



## **Středoškolská technika 2016**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

# **MODEL LODĚ S PARNÍM POHONEM**

**David Benda**

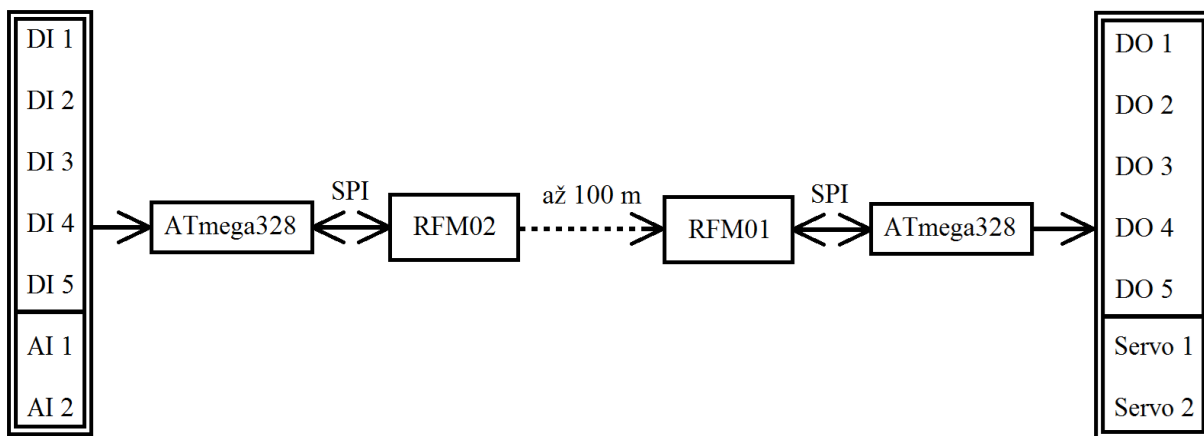
**Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola Brno, Sokolská, příspěvková organizace  
Sokolská 1, 602 00 Brno**

# ÚVOD

Většina plavby schopných modelů lodí disponuje dálkovým ovládním. Samozřejmě lze provozovat model i bez dálkového řízení, nicméně v tomto případě model opisuje po vodní hladině obvod kruhu tj. kormidlo modelu má stále konstantní natočení. V případě neočekávaného chování (samovolné změny natočení kormidla) ztrácíme nad modelem i takto malou kontrolu. Pokud je model, respektive minimálně jeho kormidlo řízeno bezdrátově, můžeme model alespoň směřovat. Pokud koncepce parního motoru dovoluje reverzaci otáček, je možné tuto operaci opět provést pomocí modelářského servo motoru řízeného bezdrátově. Další rozšiřující periférií může být například noční osvětlení celého modelu, a to opět prostřednictvím bezdrátové komunikace.

## 1. Koncepce dálkového ovládní

Blokové zapojení dálkového ovládní je uvedeno pod textem (Obrázek 1). O řízení komunikace na straně vysílače i přijímače se stará dvojice mikrokontrolérů firmy Atmel z řady AVR konkrétně typ ATmega328 [1]. Pro bezdrátovou komunikaci byly zvoleny moduly RFM01 [2] (přijímač) a RFM02 [3] (vysílač) od firmy HopeFR komunikující v pásmu 433 MHz. Tyto moduly komunikují s nadřazeným kontrolérem po sériové sběrnici SPI. Během návrhu vysílače a přijímače byly uvažovány dva kanály určené pro řízení modelářských servo motorů (vstupy označené jako AI 1 a AI 2, výstupy označené jako Servo 1 a Servo 2) a pětice digitálních kanálů (vstupy DI 1 až 5, výstupy DO 1 až 5) určená například pro již zmíněné osvětlení modelu.



Obrázek 1: Blokové zapojení vysílače a přijímače.

## 2. Vysílač

Úkolem vysílače, respektive řídicího mikrokontroléru (ATmega328) vysílače je neustálá kontrola a zpracování hodnot získaných z digitálních a analogových vstupů. Nashromážděná data jsou následně zpracována, normalizována, validována a posílána prostřednictvím SPI sběrnice do vysílacího modulu RFM02. Vstupní hodnota pro analogové kanály se získá pomocí potenciometru zapojeného mezi +5 V a GND. Jezdec potenciometru je připojen k příslušnému analogovému vstupu řídicího kontroléru. Vzhledem k rozlišení AD převodníku mikrokontroléru ATmega328 (10 bitů) získáváme dostačující informaci pro následné natočení modelářského servo motoru na straně přijímače, tj. otočení potenciometru má za následek natočení serva. Pro získání stavů digitálních vstupů se využívá připojování napěťové úrovně GND (0 V) prostřednictvím tlačítek k nakonfigurovaným pinům kontroléru ATmega328.

Tlačítka jsou navíc softwarově ošetřena proti zakmitávání. Aby bylo možné kontrolovat, zda jsou proměnné získané z digitálních vstupů nastaveny do logické 0, respektive logické 1, tak byly na desku vysílače umístěny ještě signalizační LED diody korespondující s aktuálně nastaveným (přijatým) stavem digitálních výstupů na straně přijímače. Celý vysílač byl nejprve navržen na nepájivém poli a následně osazen na dvouvrstvou desku plošných spojů.



Obrázek 2: Model loď s otevřeným dálkovým ovladačem.

### 3. Přijímač

Obdobně jako v případě vysílače, je i v přijímači pro řízení použit mikrokontrolér ATmega328. Bezdrátovou správu zde zprostředkovává komunikační modul RFM01. Komunikace mezi modulem RFM01 a kontrolérem ATmega328 opět probíhá po sběrnici SPI. Digitální výstupy řídí unipolární tranzistory, takže je možné připojit na každý digitální výstupní kanál větší zátěž, než v situaci, kdy by byla zátěž připojena přímo na výstupu řídicího kontroléru. Nejdůležitějšími prvky, které jsou prostřednictvím přijímače řízeny, jsou modelářské servo motory. Řízení těchto pohonů probíhá prostřednictvím pulsně šířkové modulace (PWM). Frekvence opakování těchto pulsů je nastavena interním časovačem ATmega328 na frekvenci 50 Hz. Modelářský servo motor se natáčí v úhlu  $0^\circ$  až  $90^\circ$ , respektive  $0^\circ$  až  $180^\circ$  v závislosti na typu a výrobci. Pro rozsah úhlu natočení  $0^\circ$  až  $90^\circ$  odpovídá změna šířky pulsu v rozsahu 1 až 2 ms a rozsah  $0^\circ$  až  $180^\circ$  odpovídá šířce pulsu 0,5 až 2,5 ms. Obě varianty jsou v navrhované aplikaci reflektovány a změnu nastavení lze provést prostřednictvím jednoduché úpravy programu nahraného v kontroléru ATmega328. Na straně přijímače neprobíhají již žádné výpočty pro natočení motoru, ale získané hodnoty z vysílače jsou pouze předávány internímu časovači v PWM režimu, který vytváří korektní pulsy pro řízení natočení serva. Přijímač byl obdobně jako vysílač nejprve navržen a testován na nepájivém poli a následně osazen na dvouvrstvou desku plošných spojů.

## 4. Komunikační paket a způsob komunikace

Komunikace mezi řídicím kontrolérem a modulem RFM01, respektive RFM02 probíhá prostřednictvím sériové sběrnice SPI. Komunikace mezi moduly je však pouze jednosměrná, tj. očekává se, že to co je nastaveno na vysílači se promítne na straně přijímače. Pro inicializaci a případné další nastavování však moduly komunikují s řídicím kontrolérem obousměrně. Datové pakety jsou posílány z vysílače s periodou 5 ms. Pro popisovanou aplikaci byl navržen vlastní komunikační paket, který se skládá celkem z 16 bajtů. Jednotlivé bajty paketu včetně vysvětlivek jsou uvedeny v obrázku pod textem (Obrázek 3). První dva bajty (0. a 1. bajt) tvoří hlavičku paketu. Dále následují dva bajty (2. a 3. bajt) vyhrazené pro první modelářské servo, čtvrtý bajt je vytvořen logickou operací XOR předcházejících dvou bajtů (2. a 3.) a obdobné pravidlo platí i pro druhé modelářské servo. Posledních šest datových bajtů je tvořeno stejně jako v případě přenosu dat pro modelářské servo motory s tím rozdílem, že jsou tato data vyhrazena pro přenos digitálních kanálů a zbylé nepoužité bity, respektive bajty jsou rezervovány pro možné rozšíření při posílání dalších potřebných dat. Celý paket je zakončen dvěma zakončovacími bajty. Parita v podobě logické funkce XOR se spočítá ve vysílači a následně v přijímači dojde k porovnání přijaté hodnoty logické funkce XOR s vypočtenou hodnotou z přijatých datových bajtů. V případě, že jakákoliv část paketu nevyhovuje daným požadavkům, tj. inicializační bajty (0. a 1.) nezačínají „P“ a „A“ (obdobně pro zakončovací bajty), případně kterýkoliv výsledek logické funkce XOR není validní, tak se daný přijatý paket zahazuje a čeká se na příjem dalšího korektního paketu.

P	A	Servo 1		Servo 2		DO + rezervováno			rezervováno			I	K		
0x50	0x41	0xXX	0xXX	XOR	0xXX	0xXX	XOR	0xXX	0xXX	XOR	0xXX	0xXX	XOR	0x49	0x4B
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Obrázek 3: Struktura komunikačního paketu.

## Závěr

Zařízení mám zabudované ve vlastnoručně navrženém a vyrobeném modelu parníku, se kterým jsem se v tomto roce (2016) přihlásil do Středoškolské odborné činnosti. Dálkové ovládání je možné použít na volném prostranství, tj. například vodní ploše na vzdálenost více než 100 m. Vzhledem ke stávající konstrukci je možné drobnými úpravami programu přidat více digitálních, respektive analogových komunikačních kanálů.

## REFERENCE

- [1] ATMEL. Datasheet ATmega328 [online]. 2015. Dokument dostupný na: [http://www.atmel.com/images/atmel-8271-8-bit-avr-microcontroller-atmega48a-48pa-88a-88pa-168a-168pa-328-328p\\_datasheet\\_complete.pdf](http://www.atmel.com/images/atmel-8271-8-bit-avr-microcontroller-atmega48a-48pa-88a-88pa-168a-168pa-328-328p_datasheet_complete.pdf). [cit. 2016-03-01].
- [2] HOPEFR. Datasheet RFM01 [online]. 2010. Dokument dostupný na: <http://www.hoperf.com/upload/rf/RFM01.pdf>. [cit. 2016-03-01].
- [3] HOPEFR. Datasheet RFM02 [online]. 2010. Dokument dostupný na: <http://www.hoperf.com/upload/rf/RFM02.pdf>. [cit. 2016-03-01].