

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Simulace tříúrovňového DC-DC měniče se spínáním v nule napětí
Jméno autora:	Bc. Tomáš Pavlík
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra elektrotechnologie K13113
Vedoucí práce:	Ing. Leoš Vrána
Pracoviště vedoucího práce:	POLL, s.r.o.

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Náročnost zadání je zejména v šířce problémů, kterým se musel diplomant věnovat. Prvním úkolem bylo seznámit se s měkkým spínáním a nastudovat činnost kvazirezonančních měničů. Dále student musel zvládnout práci s programem pro obvodovou simulaci LTSpice. V praktické části zadání byly stanoveny požadavky na simulaci výkonových obvodů měniče s ideálními prvky, modely reálných součástek a verifikace výsledků s měřením na reálném měniči.	

<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>	
Student při studiu činnosti měniče narazil na otázku co je a proč se používá měkké spínání. V úvodní části je zdůvodnění zvyšování spínací frekvence měničů a popsány jeho výhody i nevýhody. Nad rámec zadání jsou popsány ztráty na spínacích tranzistorech elektronických měničů a možné způsoby jejich snížení. Zde jsou zmíněny způsoby měkkého spínání – spínání v nule napětí, spínání v nule proudu – a vyplývající topologie kvazirezonančních a plně rezonančních měničů. V teoretické části je nad rámec zadání uveden souhrn základních vlastností DC-DC měničů. Hlavní část teoretické práce se věnuje popisu dvou topologií kvazirezonančních DC-DC měničů – plného můstku a tříúrovňového měniče. V souladu se zadáním následuje popis simulačního programu LTSpice, výsledky provedených simulací a kapitola věnující se porovnání výsledků simulací s měřením na reálném měniči. Předložená diplomová práce splňuje zadání ve všech bodech.	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.</i>	
Diplomant po celou dobu pracoval samostatně, vhodně si vyhledával a doplňoval informace. Zejména zvládnutí simulačního prostředí LTSpice a realizaci simulací provedl zcela samostatně. Aktivitu studenta je nutné hodnotit během celého období řešení diplomové práce. V této oblasti diplomant udělal výrazný pokrok. Ze začátku se věnoval nastudování činnosti tříúrovňového DC-DC měniče a zvládnutí programu LTSpice. Toto období zabralo výraznou část času na realizaci práce, aniž by vznikl vlastní text diplomové práce. Výsledkem byla nutnost posunutí termínu odevzdání textu diplomové práce. V následujícím období se práce studenta velmi zlepšila. Pozitivně hodnotím rozvržení sil v druhém období.	

<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>	
Odborná stránka práce je na vysoké úrovni. Jak je uvedeno v hodnocení splnění zadání, diplomant se nad rámec zadání věnoval ztrátám výkonových tranzistorů, popisu DC-DC měničů obecně a popisu plně rezonančních měničů. Některé kapitoly z teoretické části by bylo vhodné popsat do větší hloubky. Například vysvětlení dějů v jednotlivých časových okamžicích u tříúrovňového DC-DC měniče. Student nekriticky přebírá některé informace z literatury. Např. průběhy měniče na obr. 29 na str. 34, kde je časový nesoulad v průběhu proudu $i_{D5}$ . Odborný text znepráhledňuje použití různých symbolů pro označení téže veličiny v různých kapitolách práce. Při praktickém měření student efektivně využíval měřicí techniku.	

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce****B - velmi dobře**

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

Práce je dobře členěná. Jednotlivé kapitoly na sebe srozumitelně navazují. Obrázky a grafy jsou přehledné. V textu jsou chyby v označení veličin. Seznam zkratk a symbolů není kompletní. Text by si zasloužil celkovou korekturu čistopisu, na kterou se diplomantovi nedostalo času.

**Výběr zdrojů, korektnost citací****A - výborně**

*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.*

Diplomant pečlivě prostudoval doporučenou literaturu. Sám aktivně vyhledával nové zdroje informací. Seznam zdrojů uvedený v závěru práce je relevantní k zadanému tématu diplomové práce. V oblasti citací jsem nenašel žádná pochybení.

**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.*

Hlavním cílem diplomové práce bylo zvládnout simulaci DC-DC měniče pro použití při návrhu a analýzách v praxi. Diplomant výsledky prezentuje především na přechodném ději, který zajistí spínání výkonových tranzistorů při nulovém napětí.

V simulačním programu jsou provedena porovnání pro různé velikosti mrtvých dob, vstupního napětí a závislost na proudu zátěží. Porovnání je provedeno pro ideální spínač s parazitní kapacitou a reálný spínač. Diplomant měl problém získat model reálného tranzistoru a implementovat jej do simulačního prostředí. Tento úkol se podařilo zvládnout. Významným výsledkem práce je, že pro základní simulaci výkonového obvodu postačuje zjednodušený model tranzistoru. Tento výsledek je verifikovaný i měřením na reálném měniči.

Výsledky diplomové práce lze využít v praxi a lze navázat analýzou dalších dějů činnosti kvazirezonančního měniče. Simulace umožňuje rychlé a snadné nahlédnutí na průběhy obvodových veličin i těch, které není možné v reálu měřit – nebo jen obtížně.

Obvodové schéma vytvořené v simulačním prostředí lze dále zpřesňovat použitím komplexnějších modelů součástek a propojení.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.*

Diplomant splnil zadání v celém rozsahu. Jednotlivé kapitoly práce jsou srozumitelně řazeny. Teoretická část vysvětluje souvislosti návrhu měničů a motivaci pro praktickou část. V praktické části si diplomant poradil s hledáním reálného modelu spínače. Výsledky diplomové práce jsou použitelné v praxi. Diplomovou práci doporučuji k obhajobě.

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

Datum: 24.1.2017

Podpis: