

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vývoj měřicího systému elektrochemické impedanční spektroskopie (EIS) s aktivním proudovým buzením pro online monitorování baterií
Jméno autora:	Tom Pastuszek
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra měření
Oponent práce:	Ing. Ondřej Šereda
Pracoviště oponenta práce:	Porsche Engineering Services s.r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce se zabývá analýzou, výběrem a návrhem elektrochemické impedanční spektroskopie. Jedná se o komplexní téma a z tohoto důvodu hodnotím práci jako náročnější.	

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>	
Ad 1) Student provedl analýzu metod měření, při které čerpal z vědeckých publikací.	
Ad 2) Student navrhnul, realizoval a změřil impedanci článku pomocí laboratorního vybavení.	
Ad 3) Student měl za cíl vyvinout prototyp s mikrokontrolérem, který nahradí laboratorní přístroj a bude přímo počítat impedanci článku. Při měření není efektivně využit rozsah ADC a signál má velmi nízké rozlišení. Výpočet impedance není realizován v MCU. Graf „Figure 5.9“ ukazuje výsledek měření impedance, který bohužel trpí výše zmíněným nedostatkem. Autor si je tohoto vážného nedostatku vědom a v práci navrhuje možné varianty, jak dosáhnout lepších výsledků.	

Zvolený postup řešení	částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Student si na počátku práce klade za cíl vytvořit řešení, které lze škálovat na bateriové systémy s vyšším napětím. V druhé kapitole došlo k porovnání možných přístupů řešení. Student zvolil řešení proudového zdroje s tranzistorem, které si obhájil v kapitole třetí. Kapitola 4 a 5 se zabývá implementací a měřením zvoleného řešení. V závěru práce je krátký odstavec ke škálovatelnosti řešení z pohledu ztrát (které jsou spočteny pouze pro měřicí odpor nikoliv pro celý EIS systém). Student dále nerozvinul, jaká bude předpokládána přesnost měření pro 800 V bateriový systém.	

Odborná úroveň	C - dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborná úroveň práce splňuje nároky kladené na bakalářskou práci. V průběhu práce student získal potřebné znalosti k návrhu desek plošných spojů v návrhovém systému KiCad. Na návrhu plošného spoje jsou vidět nedostatečné zkušenosti s návrhem desek plošných spojů, které jsou u studenta bakalářského studia přirozené. V práci chybí hlubší zamýšlení se nad škálovatelností zvoleného řešení.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Formální stránka práce je na vysoké úrovni, zejména použitím sazbového systému LaTeX. Tento systém je pouze tak dobrý, jak je jeho uživatel. V práci se vyskytují různé nekorektní variace zápisu čísla s fyzikální jednotkou. Korektní zápis čísla s fyzikální jednotkou je např. „2 kHz“ tedy číslovka s nezalomitelnou mezerou a vzpřímenou fyzikální jednotkou. Vzhledem k počtu zkratk použitých v práci by bylo vhodné přidat „Seznam Zkratek“.	

Text práce je srozumitelný a na vysoké úrovni. Rozsah bakalářské práce odpovídá rozsahu běžných bakalářských prací.

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.

Autor celkem čerpá z 24 zdrojů což vzhledem k rozsahu práce je více než dostačující. Literatura obsahuje odborné články, produktové listy a další zdroje. Převzaté obrázky a grafy jsou korektně ocitovány.

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.

Základní myšlenka z „Figure 3.1“ je nešťastně nakreslena a evokuje tvrdý zkrat na baterce. V obrázku mohlo být naznačeno měření napětí a proudu.

Deska plošných spojů „Figure 4.2“ vykazuje nedostatky, a to ve formě absence blokovacích kondenzátorů u operačních zesilovačů, které mohou způsobit nesprávnou funkčnost zařízení. Vzhledem k hodnotě měřicího odporu proudu musí návrhář brát v potaz odpor samotné proudové cesty. Pro měření tuto desku student nevyužil.

V práci chybí tabulka naměřených hodnot.

Pro výpočet impedance je využit Goertzelův algoritmus, který je v práci pojmenován nesprávně jako „Goezel“ nebo „Goetzel“.

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.

Náročnost zadání této práce je velmi vysoké. Touto problematikou se zabývá velký počet výzkumníků/firem a i přesto v sériové výrobě zatím takové řešení není. Profesionální praxe naznačuje, že najít řešení které bude škálovatelné, není lehký úkol.

Student používal velmi kvalitní zdroje a z nich přišel s vlastním řešením problematiky. Student zvládnul navrhnout a poté realizovat měření bateriového článku pomocí metody EIS. Část s integrací do MCU už nebyla příliš úspěšná – i přesto je práce vypracována na dobré úrovni.

- 1) Jak byste upravil měřicí obvod s MCU tak, aby se využil celý rozsah ADC?
- 2) Jaké nedostatky mohou nastat při aplikaci pro 800 V trakční baterii?
- 3) Jaká je chyba měření u napětí a proudu?

p

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

Datum: 25.1.2024

Podpis: