

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Měnič se signálovým procesorem pro implementaci řídicích algoritmů střídavých pohonů menších výkonů</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Filip Baum</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra elektrických pohonů
<b>Oponent práce:</b>	Ing. David Havelka, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Eaton elektrotechnika s.r.o.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Náročnost práce považuji za velmi vysokou, a to zejména pro velký rozsah úkolů uvedených v zadání. Tyto úkoly pokrývají široký rozsah specializací (HW i SW), a vyžadují zvládnutí mnoha dovedností na vyšší úrovni. Výstupem práce má přitom navíc být praktická realizace jak hardwaru, tak softwaru.	

<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>	
Diplomat bez pochybností splnil všech 6. bodů zadání.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Postup řešení je klasický, diplomant v práci postupuje dle bodů zadání. Pro jednotlivé úkoly vždy nejprve uvádí krátký teoretický úvod, následuje rozvaha nad postupem řešení, popis realizace a ověření vlastností navrženého SW a FW. Na závěr nechybí dostatečné zhodnocení výstupů práce.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Všechny části práce jsou zpracovány na vysoké odborné úrovni. V žádné z částí práce jsem nenašel věcné chyby.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je psána v anglickém jazyce, možnosti oponenta zhodnotit jazykovou úroveň jsou proto omezené. V rámci těchto omezení se však práce oponentovi jeví po jazykové stránce jako velmi vyspělá. Vše je popsáno jasně a nevznikají žádné problémy se srozumitelností. Formálně je práce na velmi vysoké úrovni. Chyby v psaní jsou naprosto výjimečné (např. chybějící závorky v rovnici 2.2-3). Rozsah práce je lehce nadprůměrný (73 stran vlastního textu bez příloh).	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>Zvolte položku.</b>
<i>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.</i>	
Práce uvádí větší množství pramenů (celkem 39). Jejich výběr je přitom adekvátní. Příkladně je pak jejich průběžné označování v samotném textu formou číselných odkazů. Přímé citace se v textu nevyskytují, zvolena je forma parafrází.	

#### **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.*

V samotné práci ani v přílohách jsem nenašel celkové schéma zapojení přípravku zobrazeného na obrázku 3.5-18.

Z textu práce není zcela zřejmé, že všechny části HW i SW navrhoval diplomant sám. Zda například nepoužil části kódu jiných autorů z jiných prací na univerzitě (např. knihovny, funkce, atd.) Předpokládám tedy, že vše (kromě systémových funkcí dodavatelů softwaru a hardwaru) je vlastním dílem autora. Přesto by bylo v textu práce vhodné jednoznačně vymezit veškerou vlastní práci autora pro zamezení pochybností.

Za jediný významnější nedostatek považuji opominutí návrhu řešení brzdění pohonu (například i jen pro rychlé zastavení rotujících hmot pohonu), na který by mělo být u podobných návrhů pamatováno od počátku.

Za problematické naopak nepovažuji, že v průběhu realizace byly zjištěny problémy způsobené ne zcela důsledným oddělením referenčních zemí, což způsobilo nemožnost optimálního využití navrženého oddělovacího rozhraní. Vše je v práci vysvětleno, k podobným situacím v průběhu vývoje může dojít.

Popis návrhu HW oddělovacího rozhraní je poněkud strohý. Není zde například řešeno proudové a výkonové dimenzování některých rezistorů, například rezistoru přebíjecího (pulzní výdržnost). Dále pak není nijak řešeno (vypočteno) ztrátové teplo na lineárních stabilizátorech napětí, atd. Vzhledem k velkému rozsahu témat práce lze však tato zjednodušení pochopit.

### **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.*

Předloženou práci hodnotím jako vysoce nadprůměrnou. Téma, velmi náročné především svým rozsahem, bylo uchopeno zcela správně. Diplomant splnil všechny body zadání, přičemž práce jak svojí formální úrovní, tak odborným obsahem výrazně převyšuje většinu obdobných prací. Není pochyb o tom, že diplomant složitější technické problematice porozuměl, navíc v některých částech prokázal schopnost zpracovávané téma rozšířit do formy prakticky profesionálně použitelného nástroje (zde mám na mysli především velmi zdařilou část „Real Time Monitoring“, zpracovanou pro prostředí Matlab/Simulink). Ocenit je třeba i rozhodnutí zpracovat práci v anglickém jazyce, což zvyšuje případný dosah práce.

Pro výše uvedené klady jsem se rozhodl v závěrečném hodnocení nezohlednit z mého pohledu ne zcela nevýznamné opominutí, kdy výsledný měnič neumožňuje maření brzděné, resp. setrvačné energie pohonu. Toto je způsobeno faktem, že diplomant již v úvodním návrhu opomenul zvážit potřebu implementace brzděného tranzistoru, který přitom patří k nezbytnému vybavení měničů podobného typu a určení.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Na diplomanta mám několik doplňujících dotazů:

1. Co se stane v případě, kdy dojde k výpadku všech řídicích pulzů pro tranzistory měniče (např. z důvodu poruchy hardwaru, softwarové chyby, atd.) v okamžiku, kdy synchronní stroj běží ve vysokých otáčkách v režimu zeslabování magnetického pole. Předpokládejte synchronní stroj s významným momentem setrvačnosti a vyšším jmenovitým napětím (např. 230V rms). K jakému jevu zde dojde? Může být

v takovémto provozním stavu omezujícím prvkem měniče maximální přípustné napětí výkonového modulu (400V), případně proudová kapacita zpětných diod výkonového můstku?

2. Na obrázku 6.2.6 je zobrazen průběh měřeného statorového proudu synchronního motoru při otáčkách  $250 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ . Vysvětlete, proč má proud trojúhelníkový průběh namísto sinusového. Dále vysvětlete, proč je proud měřen pouze v jedné polaritě, byť je v práci uvedeno, že měření je prováděno v okamžiku sepnutí nulového vektoru, který by měl být pro zmíněnou rychlost otáčení a pro jmenovité napětí motoru pouhých 111V sepnut po poměrně dlouhou dobu.
3. Jakým způsobem by mohlo být u navrženého měniče (nevybaveného brzdícím tranzistorem) provizorně dosaženo toho, aby bylo možno mařit brzdou energii? Nepředpokládejte přitom využití žádných spínacích prvků.
4. Z jakého důvodu se autor rozhodl použít EMI filtr v méně obvyklé konfiguraci bez připojení „Y“ kondenzátorů k potenciálu PE, což snižuje účinnost potlačení rušení v režimu „common mode“ (viz obr. 3.2.-2 na str. 15)? Zdá se navíc, že toto schéma je v možném rozporu s fotografií na str. 30.

Datum: 25.1.2023

Podpis: Ing. David Havelka, Ph.D.