

## **Pokročilé řízení pohonů pro mobilní robotickou platformu a jejich laboratorní testování**

*Bc. Krčmář Lukáš, Ing. Pavel Jandura, Ph.D.*

### **Abstrakt**

---

#### **Úvod**

Tato diplomová práce se zabývá pokročilým řízením elektrických pohonů pro mobilní robotickou platformu a jejím laboratorním testováním. Náplní této diplomové práce je návrh konkrétního pohonu a trakční baterie, dále pak tvorba samotného programu, který již řídí samotné servomotory a vytváří řídicí systém převádějící požadovaná data o směru a rychlosti mobilní platformy na jednotlivé signály pro servomotory. Tento servopohon musí mít dostačující výkon pro transport požadovaného materiálu požadované hmotnosti. Trakční baterie taktéž musí mít dostačující parametry s ohledem na dobu provozu na jedno nabití. Samozřejmostí jsou zabezpečovací prvky, například v podobě ultrazvukových čidel, bránící kontaktu s osobami či překážkami. Řízení mobilní platformy je prozatím za účelem laboratorního testování řešeno ovládáním rádiovým dálkovým ovladačem. Řídicí systém mobilní platformy je uzpůsoben pro komunikaci s nadřazeným autonomním řízením.

#### **Experiment a metody**

Základním úkolem experimentu bylo zapojení obou pohonů ovládaných obdélníkovým signálem. Ovládání bylo připojeno přes dva vstupy servopohonů ovládající směr a rychlost otáčení.

Další fází bylo připojení napájení z trakční baterie. K tomu bylo zapotřebí oživit jednotku BMS [1]. Dle pokynů výrobce musel být dodržen specifický postup, aby nedošlo k poškození vstupů mikroprocesoru jednotky.

Následně mohl být již tvořen samotný program mobilní platformy. Nejprve byl vytvořen generátor obdélníkového signálu, nezávislého na běhu hlavního programu, pro test funkčnosti celého zapojení. Následně bylo zapotřebí číst data od přijímače vysílačky a následně je převést do vhodné číselné podoby. Spojením těchto dvou základních programů a jeho následující nadstavbou uživatelsky přívětivějšího ovládání vznikl řídicí systém ovládání pohonů mobilní platformy. Tento systém je uzpůsoben pro záměnu ovládání vysílačkou vyšším systémem ovládání, jako například autonomní řízení.

Mechanická konstrukce pohonu platformy je koncipována pomocí dvou servomotorů s planetovými převodovkami, které jsou přes drážkový řemen spojeny s koly platformy. Bohužel až během ladění regulátorů servomotorů v dodaném software [2] se zjistilo, že zde není možné vyřadit polohovou regulaci. Pružnost a vůle drážkového řemenu, tak vychylovaly celý systém pohonu za mez stability regulace. Tím vznikaly rostoucí kmity pohonů při zastavení. Jedinou cestou, jak uspokojivé vyřešit tento problém se stávajícími servomotory tak je zavést v řídicím programu rozjezdové a brzdicí rampy.

#### **Výsledky a diskuze**

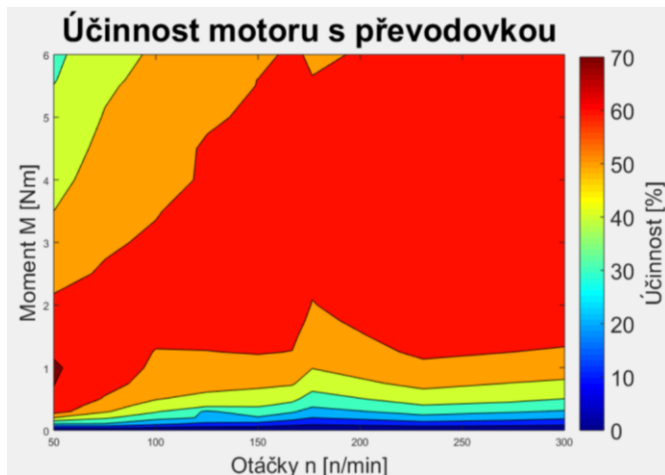
Vzhledem k tomu, že vypočtený potřebný krouticí moment na kolech mobilní platformy je roven hodnotě  $M_{kolo} = 4,94 \text{ Nm}$ , po rozsáhlém průzkumu trhu a uvážení, bylo rozhodnuto o kombinaci BLDC motoru Leadshine iSV-B23180 společně s planetovou převodovkou B&R řady 8GP30-60.

Za účelem zjištění reálných hodnot účinností převodovky a samotného motoru bylo provedeno měření na dynamometru Dynofit ASD 6,3K-4 [3]. Při pokusu měření samotného motoru na tomto dynamometru byl zjištěn fakt, že dynamometr má značně velký moment setrvačnosti, který není schopen motor překonat, i díky tomu, že nelze vyřadit polohovou regulaci PID regulátor motoru. Měření

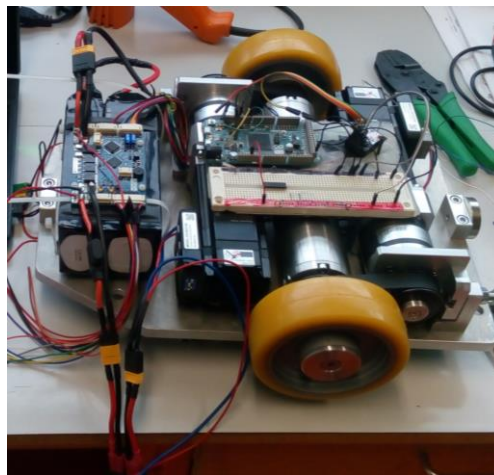
### Rozšířený Abstrakt

samotného motoru bylo provedeno na experimentálním dynamometru, který navrhl doc. Ing. Josef Černohorský, Ph.D. a také pomohl s měřením těchto motorů. Měření motorů i s převodovkami bylo provedeno na dynamometru Dynofit, jelikož s převodovým poměrem 10:1 již motor měl dostatečný kroučící moment pro překonání setrvačných sil dynamometru.

Samotná mobilní platforma byla testována na laboratorní dráze odpovídající prostředí a náročnosti, ke které je určena. Střední hodnota výkonu na testovací dráze je rovna  $E=33$  W. Jmenovitá kapacita trakční baterie činí 184 W. Lze tedy jednoduchým výpočtem předpokládat nepřetržitý provoz mobilní platformy z trakční baterie více než 5,6 h.



Obrázek 1. 2D graf účinnosti motoru s převodovkou



Obrázek 2. Mobilní platforma

### Závěr

Po instalaci pohonů mohl být postupně tvořen řídicí systém těchto pohonů. I přes dlouho řešené potíže byl řídicí systém navržen do podoby vhodné i pro spolupráci s nadřazeným systémem autonomního řízení.

Během realizace mobilní robotické platformy se vyskytlo několik problémů. Za největší problém lze považovat nemožnost vyřadit polohové regulátory použitých servomotorů. Tím pádem není možné spolehlivě identifikovat přenosovou funkci systému mobilní robotické platformy. Postupně byly nastaveny hodnoty jednotlivých složek PID regulátorů při sledování průběhů otáčení hřídelí motorů.

Během laboratorního testování na dynamometru a testovací dráze byly zjištěny skvělé výsledky účinností pohonů, převodovek i spotřeby. Doba provozu mobilní robotické platformy byla ustanovena nejméně 5,6 hodiny.

### Poděkování

Chtěl bych poděkovat Dr. Pavlu Jandurovi za jeho trpělivost při řešení problémů této práce.

### Reference

- [1] Datasheet BMS 150A-750A, revC, Energus Power Solutions Ltd., 2017
- [2] ProTuner - Low-Medium Voltage Brushless Servo software, Leadshine Technology Co., Ltd., 2017
- [3] Dokumentace k dynamometru VUES Dynofit ASD 6,3K-4