WIRELESS SPORTS TIMER

Marek Gál

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xgalma00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Petyovský

E-mail: petyovsky@feec.vutbr.cz

Abstract: This work deals with design of universal sport timer and uses wireless communication between individual components. The purpose is to achieve maximum mobility, reliability and simplicity for users.

Keywords: sports timer, wireless communication, time synchronization

1. ÚVOD

Cílem této práce je vytvořit univerzální, mobilní a odolný systém pro automatické měření času ve sportu s rozlišením minimálně 0,01s za použití bezdrátového přenosu dat mezi jednotlivými komponenty. Primární využití časomíry je zamýšleno pro výcvikové účely, kde je mobilita zásadním faktorem. Většina současných časoměrných systémů je koncipována v kabelové variantě, která klade vysoké nároky při přípravě samotného měření. Vzdálenost startu od cíle je často i 100m. Příprava vodičů a jejich následné balení se tak stává časově náročnou záležitostí, nehledě na velmi časté použití vedoucí k opotřebení jak vodičů, tak konektorů. Sportovním odvětvím, využívající popsaný druhu časomíry, může být například požární sport, agility, atletický výcvik a mnoho dalších.

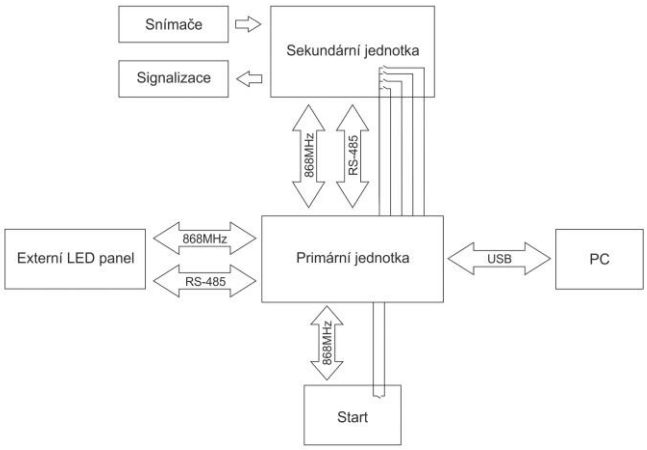
2. ZÁKLADNÍ KOMPONETY

Časoměrný systém se skládá ze dvou hlavních jednotek. Primární, která obstarává samotné měření času, řídí komunikaci a zprostředkovává naměřené časy uživateli, a sekundární, která sleduje stavy koncových prvků, signalizuje jejich aktivaci a informaci předává primární jednotce. Jako cílové prvky lze použít například optické brány, zvukový spínač pro odstartování závodníka, magnetické, indukčnostní či kapacitní snímače polohy a jiné.

Časoměrný systém bude možné modulárně rozšířit a upravit pro různá sportovní odvětví. Primární jednotka bude například moci sbírat data z více sekundárních jednotek. Dalším z rozšíření se nabízí externí LED zobrazovač sloužící pro zobrazení okamžitého času divákům, dálkový ovladač pro přepínání naměřených časů v jednotlivých drahách na tomto zobrazovači či vzdálené ovládání primární jednotky. Například restart měření v případě, kdy dojde k předčasnému vyběhnutí závodníka a nutnosti opakovat start.

3. KOMUNIKACE MEZI KOMPONENTY

Pro samotnou komunikaci byly, vedle hlavního bezdrátového datového přenosu, zvoleny, z důvodu kompatibility se současnými systémy, také další dvě kabelové varianty. Celý komunikační model zobrazuje Obrázek 1. Model počítá také s připojením počítače pomocí USB sběrnice pro zpracování naměřených výsledků. Samotný bezdrátový přenos je realizován komunikačními moduly firmy Hope Microelectronic, konkrétně typ RFM23B [1] s nosnou frekvencí 868MHz spadající do ISM pásma (Industrial, scientific and medical). Moduly využívají FSK (Frequency - shift keying), popřípadě GFSK (Gaussian Frequency - Shift Keying) modulaci, vysílací výkon činí 13dBm a citlivost -121dBm. Komunikace probíhá v režimu half-duplex.



Obrázek 1 - komunikační model časoměrného systému

Pro zachování kompatibility s jinými časomírami bude primární jednotka disponovat také pěti přímými vstupy, které budou aktivovány jejich uzemněním. Jeden vstup je vyhrazen pro odstartování měření (použití startovací pistole či optické závory). Zbylé čtyři vstupy budou určeny pro připojení koncových prvků. Při použití pouze primární jednotky bude tedy možné měřit 4 dráhy. Počet měřených drah bude možné rozšířit při použití bezdrátové komunikace nebo použitím datové sběrnice RS-485. Aplikace této sběrnice byla zvolena pro případ, kdy uživatel nebude chtít využít bezdrátového přenosu. Například bude mít již vodič pevně vestavěn na sportoviště.

4. PRIMÁRNÍ JEDNOTKA

Jedná se o hlavní část časomíry, která zajišťuje samotné měření času. Zpětná vazba uživateli bude zajištěna pomocí čtyřřádkového alfanumerického LCD displeje. Ovládání bude řešeno pěticí tlačítek (dvě navigační, potvrzující, tlačítko pro návrat a vyvolání menu). Deska bude osazena také slotem pro SD kartu, která nabídne možnost zálohování naměřených výsledků.

4.1. MIKROKONTROLÉR PRIMÁRNÍ JEDNOTKY

Řídící mikrokontrolér byl volen s ohledem na dostatečný počet pinů pro obsluhu všech použitých modulů a vstupů a disponující dostatečným výkonem a pamětí pro firmware. Byl vybrán 16 bitový PIC24FJ256GB210 výrobce Microchip. Mikrokontrolér je taktován 4MHz krystalem a sekundárním krystalem 32,768kHz sloužící pro uchování informace o aktuálním reálném čase.

4.2. NAPÁJENÍ A OŠETŘENÍ VSTUPŮ

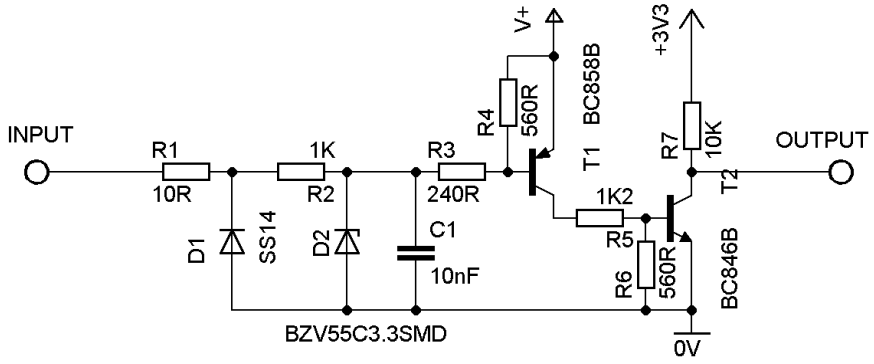
Pro zajištění mobility zařízení je nutné primární jednotku napájet z bateriového zdroje. To zde zajišťuje Li-ion akumulátor s příslušným nabíjecím obvodem a DC-DC měničem upravujícím napětí akumulátoru z rozmezí 2,7V - 4,2V na napětí logiky 3,3V.

Vzhledem k předpokladu použití dlouhých vodičů bylo nutné ošetřit vstupy jednotky před nežádoucími stavy jako přepětí, zákmity a další. K tomu účelu byla zvolena kombinace schottkiho diody, zenerovy diody a filtru [2]. Schéma jednoho ze vstupů zobrazuje Obrázek 2.

5. SEKUNDÁRNÍ JEDNOTKA

Tato jednotka má za úkol sledovat stavy koncových snímačů a v okamžiku jejich aktivace předat informaci primární jednotce ať už pomocí bezdrátové komunikace, sběrnice či uzemněním signálního vstupu primární jednotky. Mikrokontrolér je zde zvolen výrobce Microchip PIC24FJ64GA004. Jednotka bude napájena malým olověným akumulátorem zajišťující dostatečné napětí pro většinu koncových snímačů. Součástí je také adekvátní nabíjecí obvod. Ošetření vstupů je obdobné jako u primární jednotky avšak je možné je přepínat mezi režimy, kdy je vstup napájen ze snímače nebo dojde k jeho uzemnění jako v případě primární jednotky. Tím je zajištěna univer-

zálnost pro připojení různých koncových snímačů. Lze zvolit také aktivní hranu, při níž dojde k signalizaci. Součásti této jednotky je také výstup pro světelnou či zvukovou signalizaci závodníkovi o aktivaci koncového prvků.



Obrázek 2 - schéma vstupu primární jednotky

6. ŘEŠENÍ BEZDRÁTOVÉHO PŘENOSU

Předání informace o aktivaci cílového prvku je velmi komplikované. Při použití metody, kdy v okamžiku aktivace dojde k jednorázovému zaslání příkazu k zastavení měření, existuje velké riziko, že informace nedorazí a měření je tím ztraceno. Kontrola doručení nemá smysl z důvodu zavedení velkého zpoždění mezi okamžikem detekce a samotným zastavením měření. Zpoždění se projevuje i v případě, kdy informace dorazí správně. Přenos může trvat i několik milisekund v závislosti na délce paketu a použité přenosové rychlosti. Tyto potíže zle elegantně vyřešit použitím časové synchronizace podle některého PTP protokolu (Precision time protocol), například IEEE1588 [3]. Primární jednotka bude generovat reálný čas, který distribuuje mezi ostatní sekundární jednotky. V okamžiku startu si pak primární jednotka vytvoří časové razítko. Sekundární jednotka pak vytvoří další razítka v okamžicích, kdy závodník aktivuje cílový prvek, například protne optickou závoru. Čas je pak datově odeslán primární jednotce ke zpracování. Zde je již možná kontrola doručení informace a v případě poškozen paketu znovuodeslání zprávy. Výsledný čas je pak roven rozdílu obou časových razítek.

7. ZÁVĚR

Zařízení je v současné době ve stádiu vývoje. Byly navrženy a částečně vyrobeny a oživeny jednotlivé hardwarové komponenty. Součástí návrhu jsou kromě samotných hlavních desek s mikrokontroléry také kompletní nabíjecí obvody vestavěných akumulátorů. Vše je navrhováno s požadavkem na co nejmenší proudový odběr pro zajištění maximální výdrže baterie. Fyzické řešení je realizováno s ohledem na umístnění do vhodné krabičky. Předmětem dalšího vývoje je měření chování vstupních filtrů, vývoj samotného firmwaru pro obě jednotky a praktické testování časomíry v reálných provozních podmínkách.

REFERENCE

[1] RFM23B FSK transceiver. *HOPE Microelectronic* [online]. [2006] [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: http://www.hoperf.com/rf/fsk_module/RFM23B.htm

[2] Protecting Inputs in Digital Electronics. *Protecting Inputs in Digital Electronics* [online]. 2012 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: http://www.digikey.com/us/en/techzone/microcontroller/resources/articles/protecting-inputs-in-digital-electronics.html?

[3] IXXAT. *IEEE 1588 PTP Introduction* [online]. 2010 [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: http://www.ixxat.com/introduction_ieee_1588_en.html