

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Návrh PWM usměrňovače</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Daniel Madara</b>
<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>	
<p>Větší náročnost zadání diplomové práce spatřuji zejména v jeho šíři. Po diplomantovi je vyžadován jednak popis vlivů polovodičových měničů na síť, popis možností jejich potlačení, řešerše usměrňovačů s PWM a nadto návrh topologie měniče a návrh struktury programu měniče. Diplomant tak musí obsáhnout a popsat širokou problematiku zpětných vlivů na síť a navíc realizovat a naprogramovat vzorek takového měniče. Za obtížné považuji rozvrhnout si koncepci práce tak, aby její jednotlivé části byly popsány dostatečně do hloubky a zároveň aby byly splněny cíle práce vyžadující obsáhnutí problematiky zpětných vlivů měničů na síť v celé jejich šíři.</p>	

<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>	
<p>Všechny body zadání diplomové práce byly splněny. Zadání diplomant oproti zadání navíc rozšířil v praktické části, kdy po něm byla požadována realizace DPS měniče umožňující korekci účinníku a tvorba struktury řídicího programu. V této části diplomant vzorek takového měniče nejenom realizoval, ale i vytvořil funkční program (nejenom strukturu) a základní funkce navrženého měniče rovněž vyzkoušel a výsledky praktické realizace a měření popsal v diplomové práci. Toto realizační rozšíření považuji za velmi vhodné a tvoří důležitou část práce.</p>	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Diplomant zvolil obvyklý postup vycházející z jednotlivých bodů zadání, kdy v práci postupuje podle těchto jednotlivých bodů. U popisu jím navrženého měniče postupuje přehledně, systematicky a jsou dostatečně popsány všechny jeho části, stejně jako postup při jeho návrhu. Detaily, které by mohly být doplněny, jsou popsány dále.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Diplomat v práci prokázal vysokou míru nabytých odborných znalostí. Kromě teoretického zvládnutí problematiky zpětného vlivu měničů na síť musel prokázat i schopnost návrhu a praktické realizace měniče, byť dosti zjednodušeného provedení, které ale odpovídá rámci diplomové práce.</p>	

<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>	
<p>Celkový rozsah předložené práce bez příloh je 64 stran. Práce je rozdělena do sedmi kapitol. Z hlediska rozsahu i struktury není práci co vytknout. Z hlediska jazykového je práce na velmi dobré úrovni. V celé práci je minim chyb a překlepů, rovněž grafické zpracování je na dobré úrovni.</p>	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>B - velmi dobře</b>
--	------------------------

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.

Ve své práci autor s literaturou pracuje, avšak v nikterak velkém rozsahu. Přímé citace prakticky nepoužívá, u převzatých myšlenek pouze uvádí odkaz do seznamu použité literatury. Práce s literaturou by mohla být rozsáhlejší, v práci by se pak mohlo objevit více možných způsobů korekce zpětných vlivů měničů na síť. Všechny požadavky na diplomovou práci jsou však i v této oblasti s rezervou splněny.

#### **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**

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

Diplomant se ve své práci velmi dobře vyrovnal s velkou šíří zadání, kdy jednak v dostatečném rozsahu a kvalitě popsal zpětné vlivy polovodičových měničů na síť a prokázal dobré pochopení této problematiky i schopnost ji srozumitelně popsat. Dobře si poradil i s úkolem navrhnout topologii, DPS a strukturu řídicího programu vybraného typu měniče. Zadání navíc rozšířil o praktické ověření měniče. Na práci nejvíce oceňuji zejména její praktickou část, kde byl diplomant v zásadě úspěšně schopen realizovat funkční vzorek moderního PWM usměrňovače a provést na něm základní měření a tato popsat.

Navzdory níže uvedeným drobným připomínkám diplomant ve své práci prokázal vysokou míru nabytých odborných znalostí. Jednalo se o náročnější zadání, kde se diplomant kromě teorie zpětných vlivů měničů na síť musel seznámit také se základy konstrukce hardwaru a s prostředky pro tvorbu programu navrženého měniče. I tento úkol diplomant zvládl velmi dobře. Rovněž formální a jazyková úroveň je na dobré úrovni. Diplomovou práci považuji vzhledem k náročnosti tématu a kvalitě jeho zpracování za nadprůměrnou, čemuž odpovídá i závěrečné hodnocení.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

K práci bych měl několik spíše drobných připomínek:

1. Na str. 20 je obrázek 7. se znázorněním trojúhelníkového průběhu vstupního proudu usměrňovače s kapacitním filtrem (zátěží). V dalším textu se pak odvozuje spektrum harmonických složek tohoto proudu na základě zjednodušení průběhu na obdélníkový dle obrázku 8. na str. 21. Tak výrazná změna tvaru analyzovaného proudu se však nedá označit jako zjednodušení. Výsledné spektrum nebude odpovídat danému typu usměrňovače. Navíc by u tohoto typu usměrňovače bylo vhodné zmínit fakt, že v praxi se vlivem nesplnění idealizovaných předpokladů skutečný vstupní proud usměrňovače idealizovanému nepřiblíží.
2. Nelze souhlasit s konstatováním na str. 31, že kapacitní jalový výkon souvisí s vytvářením a zanikáním elektrického pole, viz například také v textu zmiňovaný synchronní kompenzátor, který dodává, případně odebírá jalový výkon, bez zřejmé souvislosti s elektrickým polem.
3. Na straně 48 až 49 se provádí výpočet hodnot měřících rezistorů pro měření výstupního napětí a vstupního proudu navrhovaného měniče. Rezervu schopnosti měření proudu (4,41 A maximální měřitelná

efektivní hodnota) by bylo vhodnější vzhledem zvlněnému průběhu proudu a možnosti vyhodnocovat nadproudy volit vyšší. Při volbě rezistoru obvodu měřícího napětí na výstupu (jmenovité napětí 400V na jednom kondenzátoru) je třeba uvažovat s tím, že běžný metalický rezistor 0,6W je napětově dimenzován na 350V.

4. Zvolená původní indukčnost na vstupu měniče má uváděnou jmenovitou indukčnost jako kompenzovaná, je určena pro odrušení a není ji tedy možné principiálně použít v navrženém měniči.

Diplomant by mohl při obhajobě diplomové práce zodpovědět následující otázky:

1. V práci je uvedeno, že navržený měnič byl schopen pracovat maximálně pouze dvě periody síťového napětí kvůli nepoužitelnosti synchronizačního bloku vlivem předřazení nových indukčností. Nebylo možné nově zvolené indukčnosti zařadit do obvodu na místo původních pomocí vodičů? Možnost delšího udržení měniče v chodu by umožnilo změření reakce měniče na skokovou změnu zátěže a na skokovou změnu žádosti, která se u měničů většinou provádí.
2. Ve změřených oscilogramech (např. str. 63) navrženého měniče je velikost výstupního napětí před spuštěním vždy zhruba 90V. Čím je to způsobeno?

Datum: 5.6.2019

Podpis: Ing. David Havelka, Ph.D.