

# CONTROL SYSTEM FOR A SMALL MOBILE ROBOT

**Imrich Sárközy**

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xsarko00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Luděk Žalud

E-mail: zalud@feec.vutbr.cz

**Abstract:** This article describes a control system for a mobile platform based on the AVR XMEga16A4 microcontroller. The function of the control system is to control four DC motors, and read information from the sensor subsystem. The emphasis is on the minimal data flow between the control system and the control PC. The mobile platform is controlled from a remote PC by a user interface application.

**Keywords:** Control system, Mobile platform, XMEga, Sensors, Ultrasonic range finder, Data flow

## 1. ÚVOD

Cílem této práce byla konstrukce řídicího systému na bázi mikrokontroléru Atmel AVR XMEga16A4 pro malý pásový podvozek. Řídicí systém má sloužit k ovládní výkonového členu pro pohon mobilní platformy. Dále má zpracovávat naměřené údaje ze snímačů neelektrických veličin. Celý řídicí systém je ovládán aplikací z počítače, která zpracovává a vyhodnocuje naměřené údaje ze snímačů. Vstupním ovládacím prvkem aplikace je joystick. Komunikace mezi řídicím systémem a počítačem je bezdrátová. Důraz konstrukce je na minimalizaci datového toku mezi řídicím počítačem a mobilní platformou. Důvodem minimalizace datového toku je fakt, že bezdrátové technologie jak např. ZigBee mají velký bezdrátový dosah, ale malou datovou propustnost.

## 2. POPIS HARDWARE

Z konstrukčního hlediska se jedná o diferenciální pásový podvozek poháněný čtyřmi stejnosměrnými motory. Jako výkonová část pro řízení motoru je použit obvod SABERTOOTH 2x10. Napájení celého řídicího systému a jeho komponentů je realizováno prostřednictvím dvou sériově zapojených lithium-polymerových akumulátorů typu KOKAM 2000mAh – 15C.

Pro uvedený hardware jsem navrhl a zrealizoval desku plošných spojů řídicí jednotky. Po dobu návrhu desky jsem dbal na správné rozmístění blokovacích a filtračních kondenzátorů. DPS je dvouvrstvá a horní vrstva, která je vylitá mědí, slouží jako stínění řídicí desky. Na ploše pod mikrokontrolérem pomoci měděných vrstev DPS jsou vytvořené elektrody dalšího ochranného kondenzátoru.

První okruh napájecího obvodu je realizován pomocí LE33, což je 3,3V stabilizátor napětí, ošetřený filtračními kondenzátory podle katalogových listů výrobce. Druhým 5V okruhem je přímo 5V výstup desky Sabertooth. Chod motorů může vyvolat v přírodních vodičích rušivé naindukované napětí, proto jsem použil transil jako ochranu proti přepětí a eliminaci rušivých napěťových špiček. Napájecí část je jištěna tavnou pojistkou 160mA a je navržena jenom na napájení mikrokontroléru a snímačů neelektrických veličin.

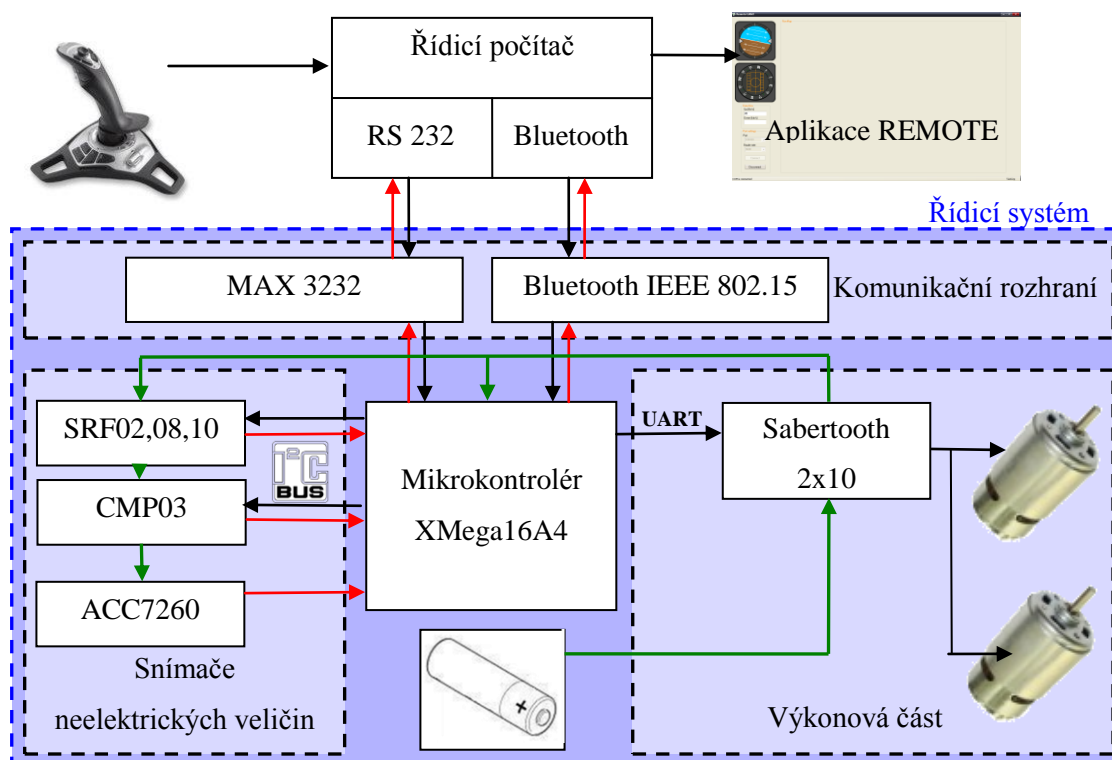
Všechny porty mikrokontroléru jsou vyvedeny na konektory, které také obsahují i dva napájecí piny. Deska je osazena i čtyřmi konektory na připojení I<sup>2</sup>C sběrnice. Řídicí mikrokontrolér není 5V tolerantní. Proto jsem před konektory zaimplementoval převodník úrovní mezi 3,3V a 5 V logikou. Deska má dále dva konektory pro UART a jeden pro RS 232.

Jádrem řídicí jednotky je mikrokontrolér řady XMEga. [2] Jedná se o poměrně novou řadu mikrokontroléru založenou na technologii picoPower. Od jejích předchůdců AtMega se liší vyšší pracov-

ní frekvencí a větší rozmanitostí svých periférií. Hlavní výhodou daného typu mikrokontroléru je jeho malá spotřeba při vysokém dodaném výpočetním výkonu, což se v tomto případě projeví šetřením energie baterií.

Deska řídicí jednotky obsahuje i konektor pro připojení PDI programátoru. Programovací a debugovací PDI [2] je proprietární rozhraní firmy Atmel pro externí programování a on-chip ladění zařízení. Na základě open source LUFA projektu [3] jsem navrhl a zrealizoval DPS pro programátor USBTiny MKII. Jedná se o AVR programátor, který emuluje původní AVRISP – MKII. Podporuje programování 8-bitových AVR mikrokontrolerů přes ISP, řadu mikrokontrolerů XMeta přes PDI rozhraní a TPI rozhraní pro řadu Tiny.

Jako testovací bezdrátovou komunikaci s řídicím systémem jsem se rozhodl použít propojení prostřednictvím Bluetooth. K propojení slouží průmyslový Bluetooth OEMSPA 310 od firmy ConnectBlue, který je připojen na jeden z UART konektorů řídicí desky.

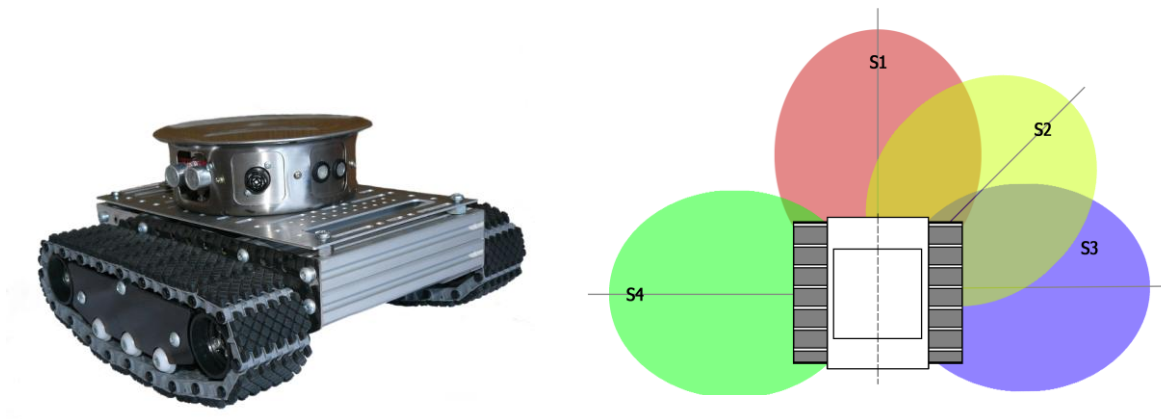


**Obrázek 1:** Blokové schéma řídicího systému

Mobilní podvozek není vybaven žádnou kamerou ani jiným zařízením na snímání obrazu okolí. Jedinou vstupní informací pro operátora jsou údaje ze snímačů neelektrických veličin a to ze čtyř ultrazvukových dálkoměrů typu SRF02, SRF08 a SRF10. Pro snímání naklonění podvozku slouží trojosý akcelerometr ACC7260. Posledním snímačem je modul elektronického kompasu CMPS03. Ultrazvukové dálkoměry jsou rozloženy s orientací na pravou stranu, čímž se eliminuje počet snímačů levé strany a určitým způsobem i množství přenášených údajů popisujících daný terén. Tři dálkoměry umístěné na pravé straně mobilní platformy jsou rozloženy po 0°, 45° a 90° odchylce od osy podvozku a jeden dálkoměr sledující levou stranu je umístěn pod -90° odchylkou od stejné osy. Rozložení dálkoměrů je znázorněno na Obrázku 2. vpravo.

### 3. POPIS SOFTWARE

Řídicí program REMOTE je uživatelským rozhraním pro ovládání malé mobilní platformy. Uživatelským vstupem do programu jsou data získaná z joystiku. Na zpracování dat z joystiku slouží



**Obrázek 2:** Rozložení snímačů – vlevo konstrukce, vpravo aktivní oblast snímání

Windows API DirectInput. Uživatelské rozhraní se skládá z pěti částí: nastavení komunikačního portu, umělý horizont a kompas, navigační mapa, stavový řádek a ukazatel objemu přenesených dat. Program přijímá data po sériovém kanálu podle navrženého datového balíčku a podle těchto dat aktualizuje jednotlivé komponenty. Je to trojbytový datový balíček, který má přenosovou kapacitu 16 bitů. První byte reprezentuje hlavičku zprávy, prvních 6 bitů je řídicích a následující 2 bity slouží jednotlivě jako CRC kontrolní součet datových bytů. Za pomoci paritního CRC bitu je možné detekovat jednu chybu nebo jeden výmaz přenesené informace.

Zdrojový kód mikrokontroléru zajišťuje komunikaci po I<sup>2</sup>C sběrnici pro sběr informací z ultrazvukových dálkoměrů a kompasu v přesných časových intervalech definovaných časovačem. Dále zajišťuje čtení z A/D převodníku, na který je připojen akcelerometr. Pro výpočet úhlu náklonu je nutné znát jednotlivé složky zrychlení v jednotlivých měřených osách. Mikrokontrolér přepočítává tyto údaje přímo na hodnoty úhlů, které ukládá do pole. Bublínkovým řazením seřadí pole a vybere mediánové hodnoty náklonů, čímž filtruje nežádoucí šum akcelerometru. Na základě přijatého datového balíčku rozhoduje o změně rychlosti motorů podvozku, což realizuje komunikaci přes jeden z UARTů s deskou Sabertooth a zpětně přeposílá informace ze sensorického subsystému.

#### 4. ZÁVĚR

Výsledkem mé práce je říditelná mobilní platforma pro monitorování terénu uvnitř budov. Navrhnul a vyhotovil jsem pro ni řídicí jednotku s programátorem, navrhl jsem rozmístění snímačů a navrhl i formu přenosového datového balíčku. Na tomto základě jsem naprogramoval uživatelské rozhraní REMOTE pro řízení a také jsem naprogramoval mikrokontrolér řídicí jednotky. Jednotka je navržena tak, aby byla možnost nahrazení Bluetooth testovacího spojení technologií ZigBee. Takto by byla možnost dosažení větších bezdrátových vzdáleností.

V budoucnu se dále pokusím připojit upravený snímač z optické PC myši přes SPI k řídicí jednotce pro odometrii podvozku. Na základě údajů z odometrie a z ultrazvukových dálkoměrů pak bude možné vytvořit mapu metodou robot evidence grids.

#### REFERENCE

- [1] H.R. Everett, Sensors for Mobile Robots - Theory and Application, A K Peters, 1995
- [2] ATMEL 8-bit AVR XMEGA [online]. San Jose : Atmel Corporation, 2010 [cit. 2011-03-21]. Dostupné z WWW: <[http://www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc8077.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8077.pdf)>
- [3] LUFA [online]. 2010 [cit. 2011-03-21]. Four Walled Cubicle. Dostupné z WWW: <<http://www.fourwalledcubicle.com/LUFA.php>>