

## Pokročilé řízení pohonu elektricky asistovaného kočárku

*Bc. Ondřej Mach, Ing. Pavel Jandura Ph.D.*

### Abstrakt

Cílem práce je návrh a realizace pokročilého řízení pohonu elektricky asistovaného kočárku. Úlohu lze principiálně kategorizovat na dvě dílčí nezávislé části - elektroniku výkonového třífázového můstku a centrální řídicí jednotku vybavenou odpovídajícím softwarem. Třífázový můstek slouží pro dynamické řízení bezkartáčových stejnosměrných motorů a je realizován výkonovými unipolárními tranzistory, jejich budiči zastávajících roli virtuální plovoucí země včetně ochranných obvodů. Dvouprocesorová řídicí jednotka zpracovává implementovanými algoritmy signály Hallových senzorů BLDC motorů, přičemž generuje odpovídající sdružené PWM signály. Princip pokročilého řízení vyžaduje plnou kontrolu nad okolním terénem, který zprostředkovává digitální tříosý akcelerometr. Centrální řídicí jednotka dále disponuje možností záznamu provozních dat na MMC, servisní USB komunikací a bezdrátovým připojením prostřednictvím bluetooth modulu.

---

### Úvod

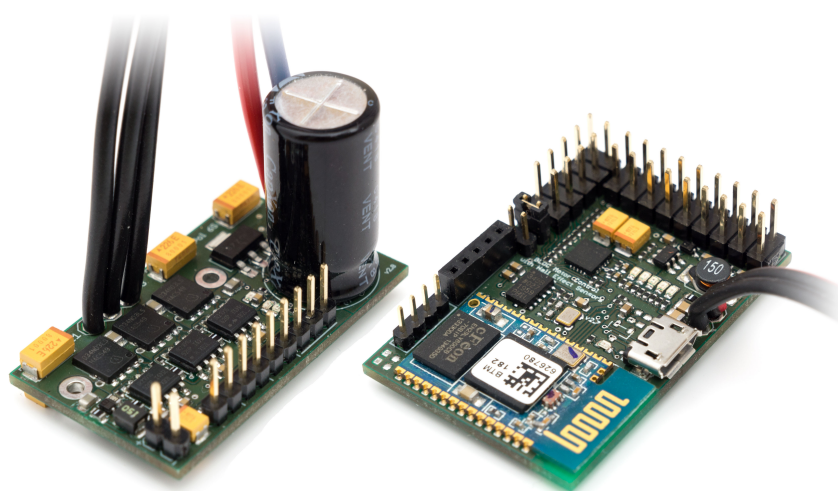
Význam aplikace pokročilého řízení pohonu elektricky asistovaného kočárku spočívá v mechanické asistenci při jeho tlačení. Systém si na základě signálů z digitálního tříosého akcelerometru mapuje aktuální náklon povrchu a v interakci s uživatelskými pokyny získávanými skrze senzory v rukojeti generuje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



*Obrázek 1.0 – eKočárek // Zdroj: TUL*

### Výsledky a diskuse

Výsledným produktem diplomové práce vznikl funkční prototyp modelu pokročilého řízení pohonu elektricky asistovaného kočárku. Realizaci kočárku zajistil ústav 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 současné paralelní ovládání dvou BLDC motorů a centrální řídicí jednotku s rozšiřujícími periferiemi. Další část zadání spočívala v softwarovém „oživení“ uvedené elektroniky, čili vyvinutím algoritmu řízení skrze dostupné senzory (6x Hallové 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 osmibitový procesor PIC16LF1559 dekodující Grauv kód (včetně provozních kontrol). Tím vzniká potřeba specifické meziprocesorové komunikace. Aplikace přináší nad rámec zadání možnosti záznamu servisních dat na MMC, bezdrátové komunikace skrze BT modul...



Obrázek 1.0 - Fyzická podoba realizovaného hardwaru

## Závěr

Uvedená úloha se povedla splnit dle požadavků zadání. Nejprve po teoretické rešerši následovaly schématické návrhy elektronických zapojení z diskrétních součástek, které se posléze převedly na výslednou podobu DPS. Realizaci plošných spojů v VI. (nejvyšší) třídě přesnosti z předem připravených osazovacích motivů zajistila firma PragoBoard. Po velmi precizním ručním osazení a oživování se začal vyvíjet odpovídající řídicí software založený na šestikrokovém algoritmu. Následující kroky by mohly nyní přednostně směřovat k vývoji v oblasti bezdrátového ovládání, které nabízí spousty zatím hlouběji neprobádaných možností. Velmi perspektivní se jeví programová implementace do smartphonů, zobrazující veškeré provozní stavy od zatížení jednotlivých bezkartáčových motorů, kroutící momenty, odebírané proudy, nabití baterie až po fyzický náklon kočárku... Aplikace by ale také mohla obecně vstupovat do otevřeného procesu řízení a tím přinést nové možnosti. Jednotka implementuje podporu Micro SD/SDHC karty, což směřuje k možnostem volitelného záznamu veškerých zajímavých provozních dat a pozdějšímu vykreslování grafů charakteru jízdy.

## Poděkování

Touto cestou bych velmi rád poděkoval především vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Pavlu Jandurovi, Ph.D., za cenné rady odborného charakteru.

## 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>>