



DESIGN OF HARDWARE OF INERCIAL NAVIGATION SYSTEMS

J. Škuta, M.Babiuch, J.Tůma *

Summary: *This contribution describes method of data transfer from MEMS component to PC, design and realization of communication between tri-axis gyroscope (accelerometers) system and computer. One of contribution chapters is dealing with design of measuring chain and its technical support. The following part describes application, which was created at Control Web 5 environment. The application provides monitoring of actual values from particular axis of gyroscopes. There is a possibility to use for monitoring any kind of software, which allows service of serial interface; specifically data transmit through the ASCII strings.*

1. Úvod

Mikro-Elektro-Mechanické systémy (MEMS) jsou mechanické díly, senzory, akční členy integrované na společném křemíkovém substrátu s využitím mikrotechnologií. Pro testování byl použit tříosý systém s gyroskopy resp. akcelerometry umožňující přenos naměřených dat pomocí SPI rozhraní. Daný obvod umožňuje měřit úhlovou rychlost ve třech osách (x, y, z). Tyto hodnoty jsou měřeny pomocí 12-ti bitových převodníků. Pro jednotlivé osy jsou definované 8-mi bitové registry ve kterých jsou uloženy horní a dolní byte z jednotlivých převodníků. Použitý obvod obsahuje řídicí registry umožňující konfigurovat daný měřicí systém. Požadavkem je možnost připojení tohoto systému ke SCADA/MMI pro následné zpracování dat. Jako „most“ je použit jednočipový procesor řady PIC. Standardním rozhraním u PC a notebooku je USB rozhraní, proto byl použit převodník RS232/USB. Dalším požadavkem byla minimalizace celého systému, proto byly použity SMD součástky.

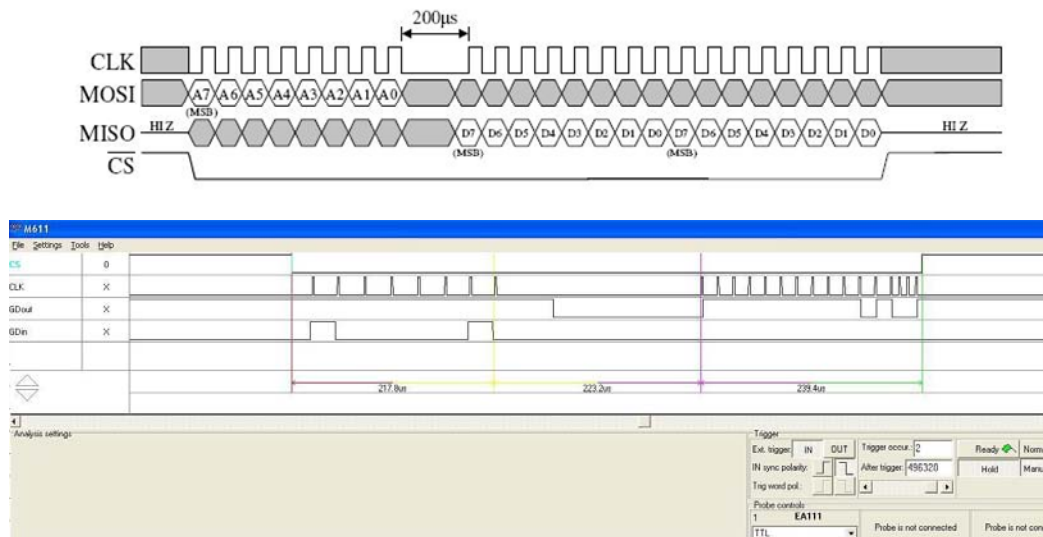
2. Technické vybavení testovacího pracoviště

Pro testování a realizaci tohoto měřicího systému je nutné následující přístrojové vybavení, které umožní snadnější odladění komunikačních protokolů, jak na straně komunikace jednočipu s tříosým gyroskopem, tak na straně komunikace jednočipu s PC. Pro real-time záznam přenosové cesty byl použit logický analyzátor ETC M611. Ten lze připojit k PC pomocí USB nebo LPT rozhraní. Pro vyhodnocení průběhů signálů na SPI sběrnici (/CS, CLOC, DI, DO) byl použit software M611, dodávaný s analyzátozem. Při odladování bylo použito USB rozhraní. Dále byl použit osciloskop Tektronix TDS 210 při monitorování komunikace mezi komunikační jednotkou a PC.

* Ing. Jaromír Škuta, Ph.D., Ing. Marek Babiuch, Ph.D., prof. Ing. Jiří Tůma, CSc.: VŠB – Technická Univerzita Ostrava, 17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba; tel.: +420 596 994 119, fax: +420 596 916 129; e-mail: jaromir.skuta@vsb.cz.

3. 3-osý akcelerometr Kionix

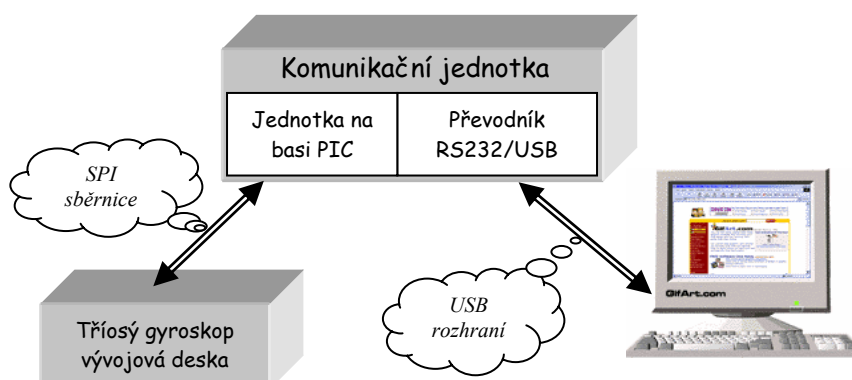
Třiosý akcelerometr, senzorová i elektronická část (komunikační rozhraní) je umístěn do LGA (Land Grid Array) pouzdra o rozměrech 3x5x0.9mm. Tento senzor potřebuje napájecí napětí v rozsahu 1.8V až 5.25V. Citlivost je v rozsahu $\pm 1.5g$ do $\pm 6.0g$, v závislosti na použité aplikaci. Daný prvek podporuje komunikační rozhraní I2C nebo SPI. Tento obvod se programuje pomocí vnitřních registrů dostupných přes vybrané komunikační rozhraní. Na obr.1 je příklad průběhů signálů na komunikačním rozhraní.



Obr.1 Průběhy signálů na komunikačním rozhraní SPI změřeny pomocí Logického analyzátoru ETC M611.

3. Návrh propojení tříosého gyroskopu s PC

Tento měřicí řetězec je složen ze tří částí. Vývojová deska tříosého gyroskopu umožňuje poskytovat data přes rozhraní SPI. Druhou část tohoto řetězce tvoří řídicí jednotka na bázi jednočipového počítače řady PIC. Zde se generují signály pro SPI rozhraní. Provádí se zde inicializace, konfigurace vývojové desky tříosého gyroskopu a zpracování naměřených dat pro následný přenos těchto dat po sériovém rozhraní do PC. V PC se naměřená data následně zpracovávají pro prezentaci v prostředí Control Web 5.



Obr.2 Blokové schéma měřicího řetězce pro tříosý gyroskop

Základem komunikační jednotky je jednočipový procesor řady PIC (PIC16F84A - SMD). Vývojová deska tříosého systému s gyroskopy je připojena ke komunikační jednotce přes SPI rozhraní pomocí čtyř vodičů:

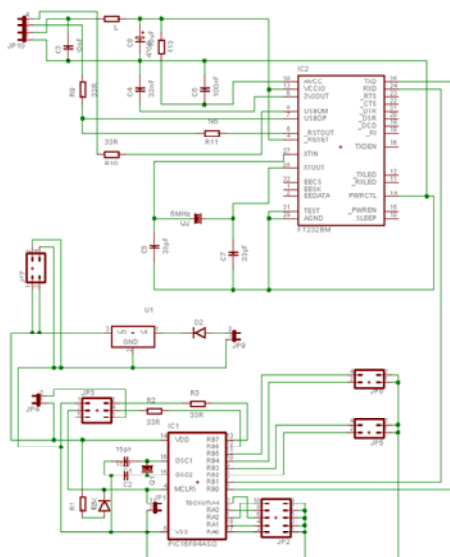
- /CS – výběr zařízení.
- CLOC – externí hodiny generované komunikační jednotkou.
- DI – datový vodič určený pro přenos dat z komunikační jednotky do desky s tříosým gyroskopem.
- DO – datový vodič určený pro přenos dat z desky tříosého gyroskopu do komunikační jednotky.

Před vlastním měřením je třeba nejprve nakonfigurovat řídicí slova tříosého systému s gyroskopy a pak následně číst naměřené hodnoty v jednotlivých osách.



Obr.3 Komunikační jednotka na bazi jednočipového počítače řady PIC

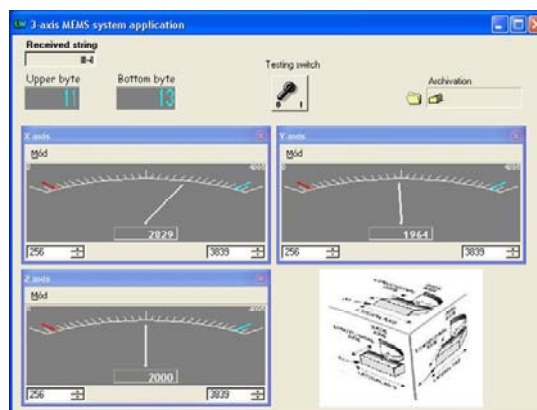
Po zpracování přijatých řetězců z SPI se data posílají do PC s využitím RS232/USB převodníku, takže fyzickou vrstvou přes kterou se data posílají do PC je USB rozhraní PC. Tento převodník se využívá v modu virtuálního COMu. Zapojení komunikační jednotky je zobrazeno na obr.4. Komunikační jednotka odpovídá na dotaz z nadřezaného PC formou řetězce, ve kterém jsou zakódované jednotlivé hodnoty z 12-ti bitových převodníků akcelerometrů jednotlivých os. Testovaná přenosová rychlos seriového rozhraní je 19 200 Bps.



Obr.4 Zapojení komunikační jednotky

4. Aplikace v prostředí Control Web 5

V prostředí Control Web 5 byla vytvořena aplikace umožňující monitorování a archivaci naměřených dat. Pro přenos dat byl použit standardně dodávaný ovladač pro sériovou linku. I když jako fyzická vrstva je použito USB rozhraní s využitím virtuálního portu lze pro přenos použít tento ASCII ovladač. Komunikaci řídí PC, přesně definuje okamžiky, kdy dojde k přenosu naměřených dat (vlastnímu měření). Monitorování se provádí pomocí standardních komponent SCADA/MMI. Na následujícím obrázku je okno aplikace určené pro monitorování a archivaci měřených hodnot z MEMS prvku.



Obr.5 Okno aplikace v prostředí Control Web 5

5. Závěr

V rámci tohoto příspěvku se na pracovišti katedry reálně otestovala možnost komunikace s vývojovou deskou tříosého akcelerometru s využitím SPI rozhraní. Pro zpracování příkazů byl použit jednočipový procesor řady PIC. Ten generuje příkazy pro vývojovou desku tříosého akcelerometru ve formě signálů pro SPI sběrnici. K PC je připojena tato komunikační jednotka pomocí USB rozhraní. Monitorovacím systémem je Control Web 5. Aplikace vytvořená v tomto systému také umožňuje archivaci naměřených dat.

6. Poděkování

Tato práce vznikla za podpory grantu GACR 101/07/1345.

7. Literatura

- Analog devices 2007. MEMS and Sensors - iMEMS Gyroscopes. Dostupný z *www*: <URL: <http://www.analog.com>>.
- Control Web 5. 2005. Manuál. Alcor - Moravské přístroje, a.s.,2005. Dostupný z *www*: <URL:<http://www.mii.cz>>.
- Hrbáček, J. 2002. *Komunikace mikrokontroléru s okolím*. Praha, BEN-technická literatura, 2002, ISBN 80-86056-42-2.
- Kionix 2007. Mems inertial sensors, product specification. Dostupný z *www*: <URL: <http://www.kionix.com>>.
- Vacek, V. 2002. *Praktické použití procesoru PIC*. Praha, BEN-technická literatura, 2002, ISBN 80-86056-56-7.
- Vlach, J. 2002. *Počítačová rozhraní, přenos dat a řídicí systémy*. Praha, BEN-technická literatura, 2002, ISBN 80-7300-010-5.