

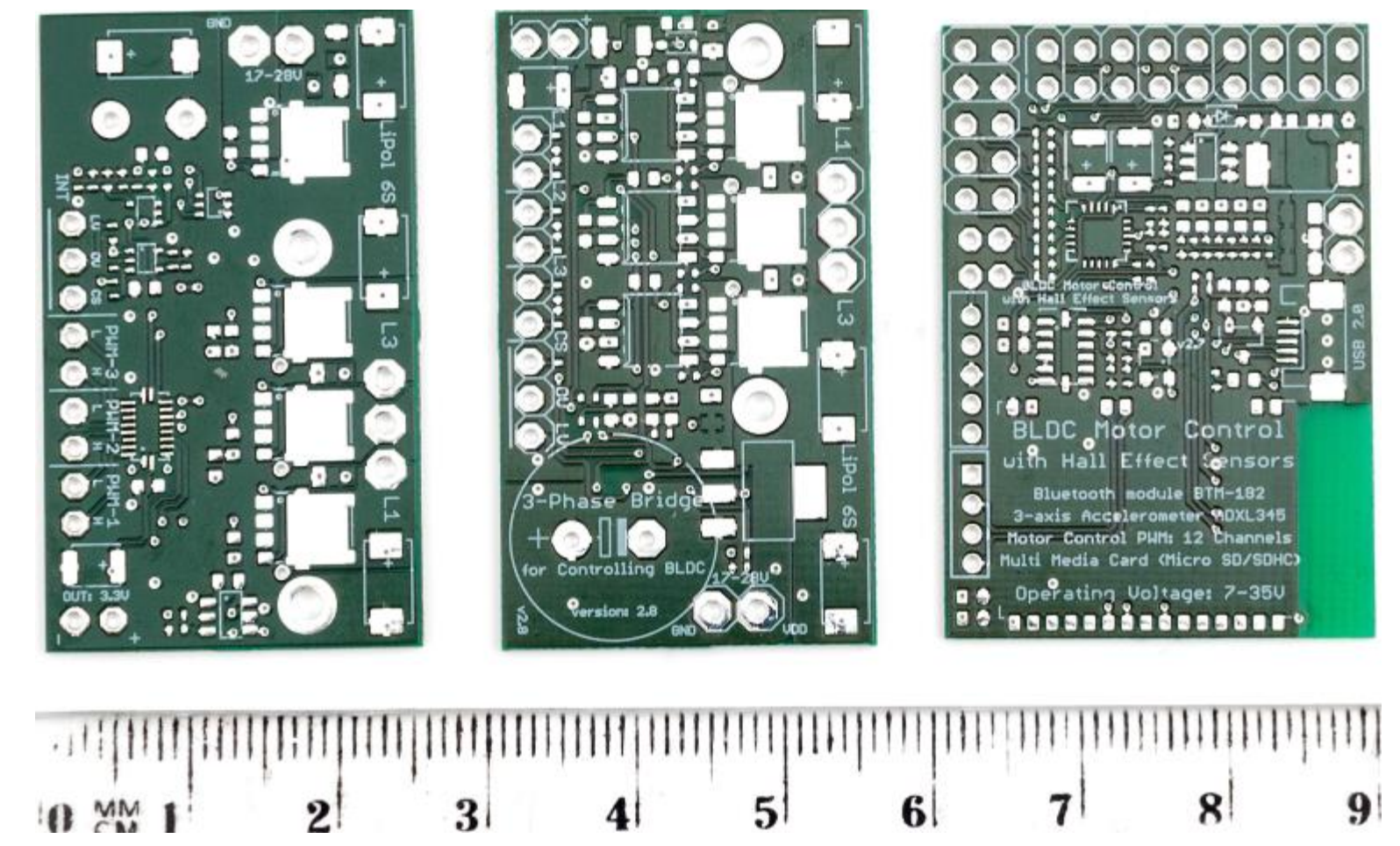
Pokročilé řízení pohonu elektricky asistovaného kočárku

Abstract

The objective of this work is the design and implementation of advanced traction control of an electrically assisted baby carriage. The task can generally be divided into two independent parts - the first part dealing with electronics of a three-phase bridge and the second part dealing with a central control unit equipped with appropriate software. The three-phase bridge is used for dynamic (pulse width modulated) control of brushless DC motors. The implementation is based on a performance part based on unipolar transistors, their exciters taking on the role of virtual floating ground and auxiliary circuits, i.e. protective circuits. Using algorithms implemented in this work, a dual processor control unit processes the signals of six Hall sensors of the BLDC motors, and interacting with user commands, it generates the PWM signals associated with the Hall sensor signals. The principle of advanced propulsion control requires full control over the surrounding terrain, which is provided by a three-axis digital accelerometer in real time. The central control unit enriches the application beyond the scope of the assignment, containing an option to store recorded operational data to a multimedia micro SD card, as well as having an USB communication service and wireless connectivity via an integrated bluetooth module.

Třífázový měnič - třífázové můstky s řídicí jednotkou

Návrh centrální řídicí jednotky pro ovládání BLDC motorů vzniká na základě požadavků modularity jako samostatná jednotka, která volně navazuje na systém třífázových můstků. Můstky v principu zastávají funkci výkonového spínacího prvku se základními ochranami na hardwarové úrovni. Jejich rozšiřující nadstavbou je pak řídicí člen implementující motorové senzory, poziční senzory, vstupně-výstupní datové porty, komunikační a záznamové periferie, včetně mikroprocesorového jádra. Meziřadnicí interface pracuje univerzálně s 3,3 V logikou, což zajišťuje vzájemnou kompatibilitu mezi funkčními bloky bez nutnosti složitějšího napětového přizpůsobování, a tím i otevírá potenciální možnost jejich pozdějšího sloučení. Kombinace duálních třífázových můstků s odpovídající řídicí jednotkou posouvá význam aplikace pod celkové zastřešení třífázových měničů.



Obrázek 4 - Fyzické rozměry DPS

Význam aplikace elektricky asistovaného pohonu



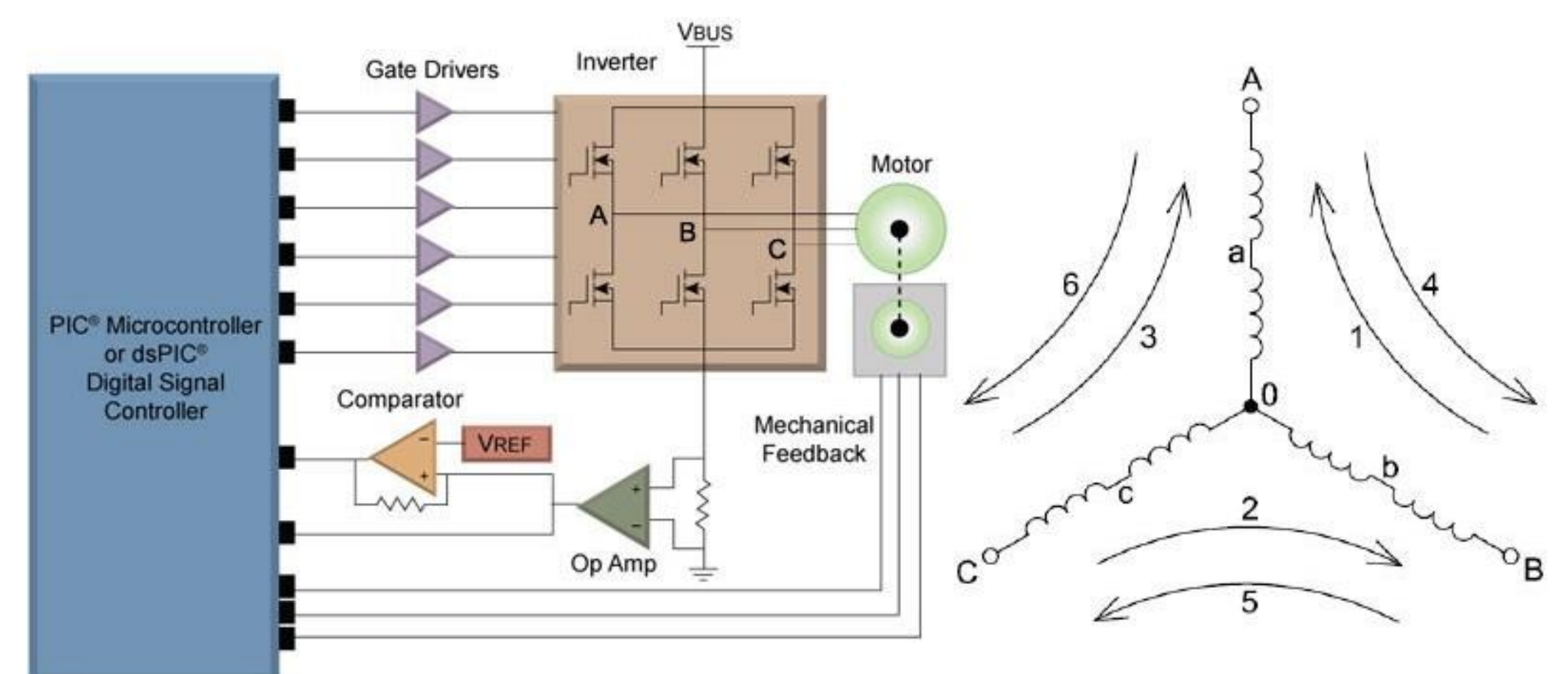
Obrázek 1 - eKočárek // Zdroj: TUL

Význam aplikace pokročilého řízení pohonu elektricky asistovaného kočárku spočívá v mechanické asistenci při jeho tlačení. Systém si na základě signálů z digitálního tříosého akcelerometru mapuje aktuální náklon povrchu a v interakci s uživatelskými pokyny získávanými skrze senzory v rukojeti generuje v reálném čase odpovídající pomocné momenty kol ve směru jízdy tak, aby nedocházelo k samovolnému pohybu.

Princip měniče se zvoleným algoritmem řízení

Princip řízení - Šestikroková komutace

Jednotlivá statorová vinutí BLDC motoru jsou na obou stranách připojena k třífázovému můstku, sestaveného ze šesti spínacích prvků (IGBT / FET tranzistorů). Postupným spínáním tranzistorových dvojic jsou komutovány proudy cívek a tím vzniká točivé magnetické pole. V každém okamžiku šestikrokové řízení se ve třífázovém zapojení do hvězdy (vzájemně posunuto o 120°) aktivují podle polarit a natočení hřídele dvě fáze motoru.



Obrázek 5 - Koncept třífázového měniče // Zdroj: <http://www.microchip.com>

Technické parametry využitých BLDC motorů

Tab. 0.1 - Technické parametry BLDC motoru HL10G motor

Napájecí napětí	24 V
Průměrný / špičkový příkon	180 W / 250 W
Rychlost	488 ~ 366 otáček • min ⁻¹
Účinnost	≥80 %
Průměr kola	25,4 cm
Hmotnost	≤4 Kg
Normalizované krytí IP	IP54
Hlučnost	<54 dB



Obrázek 2 - BLDC motor

Aplikace je založena na dvou senzorových BLDC motorech HL10G firmy UUmotor s uvedenými nominálními parametry

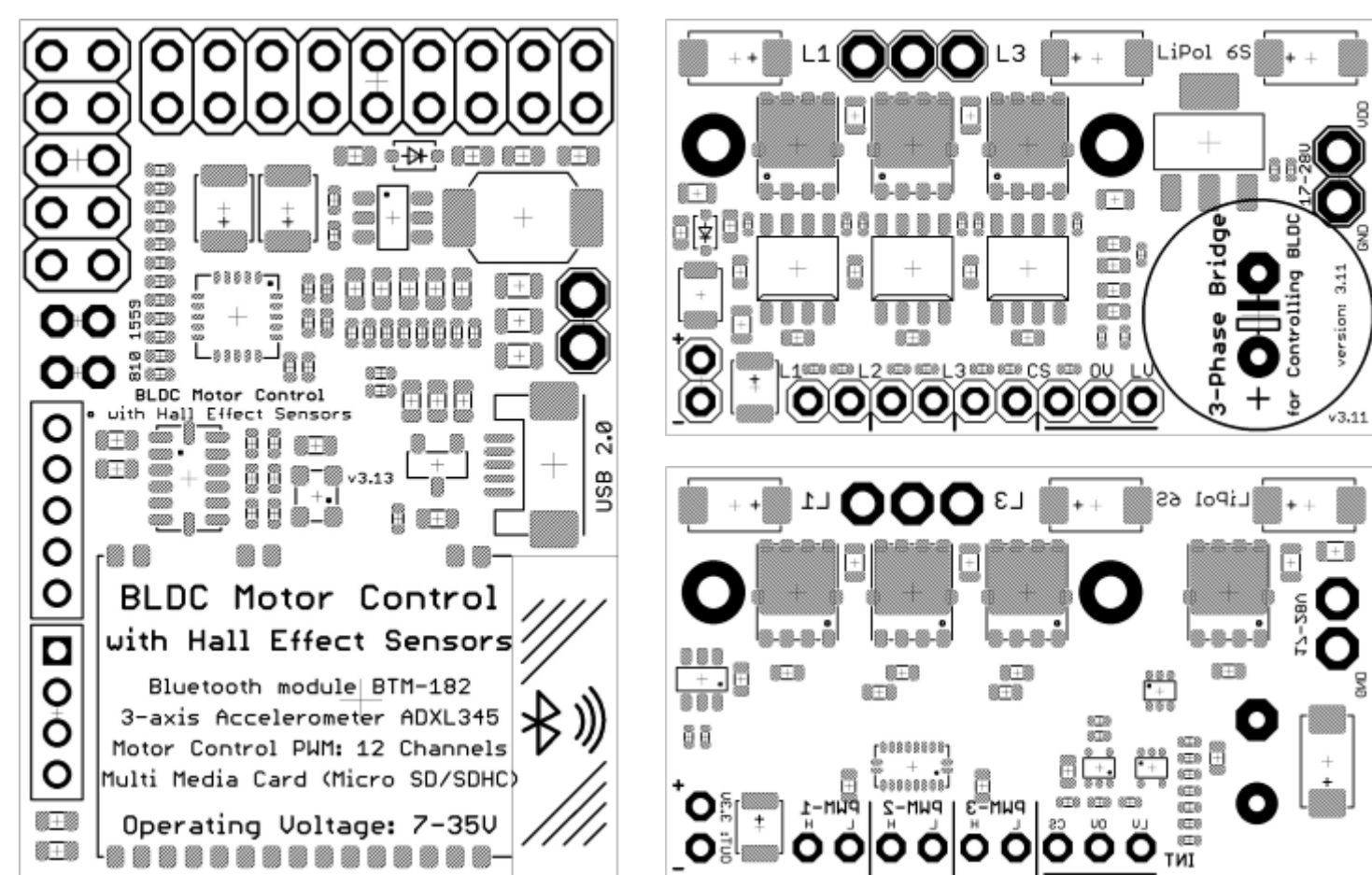
Stanovené cíle pro návrh a realizaci elektroniky

Duální výkonové třífázové můstky

- Elektronické bezjiskřící připojování
- Napájecí část, kombinace stabilizátorů
- Výkonové spínací prvky
- Buzení mosfetů, virtuální plovoucí zem
- Ochranné a doprovodné řídicí prvky

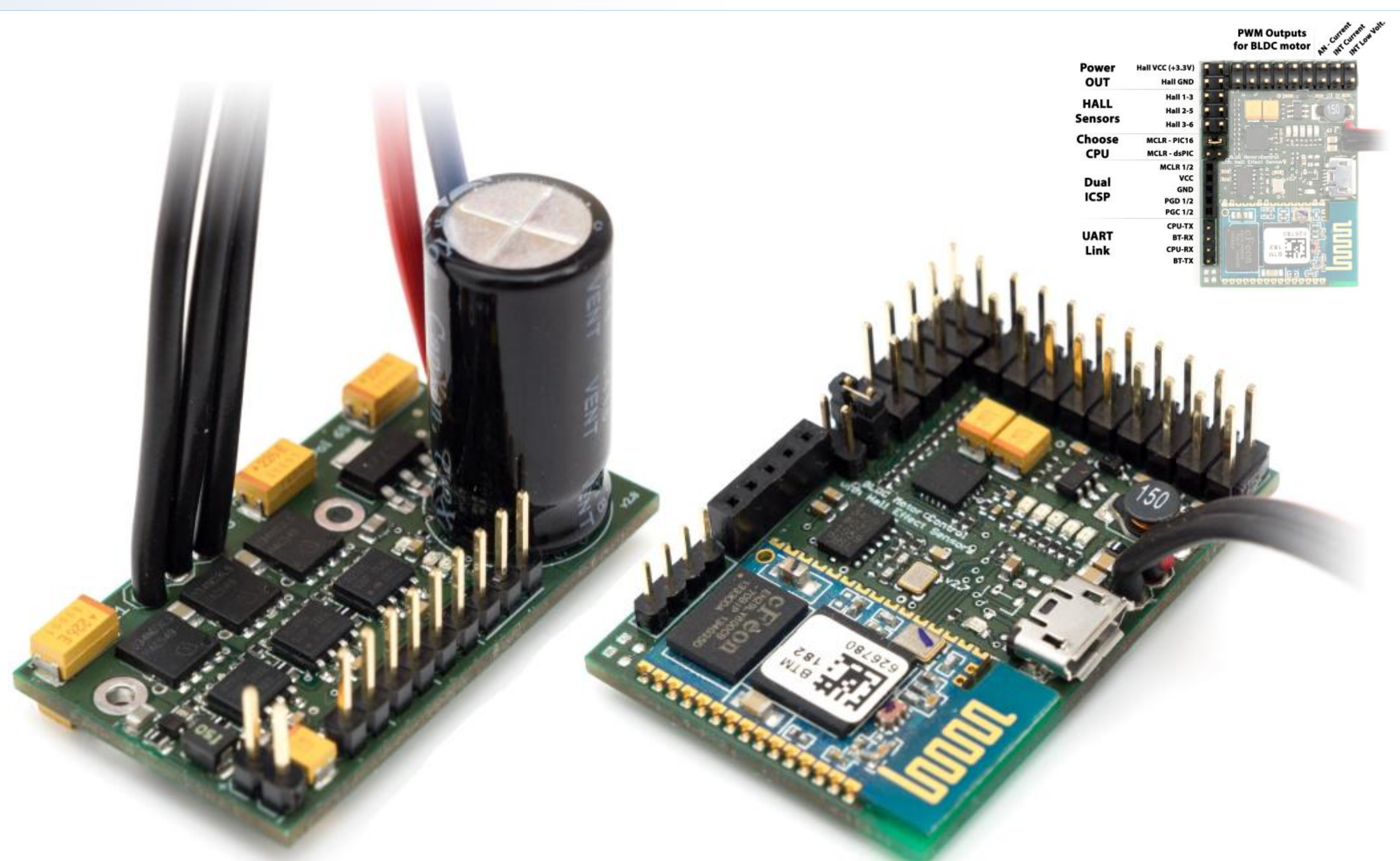
Centrální řídicí jednotka

- Napájení - DC/DC měnič
- Signálový procesor dsPIC s 12 PWM sign.
- Dekódování Grayova kódu pomocí PIC16
- Komunikační a záznamové periferie
- Tříosý akcelerometr pro mapování terénu



Obrázek 3 - Osazovací motivy z Eagle 7.4

Finální podoba realizovaného hardwaru



Obrázek 6 - Hardware třífázového můstku s centrální řídicí jednotkou

Reference

- [1] Digi-Key [online], 3-Phase Motor Control - [cit. 2015-10-17], URL: <<http://www.digikey.com/en/articles/techzone/2011/oct/3phase-motor-control-renesas-floating-point-rx-mcu-series-advantage-over-fixed-point>>
- [2] Rctankcombat [online], H-můstek, ovládání motoru - [cit. 2015-11-17], URL: <<http://www.rctankcombat.com/articles/speed-control/>>
- [3] Avdweb: Antispark circuit [online] - [cit. 2015-11-14], URL: <<http://www.avdweb.nl/solar-bike/electronics/motor-controller.html>>
- [4] Infineon: Power-MOSFET [online] - [cit. 2016-03-14], URL: <<http://www.tme.eu/cz/Document/dabd42fa0ab729de94fd5795b3d8c64e/BSC034N03LSG-DTE.pdf>>

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2016

Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout a realizovat bezpečný funkční model pokročilého řízení pohonu elektricky asistovaného kočárku, který vznikl na ústavu CxI ve spolupráci s fakultou strojní. Vzhledem k požadavku modularity se úloha v této fázi vývoje úmyslně fyzicky strukturovala na dva nezávislé bloky - duální výkonový třífázový můstek pro současně paralelní ovládání dvou BLDC motorů a centrální řídicí jednotku s rozšiřujícími periferiemi. Další část zadání spočívala v softwarovém „oživení“ uvedených elektronik, čili vyvinutím algoritmu řízení skrze dostupné senzory (6x Hallovy sondy v BLDC, poziční ADXL345, potenciometrické v rukojeti) a implementace principu šestikrokové komutace pomocí předdefinovaných statických LUT tabulek. Struktura problematiky vyžaduje pro plynulejší chod aplikace zavedení k hlavnímu signálovému procesoru dsPIC33EP256MU810 ještě další pomocný PIC16LF1559 dekodující Grayův kód Hallových senzorů (včetně jejich provozních kontrol). Tím vzniká potřeba specifické meziprocesorové komunikace. Aplikace přináší nad rámec zadání možnosti záznamu servisních dat na MMC, bezdrátové komunikace skrze BT modul...