

Design elektroniky BMS pro trakční baterie elektrokol

Bc. Jan Zlámaný <jan.zlamany@tul.cz>, Ing. Pavel Jandura, Ph.D.

Cílem této diplomové práce byl návrh hardwarové a softwarové části bateriového managementu. Navržená deska je určena až pro 10 článkovou baterii, tedy nominální napětí baterie 36V. Deska je schopná měřit proud, napětí jednotlivých článků či celkové napětí baterie, dokáže balancovat napětí mezi jednotlivými články nastaveným proudem pro větší životnost baterie, chrání baterii před možným poškozením a dokáže v případě aktivování ochrany baterii odpojit od připojené zátěže, aby předešla jejímu zničení. K BMS byl navrhnout software, který umožňuje BMS nastavit podle daného využití. Komunikace desky s jednotlivými prvky probíhá po sběrnici I2C za pomoci procesoru STM32F072. Jedná se o procesor s jádrem ARM, který se stará o běh celé desky. Následné nastavování parametrů BMS pomocí naprogramované aplikace probíhá po sběrnici UART.

Klíčová slova: BMS, Li-ion, ARM, BQ.

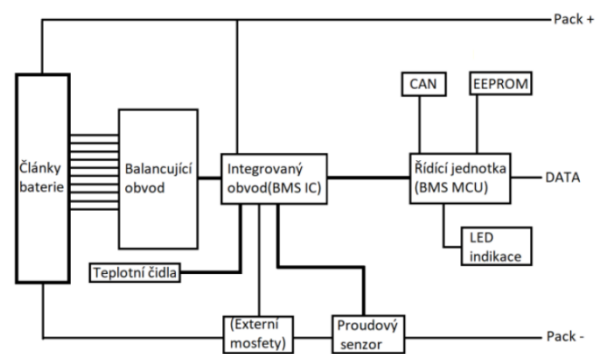
Úvod

Na baterie jsou kladeny velmi vysoké požadavky. Je nutné, aby byly lehké, výkonné a měli co největší kapacitu (je žádoucí co největší dojezdová vzdálenost na jedno nabití). Důležitá je i odolnost baterie, jelikož musí vydržet velké zatížení a nepříznivé podmínky, proto je nutné udržet nejdelší životnost při zachování původních vlastností. Samotná baterie však není schopna splňovat všechny tyto požadavky v dlouhém časovém horizontu. K tomuto účelu právě slouží ochranný obvod nazývaný bateriový management (ve zkratce BMS). Cílem této práce bylo vytvořit vývojový kit umožňující veškeré funkce BMS, kde by bylo možné zároveň zasáhnout do firmwaru procesoru a případně doplnit desku i o další funkce.

Metodika

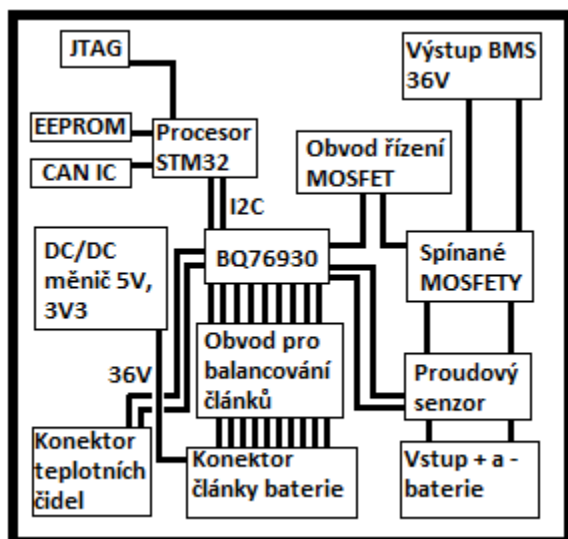
Práce se skládá ze 4 dílčích částí. První část práce se zabývá testováním konkurenčních BMS a jejich funkcí.

V druhé části práce je kompletně popsán a dopodrobna vysvětlen vlastní obvodový návrh navržené BMS a zkonstruováno schéma zapojení.



Obrázek 1 – Obvodový návrh BMS

Další část práce se zabývá návrhem samotné desky. Prozatím se nepřihlíželo na rozměry a tvar, jelikož se zatím jedná o vývojový kit (prototyp), který se následně po zprovoznění zoptimalizuje a předělá na požadovanou velikost. Rozvržení součástek na desce je přizpůsobeno nejkratšími možnými cestami vodičů a jejich funkcemi. Deska je rozdělena na silovou a logickou část, kde velké proudy prochází pouze určitou částí desky. Výsledné rozložení prvků na desce má následující podobu



Obrázek 2 – Blokové schéma rozmístění prvků na desce

Poslední část je věnována pájení samotné desky a její následné oživení. Tato kapitola je doplněna o softwarovou a programovací část, kterou se testuje funkčnost dané BMS. V této části je vytvořena konzolová aplikace v C# a implementace sériové komunikace.

Výsledky a diskuze

BMS je napájena z připojené baterie. Napětí se pohybuje v závislosti na připojené baterii. Pokud se bude počítat s 10 články u baterie, tak maximální napětí je 42V a nejnižší napětí 28V. Pokud baterie dosáhne meze podvybití, BMS baterii odpojí, dokud se nenabije na správné pracovní napětí. Tato napětí je nutné transformovat na napětí použitelné pro komponenty na desce, konkrétně na 5V pro integrované obvody a 3,3 V pro procesor a ostatní komponenty. Snížení na 5V bylo realizováno pomocí integrovaného obvodu DC/DC step-down měniče LMR16006 s výstupním proudem až 600mA. Kromě funkce DC/DC měniče tento integrovaný obvod zastává několik bezpečnostních funkcí jako ochranu proti přepětí, vysokým proudům a teplotám. V případě 3,3V byl použit regulátor napětí s nízkým úbytkem (LDO) 50mV AP2210K. Vstup pro AP2210K byl naveden na 5V vystupujících z LMR16006 a výstupem získáme 3,3V s výstupním proudem 300mA.

Pro desku byl zvolen procesor STM32F72R8T. Jedná se o 32 bitový procesor architektury ARM, který využívá jádro Cortex®-M0 CPU s maximální frekvencí 48 MHz. Jedná se o poměrně levný integrovaný obvod s potřebnými funkcemi a periferiemi pro správné

fungování BMS. Zabudovaný AD převodník je vhodný pro čtení dat (až 16ti kanálů při rozlišení 12 bitů) a díky tomu je možné desku výrazně zjednodušit bez použití externího převodníku (použití například čtení napětí baterie, apod.).

Komunikace uvnitř desky probíhá pomocí I2C, kdy procesor komunikuje s integrovanou jednotkou BQ76930, která má přístup ke každému článku baterie zvláště, k proudovému senzoru (shunt rezistor), k řízení MOSFETŮ – odpojení baterie od zátěže a k teplotním čidlům navedené k baterii z bezpečnostního hlediska.

Deska se programuje pomocí konektoru JTAGU s aplikací Atollic True Studio přes připojený převodník. Pro použití s aplikací se deska připojí pomocí UARTU přes konektor JTAG do PC. Pomocí aplikace vytvořené v C# lze měnit parametry pro vhodné použití.

Závěr

Práce se zabývala návrhem a sestavením vlastního bateriového managementu (BMS). Výsledkem je vytvořený osazený tištěný spoj implementovaný na baterii s možností jejího programování a nastavování parametrů přes aplikaci v počítači. Díky použití moderního procesoru lze desku osadit i jinými moduly pro snadnější manipulaci (např. bluetooth modul pro bezdrátový přenos, apod.)

Poděkování

Rád bych poděkoval všem, co mě v tomto projektu podpořili nebo namotivovali, za vedení práce Ing. Pavlovi Jandurovi, Ph.D a za odborné konzultace Ing. Ondrovi Machovi.

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2020.

Reference

- [1] ANDREA, Davide. Battery management systems for large lithium-ion battery packs. Boston: Artech House, [2010]. ISBN 978-1608071043.
- [2] PLETT, Gregory L. Battery management systems. Volume I, Battery modeling. Boston: Artech House, [2015]. ISBN 978-1-63081-023-8.
- [3] ZLÁMANÝ, Jan, 2019. Návrh elektroniky BMS pro trakční baterie elektrokol. Liberec. Semestrální projekt. Technická univerzita v Liberci