

Oponentní posudek disertační práce doktoranda Ing. Michala Hrubce na téma:

## **„Nabíjecí technika a nabíjecí algoritmy“**

Oponovaná práce obsahuje 120 stran a tři jednostránkové přílohy

### **Zhodnocení významu disertace pro obor**

Disertace se zabývá otázkami spojenými s technickým a programovým zabezpečení procesu nabíjení elektrochemických zdrojů elektrické energie – historicky prvními zdroji, které umožnily zkoumat a využívat dynamické vlastnosti elektrických proudů. V počátcích se zasloužily o rozvoj především v oblasti telekomunikací. Oborově se jedná o hraniční problematiku mezi chemií a elektrotechnikou. Jako zdroje jsou elektrochemické zdroje ve srovnání s jinými zdroji drahé. Jejich výhodou je mobilita, kterou je možné uplatnit především ve sdělovací technice, při zpracování informací a v poslední době i v dopravě a v přenosných zařízeních s elektrickým pohonem.

Zvláštním druhem elektrochemických zdrojů jsou akumulátory, které využívají reversibilních chemických procesů, tj. po jejich vyčerpání je možné přivedením elektrického proudu z jiného zdroje energie obnovit jejich vnitřní chemické složení. V elektrotechnice se tento proces nazývá nabíjení. I když opakovaným nabíjením dochází k degradaci, umožňuje tento proces mnohonásobné použití drahého chemického zdroje bez nákladné chemické recyklace. Je známo, že šetrné nabíjení prodlužuje životnost akumulátorů. Význam disertace je v tom, že systematicky zpracovává poznatky o nabíjení běžně používaných akumulátorů a navrhuje způsob jejich šetrného nabíjení. V této obecně velmi staré problematice využívá moderních číslicových metod řízení nabíjecího procesu. Tím se stává tato problematika novou a aktuální.

### **Vyjádření k postupu řešení, k použitým metodám a k splnění cílů**

I když po podrobném seznámení s obsahem disertace jsou cíle práce zřejmé, bylo obtížné vystopovat v textu práce formulaci cílů. V anotaci se uvádí, že „*cílem je praktické řešení návrhu nového nabíjecího zařízení*“. Takto formulované technické zadání je nekonkrétní a bylo by pro disertaci nedostatečné.

V kapitole 2, nazvané „Cíl práce“ se doslova uvádí: „*Práce si klade za cíl přehledně a uceleně představit problematiku nabíjecí techniky určené především k nabíjení baterií přenosných elektrických zařízení*“. Zde se hovoří ve spojitosti s nabíjecími zařízeními o přenosných elektrických zařízeních. I když se budu ještě věnovat jazykovým otázkám dále, tvrzení „*nabíjecí techniky určená především k nabíjení*“ zní kuriózně, protože logicky co je nabíjecí zařízení, které není určeno k nabíjení. Zřejmě v tomto místě autor chtěl vyjádřit, že zbývá technikou realizací zdrojů učených především k nabíjení baterií.

Dále se v kapitole 2 již nehovoří o cílech, ale o úkolech. Za jeden z hlavních úkolů má být: „*nalezení a stanovení jednotného principu nabíjecí techniky*, ... Protože se mi nepodařilo v práci nalézt za co je, v tomto smyslu, princip nabíjecí techniky mohu obtížně hodnotit splnění tohoto úkolu. Předem však uvádím, že jsem odpověď na tuto otázku při celkovém hodnocení přínosu práce nepostrádal.

Navazujícím úkolem je „*vytvoření algoritmů různých způsobů dobíjení*... tento cíl práce a jeho zpracování považuji za hlavní přínosné jádro celé práce.

Posledním úkolem je vytvoření postupu pro vývoj a návrh technického a programového vybavení a s tím souvisejícího způsobu prvotního testování funkce zhotoveného zařízení. Též tento úkol považuji za přínosný a jeho splnění za úspěšné.

Významnou součástí práce je přehled konstrukčního uspořádání elektrochemických akumulátorů, dále přehled metod jejich nabíjení jako výchozí materiál pro programové zpracování nabíjecího procesu a přehled konstrukčního uspořádání nabíjecích zařízení.

V této části bych dal přednost klasifikaci podle použití

1. v telekomunikační technice a zařízeních na zpracování informací,
2. v dopravě a dalších obdobných zařízeních,
3. pro přenosná zařízení a nástroje.

I když tyto oblasti mají mnoho společného, v praxi mají i význačné odlišnosti. Oblast 1. je doménou velkých společností a sériové výroby, oblast 2. vyžaduje zpracovávat velké výkony a proto se správně práce orientovala převážně a podle zadání na oblast 3.

Hlavním přínosem je v této oblasti návrh řídicího obvodu, který vzhledem k rozmanitosti přenosných zařízení a jejich nabíjecích systémů musí být navrhován jednotlivě a v různém stupni integrace.

### **Vyjádření k systematičnosti, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni**

V předešlé části posudku jsem uvedl příklady nelogičnosti při vyjadřování v práci. Podrobný rozbor práce ze shora uvedených hledisek by zabral velký prostor. Z věcného hlediska při hodnocení celkového přínosu práce považuji tyto otázky za okrajové. Pozornost by se jim měla věnovat při publikování výsledků obsažených v práci.

V technickém textu považuji jako nevhodné formulace typu (viz str. 1 ř. 5 a 4 zdola) cituji: *Vývoj v této oblasti naštěstí už samovolně **táhne** k nabíjení **skrze** rozhraní USB.*

Z hlediska systematičnosti a přehlednosti by prospěla deklarace jednoznačné orientace na nabíjení přenosných zařízení.

Zejména kapitola 5, která obsahuje shrnutí užitečného materiálu ke konstrukci nabíjecích zařízení, trpí chaotičností. V úvodu této kapitoly se opakuje blokové schéma z úvodu (obr. 3.1). Sdělení obsažená v druhé a třetí větě této kapitoly lze pouze vytušit. Jasněji, přehledněji a odděleně by měl být uveden popis technického vybavení, které slouží k transformaci energie a technického vybavení určeného k řízení nabíjecího procesu a dalších obvodů podle jejich účelu.

### **Vyjádření k seznamu autorských publikací**

Seznam obsahuje diplomovou práci, 4 práce na přehlídce studentských odborných prací FEL 2 práce v A Radio – praktická elektronika a 1 práci ve sborníku XV. konference Poznaňské university. Výsledky obsažené v disertační práci nebyly publikacích uvedených v seznamu zveřejněny. Z tohoto hlediska mohu uvést, že práce obsahuje řadu nepublikovaných poznatků. Jejich případná publikace by však vyžadovala důkladnou logickou a jazykovou revizi.

### **Závěr**

Přes uvedené výhrady oceňuji, že práce obsahuje množství hodnotných odborně technických výsledků, které svědčí o tom, že doktorand vyhověl splnil cíle předložené práci a doporučuji proto disertační práci k obhajobě dle zákona č. 111/98 Sb. § 47.

  
Ing. Jaromír Braun, DrSc.

## Oponentní posudek disertační práce

**Název disertační práce:** Nabíjecí technika a nabíjecí algoritmy

**Autor disertační práce:** Ing. Michal Hrubec

**Školitel:** Doc. Ing. Jiří Hammerbauer Ph.D KAE FEL ZČU Plzeň

Předložená disertační práce o názvu „Nabíjecí technika a nabíjecí algoritmy“ se zabývá aktuální problematikou optimalizace nabíjení akumulátorových baterií malého a středního výkonu všech používaných typů v přenosných zařízeních. Hlavní náplní a cílem práce je návrh programového vybavení „inteligentních“ nabíjecích systémů, které umožňují optimalizaci nabíjecích procesů s ohledem na využití baterie v konkrétních pracovních podmínkách.

Práce je členěna celkem do 8 kapitol, dále obsahuje 3 přílohy s obrázky a schémata realizovaných funkčních vzorků simulátoru baterie, nabíjecích zařízení a diagnostického modulu. Úvodní čtyři kapitoly práce se zabývají přehledem řešené problematiky se specifikací cíle práce, dále jsou ve čtvrté kapitole podrobně popsány technické vlastnosti elektrochemických akumulátorů všech v současnosti používaných typů včetně popisu kompletování článků do baterií, dále funkčních a ochranných prvků akumulátorových baterií. V následujících dvou kapitolách o názvech „Technické vybavení nabíjecích systémů“ a „Programové vybavení nabíjecích systémů“, které tvoří těžiště práce jsou popsány požadované vlastnosti nabíjecích systémů, jejich možné schématické řešení včetně procesorového řízení a možnosti algoritmizace řízení nabíjecích procesů s cílem dosažení optimálního nabíjecího procesu. Následující sedmá kapitola se zabývá praktickou realizací konkrétního nabíjecího systému podle zadané specifikace s cílem prakticky využít získané výsledky z předchozích částí práce. V závěrečné osmé kapitole jsou popsány dosažené výsledky, dále je zde souhrnné kritické hodnocení a porovnání jednotlivých navržených způsobů optimálního nabíjení akumulátorových baterií včetně popisu možností dalších prací při vývoji nabíjecích zařízení.

Práce obsahuje seznam celkem 32 literárních odkazů které se týkají řešené problematiky.

### Hodnocení předložené práce:

Zvolené téma disertační práce je vzhledem k neustále rostoucímu počtu aplikací nejrůznějších elektronických mobilních zařízení ve všech oblastech lidské činnosti napájených z akumulátorových baterií vyrobených různými technologiemi vysoce aktuální.

Disertační práce jako celek je přínosná co do aktuálnosti, rozsahu i hloubky řešené problematiky. Lze konstatovat, že vytýčené cíle byly v předložené disertační práci splněny. Jako hlavní a originální přínos autora předložené práce do problematiky optimalizace nabíjecích procesů akumulátorových baterií různých typů do přenosných zařízení lze spatřovat v návrhu optimálního programového vybavení nabíjecích systémů. Navržené způsoby optimálního nabíjení a vybíjení akumulátorových baterií různých typů byly rovněž teoreticky zdůvodněny a prakticky prověřeny testovacími přípravky. HW řešení nabíjecích systémů vychází z praxí prověřených zapojení impulsně regulovaných zdrojů konstantního napětí, resp. konstantního proudu, konkrétní příklad vzorového řešení nabíječky uvedený v sedmé kapitole práce využívá progresivní schématické řešení konvertoru s topologií SEPIC.

Disertační práce je zpracována pečlivě, členění jednotlivých kapitol se závěrečnými ukázkovými příklady je logické a přehledné. Rovněž po formální stránce se práce vyznačuje (na rozdíl od rigorózní práce autora kterou předložil ke státní závěrečné zkoušce) pečlivě zpracovanou textovou i grafickou částí s minimem chyb a překlepů.

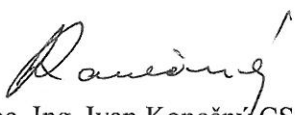
K předložené práci mám následující dotazy a připomínky:

- a) Na str.36 až 41, jsou popsány konkrétní zapojení řídicích obvodů impulsně regulovaných zdrojů využívající již zastaralý integrovaný obvod UCC3842 (nikoliv UC3842 jak uvádí autor) a jeho klony (UCC3843 až UCC3845). Použití tohoto typu IO v řídicích obvodech konvertorů typu SEPIC se nedoporučuje pro jeho nestabilitu při širším rozsahu regulace, kdy dochází při přechodu ze snižujícího módu do zvyšujícího módu konvertoru (a opačně) ke vzniku subharmonických kmitů budícího signálu PWM výkonového tranzistoru. Jaký důvod jste měl při návrhu schematicy konvertoru SEPIC na obr. 5.2.2.2 použít tento typ řídicího IO? Dovedl by jste ze současné nabídky předních světových výrobců najít za výše uvedený IO vhodnější náhradu při zachování příznivé ceny?
- b) V příloze B práce na obr.1. a obr.2. je znázorněno konkrétní provedení vzorku nabíječek vyrobených v r.2009. Vzorky jsou zhotoveny konvenční technologií s vývodovými součástkami. Jedná se o definitivní provedení vzorků pro sériovou výrobu? Mohl by jste přibližně porovnat cenové relace, výhody a nevýhody konvenční použité technologie a případné technologie povrchové montáže SMT pro stejný výrobek?

Celkově lze hodnotit disertační práci jako zdařilou jak po stránce výběru nosného tématu práce, tak jeho zpracováním a získáním výsledků jednak pro pokračování v dalších výzkumech, tak pro využití v praxi.

Autor disertační práce Ing. Michal Hrubec prokázal schopnost samostatné vědecké tvůrčí práce a předloženou disertační práci **doporučuji k obhajobě**.

V Nýřanech 13.11.2011.

  
Doc. Ing. Ivan Konečný CSc.

## Oponentní posudek

na disertační práci Ing. Michala Hrubce

### Nabíjecí technika a nabíjecí algoritmy.

Oponentní posudek je vypracován dle pokynů pro vypracování oponentního posudku v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb. A čl. 52 odst. 8 Studijního a zkušebního řádu ZČU.

- *Zhodnocení významu disertace pro obor:*  
V současné době stále roste aplikace chemických zdrojů napětí pro různé mobilní přístroje jako jsou mobilní telefony, notebooky, fotoaparáty, kamery... a s tímto nárůstem značně stoupá i potřeba kvalitních, spolehlivých a z hlediska baterií i šetrných nabíjecích přístrojů. Význam disertace pro tento obor **je zcela zásadní**, ukazuje cestu vývoje moderních nabíjecích trendů, přístrojů i nabíjecích algoritmů, zcela odlišných od levných komerčních nabíječů.
- *Vyjádření k postupu řešení problému, k použitým metodám, ke splnění stanoveného cíle:*  
Stanoveného cíle disertační práce bylo **v plném rozsahu dosaženo**. Disertant uvedl velké množství různých zapojení technického vybavení nabíječů, provedl jejich diskusi i zhodnocení. Popsal nabíjecí metody Li-Ion, Li-Pol, NiCd, NiMH a Pb článků, z nichž vycházel při návrhu inteligentního nabíjecího zařízení. Tento postup je zcela správný a vyústil v návrhu technického i programového vybavení unikátního nabíjecího zařízení.
- *Stanovisko k výsledkům disertační práce a původního konkrétního přínosu předkladatele disertační práce.*  
Disertační práce vyústila v původní, inteligentní nabíjecí zařízení, které díky tomu, že nepoužívá žádný specializovaný integrovaný obvod, určený pro nabíječky, ale mikroprocesor, umožňuje snadnou změnu programového vybavení instalovaného mikroprocesoru i v budoucnu měnit a optimalizovat nabíjecí proces.
- *Případně další vyjádření, např. vyjádření k systematickosti, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce.*  
Práce je napsána přehledně a systematicky, od popisu nabíjecích metod, přes popis a diskusi nabíjecích obvodů k finálnímu inteligentnímu nabíjecímu zařízení. Formální i jazyková úroveň práce je velmi dobrá.
- *Vyjádření k publikacím disertanta:*  
V použité literatuře uvádí disertant pouze jednu vlastní práci. Ale na druhé straně předložené téma disertační práce slibuje dostatečný prostor pro další publikace.
- Podle zákona č. 111-1998 Sb. 47 **doporučuji** disertační práci k obhajobě.

7.6.2011 v Praze Ing. František Kostka, CSc

