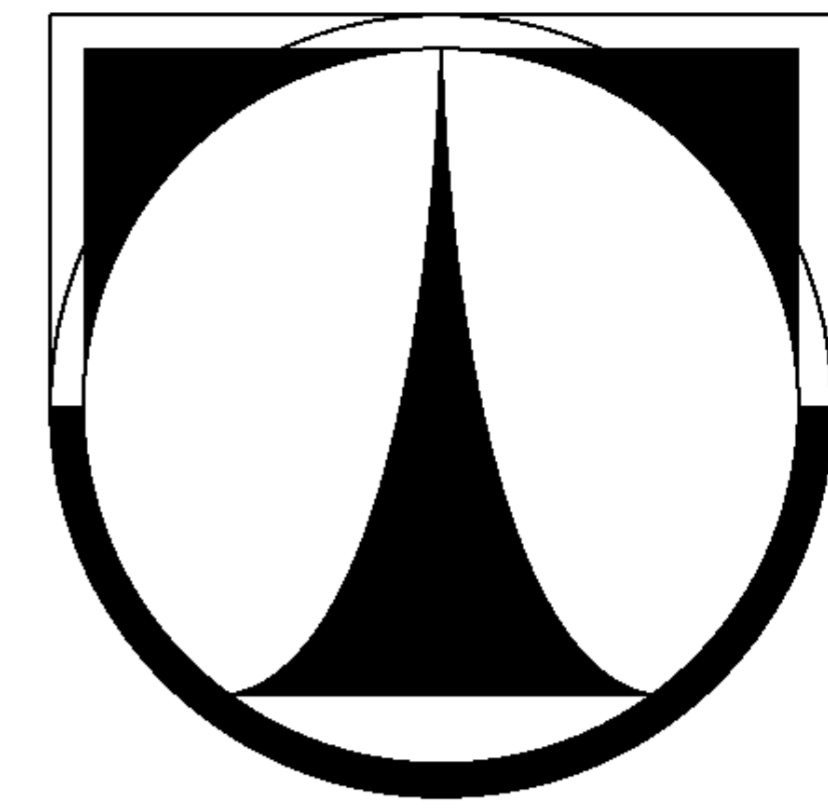


Návrh „battery management system“ (BMS) pro elektromobil



Autor: Bc. Aleš Vajsar
Vedoucí: Ing. Pavel Jandura
Ústav mechatroniky a technické informatiky,
Fakulty mechatroniky IMS, Technická univerzita v Liberci



ABSTRAKT:

Cílem této práce, je seznámení, s vlastnostmi moderního nabíjení akumulátorů, k využití pohonu elektrického vozidla. Především, se zaměřit, na možnosti jejich nabíjení. Dále, přesně definovat požadavky, pro nabíjení akumulátoru pomocí BMS (battery management system). Z načerpaných znalostí, navrhnout vlastní systém BMS, pro trakční baterii elektromobilu TUL, složenou z 17s/200Ah LiFePO4 článků. Systém zdokumentovat a připravit k výrobě.

The main aim of this study is introduction with the characteristics of modern battery charging for the use of electric drive vehicles. Especially focus on the possibility of charging. Further exactly define the requirements for charging the battery using the BMS (battery management system). Based on the obtained knowledge suggest own BMS system for electric vehicle traction battery composed of TUL 17s/200Ah LiFePO4 cells. This system document and prepare for production.

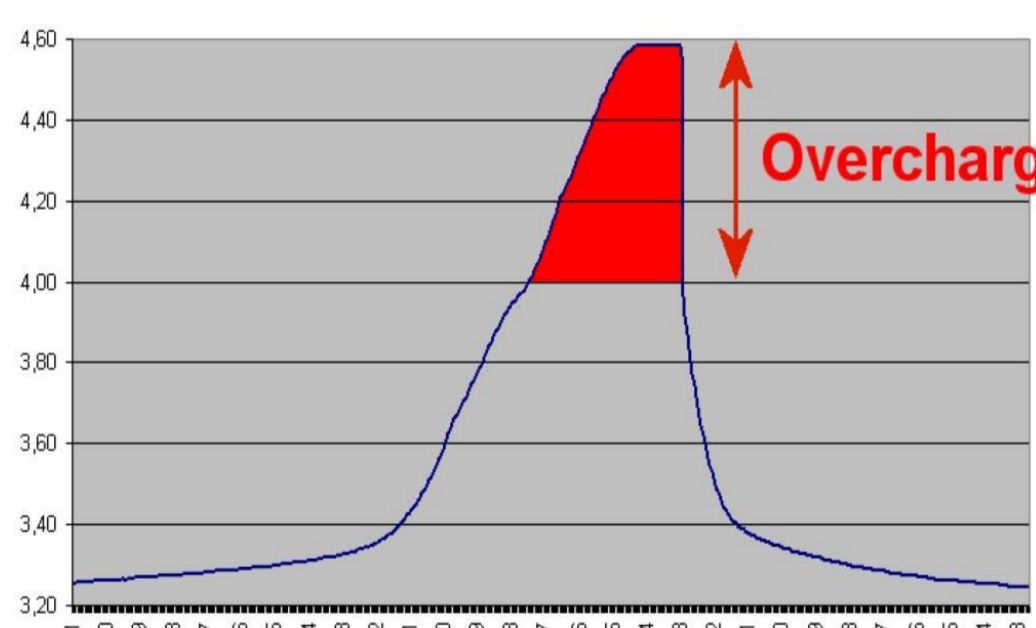
CÍL:

Seznámení s parametry a vlastnostmi lithiových akumulátorů vhodných pro trakční pohon elektromobilu na TUL. Do hloubky se zaměřit na jejich požadavky na nabíjecí cyklus. Z požadavků na nabíjení navrhnout systém nabíjení trakčních akumulátorových článků LiFePO4 v elektromobilu vyvíjeného na TUL. Při nabíjení striktně dodržovat nabíjecí parametry použitých akumulátorových článků. Nabíjení přizpůsobit na dodanou nabíječku POW48V/30A s možností BMS režimu. Celý systém musí hlídat a vyhodnocovat řídicí jednotka, která bude přijímat informace od jednotlivých balancerů na všech člancích akumulátoru. Dodané informace vyhodnotit a dle nich řídit nabíjecí cyklus. Poté systém po jednotlivých krocích odladit a zdokumentovat. V závěru zhodnotit funkčnost systému a navrhnout další možnosti vývoje a zdokonalení systému nabíjení.

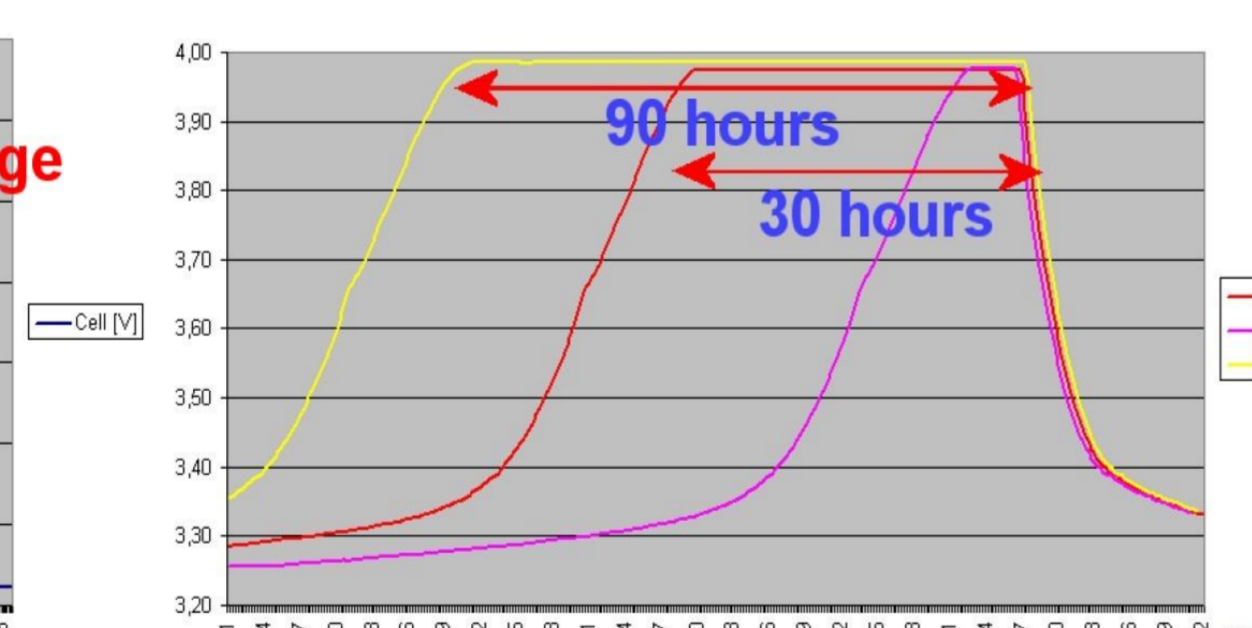
ÚVOD DO PROBLEMATIKY:

Při prvním nabíjení lithiové články nevyžadují úvodní formátování oproti starším NiCd a NiMH článkům. Po několika cyklech nabití a vybití se jejich kapacita mírně navýší. Lithiové články se také nemusí před dalším nabitím plně vybit. Nabíjecí cyklus lze bezpečně zahájit i u článku vybitého na 50%. U nabíječek musí být pevně stanoveno maximální povolené napětí 4,2V, které nemůže být v žádném případě překročeno a maximální nabíjecí proud 0,7C (stanoven výrobcem). Nabíjecí proud nemusí být konstantní (ve většině případů je konstantní) ale v žádném případě nemůže být pulzní jako u niklových článků). Důležité je také pozorovat teplotu článku, aby se při nabíjení nepřehříval. Nejčastěji se pro nabíjení užívá metoda, kdy baterku nabíjíme konstantním proudem, až článek dosáhne napětí 4,2V. Po nabití článek ihned odpojíme od zdroje nabíjení (neplatí v případě inteligentních nabíječek). V tuto chvíli je článek nabit z 90%. Po té se postupně snižuje proud až do plného nabití, ale nesmí být překročeno mezní napětí 4,2V. Na grafu 1: je zobrazeno přebíjení článku.

Při nabíjení používáme balancování hlavně při „rozchodu“ článků (graf 2). Je to způsobeno výrobou článků, kdy nejsme schopni vyrobit tak identické články, které by měly shodnou dobu nabíjení. [1]



Graf 1. Přebíjení článku [1]



Graf 2. Rozchod článků [1]

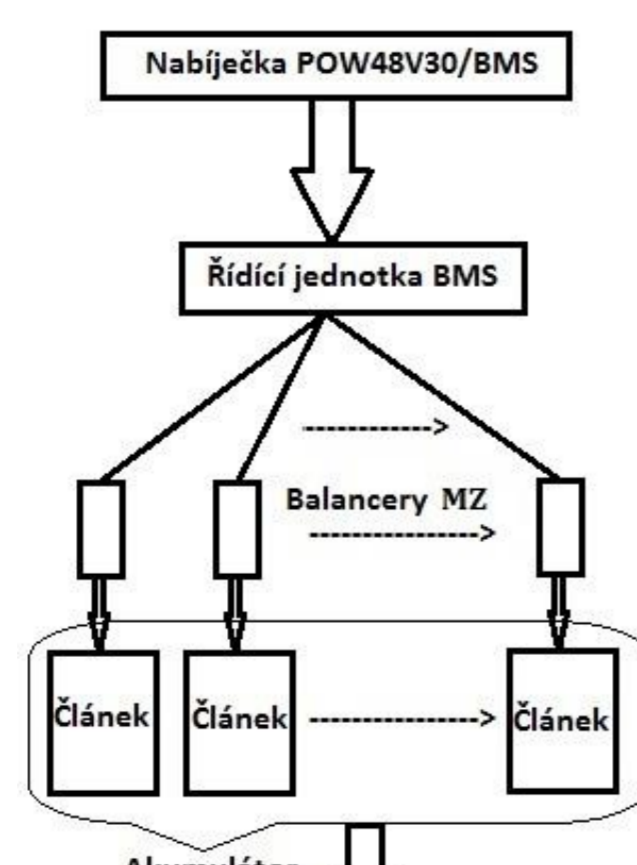
METODIKA:

Nejprve jsou popsány všechny druhy lithiových akumulátorů, popsány jejich vlastnosti a možnosti použití pro trakční pohon. Dále byly stanoveny podmínky a parametry pro nabíjení lithiových akumulátorů. Následovala specifikace pro akumulátorové články LiFePO4. Pro tyto články byl navržen nabíjecí systém složený z prvků: nabíječka POW48V/30A+BMS, řídicí jednotka BMS, balancery MZ (zapojení M. Zajíce), články akumulátoru LiFePO4/LiFeYPO4. Na Obr. 1. Znárodně blokové schéma systému.

Pro tuto aplikaci, byla použita průmyslová nabíječka od firmy GWL/Power, typ Charger 48V/30A for LiFePO4 / LiFeYPO4 + BMS. Tato výkonná nabíječka, pro články LiFePO4, disponuje vysokými výstupními hodnotami jmenovitého napětí 48V a maximálním proudem 30A. Pro aplikaci v elektromobilu, dodává maximální napětí 64V. Tento typ také disponuje konektorem pro připojení BMS. V režimu BMS při výkonu 10% dodává nabíječka proud 2A. [3]

Řídicí jednotka, slouží, k vyhodnocování a řízení nabíjení článků akumulátoru. Do jednotky vstupují signály z balancerů umístěných na člancích. Na každém článku akumulátoru jeden balancer. Každý balancer má svoji adresu, na které se hlásí řídicí jednotce. Jednotka je postavena na mikrokontroleru Atmel AT89S52. Mikrokontroler, je připojen, přes softwarovou implementaci sběrnice I2C s hodinami reálného času (RTC) a pamětí EEPROM 256kB.

Vlastní balancer, je určen pro zdokonalení nabíjecího cyklu, který zamezuje přebíjení článku a tím i zkracování životnosti článku. Sadu článků lze také nabíjet bez balancerů, ale rapidně se snižují jejich životnost. Balancery také snižují nebezpečnost nabíjení článků (při přebíjení dochází k přehřívání a tím může dojít ke vznícení článku).



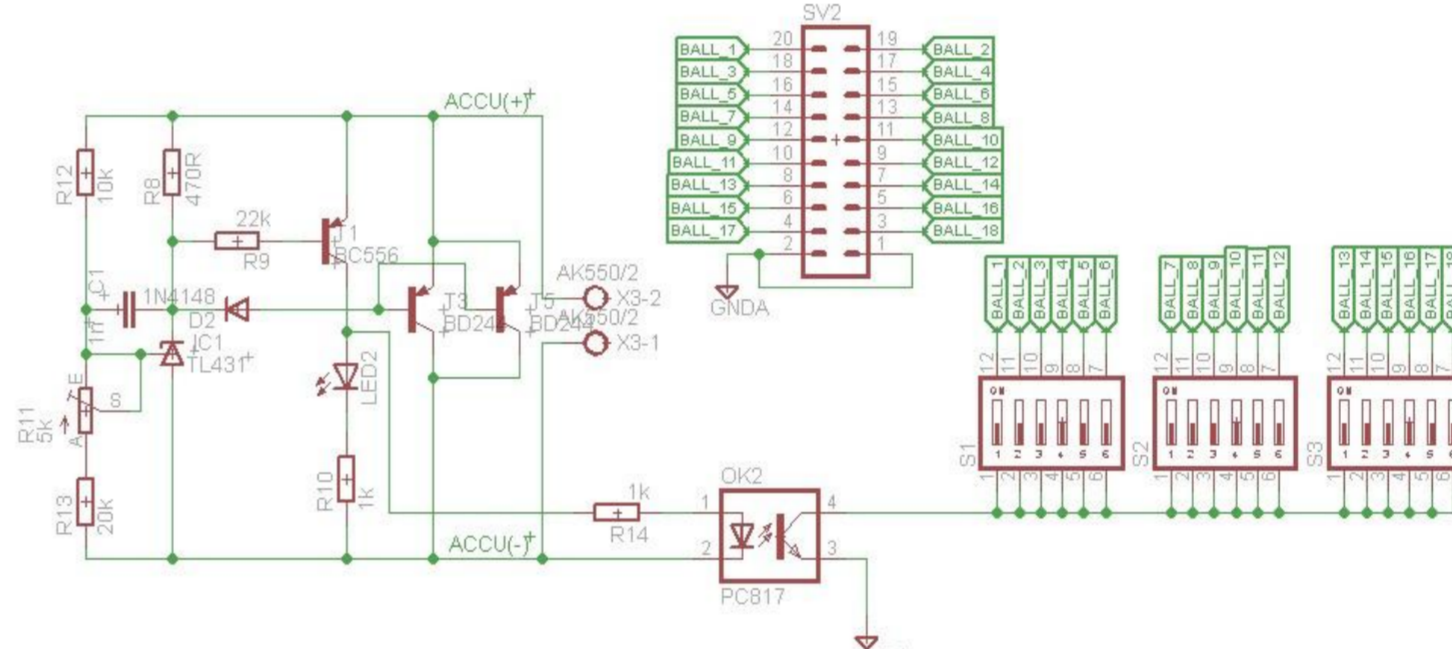
Obr.1 Schéma systému

VÝSLEDKY:

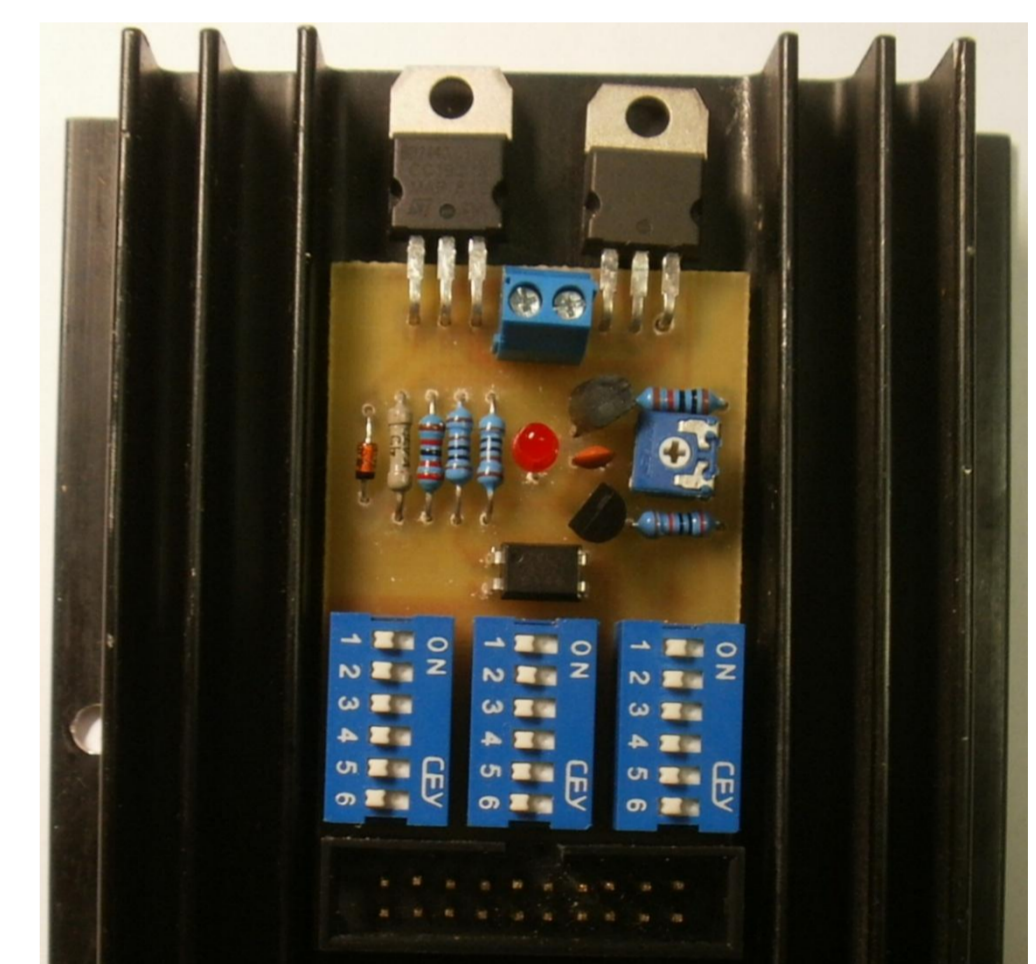
V mikrokontroleru, se vykonává program, který neustále sleduje digitální signál (nabito/nenabito) osmnácti balancerů MZ (balancer dle návrhu M. Zajíce). Z toho 17 článků trakční baterii a jeden článek palubní baterie. Dále sleduje obsluhu tlačítka pro ruční vypnutí/zapnutí, automatické přepnutí nabíječky do balancujícího stavu, automatické vypnutí nabíječky po dobití všech článků, ochranné vypnutí nabíječky po 10h činnosti, sledování celkové doby nabíjení a doby nabíjení jednotlivých článků, vypsání Dat do PC po sběrnici RS232. Díky těmto informacím, lze usuzovat, o stavu kapacity jednotlivých článků.

Hlavní úkoly balanceru jsou: Chránit nabíjený článek proti přebíjení, přepětí a tím zamezení jeho poškození. Lze jím nabíjet sadu článků v sériovém zapojení, přičemž žádný z článků v sérii se nepřehřívá. Dále, je možné jej využít, s jakoukoliv nabíječkou určenou pro lithiové články. Je-li nabíječka určena pro nabíjení určitého počtu článků, balancer umožní nabíjet i menší počet článků, než na počet určený nabíječkou. Balancer, také zamezuje podvybití článku (v tomto systému se funkce podvybití nevyužije, to zde hlídá regulátor). Doplňkovou funkcí balanceru, je sledování teploty a napětí článků, společně se zaznamenáváním těchto dat.

Princip funkce balanceru spočívá, v zamezení přebíjení akumulátorového článku. Maximální napětí pro použité články LiFePO4 je 3,7V. Při tomto prahovém napětí se rozsvítí led dioda, omezovač nedovolí přesáhnout toto napětí a přebytečný proud se na tranzistoru promění v teplo. Tranzistor BD244C je stavěný na maximální proud 6A. V této aplikaci proud na tranzistoru nepřesáhne 3A. Teplota tranzistoru při proudu 3A za normálních podmínek nepřesáhne 155°C a teplota na chladiči 56°C. Z teplot je patrné, že je chladič optimálně navržen a tranzistor se nepřehřívá. Celý obvod se chová jako ideální Zenerova dioda (schéma obvodu Obr. 2 a osazený DPS s chladičem na Obr.3.). [2]



Obr. 2 Upravené schéma balanceru MZ



Obr.3 Balancer MZ na chladiči

DISKUZE, ZÁVĚRY:

Cílem této práce, bylo seznámení s možnostmi nabíjení akumulátorových článků LiFePO4. V dalším kroku, z načerpaných poznatků, byl navržen řídicí obvod, který úspěšně vyhodnocuje data z balancerů (zapojení p. Zajíce). Balancery byly upraveny, pro komunikaci s řídicí jednotkou, aby bylo možné detekovat a vyhodnocovat nabíjecí cykly akumulátoru. Byla splněna hlavní funkce, kde se zaručí, že nebude docházet k tzv. „rozjetí jednotlivých článků“ (některé články se přebíjí a tím jsou poškozovány, některé by se nikdy plně nenabily). Dlouhou životnost to nezaručuje, ovšem přispívá k jejímu prodloužení. Kontrola nad nabíjením určitě není dokonalá, je i v jistém ohledu jednoduchá, ale ochrana proti přebíjení, je plně autonomní bez ohledu na zadaný program v mikrokontroleru.

Můj návrh, je prozatím základní verzí, lze i dále rozšiřovat o dokonalejší kontrolu nad nabíjenými články. Už nyní se uvažuje o rozšíření měření proudu, napětí nabíječky (výpočet dodané a odevzdané energie z baterie). Dále o rozšíření o informační display a komunikaci s hlavní řídicí jednotkou elektromobilu pomocí CAN sběrnice.

REFERENCE:

- [1] EV-Power.eu, GWL Technology Report [online] [cit. 2012-1-5], Dostupné z: http://www.auto88.cz/_info/Doc/GWL-Power-Cell-Damage-OverCharge.pdf
- [2] Miloš Zajíc, Omezovač napětí pro nabíjení Li-Ion a Li-Pol článků II. [online] [cit. 2012-10-5], Dostupné z: <http://www.zajic.cz/omezovac/omezovac.htm>
- [3] EV-Power.eu, POW48V30A CHARGER SPECIFICATION [online] [cit. 2012-20-4], Dostupné z: <http://www.i4wifi.cz/img.asp?attid=232334>
- [4] MGM COMPRO, Ing. G. Dvorský. Balancující BMS typu 2, verze 3.3: Battery Management System Návod k použití. [online] [cit. 2012-25-4], Dostupné z: <http://mgm-compro.cz/prumyslove/pdf/cz-manual-battery-management-system-02-v3-030412.pdf>

KONTAKT:

Bc. Aleš Vajsar
Tel: 602211569
E-mail: vajsarales@seznam.cz
ales.vajsar@tul.cz

Tato práce je spolufinancována z prostředků studentského grantu SGS 2012/7821 Interaktivní mechatronické systémy v technické kybernetice.

This work is cofinanced from the student grant SGS 2012/7821 Interactive Mechatronics Systems Using the Cybernetics Principles.