

# AUTONOMOUS ROBOT TIM2 - ELECTRONICS

**Michal Sitta**

Master Degree Programme (2), FEKT BUT

E-mail: xsitta00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Luděk Žalud

E-mail: zalud@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

The aim of this article is to describe the electronics of autonomus outdoor robot called TIM2. TIM2 is a group project and only a part of the project is presented in the article. Only a short description of each type of module used is described in this paper. A controller for a rear axle is also described in the text. Last part of the document is about communication between modules and impact on the robot functionality in the case of failure of a module.

## 1 ÚVOD

Tento článek se blíže věnuje elektronice robotu, která se stará o komunikaci s nadřazeným počítačem. Ten plánuje trasu a posílá informace o požadovaném směru a rychlosti jízdy robotu. K tomu napomáhá elektronika vypočtem odometrie podvozku z měřených stavových veličin. Robot je zobrazen na obrázku 2.

Projekt autonomního venkovního robotu je realizován čtyřčlenným týmem TIM2. Jde o Bc. Iva Mačička (GPS subsystém, zpracování dat z GPS a elektronického kompasu, plánování trasy), Bc. Martina Skácela (snímání sebelokalizačních veličin robotu - ultrazvukové snímače, elektronický kompas) a Tomáše Skočdopole (nadřazené PC - ArchLinux, programová výbava).

Podvozek robotu je vlastní výroby. Jde o čtyřkolový podvozek s Ackermannovým řízením a dvěma nezávisle hnanými zadními koly. Jeho rozměry jsou 900x600 mm a maximální rychlost 1,7 m/s.

## 2 PŘEDSTAVENÍ MODULŮ

Elektronika je koncipována jako modulární, využívá standardních sběrnic pro připojení jednotlivých modulů. Každý podřízený modul obsahuje mikrocontroller ATmega8.

### 2.1 HLAVNÍ MODUL

Hlavní modul je osazen čipem ATmega32 a obstarává komunikaci s nadřazeným PC pomocí USB a ostatními moduly, které jsou k němu připojeny pomocí I2C a SPI sběrnice.

V modulu jsou obsaženy regulátory zadních motorů s elektronickým diferenciálem, kde výstupní rychlosti zadních kol závisí pouze na aktuálním natočení přední nápravy a požadované

dopředné rychlosti. Vzorec pro elektronický diferenciál je odvozený z matematického modelu a následně aproximován pro odstranění goniometrických funkcí.

Zadní regulátory jsou tvořeny sumačně proporcionálním regulátorem, který je doplněn o několik vylepšení, které zlepšují kvalitu regulace. Jde o zamezení přeintegrování při saturaci výstupu, překonání statického tření při rozjezdu a omezení necitlivosti motorů.

## **2.2 MODUL MOTORŮ**

Modul motorů slouží pro výkonové ovládání motorů do maximálního trvalého proudu 32 A. Maximální hodnota závisí na použitém chladiči výkonových tranzistorů. Tranzistory jsou tvořeny čtveřicí unipolárních tranzistorů s N kanálem (IRF3205) a jsou zapojeny do H mostu. Sběrnice SPI slouží pro posílání výkonu motorům v 256 krocích a pomocí propojek je možno nastavit 5 různých adres. Dále jsou vyvedeny dvě přerušení pro HW pojistky proti zničení motorů. Modul obsahuje inteligentní řadič. Frekvence spínání je 25 kHz. Modul obsahuje i optické oddělení logické a výkonové části.

## **2.3 MODUL ADC**

Modul obsahuje ADC MC3301. Jedná se o 13-bitový převodník s diferenčním vstupem. Modul uchovává aktuální, nejvyšší, nejnižší a průměrné naměřené hodnoty, které vzorkuje s frekvencí 20 kHz. Pomocí SW resetu přes I2C je možné tyto statistiky vynulovat. Pro zvýšení použitelnosti převodníku je možno nastavit referenčních napětí 5 V (napájecí napětí), 1,235 V (z napěťové reference) a 0,35 V (děličem z napěťové reference). Před převodníkem je odporový předdělič s přibližnými poměry 1:1:5:15 se stálým odporem 10 kΩ s možností jeho úplného odpojení.

## **2.4 MODUL VÝKONOVÝCH VÝSTUPŮ (GPO)**

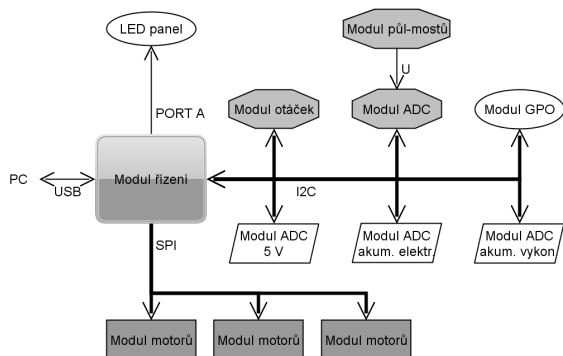
Jedná se o rozšiřující modul pro výkonové ovládání 8 výstupů s maximálním proudem 500 mA (určeno ULN2803) přes sběrnici I2C. Modul je schopen nezávisle spínat jednotlivé výstupy na dobu 2 s, 10 s, 1 min nebo na nepřetržitě sepnutí. Časový interval lze přerušit příkazem na vypnutí příslušného výstupu. Dále je možné v sepnutém intervalu nastavit buď trvalé sepnutí nebo generování obdélníkového signálu se střídou 50 % o frekvenci 0,1 Hz, 1 Hz nebo 4 kHz.

## **2.5 MODUL OPTICKÝCH SNÍMAČŮ OTÁČEK**

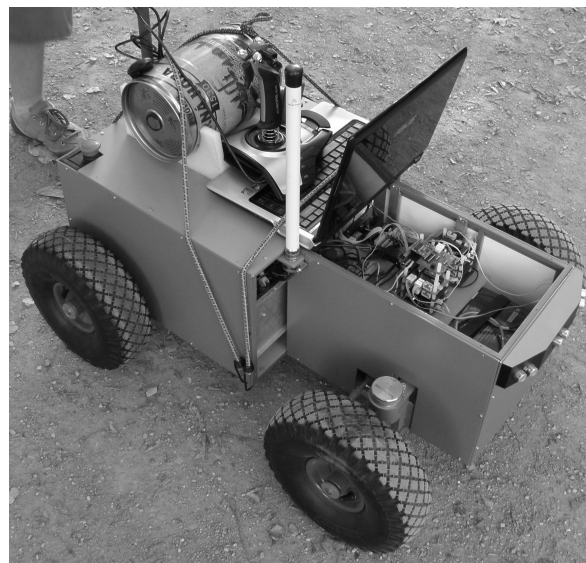
Modul je určený pro nezávislé snímání rychlosti dvojice kol bez rozpoznání směru otáčení. Jako snímač byla použita optická závora s enkodérem vytištěným na průhledné fólii se 180 značkami. Vyhodnocování probíhá pomocí určování času mezi značkami, proto je přesnost i délka měření proměnlivá. Pro maximální rychlost 1,7 m/s je chyba menší než 0,1 m/s a pro rychlost pod 0,8 m/s je maximální chyba menší než 0,02 m/s.

## **3 PROPOJENÍ MODULŮ**

Vzájemné propojení jednotlivých modulů je ukázáno na obrázku 1. Šipky zobrazují směr přenosu dat. Tvarově je rozlišena důležitost jednotlivých modulů pro správný chod robotu.



**Obrázek 1:** Signálové propojení modulů



**Obrázek 2:** Robot na RoboTour 2009

Když je hlavní modul funkční, je zaručena komunikace s nadřazeným PC a zprostředkování informací o funkčnosti podřízených modulů.

Obdélníkový tvar je použit pro moduly pro ovládání pohybu robotu. Přesněji ovládání levého a pravého zadního kola a motoru přední nápravy. Při jejich poruše není robot schopný pohybu.

Moduly v šestiúhelníku slouží pro snímání činnosti motorů. Pokud jeden z nich neodpovídá na dotaz je robot bezpečně zastaven.

Moduly v kosodélníku se starají o sběr vnitřních stavových veličin, které nemají přímý vliv na funkčnost robotu. Přesněji se jedná o snímání napětí na důležitých větvích v robotu (akumulátor elektroniky, výkonový akumulátor, napájení elektroniky).

Moduly označené elipsou zajišťují přenos informací o robotu jinou cestou než je USB. Přesněji se jedná o modul LED indikátorů, které obsahují informace o aktuálním stavu, a o modul GPO, který dává informace prostřednictvím připojených zařízení (sirénkou).

#### 4 ZÁVĚR

Celek byl testován na chybové stavy jako je odpojení důležitých modulů a následném chování robotu. Funkčnost elektroniky při běžném provozu byla ověřena na soutěži RoboTour 2009, kde robot získal 7 místo. Při soutěži nedošlo k poruše žádného modulu a robot se choval dle očekávání. Podrobnější informace o projektu jsou dostupné na internetové adrese [www.tim2.wz.cz](http://www.tim2.wz.cz).

#### REFERENCE

- [1] ŠOLC, F.; ŽALUD, L. *Robotika*. c2006 [cit. 2009–11–12]. Elektronická skripta
- [2] PIVOŇKA, P. *Číslicová řídicí technika*. c2003 [cit. 2010–01–05]. Elektronická skripta
- [3] BLAHA, P. *Modelování a identifikace* [online]. c2009 [cit.2010–01–25].  
Dostupný z: <<http://sites.google.com/site/modelovaniaindentifikace/přednášky>>