

# WIRELESS CONTROLLABLE SHOOTING EMPLACEMENT

**Tomáš Oujezdský**

Master Degree Programme (1), FIT BUT

E-mail: xoujez01@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Martin Drahanický

E-mail: drahan@fit.vutbr.cz

## ABSTRACT

This project describes the design and implementation of a system for controlling targets on a shooting range. This system consists of the main control unit and some motor-turning targets. Both control unit and targets are battery powered and use wireless data transfer. This work describes the design of the hardware and software part of the system in relation to low price and high reliability of the equipment. The conclusion of this work is the system for practical use.

## 1. ÚVOD

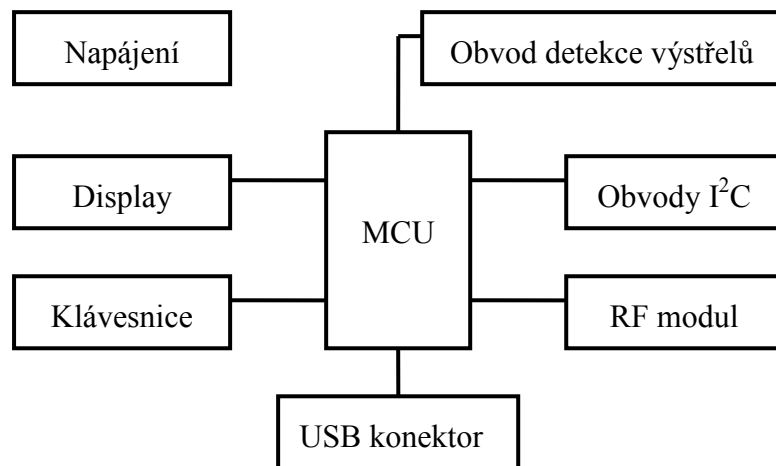
Navrhovaný systém pro řízení terčů na venkovní pistolové střelnici se skládá z bateriově napájené řídicí jednotky s displejem a několika tlačítky pro ovládání, terčů umožňujících natáčení od několika poloh a PC softwaru pro jednoduchou tvorbu předpisů pro řízení terčů. Pomocí tohoto programu je možné vytvořené úlohy nahrávat do řídicí jednotky nebo stahovat řídicí jednotkou ukládaná data. Propojení jednotky s počítačem je realizováno pomocí sběrnice USB, ze které je možné i nabíjet vnitřní baterii. Přenos dat mezi ovládací jednotkou a terči probíhá bezdrátově na frekvenci 433 MHz, a využívá levné komunikační moduly firmy Aurel. Řídicí jednotka může ovládat až 16 nezávislých terčů, které jsou rozlišeny jednoznačnými adresami.

Doplňkovou funkcí je detekce výstřelů a ukládání jejich časů do paměti. Ke každému střelci je možné uložit časy až 80 výstřelů.

Hlavním požadavkem na výsledný systém je vysoká spolehlivost, nízká cena, jednoduché a intuitivní ovládání. Zařízení je určeno k použití v exteriéru, čemuž odpovídají i zvolené komponenty a mechanická konstrukce.

## 2. ŘÍDICÍ JEDNOTKA

Elektronika řídicí jednotky je umístěna v ergonomicky tvarované plastové krabičce, která zajišťuje její ochranu před poškozením. Blokové schéma řídicí elektroniky je na obrázku 1. Jádrem tvoří osmibitový mikroprocesor PIC18F4550 firmy Microchip, k němu jsou připojeny další komponenty jako LCD display, jednoduchá klávesnice, paměti apod.



Obrázek 1: Blokové schéma řídicí jednotky

- Napájení - Napájení zařízení zajišťuje Li-Ion baterie s napětím 3,7 V. Toto napětí je stabilizováno pomocí lineárního stabilizátoru LE33CD na hodnotu 3,3 V, kterou je napájen procesor a všechny periferie. Baterie se nabíjí ze sběrnice USB pomocí inteligentního nabíjecího obvodu MAX1811 firmy Maxim. Průběh nabíjení je signalizován LED diodou.
- MCU - Mikroprocesor PIC18F4550[2] taktovaný vnějším krystalovým oscilátorem. Procesor má integrovanou podporu sběrnice USB 2.0, řadič sběrnice I<sup>2</sup>C, modul PWM, A-D převodník a 32 KB paměti flash.
- Display - Dvouřádkový LCD display EA-DOGM162B-A firmy Electronic Assembly s podsvětlením řízeným PWM. Display má malé rozměry, nízkou spotřebu a napájecí napětí 3,3 V.
- Klávesnice - Klávesnice zařízení je tvořena 4 tlačítky, které umožňují jednoduché ovládání všech funkcí řídicí jednotky.
- Obvody I<sup>2</sup>C - Toto je skupina obvodů připojených na sběrnici I<sup>2</sup>C procesoru, Jedná se o 2 paměti EEPROM pro uložení střeleckých úloh a časů výstřelů, obvod reálného času DS1337, a teploměr DS1621 firmy Maxim [4],[5],[6].
- RF modul - Modul TX-SAW-433 firmy Aurel zajišťující bezdrátovou komunikaci. Tento modul má malé rozměry, nízký příkon a dostatečný dosah. Je použita prutová anténa integrovaná dovnitř zařízení.
- Obvod detekce výstřelů - Obvod je tvořen miniaturním elektretovým mikrofonom a zesilovací a vyhodnocovací částí, která zajišťuje rozpoznání výstřelů
- USB konektor - Konektor typu USB Mini pro připojení k PC a nabíjení baterie.

## 2.1. FIRMWARE ŘÍDICÍ JEDNOTKY

Firmware řídicí jednotky je postaven na Microchip HID class firmware [3], který realizuje USB zařízení třídy HID /Human Interface Device/. K tomuto firmwaru jsou přidány funkce specifické pro tuto aplikaci. Jednoduché menu zobrazené na displeji usnadňuje výběr funkcí a ovládání zařízení. Po vybrání konkrétní úlohy ze seznamu uložených úloh může být úloha stiskem tlačítka spuštěna. Firmware je napsán v jazyce C.

### 3. OTOČNÝ TERČ

Terč je složen z kovové základny ve tvaru kříže, která zajišťuje jeho stabilitu, masivní kovové skříně s řídicí elektronikou, pohonem a otočné tyče s vlastním terčem. Terč je napájen olověným akumulátorem s napětím 6 V, pohon obstarává servomotor. Součástí terče je také červené a zelené indikační světlo, které slouží k povolení nebo zakázání střelby na konkrétní terč. Elektronika řízení je velmi jednoduchá, skládá se z mikroprocesoru PIC16F628A firmy Microchip, tlačítka a sedmsegmentového displeje pro nastavení adresy terče a přijímacího modulu bezdrátové komunikace RX-BC-NBK firmy Aurel. Anténa je externí, umístěná tak, aby nemohla být zničena případnou střelou.

### 4. APLIKACE PRO TVORBU ÚLOH

Pro tvorbu střeleckých úloh slouží tento program. Umožňuje sestavit úlohu jako posloupnost jednotlivých kroků, kde každý krok se sestává z adres terčů, které chceme ovládat, specifikace natočení terčů a určení stavu indikačních světel. Vytvořené předpisy je možné ve formě souborů nahrát do interní paměti řídicí jednotky. Součástí aplikace je i možnost jednoduché simulace natáčení terčů. Časy výstřelů detekovaných a uložených během úlohy mohou být načteny a ve vhodném formátu uloženy pro další zpracování. Vzhledem k použití třídy HID pro USB komunikaci není nutné instalovat pro zařízení žádné ovladače. Aplikace byla vytvořena v programovacím jazyku C#.

### 5. ZÁVĚR

Řídicí jednotka a ovládací elektronika terče byly sestaveny a otestovány a fungují bezproblémově. Dosah bezdrátové komunikace je asi 70 m, což je pro tuto funkci dostatečné. Zařízení lze jednoduše rozšířit o další funkce, což podporuje i možnost nahrání nového firmwaru do mikroprocesoru přes sběrnici USB. Nyní bude následovat výroba mechanických dílů terče a otestování celého systému v reálném provozu.

### LITERATURA

- [1] Hrbáček, J. Komunikace mikrokontroléru s okolím 2. Praha, BEN - technická literatura 2002.
- [2] Microchip Technology Inc., Chandler, Arizona, USA. PIC18F4550 datasheet, 2006. <http://www.microchip.com>
- [3] Mach, J. Firmware pro USB zařízení s mikropočítači PIC [bakalářská práce]. Praha, 2006. [https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/machj1\\_2006bach.pdf](https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/machj1_2006bach.pdf)
- [4] Maxim Integrated Products, Inc., Sunnyvale, USA. MAX1811 datasheet, 2004. <http://www.maxim-ic.com>
- [5] Maxim Integrated Products, Inc., Sunnyvale, USA. DS1337 datasheet, 2006. <http://www.maxim-ic.com>
- [6] Maxim Integrated Products, Inc., Sunnyvale, USA. DS1621 datasheet, 2007. <http://www.maxim-ic.com>