

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

| | |
|-----------------------------------|--|
| Název práce: | Elektrochemická impedanční spektroskopie elektrochemických zdrojů |
| Jméno autora: | Bc. Adam Podhrázský |
| Typ práce: | <input type="text"/> |
| Fakulta/ústav: | <input type="text"/> |
| Katedra/ústav: | Katedra elektrických pohonů a trakce |
| Oponent práce: | Ing. Robert Pačanda |
| Pracoviště oponenta práce: | CTDC Siemens s.r.o., Praha - Stodůlky |

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

| | |
|--|----------------------|
| Zadání | <input type="text"/> |
| <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i> | |
| V principu se jedná o sestavení automatického měření napětí a proudu do 100kHz s vyhodnocením v postprocessingu. | |

| | |
|---|----------------------|
| Splnění zadání | <input type="text"/> |
| <i>Posudte, 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> | |
| Nedostatečně splněné body zadání: Ad 1 - příliš stručné, chybí teoretický základ - viz další komentáře Ad 2 - chybí jakákoliv běžná technická dokumentace Ad 3 - v důsledku absence předchozího teoretického rozboru je většina nedostatků měřicí aparatury řešena v postprocessingu, pokud vůbec Ad 4 - zcela chybí analýza chyby měření, ani v datové příloze nejsou k dispozici naměřené výsledky Ad 5 - příložený článek nastiňuje problematiku, vágně naznačuje směr řešení, ale zcela postrádá konkrétní závěry Celá diplomová práce působí velice uspěchaným dojmem - jak je i v samotné práci několikrát zmíněno, největším nepřítelem diplomanta a současně i hlavní příčina všech nedostatků byl zřejmě špatný time management (viz jedna z doplňujících otázek). | |

| | |
|---|----------------------|
| Zvolený postup řešení | <input type="text"/> |
| <i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i> | |
| Zvolený postup je správný, ale není dotažen na očekávanou úroveň. | |

| | |
|--|----------------------|
| Odborná úroveň | <input type="text"/> |
| <i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> | |
| Základním problémem celé diplomové práce je zcela nedostatečný teoretický základ, ať již v úvodní „teoretické“ části, kde není ani zmíněna chemická podstata zkoumaných jevů, její návaznost na náhradní schéma, interpretace naměřených výsledků zpětně ve vztahu k náhradnímu schématu a opět jeho zpětná interpretace ve vztahu k chemické podstatě zkoumaných baterií. Jakákoliv teoretická analýza pak chybí i ve fázi návrhu měřicího obvodu, kde zcela absentuje běžná technická dokumentace, jakož i ve zpracování výsledků měření, kde zase nikde není rozbor a analýza chyb. | |

| | |
|---|----------------------|
| Formální a jazyková úroveň, rozsah práce | <input type="text"/> |
|---|----------------------|

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

Po formální i jazykové stránce práce dostatečně nenaplnuje nároky kladené na technický, potažmo vědecký text:

- nedostatečné členění
- absence přehledných shrnutí
- neadekvátní (příliš neformální a osobní) jazykové prostředky
- nedostatečná redakce z hlediska stylistiky i pravopisu

Výběr zdrojů, korektnost citací

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.

Student prokazatelně vychází a čerpá z doporučené literatury uvedené v zadání diplomové práce, z níž hojně cituje, bohužel ale zcela vynechává důležité teoretické aspekty.

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.

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

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.

V první části diplomové práce je ve shodě se zadáním stručně popsán základní princip EIS. Stručnost tohoto popisu je však více než mezní, vše je podáno velmi povrchně a rozdíl mezi popisem měření s referenční elektrodou a bez referenční elektrody není v podstatě patrný, byť by tomu dle zadání mělo být naopak. Také přehlednost zpracování značně pokulhává. Obrázky v této části jsou očividně převzaté bez podrobnějšího vysvětlení.

V dalším bloku se diplomant zabývá návrhem obvodu pro měření EIS pomocí jím vybrané metody (sigle sinus v galvanostatickém módu). Zde poměrně podrobně formuluje obecné požadavky na jednotlivé bloky měřicího obvodu, bohužel však bez hlubšího zdůvodnění či přehledné sumarizace.

V kapitole následující je popsána samotná realizace měřicího obvodu. V této části je třeba zmínit naprostou absenci jakékoliv technické dokumentace – není zde jediný technický výkres, schéma zapojení nebo cokoliv podobného vyjma nedostatečně popsaných fotografií. Pokud je v textu poukazováno na zkušební testování jednotlivých částí měřicího zařízení, ve valné většině výsledky tohoto testování chybí nebo jsou uvedeny jen velice vágně. Případné výpočty jsou pouze letmo zmíněny bez jakéhokoliv konkrétního příkladu. (Jako alarmující vidím, že v celé diplomové práci není uveden JEDINÝ konkrétní výpočet či vzorec...!!!)

Další část diplomové práce se zabývá samotným měřením. Zde je zmiňováno provedení prvotního pokusného měření, na jehož základě byla upravena měřicí aparatura, jmenovitě a především její SW část.

Bohužel, i zde jsou všechny výsledky, výpočty či analýzy pouze zmíněny bez jakékoliv konkretizace (výjimečně uvedené konkrétní hodnoty jsou pouze ty, které opravdu nejsou relevantní (průměrná délka měření a průměrná velikost výstupního souboru k posouzení kvality měření moc nepřispějí...)

V následujícím popisu hlavního měření opět chybí jakékoliv konkrétní výpočty či vzorce, stejně jako analýza chyby měření. Je zde sice zmíněna chyba ve výpočtu fáze a její jednoduchá kompenzace, ale opět není uvedeno nic určitého. Samotné výsledky měření jsou prezentovány pouze na jednom vybraném článku a součástí diplomové práce není ani datová příloha, kde by byla zpracovaná měření k dispozici. Diskuse a rozbor výsledků měření se nesou opět v duchu povšechných prohlášení typu „dostatečně kvalitní“ a „odpovídající mým obecným předpokladům“. To samé lze říci i k popisu dodatečného měření. Samotné vyhodnocení výsledků měření pak z tohoto rámce též nijak nevybočuje. Pokud je konstatována nějaké neobvyklost či anomálie, opět není podrobena žádnému teoretickému rozboru či vysvětlení.

Ohledně závěru práce se domnívám, že diplomant by se měl kritičtěji podívat na své dílo. Měřicí aparatura vyžaduje spoustu „post korekcí“ a kompenzování naměřených dat. Přitom napětí a proud jsou veličiny, které se velmi dobře měří, navíc zde je možné měřit na nízkých impedancích. To znamená opravdu s minimálním šumem. Měření je provedeno do 50 kHz, možná do 100 kHz s nikde nepopsanou chybou. Překvapilo mne, že snímací odpor a příslušný zesilovač nejsou těsně u sebe, ale na dvou oddělených deskách. Použitím diferenciálního zesilovače, správného zemnění a dodržení obvyklých zvyklostí při návrhu bych čekal měření minimálně o jednu dekádu citlivější.

Příložený článek je, bohužel, napsán ve stejném duchu jako celá diplomová práce. Je natolik obecný, že není vůbec zajímavý. Není popsáno jaké jevy se pomocí EIS studují, zda jsou dobré nebo špatné v elektrochemii měřeného článku. Není uvedeno žádné konkrétní číslo jako naměřená hodnota – například typické hodnoty impedancí. Není nikde uveden ani kmitočtový rozsah, ve kterém bylo měření provedeno. Ani závěr neposkytuje informaci, že měření bylo aplikováno na 128 článků, z nichž řádově polovina měla za sebou těžké vybití – nepříznivý stav pro životnost článku. Tento vědecký článek bych jako redaktor vědeckého časopisu odmítl a vrátil k přepracování. Téma je to zajímavé, článek však nikoli.

Otázky k obhajobě:

- 1) V odstavci 2.1.3 je rozebírána dostupnost a cena. Proč má být obvod levný? Pokud je cena parametrem, uveďte seznam komponent, orientační cenu, nezapomeňte na SW a HW třetích stran, pneumatické členy a zázemí k nim nutné, jsou-li komponenty k měření potřeba atd.
- 2) V odstavci 2.2.2, týkajícím se zesilovače proudu, zmiňujete požadavek na nízký offset. Pokud již je offset zmíněn, prosím definujte jej jako explicitní hodnotu. Srovnejte tuto hodnotu s naměřenou hodnotou offsetu a určete vliv offsetu na chybu naměřené veličiny – impedance.
- 3) U diferenciálního zesilovače uvádíte zisk nastavitelný 1-100 (nezávisle pro každý kanál zvlášť). Bylo to ověřeno měřením? S jakou chybou? V kolika krocích je zisk nastavitelný? Jak se tyto kroky zadávají do programu?
- 4) Prosím, prezentujte časovou posloupnost vašeho vývoje a vyzdvihněte klíčové okamžiky vývoje. V příliš mnoha bodech se odvoláváte na nedostatek času, přičemž práce byla zadána před rokem (14.2.2018).

- 5) Souvisí vaše naměřená data zobrazená na obrázku 18 s obrázkem číslo 3b nebo 3c? Na tomto místě by bylo možné očekávat srovnání a diskutování hodnot náhradního schématu na obrázku 3a.
- 6) Proč pro frekvence v dekadě 100 Hz – 1 kHz nastává několikrát nulová fáze? Jedná se o chybu metody, měření nebo interpretace dat? Na obrázku 22 (strana 40) je podezřele často výsledek imaginární části nulový. K jakému jevu zde dochází při měření? V doporučené literatuře [1] tyto anomálie nejsou.
- 7) Histogramy na straně 46 jsou vyhotoveny s krokem $0.1\text{m}\Omega$, osa x má měřítko $1\text{m}\Omega$ na dílek. Všechny měřené články jsou znázorněny v několika málo sloupcích. Je citlivost měření dostatečná?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm

Datum:

Podpis: