

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Modulační strategie pro asynchronní motor s vektorovým řízením
Jméno autora:	Nadezhda Diumina
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra elektrických pohonů a trakce
Oponent práce:	Ing. Tomáš Košťál, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	PEG spol. s r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Zadání práce hodnotím pro bakalářskou etapu studia jako náročnější. Body zadání č. 1 a 4, tedy provedení rešerše a zhodnocení výsledků jsou potřebnými a samozřejmými body každé kvalifikační práce a jako takové tedy na standardní úrovni zadání. Ovšem bod zadání č. 2, tedy vytvoření modelu vektorového řízení asynchronního motoru ve spojitosti s bodem č. 3, implementací vybraných typů modulačních strategií střídače, vyžaduje nadprůměrné úsilí, protože každý z těchto bodů obnáší tvorbu a odladění v podstatě separátního modelu v prostřední Matlab-Simulink. Tyto dvě dílčí části pak spolu musí spolupracovat, je tedy třeba implementovat i fungující rozhraní.</p>	

Splnění zadání	splněno s menšími výhradami
<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>	
<p>V úvodní části popisuje práce princip činnosti asynchronního motoru (AM) a odvození jeho matematického modelu, což jsou důležité předpoklady pro modelování funkce vektorového řízení AM. V další kapitole (kap. 2) je popsán princip vektorového řízení AM, který se prolíná s popisem implementace použité autorkou v prostředí Matlab-Simulink (dále jen Simulink). Tato kapitola je zakončena velmi stručným popisem modulátoru pro výkonový měnič, tedy součástí, která má zvolené modulační strategie provádět. V kapitole č. 3 je popis funkce několika zvolených modulačních strategií spolu s naznačením jejich implementace autorkou v prostředí Simulink. Kapitola č. 4 popisuje výsledky a ukazuje vybrané průběhy simulací. V závěru práce jsou na základě výsledků porovnány jednotlivé modulační strategie mezi sebou.</p> <p>Bod č. 1 zadání je splněn v závěru kapitoly č. 2 a v kapitole č. 3, kde je uveden popis zvolených modulačních strategií. Na úrovni bakalářské práce bych ovšem očekával širší rozsah takovéto rešerše, zejména uvedení více modulačních strategií, než jen těch, které byly zvoleny k realizaci (byla uvedena pouze jedna další). Součástí rešerše by měl být také o něco širší přehled možného dělení modulačních strategií do různých skupin, případně pohled různých autorů na tuto problematiku, a s tím související uvedení některých synonym, které se v tomto oboru vyskytují. U rešeršní části bych také očekával mnohem početnější uvádění odkazů na použitou literaturu. Body č. 2 a č. 3 zadání byly splněny na dostatečné úrovni, součástí elektronického odevzdání práce je i soubor s matematickým modelem v prostředí Simulink. Tento model obsahuje jak vektorové řízení, tak implementaci tří zvolených modulačních strategií. V textu práce je tento model a s ním i příslušné body zadání popisován v kapitolách 2, 3 a 4.</p> <p>Bod zadání č. 4 je splněn v kapitole 4 práce a závěru práce.</p> <p>Celkově považuji za zadání za splněné, až na uvedené výhrady k rešeršní části práce, tedy bodu zadání č.1.</p>	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Zvolený postup řešení se jeví jako vhodný. V úvodní teoretické a následně i rešeršní části práce jsou představeny předpoklady a fakta, ze kterých vychází předložený matematický model a simulace. Části řešení na sebe logicky navazují. Jsou zvolena kritéria, podle kterých jsou modulační strategie hodnoceny a tyto jsou použity na všechny zvolené příklady. Jako velmi vhodné hodnotím v simulačním modelu použití hotových komponentů pro asynchronní motor a měnič z</p>	

knihovny SimScape v prostředí Matlab-Simulink, což umožnilo autorce se plně soustředit na body zadání, tedy tvorbu systému vektorového řízení a implementaci několika modulačních strategií.

Odborná úroveň

C - dobře

Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Autorka v práci představuje teoretický úvod, výsledky rešerše a matematické modely, jak vektorového řízení asynchronního motoru, tak několika modulačních strategií. Musela se tedy seznámit nejen s těmito teoretickými poznatky, ale i s praktickou stránkou tvorby matematických modelů a simulací v prostředí Matlab-Simulink. Autorka prokázala, že má v dané problematice rozhled, ale zejména v prezentaci rešeršní části vidím prostor pro zlepšení. Odbornou úroveň práce tak hodnotím jako dobrou.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

D - uspokojivě

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

Práce je psána v českém jazyce, čeština ale pravděpodobně není rodným jazykem autorky. Obsahuje tak jistou míru jazykových chyb, zejména v diakritice, nicméně na žádném místě v práci to nebrání srozumitelnosti textu. Je třeba konstatovat, že z tohoto pohledu se autorka vypořádala se zpracováním na velmi dobré úrovni, někteří rodilí mluvčí mají ve svých závěrečných pracích větší potíže.

Nicméně bez ohledu na zvolený jazyk se v práci často objevuje určitý nešvar, kdy se nové pojmy či výrazy objeví v textu bez dalšího vysvětlení či odkazu na zdroj. Ve většině případů jsou pak sice v dalším textu vysvětleny, bylo by ale vhodné na místě prvního výskytu zmínit alespoň např. že pojem bude vysvětlen dále v textu. Čtenář, který není blízce obeznámen s danou problematikou, by již hledal význam daného pojmu v externích zdrojích, přitom o třeba dvě strany dál je pojem vysvětlen v samotné práci.

Vhodné by bylo také zpřesnit popisy uvedených grafů a průběhů ze simulací, aby bylo čtenáři jasné, jaké veličiny a v jakých jednotkách se na obrázcích nacházejí.

Rozsah by mohl být o něco širší v rešeršní části práce, v rámci ostatních bodů zadání jej ale celkově hodnotím jako dostatečný.

Výběr zdrojů, korektnost citací

D - uspokojivě

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, 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.

Práce se zdroji by mohla být v této práci na mnohem vyšší úrovni. Jedním z bodů zadání je totiž provedení rešerše, a právě při uvádění výsledků rešerše by měly být v textu práce náležitě odkazovány použité zdroje, což se v předložené práci autorky téměř nevyskytuje. Kladně ovšem musím hodnotit, že všechny převzaté obrázky jsou odkazovány řádně.

Překvapuje mě rovněž, že dva ze tří zdrojů doporučených v zadání, se v seznamu použité literatury vůbec nevyskytují, ač jsou přítomny v knihovně ČVUT nebo Národní technické knihovně, a to dokonce v elektronických verzích. Práci se zdroji tak hodnotím jako uspokojivou, ale pro budoucí práce autorky jako hodnou výrazného zlepšení.

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.

Téma práce se zabývá stále aktuální problematikou modulačních strategií pro pohony s asynchronními motory. Může tak posloužit jako úvod do problematiky na přiměřené úrovni například pro studenty jiných technických specializací nebo pro osoby v technické praxi, které potřebují rychlý vhled do těchto záležitostí. Předložený simulační model v prostředí Matlab-Simulink je přehledný a využívá členění do bloků. Může tak posloužit jako základ pro další použití, například pro zkoumání dalších modulačních strategií, jak naznačuje autorka v závěru své práce.

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.

Práce přehledně shrnuje problematiku modulačních strategií pro pohony s asynchronními motory (AM) využívající vektorové řízení. Hlavní částí práce bylo vytvořit simulační model vektorově řízeného pohonu s AM v prostředí Matlab-Simulink a na tomto modelu zkoumat chování různých modulačních strategií pro měnič pohonu. To se autorce podařilo a prokázala tak schopnost využít teoretické poznatky a předpoklady pro tvorbu konkrétního simulačního modelu. Určité výhrady mám ovšem ke zpracování rešeršní části, práci se zdroji a odkazováním literatury, kde je prostor pro zlepšení. Podrobněji vysvětluji tyto nedostatky v příslušných částech tohoto posudku. Zadáání práce hodnotím jako náročnější, i tak se ovšem podařilo autorce dle mého názoru splnit dostatečně všechny body zadání.

K práci mám následující otázky:

- 1) V rešeršní části práce je představena modulační strategie „s injektováním třetí harmonické“ (označena též jako THIPWM). Mohla byste stručně nastítnit, jaké výsledky nebo chování byste očekávala od této modulační strategie ve srovnání s ostatními modulačními strategiemi, které jste implementovala v simulačním modelu?
- 2) Můžete, prosím, okomentovat obrázky 33 – 36 (str. 23 – 24)? Z textu práce mi totiž není zcela jasné, jaké veličiny jsou na nich zkoumány a představeny, případně pro jaké pracovní oblasti jsou sestaveny.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 9.6.2023

Podpis: