

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Návrh a realizace řídicího algoritmu nabíječky elektromobilu s SiC prvky
<b>Jméno autora:</b>	Vladislav Walter Nürnberger
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra elektrických pohonů a trakce
<b>Oponent práce:</b>	Ing. David Havelka, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	PEG spol. s r.o.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Za náročnější nepovažuji ani tak samotné téma, ale spíše skutečnost, že autor práce měl za úkol vzorek měniče také prakticky realizovat. Praktická realizace polovodičových měničů obvykle vede k nutnosti seznámit se s dalšími odbornými tématy a také s nástroji nutnými pro dosažení tohoto cíle. Obvykle je též nutné řešit dopředu jen těžko předvídatelné komplikace při ožívování funkčního vzorku měniče, což obtížnost práce zvyšuje.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s většími výhradami</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>	
Všechny body zadání lze považovat za formálně splněné. Za poměrně závažný nedostatek však považuji to, že nebylo prakticky vůbec přihlédnuto k samotnému tématu diplomové práce, které zdůrazňuje použití navrženého měniče jako <b>nabíječky elektromobilu</b> a současně také <b>použití SiC prvků</b> . Blíže k tomuto v části III. tohoto posudku.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor ve své práci postupuje standardním způsobem, tj. podle jednotlivých bodů zadání. V tomto směru nelze zvolenému postupu řešení nic vytknout. Všem částem práce přitom autor věnuje pozornost rovnoměrně. Práce je však poměrně stručná, a i vzhledem k níže zmíněným nedostatkům by si zasloužila adekvátně doplnit o v práci nedostatečně řešená témata.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Autor ve své práci prokázal adekvátní zvládnutí odborné problematiky. Prokázal schopnost porozumět principům volby architektury polovodičových měničů, návrhu jejich regulační struktury, a také schopnost vzorek měniče prakticky realizovat a provést na něm ověřovací měření. Za nedostatek považuji absenci analýzy odborné literatury týkající se specifických vlastností SiC prvků a také odborné literatury týkající se specifickým nabíjení akumulátorů v elektromobilech.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
V tomto směru je práce zpracována velmi dobře. Jazyková i formální úroveň práce je nadstandardní. Ve vyšší míře než je obvyklé je v práci využíváno různých zkratk, které nejsou ve všech případech v textu vysvětleny. Práce však v závěru obsahuje seznam zkratk s jejich stručnou charakteristikou, což tento nedostatek do značné míry eliminuje. Alespoň stručné vysvětlení by si možná zasloužila i některá v práci používaná odborná spojení, viz například <i>šířka pásma regulátoru</i> .	

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**B - velmi 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.*

Práce pracuje s poměrně širokým spektrem odborných zdrojů, na které průběžně v textu odkazuje formou číselných odkazů. Uvedená forma citace však vyžaduje preciznost v odlišení převzatých prvků od vlastních úvah a výsledků. V tomto směru lze najít v práci určité rezervy, když ne ve všech případech je jasné, zda jde o úvahu autora nebo o převzatý prvek.

**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.*

Viz celkové hodnocení níže

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

Za zřejmě největší problém předkládané práce považuji to, že se navzdory názvu nijak nevěnuje aplikačním specifikům nabíječek elektromobilů, a dokonce ani specifikům aplikací se SiC prvky. V tomto směru je pochopitelně otázkou, do jaké míry je uvedená skutečnost důsledkem vůle autora, a do jaké míry jde o záměr vedoucího práce. V každém případě je nutné konstatovat, že využití v současné době aktuálních témat výkonové elektroniky (viz nabíječky elektromobilů a SiC technologie) v názvu práce by nemělo být samoúčelné, ale mělo by korespondovat se samotným obsahem práce. To v tomto případě dle mého názoru splněno není. Práce spíše řeší obecnou problematiku stejnosměrného spínaného zdroje s obvodem korekce účinnosti (PFC), a to bez zohlednění specifik, na které odkazuje název práce.

Za závažný problém považuji především to, že v rámci celé práce je řešena a testována regulační struktura měniče s odporovou zátěží, a to přesto, že má jít o nabíječku elektromobilů. Regulační strukturu měniče je nutné navrhovat, simulovat a zkoušet pro zátěž odpovídající předpokládané zátěži, tj. akumulátoru. Zátěž by tedy měla být složena se zdroje napětí doplněného malým sériovým odporem nahrazujícím vnitřní odpor akumulátoru. Uvedená změna zátěže přitom bude mít na odladění regulační struktury měniče nepochybně významný vliv. Jen takto dosažené výsledky simulací a ověřovacích měření pak budou skutečně relevantní. I v případě, že není pro ověření funkce k dispozici vhodný akumulátor, lze zátěž v laboratorních podmínkách simulovat například vhodným zapojením dynama a sériového rezistoru.

Dalším problematickým bodem práce je absence laboratorního ověření reakce navržené regulační struktury měniče na skokovou změnu žádaných veličin, případně též na skokové odlehčení a zatížení měniče. Takové ověření je přitom zcela základním způsobem ověření navržených řídicích algoritmů jakéhokoli polovodičového měniče.

Za překvapivou lze označit rovněž absenci provedení harmonické analýzy vstupního proudu měniče v rámci laboratorního ověřování jeho správné funkce. I v tomto případě přitom jde o běžný a logický způsob objektivního ověření správné funkce PFC měniče. Nahrazovat hodnocení harmonické analýzy vstupního proudu pouhým subjektivním posuzováním oscilogramu vstupního proudu měniče nepokládám za dostatečné.

V práci rovněž není nikterak ozřejměn princip snížení ztrát na výkonových prvcích měniče při využití SiC technologie. S tím přitom úzce souvisí i zdůvodnění použití hlavního spínacího prvku PFC měniče využívajícího technologii MOSFET s antiparalelní SiC diodou.

*Na autora práce mám následující dotazy:*

1. Vysvětlíte princip, díky kterému při využití výkonových prvků využívajících technologii SiC dochází k redukci výkonových ztrát?

2. Z jakého důvodu byl spínací prvek PFC měniče volen s využitím SiC technologie? V jakém pracovním bodě měniče se uplatní antiparalelní SiC dioda spínacího MOSFET tranzistoru, a jakým způsobem SiC technologie využitá u spínacího tranzistoru snižuje výkonové ztráty měniče?
3. Vysvětlete, proč nebyla v rámci ověřovacích měření provedena harmonická analýza vstupního proudu měniče?
4. V práci popisované regulační schéma měniče využívá jako referenční signál pro žádaný vstupní proud odebíraný ze sítě změřené síťové napětí, které je však v síti vždy značně deformováno. Jaký bude mít tato skutečnost dopad na splnění požadavků platných norem z hlediska maximálního možného obsahu vyšších harmonických v odebíraném proudu? Existuje oproti tomu nějaký legislativní požadavek na velikost odebíraného deformačního výkonu?
5. Vysvětlete, proč nebyly v rámci ověřovacích měření měniče provedeny testy odezvy na změnu zadané veličiny, v případě nabíječe elektromobilů především na změnu žádaného výstupního proudu měniče.

Práci jako celek doporučuji k obhajobě, neboť, byť s výhradami, splňuje všechny body zadání. Nicméně výše zmíněné (a poměrně závažné) nedostatky musí mít vliv na celkové hodnocení práce.

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

Datum: 7.6.2021

Podpis: David Havelka