukturovaná – obsahuje 7 kapitol, ve kterých čtenář najde teoretický rozbor, popis navrženého řešení, praktické ověření funkce, zhodnocení výsledků a návrhy na vylepšení.

Obrázky a diagramy jsou dobře čitelné, v textu nechybí citace a odkazy do seznamu literatury.

Díky četným konzultacím s vedoucím BP bylo nakonec dosaženo dobré kvality textu po významové i formální stránce. I přes to se v textu najde několik málo překlepů, nekonzistentností ve značení, ne úplně dobrých vyjádření či slovosledu nebo chybějících informací. To ale v každé práci. Celkově však hodnotím text jako zdařilý a dobře čitelný.

Využití dosažených výsledků, námětů a návrhů v praxi:

Cílem této BP bylo vytvořit zařízení, které bude nasazeno do praxe na secí stroj. Aby tohoto cíle bylo dosaženo, bude nutné vytvořené zařízení dlouhodobě testovat v reálných podmínkách na secím stroji, upravit program v mikrokontroléru, použít bootloader pro budoucí aktualizaci programu v mikrokontroléru, vyřešit kalibraci obvodu pro měření proudu motorem.

Případné další hodnocení (přístup studenta k zadanému úkolu, připomínky k práci):
Přístup studenta k plnění úkolů byl vynikající. Student začal pracovat ihned po zadání tématu. Zařízení bylo v několika kusech vyrobeno a všechna hlavní měření byla provedena již cca 3 měsíce před termínem odevzdání BP, tedy ještě před začátkem nouzového stavu způsobeného koronavirem COVID-19. V průběhu řešení BP proběhlo velké množství konzultací, student přinášel své myšlenky i dbal rad vedoucího. Ke kvalitě BP přispěly několikaleté zkušenosti studenta s prací na podobných praktických projektech. Student odvedl obrovský kus práce zakončené výborným výsledkem.
Vyjádření vedoucího práce k výsledku kontroly plagiátorství:
Předložená BP úspěšně prošla kontrolou plagiátorství, nejedná se o plagiát.

Nejdůležitější otázky k zodpovězení při obhajobě:

nejsou

S přihlédnutím k uvedeným skutečnostem bakalářskou práci DOPORUČUJI k obhajobě a klasifikuji stupněm:

A (Výborně)	B (Výborně minus)	C (Velmi dobře)	D (Velmi dobře minus)	E (Dobře)	F (Nevyhověl)
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Odpovídající hodnocení označte X

Posudek vypracoval:

Jméno, tituly

Ing. Zdeněk Mašek, Ph.D.

Místo a datum vyhotovení posudku

Pardubice 1.6.2020

Podpis.....