

OPONENTNÍ POSUDEK

disertační práce k získání akademického titulu Doktor (Ph.D.)

<u>Autor práce:</u>	Ing. Petr Křibský
<u>Název práce:</u>	Metody odhadu stavu nabití Li-Ion akumulátorů
<u>Školitel:</u>	doc. Ing. Jiří Skála, Ph.D.
<u>Rozsah práce:</u>	91 stran
<u>Oponent:</u>	prof. Ing. Jan Leuchter, Ph.D. (Univerzita obrany, FVT, Brno)

Disertační práce „Metody odhadu stavu nabití Li-Ion akumulátorů“ je zaměřena na problematiku odhadu stavu nabití akumulátorů. Autor navrhl nový způsob odhadu stavu nabití akumulátoru.

Disertační práce má 91 stran včetně literatury a seznamu publikační činnosti autora. Autor práci rozdělil na 9 kapitol. V první kapitole uvedl velmi zjednodušeně význam použití akumulátorů v praxi a cíle disertační práce. Cíle disertační práce jsou uvedeny na straně 15 v jednom odstavci. Zde musím konstatovat, že autor popsal velmi zevrubně čeho chce dosáhnout, ale bohužel nejsou zřejmé jeho ambice a jakých cílů chce dosáhnout. Zde musím prohlásit, že tato část uvádějící cíle a úvodní kapitola popisující současný stav by mohly být více popsány. Dále doporučuji se vyvarovat textu, který spíše připomíná popularizovaný text do neodborného časopisu. To považuji za poněkud neobvyklé a očekával bych ucelenější popis současného stavu a detailnější rešerši.

V druhé, třetí, čtvrté a páté kapitole je uveden popis a parametry Li-Ion akumulátoru. Opět je rozsah velmi stručný, prakticky půl strany textu popisující parametry článků s jednou rovnicí, a kapitola by zasloužila více. Popis vnitřních parametrů článku je uveden na necelé jedné straně. Určité výhrady mám k systematickosti a třídění kapitol. Dále předložená práce popisuje akumulátory spíše velmi obecně s pocitem čtenáře, že se disertant bál uvést více detailnějšího popisu, aby neudělal případnou chybu.

Také po formální stránce je disertační práce spíše na průměrné úrovni. Například blokové schéma elektroniky pro ochranu Li-Ion článků uvedené na straně 18, kde obrázek je sice barevný, ale díky malému rozlišení je částečně nečitelný. V textu se vyskytují překlipy a různé formy formátování textu.

V části 6 jsou diskutovány metody odhadu zbytkové kapacity článků. Vlastní popis autorovy navržené metody odhadu stavu nabití lithiových článků je uveden na straně 27. Nicméně se zcela nedomnívám, že se jedná o originální metodu. Opět zde musím konstatovat, že ačkoliv

je tato kapitola jednou z nosných kapitol disertace autora, by zcela jistě zasloužila detailnější popis než na šesti stranách.

V kapitole 7 a 8 jsou výsledky experimentálního ověřování metod pro odhad stavu nabití akumulátoru s popisem testovacího vybavení. V kapitole 8 jsou uvedeny výsledky metodiky hodnocení výsledků testů metod odhadu stavu nabití. Tato část disertační práce je nosnou částí a přináší řadu zajímavých výsledků. Zvolené metody jsou adekvátní řešené problematice. Celkově musím pozitivně hodnotit autorův přístup, kde autor prezentuje výsledky srovnání odhadu a skutečnosti při určování aktuálního stavu nabití akumulátoru. Tato část ukazuje, že se disertant dobře orientuje v této problematice.

Kapitola 9 popisuje shrnutí dosažených výsledků a směřování dalšího vývoje.

Závěr

Z uvedeného je zřejmé, že vymezená problematika disertační práce je aktuální. Dosažené výsledky řešení, jak jsem již uvedl výše, jsou popsány zejména v části 8.

Formální úprava disertační práce je na průměrné úrovni.

Zvolené metody se zdají z části adekvátní řešené problematice.

Disertant prokázal, že se dobře orientuje v řešené problematice. Přínosem disertační práce jsou praktická řešení.

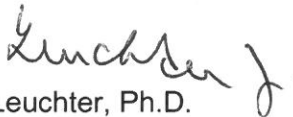
Výsledky řešení disertační práce byly již publikovány.

Předloženou práci po uvážení doporučuji k obhajobě.

Během rozpravy požaduji zodpovězení předchozích otázek a:

1. Vysvětlíte zjednodušený model článku ze strany 28 a uveďte také nějaký jiný detailnější model článku. Na modelu vysvětlíte vliv teploty a velikosti proudu na chování článku akumulátoru.
2. Detailně uveďte metodiku určení průměrné chyby odhadu např. ze strany 45. Uveďte nejistotu určení této chyby odhadu.

V Brně dne 1.11.2016


prof. Ing. Jan Leuchter, Ph.D.
Univerzita obrany, FVT, K-217

Oponentní posudek disertační práce Ing. Petra Křibského

„Metody odhadu stavu nabití Li-Ion akumulátorů“

Námět práce patří do oboru disertace „Elektronika“.

Práce je v souladu se současným stavem poznání v tomto oboru. Téma práce se věnuje současným praktickým realizacím.

Práce je napsána v češtině a je rozvržena do 9 hlavních kapitol včetně úvodu a závěru.

Práce obsahuje akceptovatelný počet překlepů a formálních nepřesností. Přehled symbolů je stručně definován, není dodrženo pravidlo označení skalárních veličin kurzívou. Klíčová slova nejsou vhodně volena, zařídění disertační práce není optimální.

Hlavní osnova disertace je srozumitelná. Cíle práce jsou definované. Vlastní text práce začíná až na stránce s číslem 14 a končí posledními 2 řádky textu na str. 83. Vlastního textu autora je pouze 67 stran včetně obrázků, tabulek a grafů. Odborná část začíná až na str. 17. Úvod práce obsahuje pouze obecné proklamace a fráze bez konkrétního obsahu.

Autor na straně 89 v přehledu odkazů [17] - [21] uvádí funkční vzorky a prototypy, které se týkají tématu předložené disertační práce. V textu práce však není uvedena žádná zmínka o těchto realizacích (chybí schémata, fotodokumentace, nebo blokový diagram SW).

Dále autor na str. 91 uvádí sedmiletou spolupráci s německou firmou, ve které měl za úkol návrh HW a SW pro ochranu lithiových akumulátorů. I tato problematika úzce souvisí s tématem disertační práce, bohužel ani tyto autorské výstupy nejsou v práci zmíněny.

V úvodu jsou představeny cíle práce, ve kterých autor zmiňuje vlastní metody, ale nejsou uvedeny základní charakteristiky. V kapitole 1.2 je uvedena převážně obchodní strategie a ekonomické předpoklady, rozbor technických možností je zmíněn okrajově.

Kapitola 3 je popisná a jsou uvedeny pouze povrchní a zjednodušené informace.

Výzkum uvedený v práci je postaven na komerčních přístrojích. V práci jsou testovány pouze komerční výrobky (viz. kap. 7).

Za osobní přínos je uváděn matematický výsledek (str. 52, obr. 24), který se odkazuje na teoretickou část v kapitole 7.2.1.3, kde jsou uvedeny pouze 2 řádky textu a jedna experimentálně sestavená tabulka.

Kapitola 8.1.4 by měla být stěžejním textem celé práce. Autor uvádí, že metody jím navržené nebyly nikde publikované, ale ani sám autor je neuvádí a ani nevysvětluje. Závěry jsou postaveny jen na výsledcích experimentů zpracovaných formou tabulek a grafů. Autorem deklarované metody odhadu stavu nabití Li-Ion akumulátorů jsou popsány pouze slovním komentářem, přitom je v textu práce uvedeno, že byly naprogramovány do nabíječek. Další popis těchto algoritmů případně uvedení blokového schématu v textu práce chybí.

Předložená disertační práce neobsahuje teoretický úvod, chybí uvedení souvislostí s teorií obvodů. Přitom pro toto téma se nabízí využití základních principů teorie nelineárních časově závislých obvodů. V řešení disertační práce není použit žádný matematický aparát a nebyly provedeny simulace. Všechny závěry jsou jen na základě experimentálních výsledků.

Vědecký přínos práce pro obor není zřejmý. Závěry práce jsou zformulovány pouze pro autorem zvolené, testované technologie lithiových akumulátorů. Z textu práce není

zřejmé, o jaké konkrétní technologie se jedná. V práci používané označení "Li-Ion" je v tomto kontextu nedostatečné a zavádějící. Chybí zobecnění závěrů i na ostatní technologie lithiových akumulátorů.

Práce svými výsledky je velmi užitečná pro praxi, pro výrobce elektroniky do nabíjecích systémů. Správně aplikované závěry této práce mají ekonomický přínos, v podobě prodloužení životnosti článků a energetické optimalizace nabíjecích cyklů.

Téma disertační práce a související problematika byly publikovány jak na národní, tak i mezinárodní úrovni. Počet a kvalita publikací, na kterých se disertant podílel, je odpovídající.

Nedoporučuji uvedenou práci k obhajobě.

V Liberci 13. 11. 2016



Prof. Ing. Aleš Richter, CSc.
Fakulta mechatroniky, informatiky mezioborových studií
Technická univerzita v Liberci

Oponentský posudek disertační práce

METODY ODHADU STAVU NABITÍ LI-ION AKUMULÁTORŮ

Autor: Ing. Petr Křibský

Oponent: prof. Ing. Jiří Vondrák, DrSc.

Posudek disertační práce doktoranda Ing. Petra Křibského

Doktorand Ing. Petr Křibský podal disertační práci s názvem:

Metody odhadu stavu nabití Li-ion akumulátorů

Význam lithiových baterií a zejména pak Li-ion akumulátorů v současné době bouřlivě roste. To je dáno těmito faktory:

- a) Rostoucí požadavky na bezemisní dopravní prostředky
- b) Vývoj prostředků pro akumulaci elektřiny z alternativních zdrojů závislých na denní době či na změnách počasí
- c) Zejména v oblasti bezemisních vozidel k tomu přistupuje rámcový požadavek na snížení spotřeby ropy a jiných uhlovodíkových paliv a jejich náhradu „čistou“ energií z jiných zdrojů malého i velkého výkonu.

Použití akumulátorů v rutinním provozu pak vyžaduje možnost průběžného měření energie zbývající během provozu v akumulátoru. Předmětem předložené disertační práce je ověření vybraných metod pro stanovení této energie.

Problém baterií pro elektricky poháněná vozidla je významný ze dvou důvodů. První je odhad energie, která je v baterii k dispozici do příštího nabíjení. Druhým, neméně závažným důvodem je monitorování mimořádných stavů v baterii a jejich možností vyvolávat nebezpečné stavy. Konečně, v mnoha aplikacích je rozhodující údaj o energetické účinnosti cyklu nabíjení – vybíjení.

Předložená práce se zabývá způsoby měření aktuálního stavu náboje v baterii. Doktorand provedl teoretický rozbor několika způsobů určení aktuálního stavu náboje. Na jeho základě navrhl algoritmus pro tento účel. Praktická část pak popisuje testy provedené na dvou typech průmyslově vyráběných baterií.

Testovací zařízení je sestaveno z komerčně dostupných jednotek. Ke zkouškám jsou použity dva typy baterií obsahujících sériově zapojené články. To ostatně odráží i dnešní trend známý u velkých výrobců elektromobilů, jako např. vozidel společnosti vyráběných společnostmi TESLA. Z výsledků vyplynula vhodnost některých algoritmů a naopak nevhodnost některých dalších.

Práce neobsahuje návrh konkrétního systému vhodného ke komercializaci a výrobě.

V práci se uvažují pouze celé komerční baterie.

Teoretická část měla obsahovat rozvahu o nebezpečí tepelných a jiných poškození baterie složené zapojením více než jednoho článku do série a nástin možnosti takové události předcházet na základě měření hotové baterie.

Práce by byla velmi dobrá jakožto diplomová, na doktorskou disertaci však obsahuje poměrně málo nových či disertabilních poznatků.

Jinak práce neobsahuje žádné podstatné jazykové nebo jiné formální chyby.

Práci doporučuji k obhajobě a kladu disertantovi několik otázek:

1. Jaké jsou fyzikální příčiny poklesu využitelné kapacity při zvýšení proudové zátěže a jaká opatření proti tomu používáme?
2. Kdy vzniká ve člancích nadměrný vývoj tepla a může sloužit pro indikaci nestandardních stavů?
3. Která fáze cyklu nabíjení – vybíjení je pro baterie nejvíce kritická?
4. Jaký výsledek byste označil jako disertabilní?

Praha, 24. listopadu 2016

prof. Ing. Jiří Vondrák, DrSc.

