

Zkoušení a schvalování elektrických zařízení vozidel

Studijní materiál

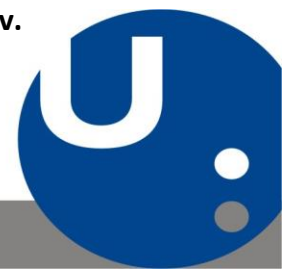
Provozní podmínky akumulátorových packů, BMS, komponenty akumulátorových packů, moderní metody balancování, teplotní management akumulátorových packů

Ing. Ondřej Sadílek, Ph.D.



Battery management (BMS)

- Li články nesmějí být vystaveny:
 - Přebití
 - Vybití pod určitou napěťovou úroveň
 - Vysoké teplotě
 - Nízké teplotě
- **Nutnost tzv. BMS systému**
- Nejjednodušší BMS systémy řeší pouze přebíjení (nejdůležitější funkcionality)
- Důmyslnější BMS pak ostatní veličiny + monitoring
- Důležitou částí BMS je tzv. BALANCÉR
 - Balancér vyhodnocuje napětí článku a v případě překročení nastaveného napětí učiní akční zásah – **začne nabíjený článek odlehčovat, aby nedošlo k jeho přebití**
 - Proces, při kterém se vyrovnává napětí článků v sériové kombinaci akubaterie, je označován jako tzv. **BALANCOVÁNÍ**



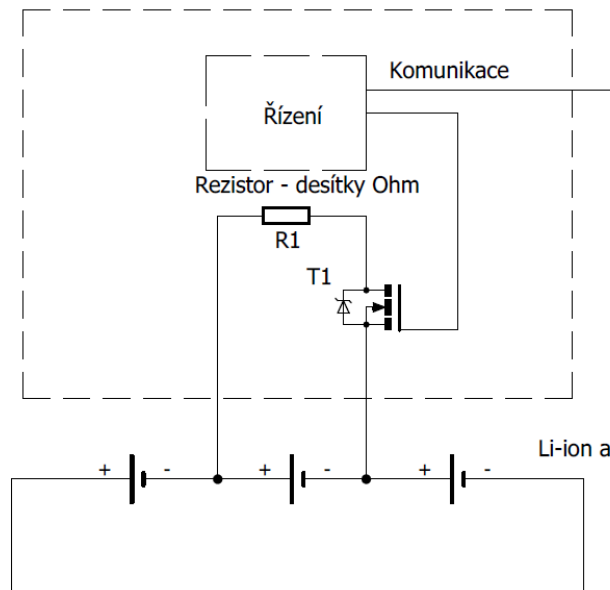
Balancéry a balancování

- **Základní princip** – rozdělit nabíjecí proud tak, aby daný článek nebyl přebíjen
- Většinou se energie bypasu mění na teplo
- **Základní typy balancování z hlediska topologie balancéru:**
 - Pasivní
 - Aktivní
- **Pasivní**
 - Veškerá energie se maří na teplo v rezistorech či na polovodičích
- **Aktivní**
 - Energie je dále využívána pro nabíjení ostatních článků
- **Rozdělení dle doby aktivace**
 - **Limitování** – balancér není aktivní po celou dobu nabíjení, aktivuje se až po dosažení max. hodnoty nabíjecího napětí článku
 - **Limitování s hysterezí** – zapojení využívá vybíjecí a nabíjecí spínač, energie se maří v rezistorech
 - **Průběžné** – již v průběhu nabíjení je vyhodnoceno rozvážení článků a zahájeno balancování

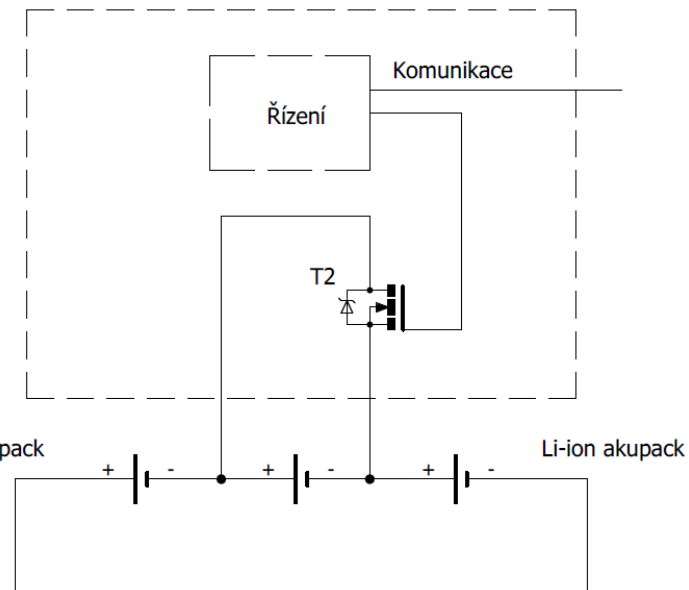


Pasivní balancování - limitace

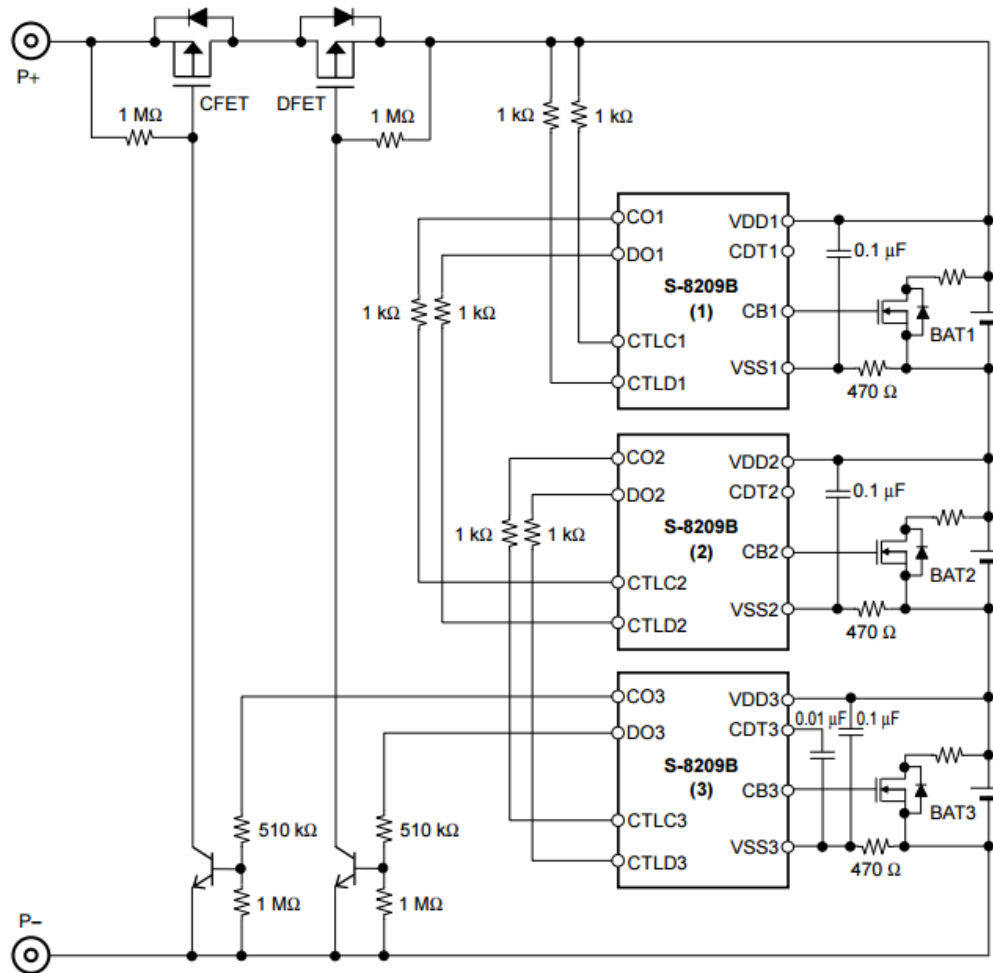
Koncový stupeň balanceru 2. článku (varianta 1)



Koncový stupeň balanceru 2. článku (varianta 2)



Pasivní balancování - limitace s hysterezí



- Obousměrný tok energie
- Možnost topologie s odděleným vstupem pro nabíjení
- Časté provedení



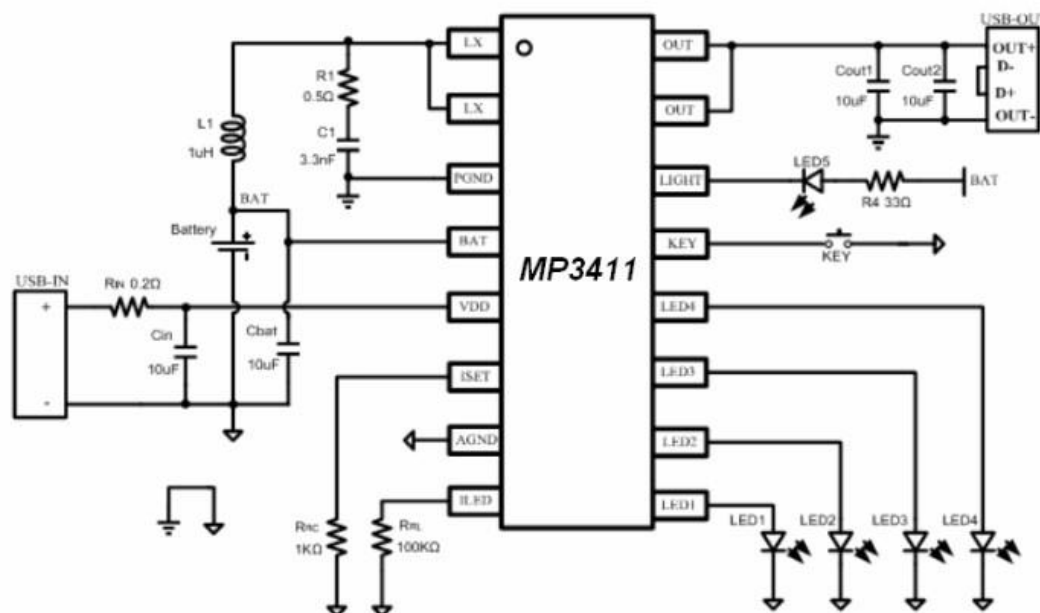
Dostupné BMS – IC a kompletní výrobky

MP3411 – Obvod řízení Powerbanky

- Indikace nabití
- DC/DC měniče
- LED svítlna

TPS thinkplus
semiconductor

MP3411



Renesas ISL94212 – BMS obvod, pasivní balancování

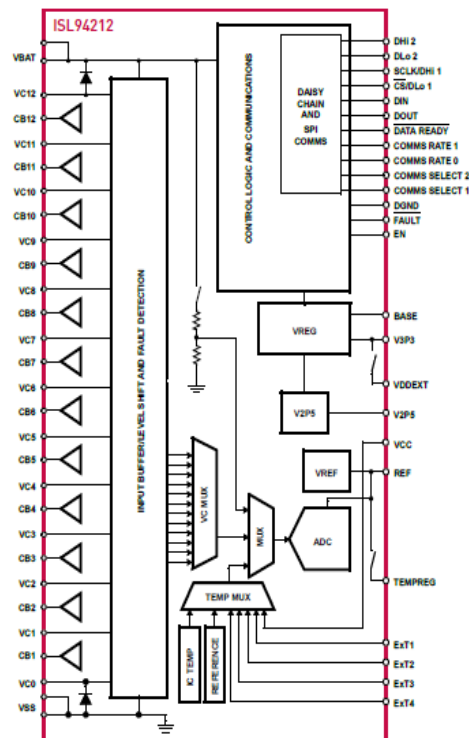
ISL94212



Multi Cell Battery Management and Balancing IC

Key Features

- Supervises up to 12 cells
- Daisy chain capable up to 14 devices or 168 cells
- Cell voltage measurement accuracy
 - $\pm 10\text{mV}$ from 0 to 50°C , 2.6 to 4.0V
- Cell voltage scan rate of $20\mu\text{s}$ per cell
- Simple daisy chain communications
 - Low cost twisted pair wiring for stacking
 - Capacitive isolation
- 2.5Mbps SPI - Stand alone & Daisy Chain
- Integrated system diagnostic functions:
 - Cell over and under voltage
 - Over temperature
 - Open cell monitoring wires
 - Open temperature monitoring wires
 - VBAT and VSS connection integrity
 - Voltage reference function
 - Oscillator function
 - Watchdog shutdown of IC if communications are lost
- Robust Hot-Plug performance
 - No hazardous conditions due to random connection of battery pack or cell wiring
 - No degradation due to hot plugging
- Extensive Cell Balance Control
 - Built-in cell balance FET drivers
 - Automatic cell balance based on manual control by μC , time, or target capacity



Texas Instruments BQ77905

- Ochrana bez balancování
- Ochrana proti podpětí, přepětí, překročení limitního proudu, přehřátí
- Možnost spojování do větších celků

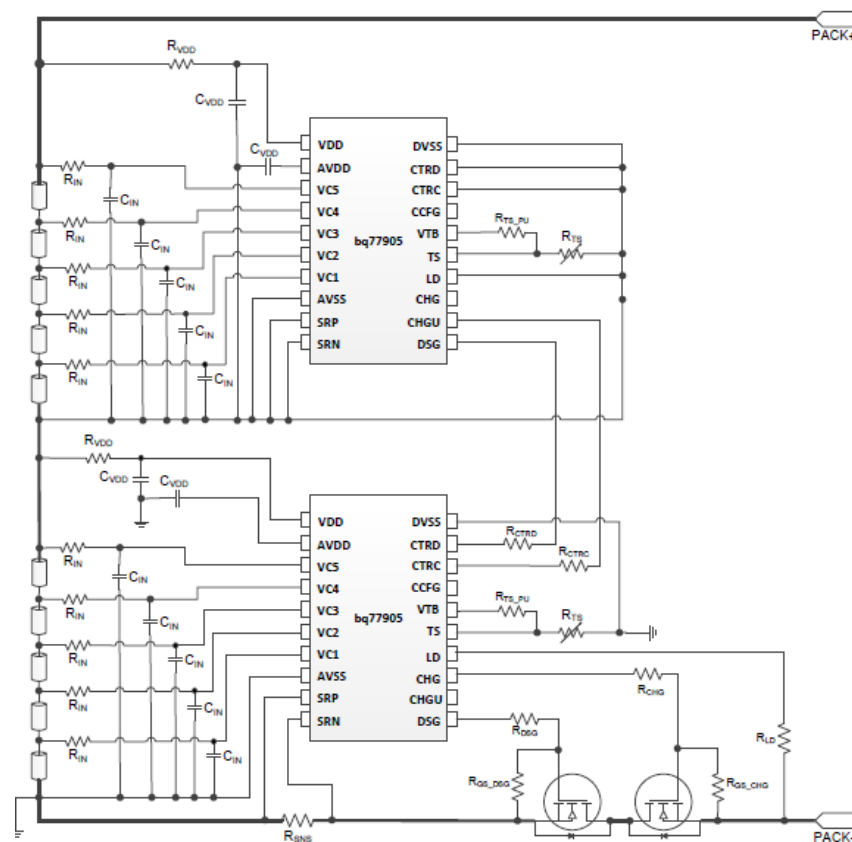


Figure 17. 10S Pack Using Two bq77905 Devices



Bydit BM3451

- Pasivní balancování
- Elektrická kola, nářadí, UPS
- Ochrana proti přebití, vybití, přehřátí
- Možnost parametrizace hysterezí

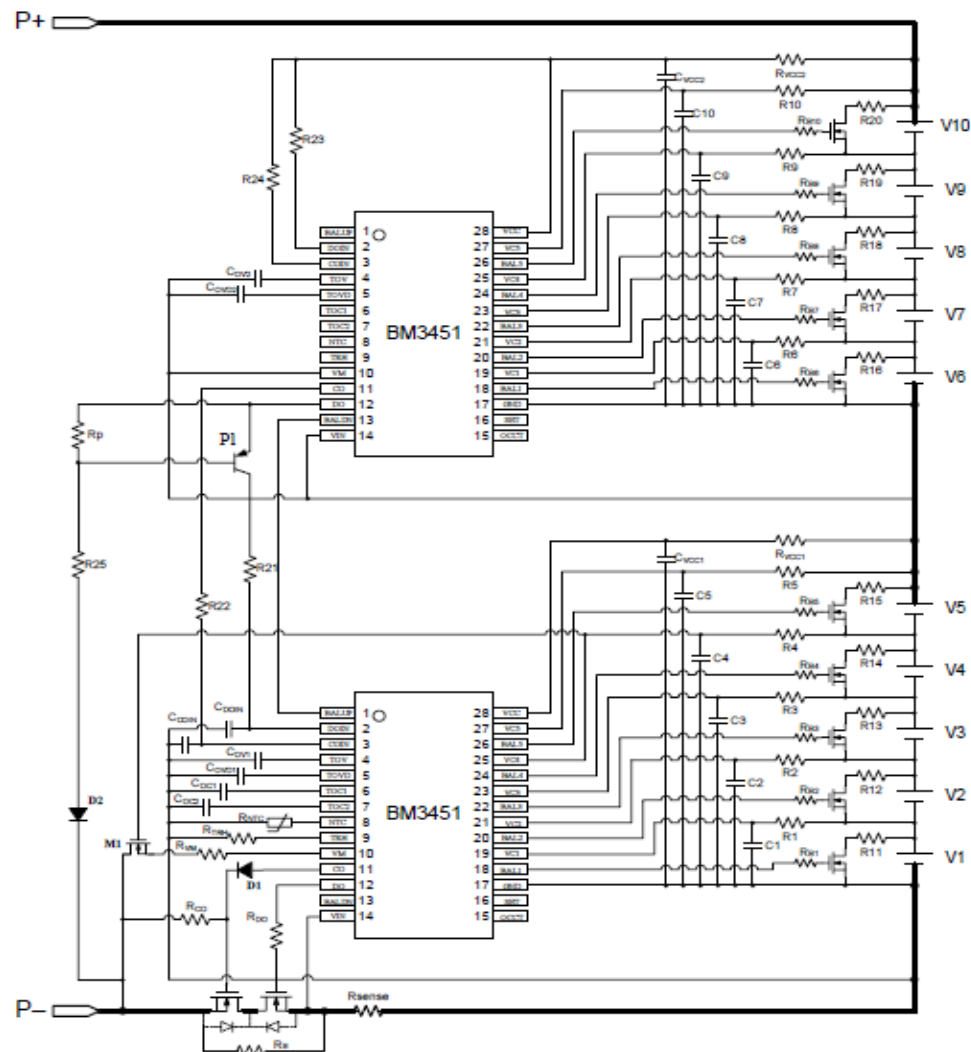
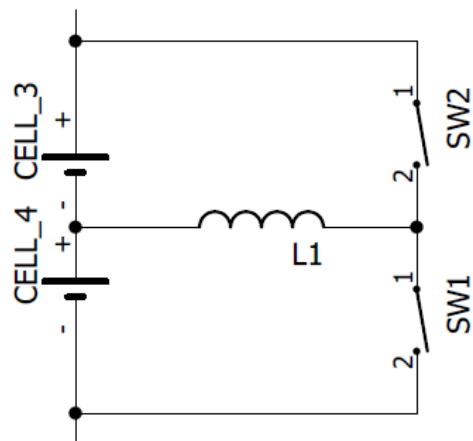
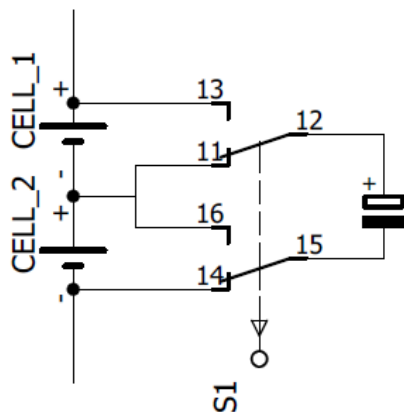


Figure 7 10-cell application—with balance function

Aktivní balancování

- Kapacitní
- Induktivní
- DC/DC měnič – obousměrný tok energie

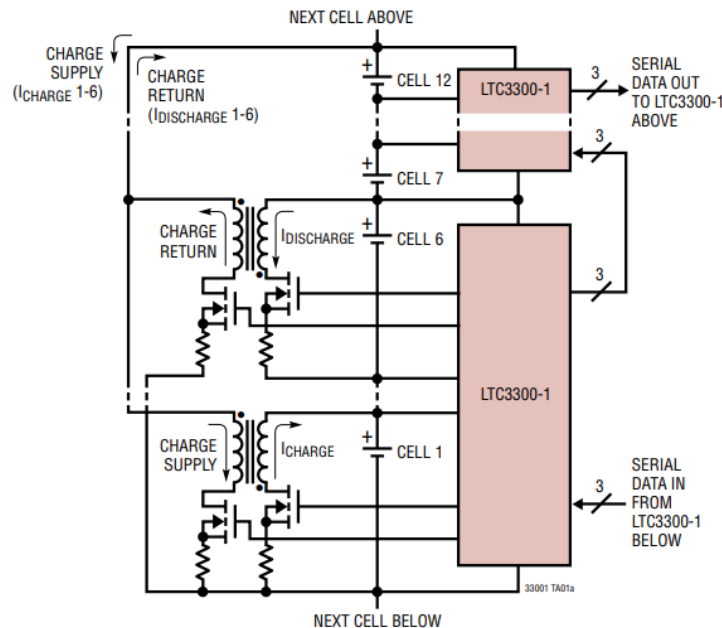


Aktivní balancování DC/DC měničem

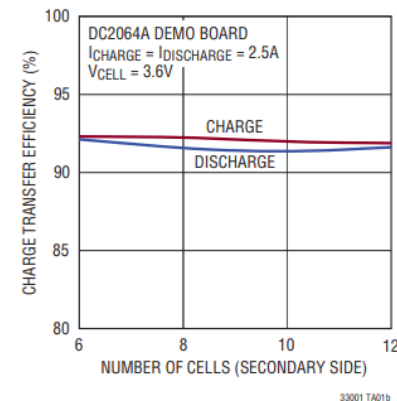
- Složitost – obousměrný tok energie
- Vyšší efektivita balancovacího procesu
- Vyšší cena a teoreticky nižší spolehlivost – mnoho aktivních prvků

TYPICAL APPLICATION

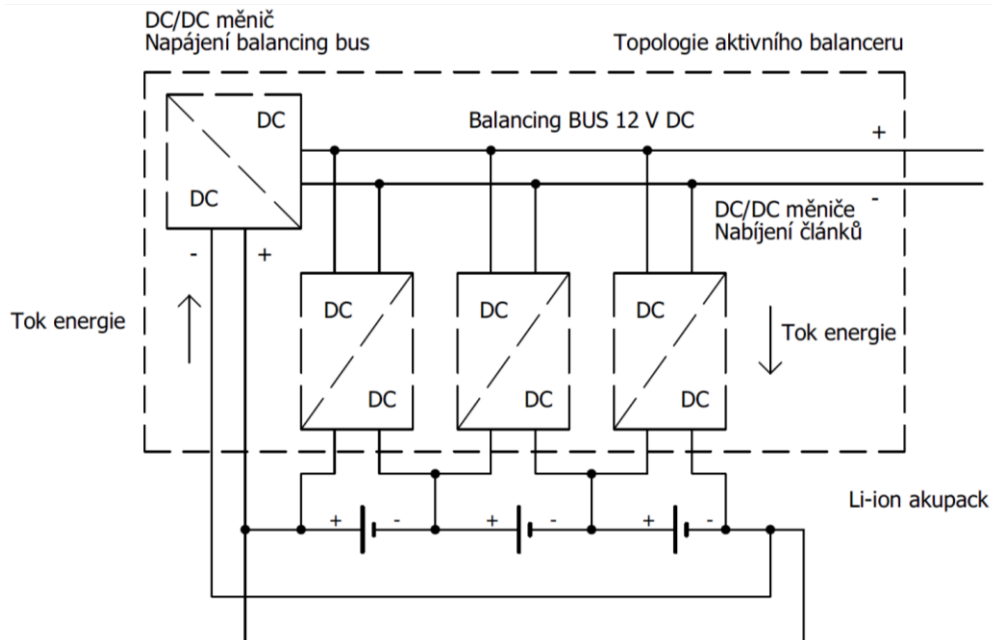
High Efficiency Bidirectional Balancing



Balancer Efficiency



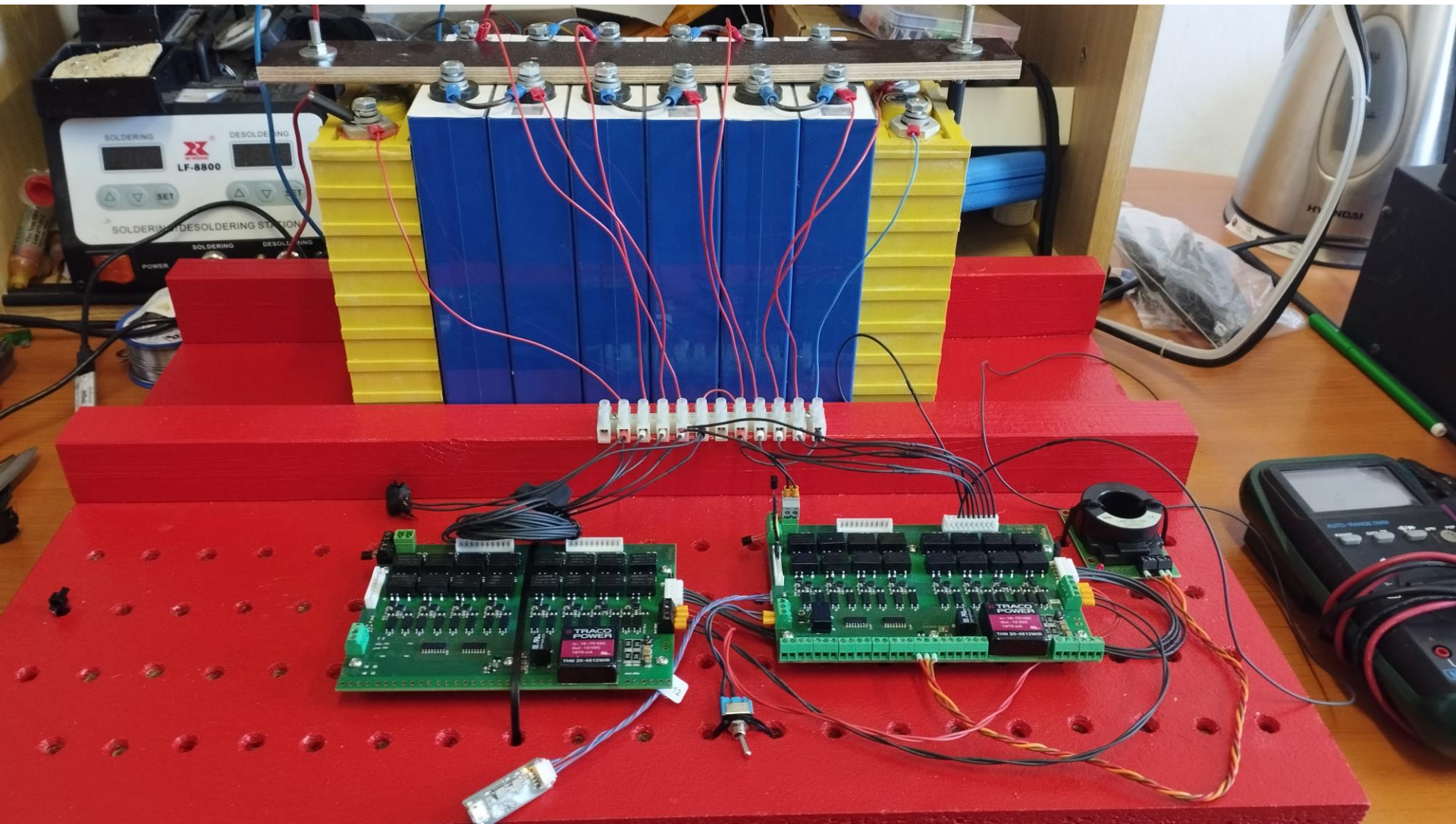
Aktivní balancování DC/DC měničem



- Energetické toky řízeny DC/DC měniči
- Celý pack dodává energii DC/DC měniči s $U_{out}=12\text{ V}$
- Dobíjení článků DC/DC měniči s limitací výstupního proudu a napětím odpovídající technologii článku



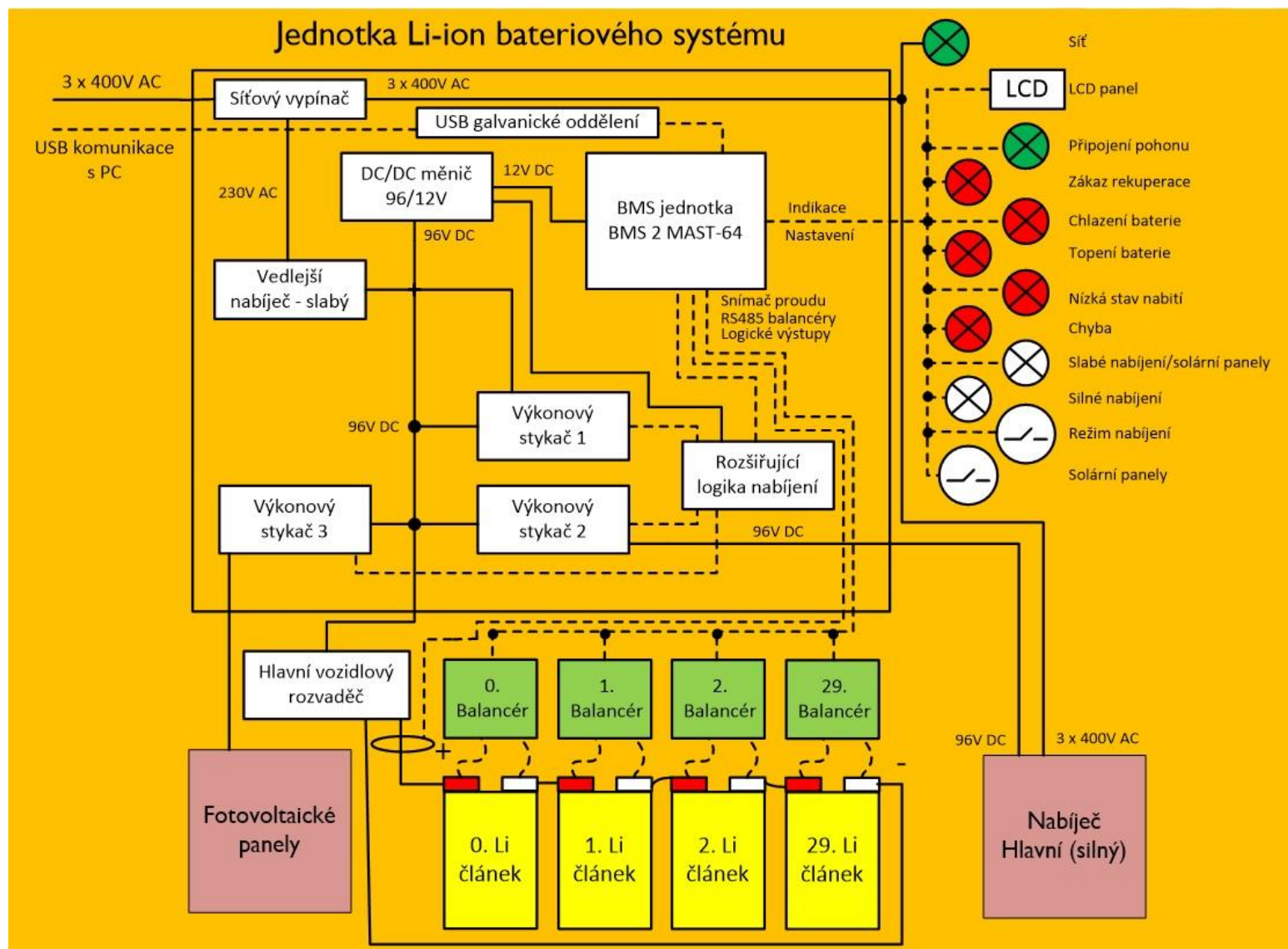
Reálný výrobek



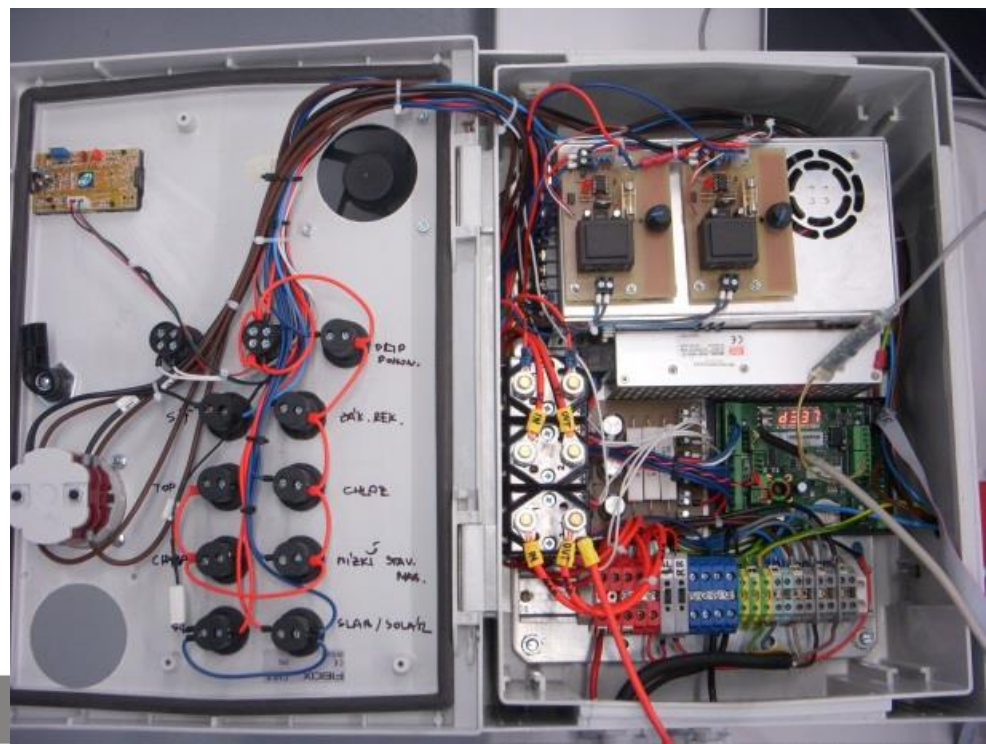
BMS system MGM Compro



Reálný akusystém na experimentálním kolejovém vozidle – BMS MGM Compro



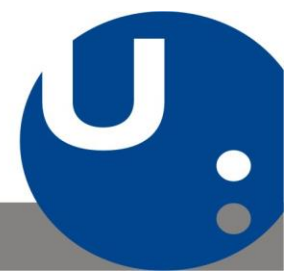
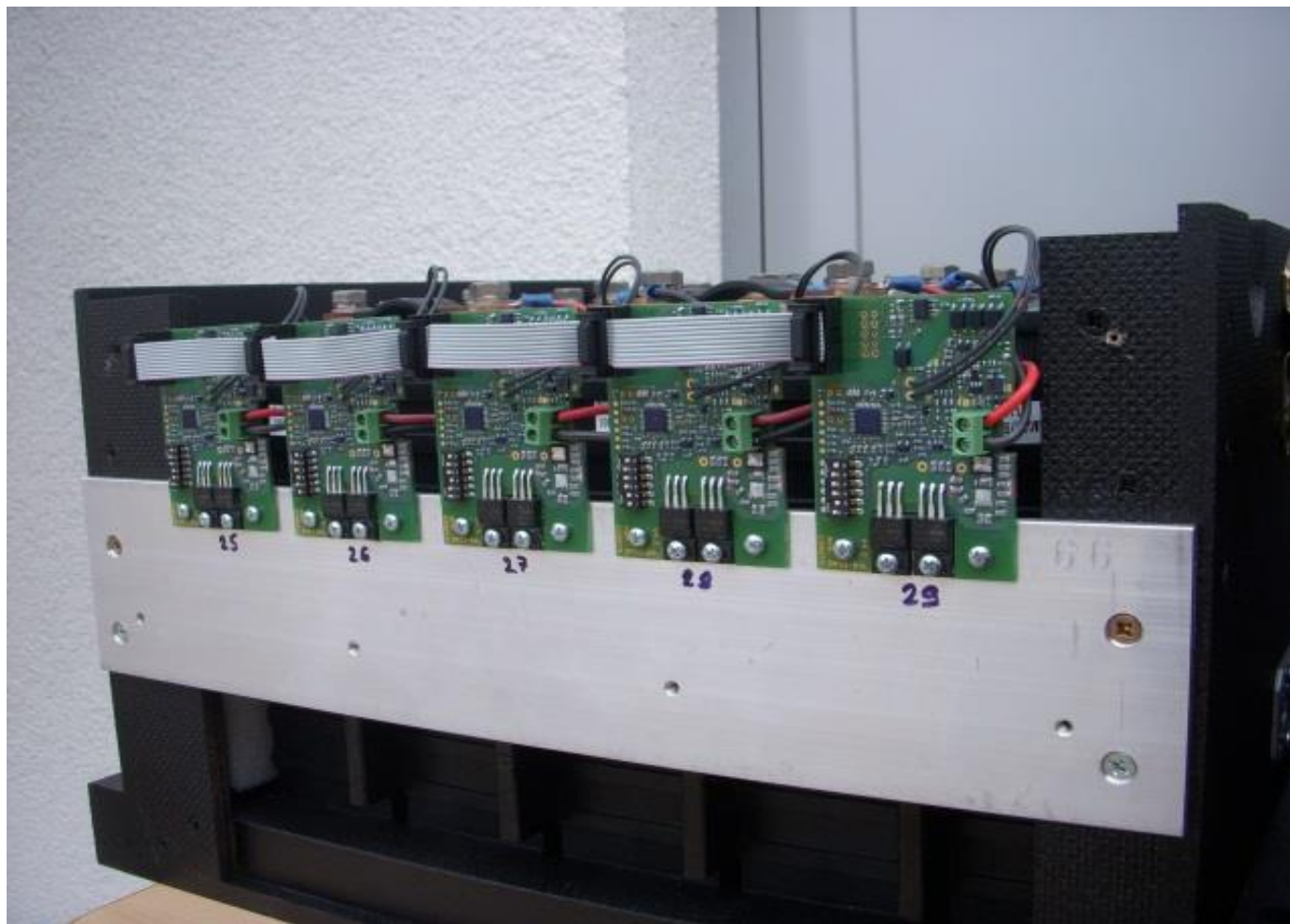
Reálný akusystém na kolejovém vozidle



Akumulátorová baterie



Akumulátorová baterie – detail balanceru

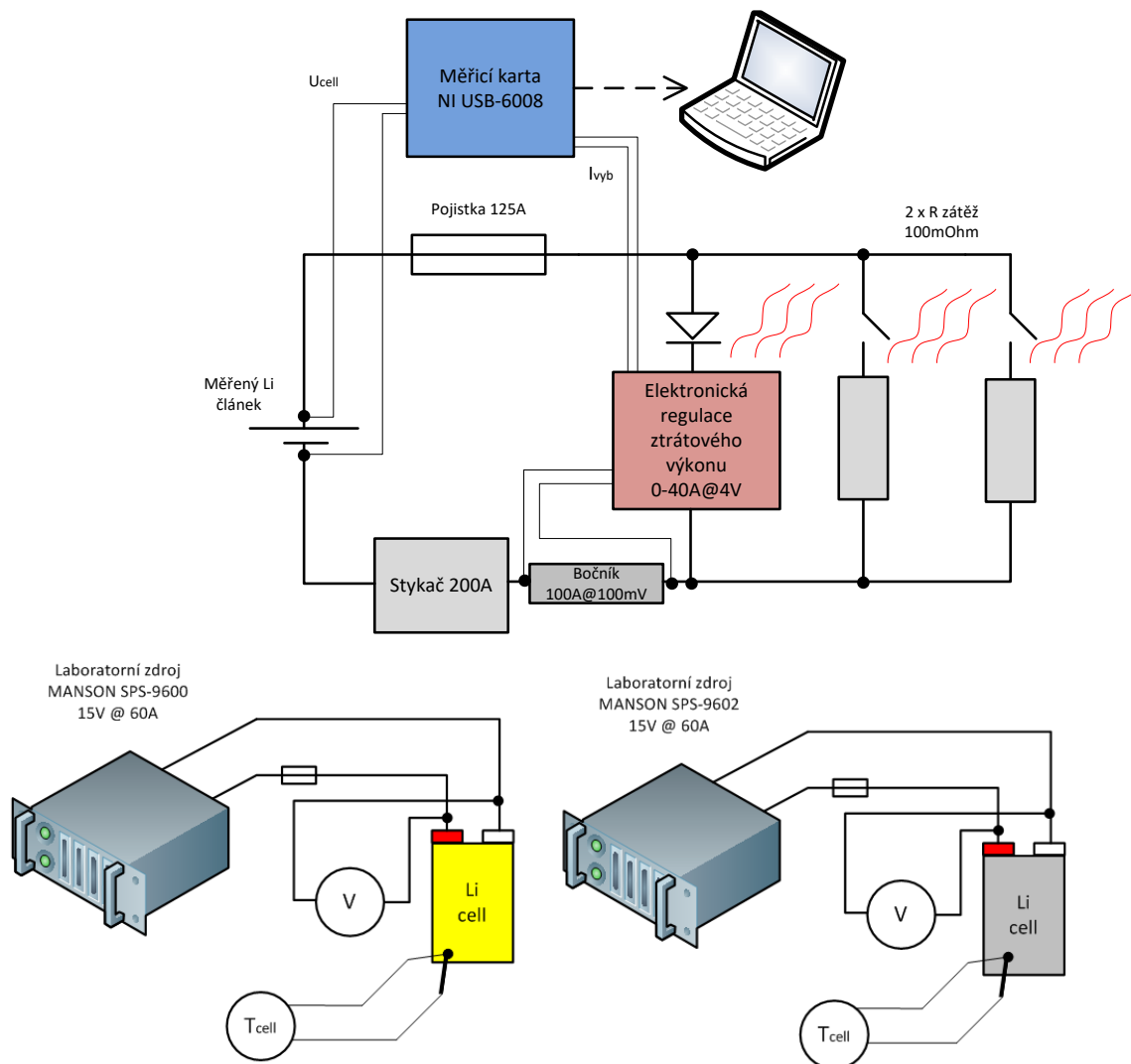


Termální management akubaterie

- V případě instalace akubaterie do NEtemperovaného prostředí nutno zřídit termální management, jinak parametry akupacku omezeny
- Důvody:
 - **Přehřátí článků:** snížení životnosti, snížení R_i , možnost trvalého poškození
 - **Podchlazení článků při $T > 0^\circ\text{C}$:** rapidní zvýšení R_i – značné kolísání svorkového U , rapidní snížení kapacity – i o více než 50% !
 - **Podchlazení článků při $T < 0^\circ\text{C}$:** rapidní zvýšení R_i – nutno zásadním způsobem omezit trakční výkon, rapidní snížení kapacity ! ! , **nemožnost nabíjení** – trvalé poškození článků (vyjma LTO)
- Možnosti temperování článků:
 - Vzduchové
 - Kapalinové



Měřicí pracoviště pro testování článků



Vytvořeno v rámci projektu **Green Deal UPCE**, reg. č. NPO_UPCE_MSMT-2142/2024-4.

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons BY-SA 4.0. Pro zobrazení licenčních podmínek navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

