

LASER SHOOTING SIMULATOR

Michal Kudlička

Gymnázium Brno-Řečkovice

E-mail: xmichal32@gmail.com

Supervised by: Jiří Šebesta

E-mail: sebestaj@feec.vutbr.cz

Abstract: The main objective of this work is to design the scheme and follow-up making of shooting simulator that could simulate shooting from real weapon and improve shooting accuracy. A bullet fired from the gun flies at the first moment basically straight, drop factor at first few tens of meters is negligible. But once it loses its speed, trajectory begins to decline. However, the laser beam can shine straight for hundreds of meters and beyond, the only limiting factor is its output power. That means it's the best replace for bullets.

Keywords: simulator; laser; photoresistor; pistol; target

1. ÚVOD

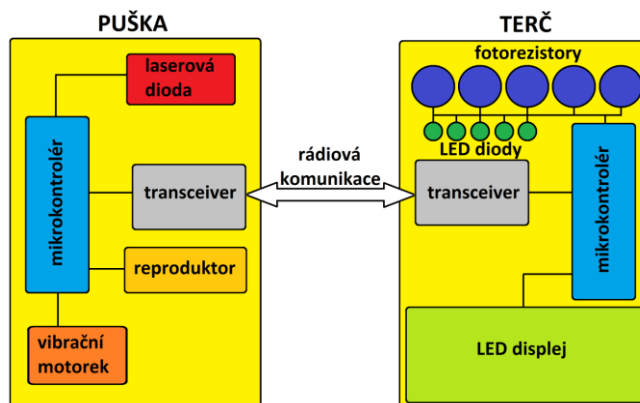
Cílem projektu Laserový střelecký тренаžér je vývoj a realizace cvičného zařízení střelby. Základním mottem bylo vytvoření co nejvíce realistického simulátoru střelby, ke cvičení střelce a zvyšování jeho střelecké výkonnosti, za pomoci běžně dostupných součástek a softwaru.

Celé zařízení se skládá ze dvou modulů – pušky a terče. Zařízení bude sloužit k nácviku střelby na terč na vzdálenost asi 10 m. Skládá se z pistole – vysílače, který vysílá rádiový signál a laserový paprsek červené barvy s výkonem 1 mW na terč. Terčem je sestava pěti fotorezistorů o průměru 14 mm, které registrují dopad laserového paprsku a vyhodnocují zásah. Při stisknutí spouště pistole vyšle v krátkém časovém intervalu laserový paprsek světla na terč. Pokud dopadne paprsek na některý z fotorezistorů, zaznamená terč zásah následujícím způsobem: na fotorezistoru při dopadu laseru klesne elektrický odpor a procházející proud je zaznamenán v mikrokontroléru. Každý fotorezistor je mikrokontrolérem sledován zvlášť. Na základě informace o osvětlení příslušného fotorezistoru se při zásahu načítají body za zásah. Před fotorezistory jsou umístěny čočky tak, aby sběrná plocha byla zvětšena. Navíc je část čočky více či méně zastíněna, tím je definován různý průměr cíle a tedy i různá náročnost pro střelce a výše bodového ohodnocení. Dosažené body jsou zobrazovány na čtyřech velkých LED displejích umístěných nad terčem. Střelec okamžitě po každém výstřelu uvidí na displeji, zda se mu podařil zásah a kolik získal bodů. Nad zasaženým terčem se navíc rozsvítí indikační LED dioda. Rádiová komunikace mezi pistolí a terčem umožní také sledovat počet výstřelů a s tím spojený počet zásahů do terče.

2. ROZBOR ŘEŠENÍ

Blokové schéma тренаžéru je uvedeno na obrázku 1. Pro rádiovou komunikaci byly zvoleny moduly pracující v bezlicenčním pásmu ISM 433 MHz, které využívají modulační metodu FSK. Bezlicenční pásmo je určeno pro komunikaci s malým výkonem pro jednoduché aplikace (hračky, dálkové ovládání vrat, bezdrátové teploměry apod.). Laser je stěžejním prvkem systému, funkčně demonstruje trajektorii střely. Světlo usměrněné přes čočky tvoří přímý úzký paprsek do vzdálenosti až několika set metrů a představuje tak relativně bezpečnější náhradu klasických kulek. Do projektu se počítalo se zeleným laserem, který byl k dispozici a který je výkonnější a dokáže dosvítit na delší vzdálenost, ale pro provoz potřebuje velký napájecí proud – 0,5 A. Proto byl do pistole osazen místo zeleného dostupnější červený laser. Ten má menší, ale dostačující výkon pro dosah do 10 m,

odběr je pouhých 20 mA. V další fázi projektu bylo potřeba najít a experimentálně otestovat vhodný fotocitlivý prvek pro snímání dopadu laserového červeného paprsku s vlnovou délkou asi 650 nm. Jako nejvhodnější fotočleny byly vybrány fototranzistory a fotorezistory. Hlavní rozdíl je ve způsobu, kterým snímají. Fototranzistory dokáží reagovat na různé vlnové délky, fotorezistory reagují jen na světlo. V projektu byly upřednostněny fotorezistory, kvůli velkému zornému úhlu, v kterém dokáží snímat. Aby systém nereagoval na denní světlo, bylo použito jednoduchého zapojení, kde se pomocí odporového trimru přesně nastaví reakce fotorezistoru (vyvážení děliče) tak, aby změnu logické úrovně na vstupu mikroprocesoru zajistil jen laserový paprsek.



Obrázek 1: Blokové schéma pušky a terče

3. HARDWAROVÉ ŘEŠENÍ SYSTÉMU

3.1. PUŠKA

Vše zde řídí mikrokontrolér PIC16F73. Obsahuje poměrně velkou Flash paměť – 7 KB pro program a podporuje programování přes ICSP sběrnici. Hodinový signál 10 MHz pro mikrokontrolér zajišťuje oscilátor s externím krystalem. Mikrokontrolér sleduje stisk spouště a na základě toho, zda je střelba povolena, aktivuje červený laser spínaný přes FET tranzistor s N-kanálem. Informace o výstřelu je rovněž odeslána formou rádiové zprávy k jednotce terče. Pokud je daný cíl (fotorezistor) zasažen, jednotka terče odešle zpět zprávu o zásahu. K informování střelce o úspěchu zásahu nebo minutí je v pušce implementovaný vibrační motorek a malý reproduktor. Komunikaci s terčem zajišťuje transceiver RFM12B-868D od společnosti Hope Microelectronics. Kompletní elektronika pušky je napájena pomocí dvojice klasických AAA baterií.

3.2. TERČ

Řídicí jednotkou v terči je výkonnější mikroprocesor PIC16F1937 s Flash pamětí pro program 14 kB. Podporuje také ICSP programování a má více jak 2x větší RAM paměť – 512 bajtů. Vyšší počet vývodů (40) byl třeba zejména kvůli displeji, který vyžaduje více ovládacích výstupů mikroprocesoru. Jedná se o čtyřmístný sedmsegmentový LED displej červené barvy – bude zobrazovat počty zásahů, body, atd. Displej je zapojen v multiplexním zapojení. Programovací konektor, externí krystal pro oscilátor a transceiver jsou stejné jako u pušky. Kromě displeje jsou v jednotce ter-

če navíc fotorezistory, které slouží jako terčíky. Nad nimi jsou umístěny LED diody, pro indikaci zásahu. Napájení je zde oproti pušce řešeno 12 V olověným akumulátorem, kvůli displeji, který potřebuje pro správné fungování 12 V a také má větší spotřebu. Ostatní obvody jsou napájeny napětím 3,3 V, které je zajištěno pomocí integrovaného spojitého stabilizátoru.

3.3. REALIZACE A EXPERIMENTOVÁNÍ

Před výsledným řešením vzhledu pušky a terče byly vytvořeny dva prototypy pro odzkoušení funkčnosti a vyzkoušení základního programování. Aby bylo možné elektroniku pušky osadit do

makety pistole, byl displej ve větším měřítku osazen na terč. Samozřejmě nebylo možné do makety vměstnat celou univerzální desku plošného spoje, proto byly jednotlivé součástky znovu zakoupeny a pospojovány jen pomocí drátů. Součástky terče byly zakoupeny také znovu, včetně většího mikrokontroléru. Aby bylo možné správně zapojit větší displej a fotorezistory zvolené místo fototranzistorů.

4. FIRMWARE MIKROKONTROLÉRŮ

K vytvoření programu (firmware) pro oba mikroprocesory PIC bylo využito vývojové prostředí MPLAB IDE ve verzi 8.86. Zdrojový kód byl sestaven v assembleru. Pro naprogramování pušky a terče byly vytvořeny nejdříve vývojové diagramy popisující algoritmus činnosti firmware, podle kterých byl program následně sestaven. Puška slouží jako vysílač a terč jako řídicí „centrála“. Pro spuštění hry je třeba nejprve stisknout spínač na jednotce terče. Ten dá příkaz ke spuštění nové hry. Po spuštění nové hry se odpočítá 10 s se zobrazením na displeji a mikroprocesor poté začne kontrolovat fotorezistory a ukládat z nich informace a čekat na zprávu o výstřelu od pušky. Opačný způsob, kdy by začal terč kontrolovat fotorezistory po obdržení zprávy o výstřelu, není možný kvůli rychlosti rádiové komunikace, která je pomalejší jak laserový paprsek.

5. ZÁVĚR

V rámci této práce bylo vytvořeno zařízení pro co nejdokladnější simulaci střelby. Jako první bylo třeba vytvořit schéma, podle kterého se zařízení realizovalo. V původním záměru měla puška obsahovat všechny informační zařízení včetně displeje. Od tohoto návrhu bylo upuštěno, protože displej zabírá mnoho místa a modul by se špatně instaloval na jiné zbraně. Proto byl jako řídicí centrum zvolen terč, na kterém se nachází násobně větší displej. Řídicí centrum ve smyslu, že v komunikaci slouží jako master – puška mu odesílá data, která terč zhodnocuje. Elektronika byla nejdříve zkušebně osazena na 2 oddělené univerzální desky plošného spoje (v budoucnu je možné navrhnout a vyrobit desku plošného spoje přímo pro toto zařízení, aby byly rozměry menší). Součástky pušky byly poté umístěny do makety pistole a součástky terče do malé dřevěné krabičky. Po zkušebním otestování funkčnosti mikroprocesorů v programu MPLAB se začalo s programováním. Nejdůležitější a na prvním místě byla správná komunikace, zprostředkovaná bezdrátově přes transceivery. Další na řadě bylo vytvoření jednoduchého programu, který otestoval funkčnost laseru a fototranzistorů. Poté už bylo možné vytvořit jednoduchou hru pro demonstraci projektu.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla v rámci projektu Popularizace výsledků VaV VUT v Brně a podpora systematické práce se studenty č. CZ.1.07/2.3.00/35.0004. Největší díky patří panu doc. Ing. Jiřímu Šebestovi, Ph.D., bez kterého by pro mě byla práce podstatně obtížnější na vypracování. Poděkovat bych chtěl hlavně za čas a ochotu, se kterou se mi věnoval a pečlivost, s jakou vedl mou práci. Také bych chtěl poděkovat panu Mgr. Zdeňku Votavovi za odbornou konzultaci, pomoc s teoretickou částí a věcné poznámky.

REFERENCE

- [1] Bumba, J.: Programování mikroprocesorů, Brno, Computer Press,a.s., 2011, ISBN 978-80-251-2838-1
- [2] Brtník, B., Matoušek, D.: Elektronické prvky, Praha, BEN – technická literatura, 2011, ISBN 978-80-7300-4
- [3] Hrbáček, J.: Programování mikrokontrolérů PIC16CXX, Praha, BEN – technická literatura, 1997, ISBN 80-86056-16-3