

QUADROCOPTER – CONTROL AND COMMUNICATION UNIT

Jan Vomočil

Master Degree Programme (1), FEEC BUT

E-mail: xvomoc02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Luděk Žalud

E-mail: zalud@feec.vutbr.cz

Abstract: This paper deals with design the control and communication unit for flying robot known as the Quadcopter. The goal is design and practical implementation unit, which allows measurement of the tilt and the rotation of the robot in the airspace using internal sensors. Furthermore, this unit conveys the user information about battery voltage and current flow. All measured informations are transmitted via the communication modules to the processed user software.

Keywords: Quadcopter, inertial sensor, current measurement, ZigBee

1. ÚVOD

Práce pojednává o návrhu a realizaci řídicí a komunikační jednotky pro létající robot známý pod jménem Quadcopter. Jedná se o robot se čtyřmi vrtulemi, které jsou poháněny střídavými synchronními motory. Úkolem navrhované jednotky je zprostředkovat k dalšímu zpracování taková data, na základě kterých je možno stabilizovat polohu robota ve vzdušném prostoru. Jednotka zpracovává naměřená data a umožňuje regulaci otáček motorů prostřednictvím frekvenčních měničů. Je počítáno také s komunikačním rozhraním pro připojení GPS modulu. Zařízení je napájeno z Li-pol akumulátoru. Hodnota napětí tohoto akumulátoru je měřena a spolu s ostatními daty přenášena do uživatelského software. Přenos dat zajišťují vytvořené komunikační jednotky přes bezdrátové komunikační rozhraní ZigBee.

2. ŘÍDICÍ JEDNOKA

Řídicí jednotka byla navržena a realizována tak, aby bylo možné získat všechna potřebná data pro stabilizaci tohoto robota ve vzdušném prostoru. Aktuální poloha robota je stanovována podle údajů z akcelerometrů a gyroskopů. Dále umožňuje hlídání stavu akumulátoru tak aby nedošlo k jeho podbití, případně pádu zařízení z důvodu nedostatku energie k bezpečnému přistání. Řídicí jednotku lze rozdělit do několika následujících částí.

2.1. NAPÁJECÍ ZDROJ

Jedná se o zařízení, které je napájeno z tříčlánekového Li-pol akumulátoru. Jmenovitá hodnota napětí jednoho článku je 3,7 V. Sériovým spojením těchto článků bylo dosaženo napájecího napětí 11,1 V. Tímto napětím jsou napájeny frekvenční měniče pro střídavé synchronní motory. Ostatní zařízení na řídicí desce pracují s napětíovými úrovněmi 3,3 V a 5 V. S ohledem na nejnižší ztrátový výkon vznikající při snižování napětíových úrovní byl pro snížení napětí na úroveň 5 V použit spínaný stabilizátor. Pro další snížení napětíové úrovně na 3,3 V byl použit lineární LDO stabilizátor.

2.2. MIKROKONTROLÉR

Pro zpracování všech dat byl použit mikrokontrolér ATmega16 vyrábějící firma Atmel Corporation [1]. Na jednotce se vyskytují snímače s digitálním i analogovým výstupem. Pro komunikaci

s inerciálním snímačem je využita SPI sběrnice. UART sběrnice je využívána k přenosu dat mezi mikrokontrolérem a komunikačním modulem, který dále přenáší data bezdrátově. I²C sběrnice je využita pro komunikaci mikrokontroléru s čtyřmi frekvenčními měniči pohonných motorů. Prostřednictvím této sběrnice je možné k jednotce také připojit GPS jednotku. Signály z analogových snímačů jsou digitalizovány prostřednictvím interních AD převodníků v mikrokontroléru. Jako referenční napětí je použito filtrované napájecí napětí 5 V.

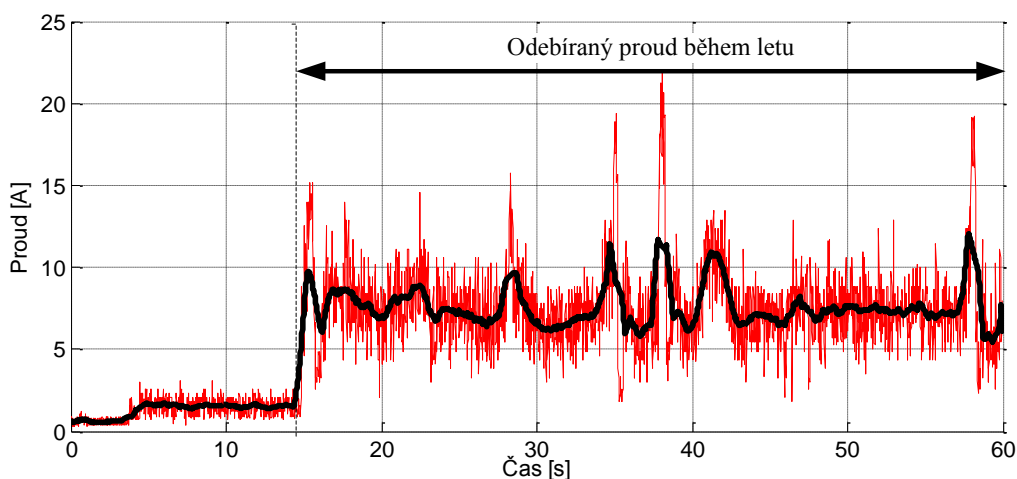
2.3. INERCIÁLNÍ SNÍMAČ

Pro inerciální navigaci a stabilizaci konstruovaného robota ve vzdušném prostoru je nutné znát jeho aktuální naklonění vůči vztažným osám a také úhlové rychlosti kolem jednotlivých os. K získání hodnot těchto veličin se využívají akcelerometry a gyroskopy, přičemž pro získání hodnot náklonů je potřeba tyto signály z těchto snímačů matematicky zpracovat. Bylo vyžadováno měření těchto veličin ve všech třech osách. S ohledem na přesnost uložení snímačů byl použit integrovaný inerciální snímač ADIS 16405 vyrábějící firma Analog Devices [2]. Tento snímač ještě navíc obsahuje také snímače magnetického pole, využitelné pro získání dalších informací o poloze robota. Tento snímač komunikuje s mikrokontrolérem po SPI sběrnici. Data jsou přenášena v definovaných datových rámcích.

2.4. MĚŘENÍ PROUDU A NAPĚTÍ

Celé zařízení je napájeno z Li-pol akumulátoru. S ohledem na životnost těchto akumulátorů není vhodné je vybíjet pod stanovenou mez napětí. Z tohoto důvodu je nutné měřit během provozu robota napětí akumulátoru a o nízké hodnotě napětí včas informovat uživatele. Pro měření napětí je využit interní AD převodník mikrokontroléru. Měřená hodnota napětí je upravena napěťovým děličem, tak aby se pohybovala v napěťovém rozsahu AD převodníku.

Během letu robota hodnota odebíraného proudu z akumulátoru dosahuje až 20 A. Po zvážení možností měření tohoto proudu byl použit integrovaný snímač, který využívá Hallova jevu. Tento snímač má napěťový výstup, který je rovněž digitalizován 10bitovým AD převodníkem v mikrokontroléru. Jako referenční napětí AD převodníku je použito napájecí napětí 5 V. Ze stejného zdroje je také napájen snímač proudu. Z tohoto důvodu nemá minimální zvlnění napájecího napětí vliv na naměřenou hodnotu proudu. Obrázek 1 ukazuje průběh odběru proudu během letu robota. Aktuální hodnota proudu je měřena s periodou 20 ms. V grafu je vyznačen klouzavý průměr, počítaný z 50 vzorků.



Obrázek 1: Průběh odběru proudu během letu robota

3. KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKA

Komunikační jednotka umožňuje přenášet naměřená a vypočtená data během letu k dalšímu zpracování do počítače na zemi. Pro komunikaci byl vybrán standard IEEE 802.15.4, který je znám pod jménem ZigBee. Jedná se o standard vyvinutý pro průmyslové aplikace, kde je přenášeno malé množství dat. Tato komunikační zařízení pracují ve volném frekvenčním pásmu 2,4 GHz [3]. Data jsou přenášena v datových rámcích čítající 20 bajtů. Byl vytvořen palubní a pozemní komunikační modul. Pozemní modul obsahuje převodník mezi UART a USB sběrnici. Umožňuje tak jednoduchý přenos dat do počítače.

4. UŽIVATELSKÝ SOFTWARE

Vytvořené uživatelské prostředí vizualizuje přijatá data z komunikačního modulu. Slouží k především k informování uživatele o naklonění robota ve vzdušném prostoru, dále pak o stavu napájení a zobrazuje také výkony jednotlivých motorů. Všechna data jsou ukládána do textového souboru z důvodu analyzování letových dat. Software byl vytvořen na platformě .NET 3.5 v jazyce C#.

5. ZÁVĚR

Byla navržena a realizována řídicí a komunikační jednotka pro létající robot známý pod názvem Quadrocopter. Jednotka umožňuje měření veličin pro inerciální navigaci, dále měří napětí a proud, který je odebírán z akumulátoru. Bylo vytvořeno také bezdrátové komunikační rozhraní, prostřednictvím kterého jsou naměřená data zaslána do pozemní komunikační jednotky. Pozemní jednotka tyto daty předává prostřednictvím sběrnice USB do počítače. Pro potřeby ukládání a vizualizaci naměřených dat byla vytvořena uživatelská aplikace do počítače. Ovládání robota probíhá pomocí modelářské vysílačky.

Jádro řídicí jednotky tvoří mikrokontrolér ATmega16, prostřednictvím kterého jsou zpracovávána data od inerciálního snímače, snímače proudu dále pak data z komunikačních rozhraní. Prostřednictvím tohoto mikrokontroléru jsou zaslány příkazy frekvenčním měničům jednotlivých motorů, které řídí jejich otáčky.

Na tuto část projektu zabývající se realizací řídicí a komunikační jednotky navazují další dvě práce jiných autorů zabývající se stabilizací robota a GPS jednotkou.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vzniknul za podpory Skupiny robotiky Ústavu automatizace a měřicí techniky Fakulty elektrotechniky a komunikačních technologií Vysokého učení technického v Brně.

REFERENCE

- [1] Atmel Corporation. *ATmega16(L) : 8-bit Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash* [online]. Revision S., 2009 [cit. 2010-05-25]. Dostupné z WWW: <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2466.pdf>.
- [2] Analog Devices, Inc. *Triaxial Inertial Sensor with Magnetometer* [online]. Rev. B., 2009, 7/09 [cit. 2010-05-11]. Dostupné z WWW: <http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADIS16400_16405.pdf>.
- [3] Digi International, Inc. *XBee®/XBee-PRO® DigiMesh™ 2.4 RF Modules* [online]. 90000991_B. , 2010, 3/23/2010 [cit. 2010-05-04]. Dostupné z WWW: <http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000991_B.pdf>.