

THE CONTROL UNIT OF THE DOOR SYSTEMS FOR PUBLIC TRANSPORT

Lukáš Jablončík

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

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

Supervised by: Martin Friedl

E-mail: friedl@feec.vutbr.cz

Abstract: The topic of this project is design a control unit of the door systems for public transport. The control unit is designed by using modern components. Their availability should be not less than ten years. The unit is controlled by a microcontroller ATMEGA and the motor is switched by using the h-bridge.

Keywords: ATMEGA, DRV8432, ACS711, public transport, door systems, control unit

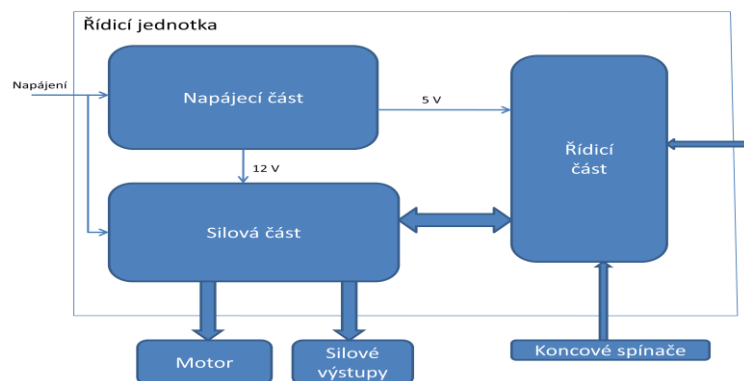
1. ÚVOD

Řídicí jednotka popsaná v této práci je určena pro tři typy pohonů: „Standard“, „Posuv“ a „Jedno-křídly vněkyvný pohon“. Jednotka musí umět ovládat motory s výkonem do 100 W, pracovat při napájecím napětí 12 – 24 V. Řízení jednotky je realizováno pomocí mikrokontroléru [1] ATMEGA328 a spínání motoru je realizováno pomocí h-můstku.

V kolejové i autobusové dopravě, pro kterou je tato jednotka určena, je kladen velký důraz na bezpečnost cestujících i obsluhy. Proto musí jednotka obsahovat přesný snímač proudu a vstupy ošetřené proti špičkám v napájecím napětí. Dále její program musí využívat watchdog časovače tak, aby nemohlo dojít k náhodnému zacyklení programu nebo jiným kritickým situacím.

2. POPIS ZAŘÍZENÍ

Jednotku je možné rozdělit do tří bloků. Prvním blokem je napájecí část, která se skládá ze dvou stabilizátorů. Tyto stabilizátory dodávají do obvodu stejnosměrné napětí 12 V pro h-můstek a 5 V pro logické obvody. Druhým blokem je řídicí část. Ta se skládá z mikrokontroléru, snímače proudu ACS711 a vstupů pro řídicí signály a koncové spínače. Posledním blokem je silová část s h-můstkem a silovými výstupy.



Obrázek 1: Blokové schéma jednotky

2.1. NAPÁJECÍ ČÁST

Napětí je do řídicí jednotky přivedeno pomocí konektoru MSTBV4. Jedná se o konektor pro průmyslové použití od firmy Phoenix contact. Představuje velice rozšířený typ konektoru, který svými vlastnostmi odpovídá požadavkům jak výkonovým, tak bezpečnostním. Kladný pól napájecího napětí je na svorce 3 a záporný na svorce 2. Výstupy pro napájení motoru jsou na svorkách 1 a 4. Na napájecím napětí je kondenzátor o kapacitě 1000 μF . Tento kondenzátor je zde proto, aby dodal napětí pro motor při špičkových odběrech. Na vstupu stabilizátoru LM2576 je usměrňovací dioda 1N4007 z důvodu přepólování napájecího napětí.

Za touto diodou je stabilizátor napětí LM2576, který je zapojen podle katalogového zapojení. Na vstupu stabilizátoru je umístěn low ESR kondenzátor 100 μF , aby nedocházelo k rozkmitání obvodu. Přítomnost napájecího napětí signalizuje zelená dioda. Aby bylo zamezeno parazitním vlivům, jsou po plošném spoji umístěny low ESR kondenzátory o kapacitě 100 μF a keramické kondenzátory o kapacitě 100 nF. Možnost vypínání stabilizátoru LM2576 není využita. Stabilizátor L7805 je zapojen na výstupu ze stabilizátoru L2576 a opět je využito doporučeného zapojení výrobce. Úbytek napětí na stabilizátoru bude 7 V a předpokládaný výstupní proud bude maximálně 100 mA. Z tohoto důvodu není nutné použít spínaný stabilizátor, protože lineární L7805 je pro naši potřebu dostačující.

2.2. ŘÍDICÍ ČÁST

O řízení celé jednotky se stará mikrokontrolér ATMEGA328 [2]. Ten je taktován krystalem o frekvenci 16 MHz. Na porty PC0 – PC5 a PD3 jsou připojeny výstupy z optočlenů. Tyto optočleny jsou zařazeny z důvodu možného špičkového přepětí z řídicích signálů. Signály se připojují na konektor MSTBV16 od firmy Phoenix contact. Z těchto vstupů jde signál přes LED diodu, která signalizuje stav na vstupu, na Zenerovu diodu, díky které vstupy reagují až od požadovaného napětí. Za diodou je rezistor, který snižuje hodnotu napětí na hodnotu potřebnou pro optočlen.

Napětí ze snímače proudu je vyhodnocováno pomocí AD převodníku na vstupu ADC6. Koncové spínače fungují jako tlačítka, takže je úroveň na vstupu držena pull-up rezistorem v úrovni log. 1. Pokud dojde k sepnutí koncového spínače, pak se vstup uzemní a je na něm logická 0. Tyto koncové spínače se připojují na PD5 – PD7.

Programování mikrokontroléru je realizováno pomocí ISP. Jsou tedy vyvedeny vstupy/výstupy SCK, MOSI, MISO, RST a napětí 5 V s GND. Pro programování je použit konektor MLW10. Řídicí signály do DRV8432 jsou na výstupech PD0 – PD2. Protože tento integrovaný obvod vyžaduje úroveň napětí 3,3 V, jsou tyto výstupy zapojeny přes jednoduchý odporový dělič.

2.3. SILOVÁ ČÁST

Silová část je tvořena h-můstkem DRV8432 [3], snímačem proudu ACS711 a silovými výstupy. V datasheetu výrobce h-můstku je uvedeno několik druhů zapojení. Pro tuto aplikaci bylo zvoleno zapojení Dual Full bridge mode. Výstupy pro motor jsou odděleny přes cívky o indukčnosti 4,7 μH . Výrobce doporučuje z důvodu zákmitů připojit na všechny výstupy a napájecí větve kondenzátory o velikosti 100 nF. V jedné větvi pro výstup pro motor je zapojený snímač proudu ACS711. Výstup VIOUT je připojen přímo na vstup mikrokontroléru. Úroveň napětí na tomto výstupu se mění v závislosti na protékajícím proudu.

Spínání silové zátěže je realizováno pomocí jednoduchého tranzistorového spínače. Protože je potřeba, aby bylo na silovém výstupu 24 V, bylo zvoleno zapojení s MOSFETem typu P. Tento spínač funguje tak, že se pomocí bipolárního tranzistoru BC337 dotuje hradlo Gate. Tím se zprůchodní přechod Drain-Source. Díky nízkému odporu tohoto přechodu ($R_{DS} = 0,2 \Omega$) nevzniká ani při průchodu většího proudu přes tranzistor velký úbytek napětí. Aby byl výstup ochráněn proti přepólování, je na jeho výstupu Schottkyho dioda.

2.4. PRAKTICKÁ REALIZACE

Pro ověření funkčnosti tohoto návrhu byla nejdříve zakoupena evaluační deska DRV8432EVM od společnosti Texas Instruments. Ta byla ovládána pomocí Arduina. Při tomto testu se ověřilo, že je možné použít h-můstek DRV8432 pro zamýšlenou aplikaci. Následně byl v programu EAGLE navržen plošný spoj, který se nechal vyrobit a osadit. Celá jednotka se osadila do kovové krabičky (viz. Obrázek 2). Pomocí krabičky jsou chlazeny stabilizátory a integrovaný obvod DRV8432.



Obrázek 2: Řídicí jednotka

3. ZÁVĚR

Řídicí jednotka byla vytvořena na základě zkušeností s používáním starší jednotky RC2. Základní funkce fungují správně, ale bohužel se v této první variantě objevilo několik drobných chyb, které budou odstraněny v připravované druhé verzi. Zatím byla jednotka testována na jednokřídlem vněkyvném systému [4].

REFERENCE

- [1] MATOUŠEK, David. Práce s mikrokontroléry ATMEL AVR - ATmega16. Praha: BEN, 2006. ISBN 80-7300-174-8
- [2] Atmel Corporation. 8-bit. Microcontroller ATmega328 [online]. ©2014 [cit. 2014- 12-14]. 650 s. Dostupný z: http://www.atmel.com/images/Atmel-8271-8-bit-AVRMicrocontroller-ATmega48A-48PA-88A-88PA-168A-168PA-328- 328P_datasheet_Complete.pdf
- [3] Texas Instruments. Dual Full Bridge PWM Motor Driver [online]. ©2014 [cit. 2014- 12-14]. 34 s. Dostupný z: <http://www.ti.com.cn/cn/lit/ds/symlink/drv8432.pdf>
- [4] IGE-CZ. Produkty. Ige.cz [online]. ©2014 [cit. 2014-12-14]. Dostupné z: <http://www.ige.cz/produkty/standard-dvere/>