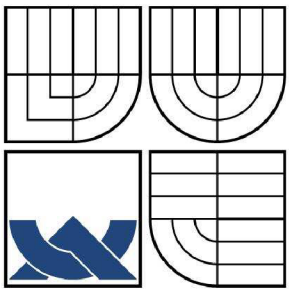
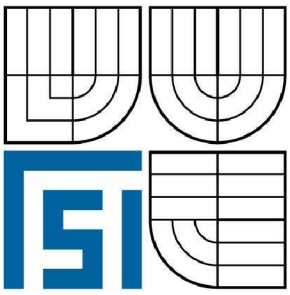


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV MECHANIKY TĚLES, MECHATRONIKY A BIOMECHANIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF SOLID MECHANICS, MECHATRONICS AND BIOMECHANICS

VYUŽITÍ OPTICKÉ MYŠI PRO SNÍMÁNÍ POLOHY ROBOTU MICROMOUSE

MICROMOUSE ROBOT POSITION MEASURING BY OPTICAL MOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — LADISLAV CINTULA

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. TOMÁŠ MARADA, Ph.D.

SUPERVISOR

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav mechaniky těles, mechatroniky a biomechaniky
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Ladislav Cintula

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Mechatronika (3906R001)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Využití optické myši pro snímání polohy robotu Micromouse

v anglickém jazyce:

Micromouse robot position measuring by optical mouse

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je využít optického senzoru ADNS-2610 firmy Avago Technologies Inc. pro měření polohy mobilního robotu kategorie micromouse. Obvod ADNS-2610 představuje kompletní optický senzor s malým rozlišením, komunikujícím prostřednictvím dvouvodičového synchronního sériového rozhraní. Pro svou činnost přitom vyžaduje pouze minimum externích pasivních součástek, především v podobě taktovacího krystalu a spínacího tranzistoru určeného pro řízení nasvětlovací LED.

Cíle bakalářské práce:

1. Seznamte se s konstrukcí mobilního robotu kategorie micromouse.
2. Seznamte se s obvodem ADNS-2610 firmy Avago Technologies Inc.
3. Navrhněte a realizujte přípravek pro demonstraci funkčnosti měření polohy mobilního robotu.
4. Funkčnost přípravku demonstrujte.

Seznam odborné literatury:

[1] http://pandatron.cz/?873&kamera_z_opticke_mysi
[2] http://www.robotika.cz
[3] http://www.robotika.sk

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Tomáš Marada, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

V Brně, dne 3.11.2009

L.S.

prof. Ing. Jindřich Petruška, CSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Anotácia

Cieľom práce je využitie optického senzoru ADNS-2610 firmy Avago Technologies Inc. pre meranie polohy mobilného robotu kategórie micromouse.

Obvod ADNS-2610 predstavuje kompletný optický senzor s malým rozlíšením, ktorý komunikuje prostredníctvom dvojvodičového synchrónneho sériového rozhrania. Pre svoju činnosť pritom vyžaduje iba minimum externých pasívnych súčiastok, a to v po-dobe taktovacieho kryštálu a spínacieho tranzistoru určeného pre riadenie nasvetľovacej LED.

Kľúčové slová
Micromouse, Atmega8-16AU, ADNS-2610, RS232

Anotation

Aim of work is to use optical sensor ADNS-2610 of company Avago Technologies Inc. for measuring position of mobile robot caregory micromouse.

ADNS-2610 include two wire of synchronic serial interface. It need to work only minimum external passive devices, which consist of clock crystal and switching transistor for controling illuminative LED.

Keywords
Micromouse, Atmega8-16AU, ADNS-2610, RS232

Bibliografická citácia práce

Cintula, L. *Využitie optickej myši pre snímanie polohy robotu micromouse*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 41s. Vedúci bakalárskej práce Ing. Tomáš Marada, Ph.D

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne na základe pokynov a rád vedúceho práce, a vychádzal som z literatúry, ktorá je uvedená v zozname použitej literatúry.

V Brne, dňa 27.05.2010

.....
Ladislav Cintula

Poďakovanie

Na tomto mieste by som rád poďakoval vedúcemu mojej bakalárskej práce pánu Ing. Tomášovi Maradovi, Ph.D. za jeho čas, podnety, pripomienky, vedenie a samotnú pomoc pri realizácii tejto práce.

Obsah

1 ÚVOD 11

2 ADNS-2610 FIRMY AVAGO TECHNOLOGIES INC 12

2.1 História 12

2.2 Popis 12

2.3 Základy optickej navigácie 15

3 ROZHRANIE RS232 17

3.1 Úvod 17

3.2 Napäťové vlastnosti 19

3.3 Signály 20

4 ATMEL AVR 22

4.1 Úvod 22

4.2 Architektúra AVR mikrokontrolóru 23

5 VÝBER KOMPONENTOV A ICH ZAPOJENIE 24

5.1 Návrh plošného zapojenia 24

5.2 Senzor ADNS-2610 24

5.2.1 Zapojenie ADNS-2610 25

5.3 Mikrokontrolór 26

5.3.1 Zapojenie ATmega8-AU 27

5.4 Prevodník TTL⇔ RS232 28

5.4.1 Zapojenie konvertoru MAX232 29

5.5 Napájací zdroj 30

6 NÁVRH PROGRAMU PRE MIKROKONTROLÓR.....31
6.1 Programátor AVR DRAGON 31
6.1.1 Programovanie AVR pomocou ISP 32
6.2 Postup programovania, ukážka kódu 33
6.2.1 Ukážka na PC 39

7 TESTOVANIE SENZORA.....41
7.1 Testovanie vzdialenosti nameraných snímačom 42

8 ZÁVER 44

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY 45

ZOZNAM PRÍLOH 46
OBSAH CD 46
ZOZNAM SÚČIASTOK 46
SCHÉMA PLOŠNÉHO ZAPOJENIA 47

1 ÚVOD

Greerov tretí zákon:
„Počítačový program nepracuje podľa tvojich želaní, ale podľa tvojich príkazov.“

Bakalárska práca je zameraná na návrh plošného zapojenia a na návrh riadiaceho softwaru vo vhodnom programovacom jazyku, pričom v plošnom zapojení musí byť zakomponovaný snímač, ktorý meria polohu pre robotov typu micromouse.

Ako snímač bol použitý senzor ADNS-2610 od firmy Avago Technologies Inc. Podľa všeobecných pravidiel musí mať micromouse v bludisku maximálnu veľkosť 25 cm v šírke aj dĺžke, preto musí byť tento senzor navrhnutý tak, aby mal menšie rozmery, aké má micromouse.

Pri programovaní snímaču s mikroprocesorom som použil program AVR Studio, z ktorého som využil programovací jazyk Assembler. Výhodou tohto jazyka je prehľadnosť a medzi nevýhody zaraďujem najmä zdĺhavosť.

Obsah mojej práce som rozdelil do 7 kapitol. V práci sú opísané vlastnosti jednotlivých zariadení, a to optického snímača ADNS-2610, ďalej rozhranie RS232 a v neposlednom rade vlastnosti mikrokontrolóra AVR. V piatej kapitole sa zaoberám výberom komponentov a návrhom schémy plošného zapojenia. Následne som navrhoval program pre riadene snímača, ktorý by dokázal komunikovať s terminálom v PC a v závere práce som otestoval vlastnosti snímača.

Pri vypracovaní bakalárskej práce som sa snažil využiť, čo najviac dostupnej literatúry k tomu, aby som podal hodnoverný obraz o tejto téme a najmä zaujal študentov, resp. čitateľov a poskytol im dostatok informácii o danej problematike a možnostiach jej využitia v profesionálnej a súkromnej oblasti.

2 ADNS-2610 FIRMY AVAGO TECHNOLOGIES INC.

2. 1 História

Za používanie optických senzorov vďačíme Douglasovi Engelbartovi, ktorý ako prvý navrhol zariadenie na meranie polohy.

Douglas s jeho hlavným inžinierom Billom Englishem zo Stanfordského výskumného ústavu (v súčasnosti SRI) v roku 1963 skonštruovali zariadenie, ktoré dokázalo určovať polohu. Dnes toto zariadenie poznáme pod pojmom *počítačová myš*. Ich výrobok bol mechanický, využíval dve kolmé kola napojené na potenciometre slúžiace na sledovanie pohybu pozdĺž horizontálnych a vertikálnych os.

V roku 1971 Xerox Palo Alto z Výskumného Centra (PARC) podpísal licenčnú zmluvu s SRI na používanie myši. Xerox nahradil na myši externé kola za jednu guľôčku, ktorá sa mohla otáčať do každého smeru. Pohyb guľôčky sa zisťoval používaním kolmých kôl pripojených na elektrické prepínače k pohybu kurzoru na obrazovke. Prvýkrát bola Altová myš použitá v roku 1972.

Po roku 1982 sa zažala používať optická technológia. Táto technológia sa používala hlavne pre myši, ktoré slúžili ako hlavné výstupné zariadenia pre počítače. Použitý senzor dokázal pracovať iba na špeciálnom povrchu, a to konkrétne na zrkadlovom povrchu, kde bola zobrazená mriežka.

Najviac sa začali používať optické snímače až okolo roku 2000. V tomto období boli dokonalejšie počítače s dostupnejšou cenou. Optické senzory boli taktiež dokonalejšie a dokázali pracovať už skoro na každom povrchu.

2. 2 Popis

ADNS-2610 je nová úroveň senzorov optických myší. Je to malá, nízko rozlišovacia minikamera, ktorá sa používa ako sledovacie nemechanické zariadenie pre počítačové myši.

Tento senzor optickej myši zaraďujeme do skupiny viac kompaktnejších senzorov s dostupnejšou cenou, v čom sa odlišujú od svojich predchodcov.

Jeho základ tvorí využitie technológie optickej navigácie. Meria zmenu polohy opticky získaním snímka z povrchu až 1500 snímkov za sekundu a matematickým určovaním smeru a veľkosti pohybu pri rozlíšení 400 cpi a 12 ips (0,30 m/s).

Obr. 2.1: ADNS-2610

Vlastnosti ADNS-2610

- presná optická navigačná technológia,
- malý tvarový činiteľ (10 mm x 12.5 mm),
- žiadne mechanické pohyblivé časti,
- navigácia aj na hladkom povrchu,
- presný pohyb až do 12 ips,
- rozlíšenie 400 cpi,
- napájanie na 5 V,
- úsporný mód počas nekonania žiadneho pohybu,
- sériový port na prenos dát.

Výhodou tohto senzora je, že nevyžaduje pre správny chod žiadne mechanické zariadenia. Vďaka optickej technológie môže snímač prakticky pracovať na hocijakých povrchov. Výnimkou sú však povrchy ako zrkadlá, sklené a lesklé povrchy, na ktorých nedokáže navigovať polohu snímača.

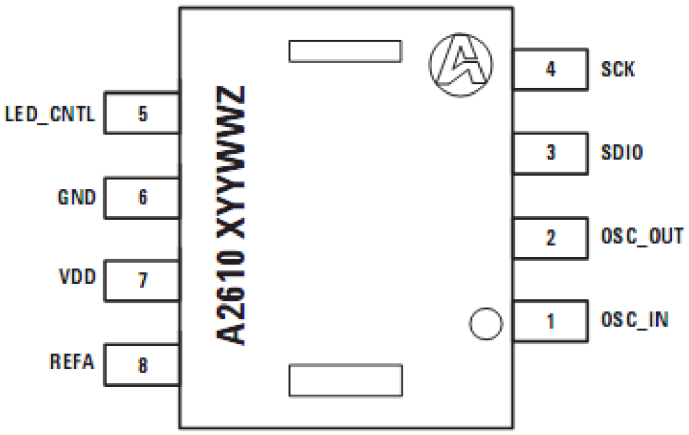
Senzor má v puzdre 8 pinov, ktoré sú striedavo uložené, čo možno vidieť na obr. 2.2. Piny 1 a 2 sme použili na zapojenie externého oscilátoru. Pin 3 nazvaný SDIO (Serial data input and output) sa bude používať na prijímanie a odosielanie dát. Pin 4 SCK (Serial port clock Input) vysiela hodinové impulzy. Piny 6 a 7sú určené na napájanie snímaču. Pin 5 použitý na ovládanie LED diódy.

Pre zlepšenie snímania tohto senzoru sa používajú *HDNS-2100 šošovka, HLMP-ED80-XX000 dióda a HDNS-2200 spona* (obr. 1.3). Tieto súčiastky nie sú bežne dostupné, preto sa musela zakúpiť optická myš, v ktorej sa tieto súčiastky nachádzajú. Pre správne fungovanie snímača nie je potrebné použiť pohyblivé zariadenia a nevyžaduje sa tiež presné optické zarovnanie.

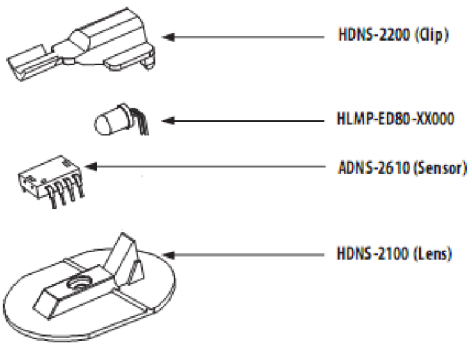
HDNS–2200 spona je vyrobená z priesvitného plastu. Slúži na uchopenie, resp. na nasmerovanie LED diódy, ktorej úlohou je správne osvetľovanie povrchu pod snímačom.

HDNS-2100 predstavuje plastové puzdro, ktoré obsahuje viaceré šošovky. Ich úlohou je osvetlenie povrchu pod snímačom v správnom uhle.

HLMP-ED80-XX000 je červená LED dióda.



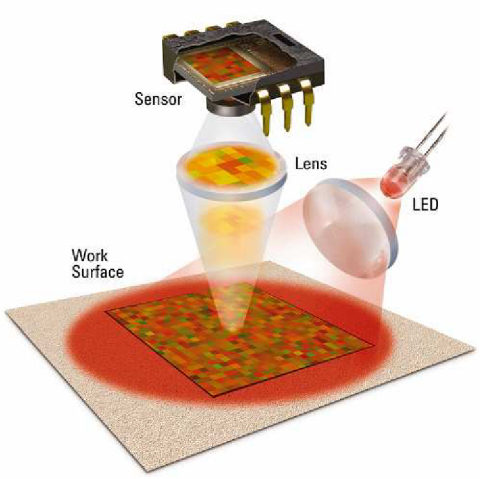
Obr. 2.2: Puzdro ADNS-2610: pohľad z hora

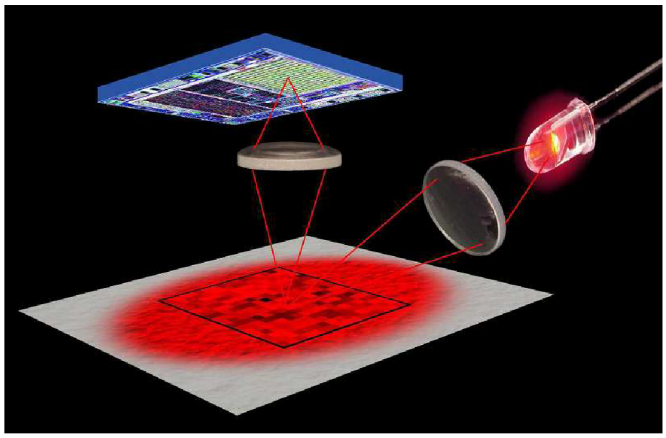


Obr. 2.3: Rozloženie na jednotlivé časti

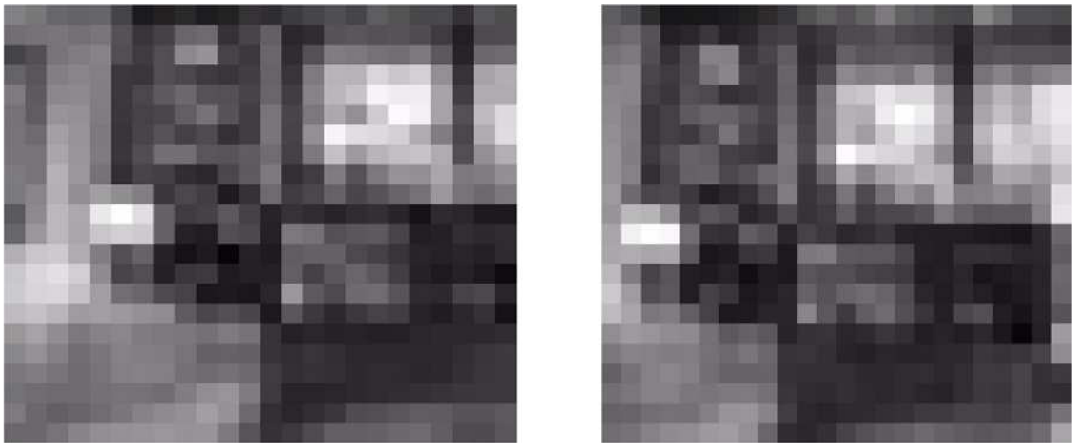
2. 3 Základy optickej navigácie

Optický snímač identifikuje štruktúru povrchu telesa a to tak, že pomocou LED diódy sa osvetľuje povrch pod senzorom. Najčastejšie sa používa červená LED dióda. Dióda musí ožiariť povrch o svetelnej úrovni 25 mW/m^2. Pre správne osvetlenie povrchu sa používa HDNS-2100. Svetlo sa ďalej odráža od povrchu a je zlučované cez šošovku, ktorá sa tiež nachádza v puzdre HDNS-2100. Pri pohybe senzor priebežne zachytáva snímky povrchu a vytvára malý čiernobiely obraz povrchu telesa na senzore. Tento obraz sa skladá zo vzoru svetla a tieňa. Senzor získava snímky rýchlosťou 1500 snímkou za sekundu. Snímky sú zachytávané dostatočne rýchlo tak, že sa následné obrazy prekrývajú. Snímky sú potom poslané do optického zariadenia pre spracovanie.





Obr. 2.4: LED dióda osvetli povrch pod optickým snímačom a viditeľné vzory sú odrazené do snímača.



A. Snímok v t=0 ms B. Snímok v t=0.67 ms

Obr. 2.5: Zachytené snímky: A- v čase 0 ms a B- v čase 0.67 ms

Na obrázku 2.5 sa nachádzajú dva snímky, ktoré boli zachytené pri pohybe snímača. Snímač využívajúci digitálne spracovanie signálu priebežne zachytáva snímky povrchu telesa a porovnáva ich, aby sa určili dve premenné, a to vzdialenosť a smer pohybu. Cez algoritmus spracovania obrazu, optické polohovacie zariadenie identifikuje rysy medzi týmito dvoma snímkami a určuje vzdialenosť medzi nimi. Táto informácia je potom preložená do X a Y súradníc k naznačeniu pohybu senzora.

3 ROZHRANIE RS232

3. 1 Úvod

RS232 (Recommended Standard 232) je sériové rozhranie podporujúce DTE (Data Terminal Equipment) a DCE (Data Circuit-terminating Equipment). Je to rozhranie pre prenos informácií, vytvorené pre komunikáciu zariadení do vzdialenosti 20 m.

Kedysi sa cez sériový port pripájala myš, prípadne modem. V súčasnosti sa pripájajú zariadenia ako ploter alebo čítač čiarových kódov. V dnešnej dobe sa sériový port už toľko nepoužíva, nakoľko bol nahradený výkonnejším USB.

V priemyslu je tento štandard aj s jeho modifikáciami RS422 a RS485 veľmi rozšírený. Štandard RS232 na rozdiel od USB sa nezaoberá vyššími vrstvami komunikácie a definuje, ako preniesť určitú sekvenciu bitov. Podporovaná prenosová rýchlosť je od 1200 po 11 500 bps. Sériový port má 9-pinové (obr. 3.1) a 25-pinové vyhotovenia (obr. 3.2).

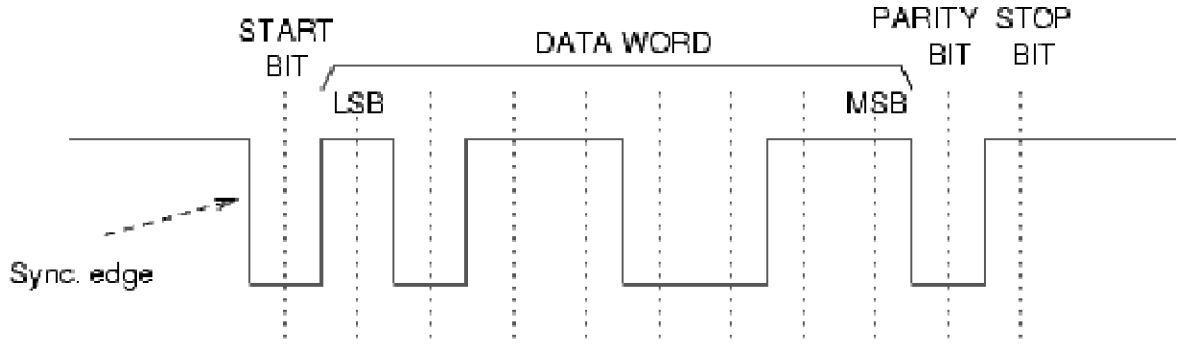
Obr. 3.1: 9- pinový konektor

Obr. 3.2: 25- pinový konektor

Sériovosť RS232 znamená, že na prenos údajov sa využíva jeden vodič (konkrétnejšie dvojlinka) a údaje putujú bit po bite pekne za sebou. Zjednodušene, dáta sú posielané ako časová postupnosť bitov.

RS232 používa asynchrónny prenos informácií. Každý prenesený byte konštantnej rýchlosti je treba synchronizovať. Z tohto dôvodu je potrebné, aby sa každý bajt označil. Asynchrónny typ komunikácie vždy začína zostupnou hranou (tzv. synchronizačnou hranou). Ďalej nasleduje Start Bit (log. 0), Dátové slovo, Paritný bit a jeden alebo viac Stop bitov. Stop bit nastaví vždy komunikáciu na pôvodnú úroveň, v ktorej signál zostane až do nasledujúcej zostupnej hrany s ďalším Start bitom. Pred spustením komunikácie je dôležité, aby sa obe komunikujúce zariadenia dohodli na prenosovej rýchlosti, počtu dátových bitov, typu parity (praná, nepárna) a počtov Stop bitov. Zároveň je dôležitá stanovená rýchlosť prenosu v jednotkách bps - baud (počet bitov za sekundu, 1bps = 1baud), aby nedochádzalo k strate dát.

Jednoduché schéma komunikácie je zobrazená na Obr. 3.3.



Obr. 3.3: Časový diagram RS232

3.2 Napäťové vlastnosti

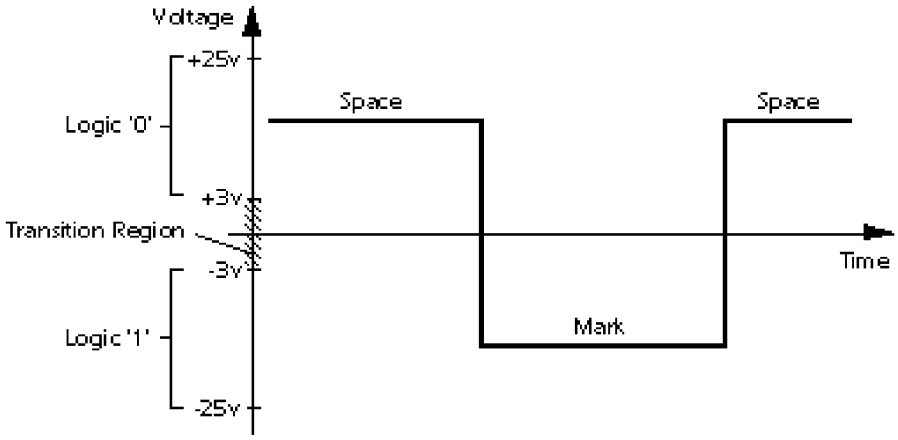
Rozhranie RS232 používa dve napäťové úrovne: logickú 1 a logickú 0. Podľa zariadenia môže rozhranie nadobúdať hodnoty ±5 V, ±10 V, ±12 V alebo ±15 V. Najčastejšie sa využíva napätie ±12 V, pričom hodnota napätia –12 V zodpovedá logickej hodnote 1 a hodnota napätia + 12 V zodpovedá hodnote 0.

Logická 1 je niekedy označovaná ako *marking state* alebo taktiež *kľudový stav*. Logická 0 sa nazýva *space stat*e.

Zápornou úrovňou je označovaná logická 1, logická 0 je prenášaná kladnou úrovňou výstupných vodičov. Povolené napäťové úrovne sú uvedené v tabuľke 3.1.

Datové signály		
Úroveň	**Vysílač**	**Přijímač**
Log. L	+5 V to +15 V	+3 V to +25 V
Log. H	-5 V to -15 V	-3 V to -25 V
Nedefinovaný	-3 V to +3 V	

Tab. 3.1: Napäťové úrovne RS232



Obr. 3.4: Napäťové úrovne RS232

Z obrázku 3.4 je vidieť, že napäťové úrovne sú vyššie ako úrovne používané u integrovaných obvodov. Aby sa dalo komunikovať s týmito obvodmi cez RS232, je potrebné využiť špeciálny obvod ku konverzii úrovní. Na oboch koncoch okruhu RS232 presne na zemnom pinu musí byť zadefinované napätie 0 V.

Keď budú prepojené dve zariadenia a napätie na GND, vodič na jednom aj druhom konci nebude 0 V, môže nastať problém a to taký, že by mohla vzniknúť zemná slučka a zničiť zariadenie. Toto zlyhanie môže nastať v prípade, keď sú zariadenia napájané z inej zásuvky a napäťový potenciál na GND pinu oboch zariadení nemusí byť vzhľadom k spoločnému bodu 0 V.

3.3 Signály

Na sériovom rozhraní bol využitý 9-pinnový konektor, ktorý obsahuje okrem základných troch vodičov (*RxD, TxD, GND)* aj ďalšie vodiče slúžiace k riadeniu prenosu *(CD, DSR, CTS, RI, DTR, RTS)*. Pre moju prácu som potreboval iba RxD (príjem), TxD (vysielanie), GND (zem). Vodiče slúžiace k riadeniu prenosu nie sú povinné, ale môžu byť použité v počítačových myšiach alebo iných zariadeniach pre napájanie elektronických obvodov.

Pin	Signál	Smer	Popis
1	CD	IN	**Data carrie detect** Potvrdenie od DCE, že bolo vytvorené spojenie
2	RxD	IN	**Received data** Tok dát z DCE do DTE
3	TxD	OUT	**Transmitted data** To dát z DTE do DCE
4	DTR	OUT	**Data terinal ready** DTE týmto signálom oznamuje DCE, že je pripravený komunikovať
5	GND	---	**Signal ground** Signálová zem

6	DSR	IN	**Data set ready** DCE týmto signálom oznamuje, že je pripravený prijímať príkazy alebo dáta od DTE
7	RTS	OUT	**Request to send** DTE týmto signálom oznamuje DCE, že je komunikačná cesta voľná.
8	CTS	IN	**Clear to send** DCE týmto signálom oznamuje DTE, že je komunikačná cesta voľná.
9	RI	IN	**Ring indicator** Indikátor zvonenia

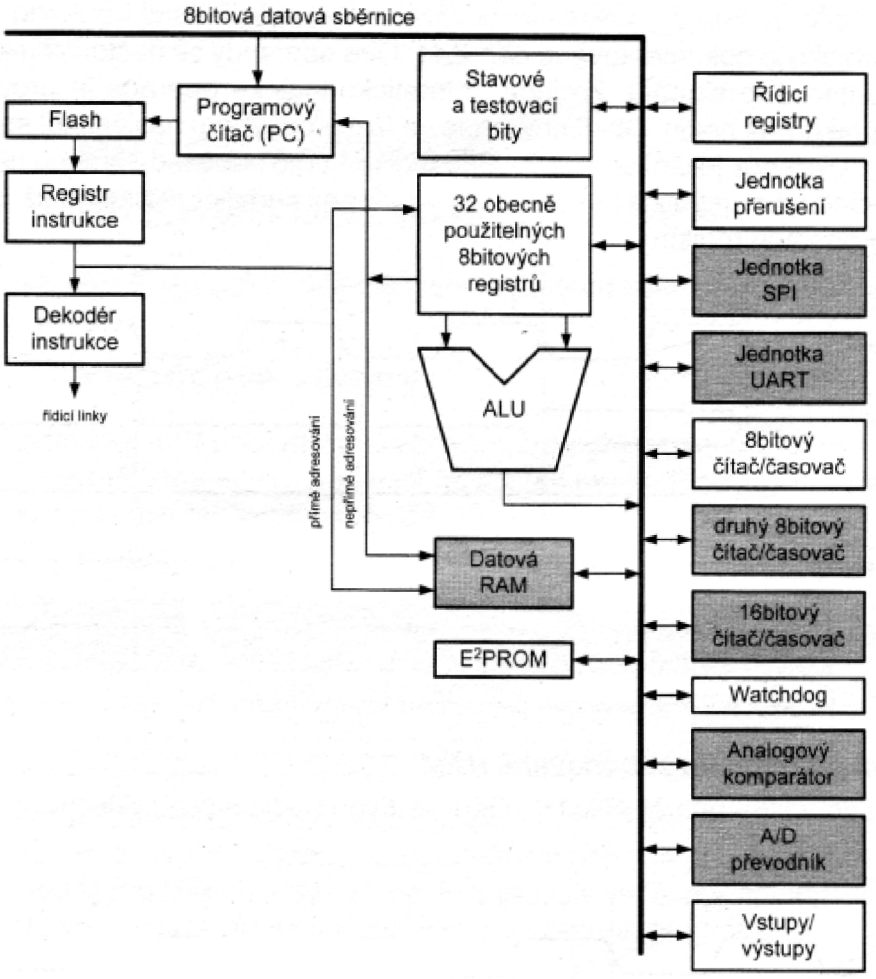
Tab. 3.2: Signály rozhrania

4 ATMEL AVR

4.1 Úvod

V dnešnej dobe sa mikrokontrolóry objavujú prakticky vo všetkých zariadeniach dennej potreby, ako príklad možno uviesť LCD a oscilátory. V posledných sedemnástich rokov sa začali viac presadzovať *mikrokontrolóry s redukovaným indukčným súborom*, tzv. RISC. Tieto mikrokontrolóry s RISC dosahujú pomerne veľké výkony tým, že vykonávajú výkonné inštrukcie v jedinom hodinovom cykle.

Vo všeobecnosti Atmel AVR predstavuje mikrokontrolór s modifikovanou architektúrou 8-bitových RISC. Bol vyvinutý firmou Atmel v roku 1996 a ako prvý využíval flash pamäť k uloženiu obslužného programu.



Obr. 4.1: Blokové schéma AVR architektúry [1]

4.2 Architektúra AVR mikrokontrolórov

AVR architektúra využíva Harvardskú architektúru k tomu, aby maximalizovala výkon a súbežnosť. Inštrukcie v pamäti programu sú vykonávané s jednofázovým pipeling. Keď sa určitá inštrukcia začne vykonávať, ďalšia inštrukcia je pripravovaná k spracovaniu. Toto prevedenie umožňuje inštrukciám byť vykonané v každom hodinovom cykle. Pamäť programu je programovateľná flash pamäť (In-System Reprogrammable Flash memory).

„*AVR vychádza z pojmu rýchlo prístupového registrového poľa, ktorý obsahuje 32 obecne použiteľných registrov dĺžky 8 bitov. Registre môžu obsahovať ako aj dáta, tak aj adresy. V jedinom strojovom cykle je vykonaný prístup do registrového poľa. To znamená, že vykonáva jednu aritmeticko-logickú jednotkovú (ALU) operáciu počas jedného strojového cyklu. Typické pre ALU operáciu je, že počas jedného hodinového cyklu sa obe zdrojové operandy privedú z pracovných registrov (register file), aby sa uskutočnila potrebná operácia a výsledok sa potom uloží späť do registrov. Ide o typ operácie register - register. Šesť z 32 registrov môžu byť používané ako tri 16-bitové ukazovateľa adresy pre nepriame adresovanie pamäti dát. Tieto registre sú označované písmenami X, Y a Z.*

ALU podporuje aritmetické a logické operácie medzi registrami alebo medzi konštantami a registrami. Operácia jedného registru môže byť vykonaná v ALU. Po aritmetickej operácie je stavový register (status register) doplnený o výsledok operácie.

Podmienený a nepodmienený skok a volanie inštrukcií ovplyvňujú tok programu. Väčšinou AVR inštrukcií tvorí jedno 16-bitové slovo. Každá adresa programovej flash pamäte (program flash memory) obsahuje 16 alebo 32 bitové inštrukcie.

Programová flash pamäť je rozdelená do dvoch sekcií: Boot program sekcie a Application program sekcie. Obe sekcie majú priradené Lock bity k ochrane pred zápisom/čítaním. V Boot programe sekcií musí byť umiestnená SPM inštrukcia, ktorá zapisuje do Application flash pamäti.

V zásobníku je uložená návratová adresa programového čítača, v prípade prerušenia alebo pri volaní podprogramu. Zásobník je efektívne alokovaný v SRAM a následkom toho veľkosť zásobníku je limitovaná iba celkovou veľkosťou a využitím SRAM. Všetky užívateľské programy musia inicializovať SP (Stack pointer) v reset routine. Dáta v SRAM môžu byť jednoducho prístupné pomocou piatich rôznych adresovacích módov (režimov), ktoré podporuje AVR architektúra.“ [1]

.

5 VÝBER KOMPONENTOV A ICH ZAPOJENIE

5. 1 Návrh plošného zapojenia

Plošné zapojenia boli navrhované v programe Eagle 5.6.0. Tento program patrí medzi najpoužívanejšie, obsahuje knižnice súčiastok, čo uľahčuje prácu navrhovania potrebných súčiastok. Medzi výhody programu zaraďujeme i dostupnosť knižníc súčiastok na internete.

Postup návrhu plošného zapojenia

Prvým krokom navrhovania zapojenia bola schéma zapojenia, z ktorej sa vytvorila DPS (doska plošného zapojenia). Bola navrhnutá obojstranná DPS, aby bolo celé zariadenie čo najmenšie. Väčšina súčiastok bola typu SMD.

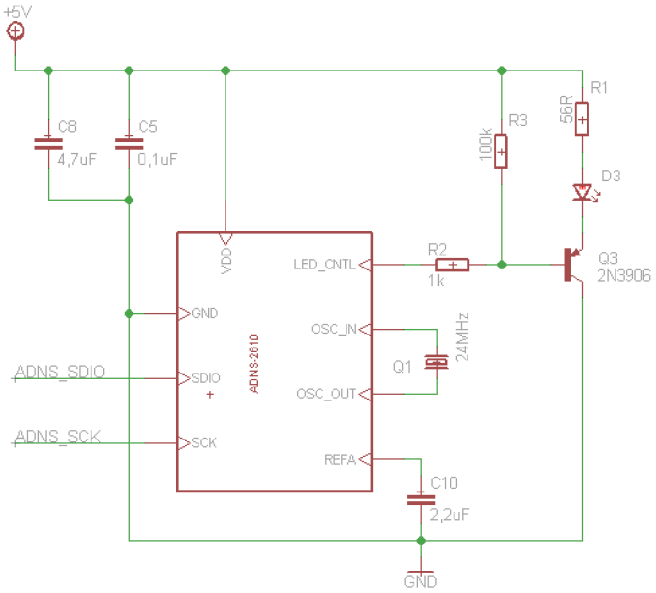
Zapojenie jednotlivých súčiastok vychádzalo z katalógov a datasheetov.

Použité súčiastky boli zakúpené v obchode GM Electronic, ktorý patrí medzi najznámejšie obchody s výpočtovou technológiou.

5. 2 Senzor ADNS- 2610

Podľa zadanej bakalárskej úlohy bolo treba použiť senzor z optickej myši typu ADNS- 2610. Tento snímač má byť použitý pre robot typu micromouse, na meranie polohy. Podrobný popis tohto zariadenia je uvedený v druhej kapitole.

5. 2. 1 Zapojenie ADNS- 2610



Obr. 5.1: Schéma zapojenia ADNS- 2610

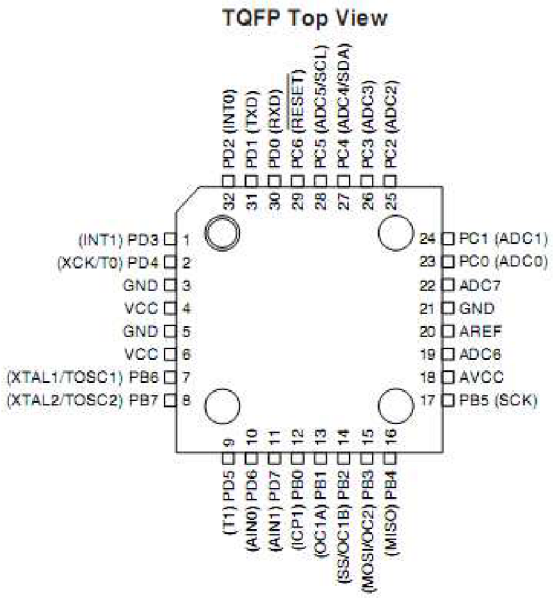
Pri zapojení ADNS-2610 som vychádzal z použitej literatúry [3]. Ako je vidieť z obr. 5.1, snímač vyžaduje minimum pasívnych súčiastok. Na ovládanie LED diódy je využitý spínací tranzistor NPN. Snímač je napájaný na +5 V. Hoci kvalita napätia závisí v značnej miere na kvalite kondenzátorov, som namiesto elektrolytických kondenzátorov použil kondenzátory tantalové. Dôvodom je zhoršovanie parametrov u elektrolytických kondenzátorov používaných v dlhšom čase. Všetky odpory a kondenzátory sú typu SMD o veľkosti 0805. Ďalej je použitý kryštál hodnoty 24 MHz. R1 odpor je predradený pracovný odpor pre diódu, chráni diódu pred poškodením. Odpor R3 stabilizuje napätie na báze. Kondenzátor C10 stabilizuje pracovný bod REFA.

5. 3 Mikrokontrolór

Od firmy Atmel z rady ATmega sa použil mikrokontrolór AT mega8- AU. Jeho úlohou je zabezpečiť komunikáciu medzi snímačom ADNS- 2610 a terminálom.

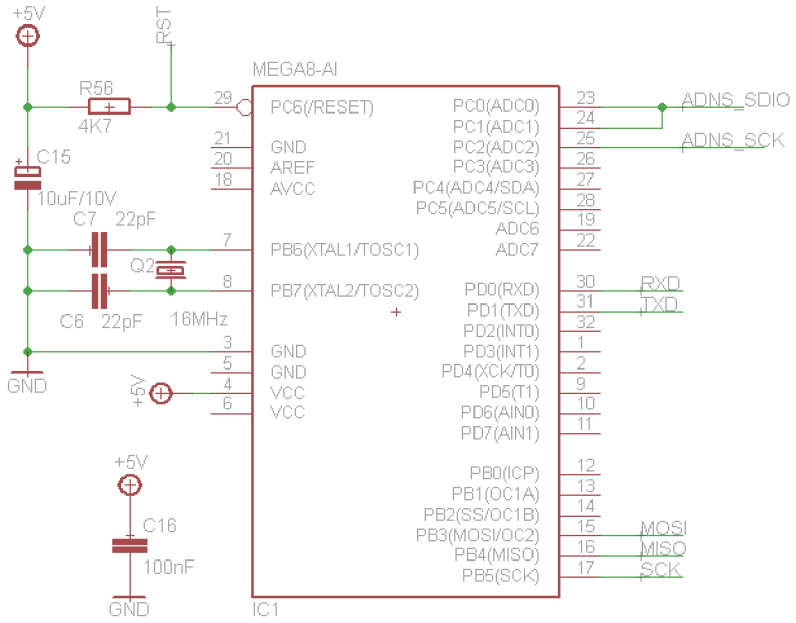
Periférie mikrokontrolóru:

- dva 8- bitové čítače/časovače,
- jeden 16-bitový čítač/časovač,
- obvod reálneho času s oddeleným oscilátorom,
- 3 PWM kanály,
- 6 kanálový AD prevodník,
- bitovo orientovaná dvojvodičové sériová zbernica (two- wire),
- master/slave SPI rozhranie,
- programovateľný watchdog časovač,
- analógový komprátor,
- programovateľný sériový USART.



Obr. 5.2: Mikrokontrolór ATmega8 [1]

5.3.1 Zapojenie ATmega8- AU



Obr. 5.3: Schéma zapojenia ATmega8

Pri zapojení ATmego8 som vychádzal z datasheetu [1]. Z tabuľky č. 5.1 sa určuje, aký kryštál by sa mal použiť medzi piny PB6 (XTAL1) a PB7 (XTAL2).

XTAL1 a XTAL2 sú vývody, prestávajúce vstup a výstup investujúceho zosilňovača zabudovaného kryštálového oscilátoru. Pri použití kondenzátorov o hodnote 22 pF je treba použiť kryštál o hodnote väčší ako 1 MHz.

Zo schémy na obr. 5.3 je vidieť, že sa volil kryštál o hodnote 16 MHz, a to kvôli tomu, aby mikrokontrolór mohol pracovať rýchlejšie. Použité kondenzátory o veľkosti 22 pF sú typu SMD o veľkosti 0805. Aby mohol 16 MHz kryštál správne fungovať, museli sa čo najbližšie prispájkovať kondenzátory ku kryštálu. Ďalej sú použité kondenzátory C16 a C15, kde C15 je na stabilizáciu napätia z Ucc a C16 odfiltrováva striedavú zložku, teda blokuje parazity, a tým zabraňuje rozkmitanie zložky.

Pomocou pinu MOSI, MISO, SCK, RST sa programuje mikrokontrolór ATmega8. Ide o programovanie ISP. Piny PD0 (RxD) a PD1 (TxD) sú kontakty USARTU. Cez tieto piny je mikrokontrolór pripojený na prevodník RS232/TTL, cez ktorý sa budú prijímať a odosielať (komunikovať) informácie o pohybe senzoru. Respektíve mikrokontrolór bude pomocou týchto pinov komunikovať s terminálom ViewCom.

Piny PC0, PC1 sú pripojené na pin SDIO, ktorý sa nachádza na ADNS-2610 a PC2, a je pripojený na SCK. Pin PC0 je zbytočne zapojený, lebo na prenos dát medzi mikrokontrolórom a snímačom vystačí iba PC1. Potom pin PC0 je nastavený ako vysokoimpedančný a bude sa správať ako keby bol odpojený.

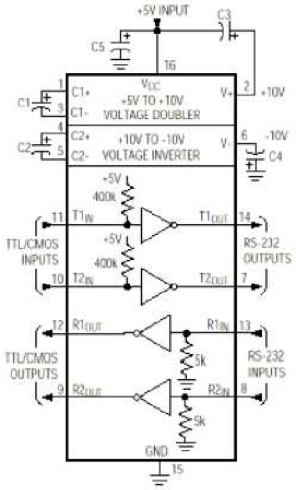
CKOPT	CKSEL3..1	Frequency Range(MHz)	Recommended Range for Capacitors C1 and C2 for Use with Crystals (pF)
1	101 (1)	0.4 - 0.9	–
1	110	0.9 - 3.0	12 - 22
1	111	3.0 - 8.0	12 - 22
0	101, 110, 111	1.0 ≤	12 - 22

Tab. 5.1: Pracovné režimy kryštálového oscilátoru

5. 4 Prevodník TTL⇔ RS232

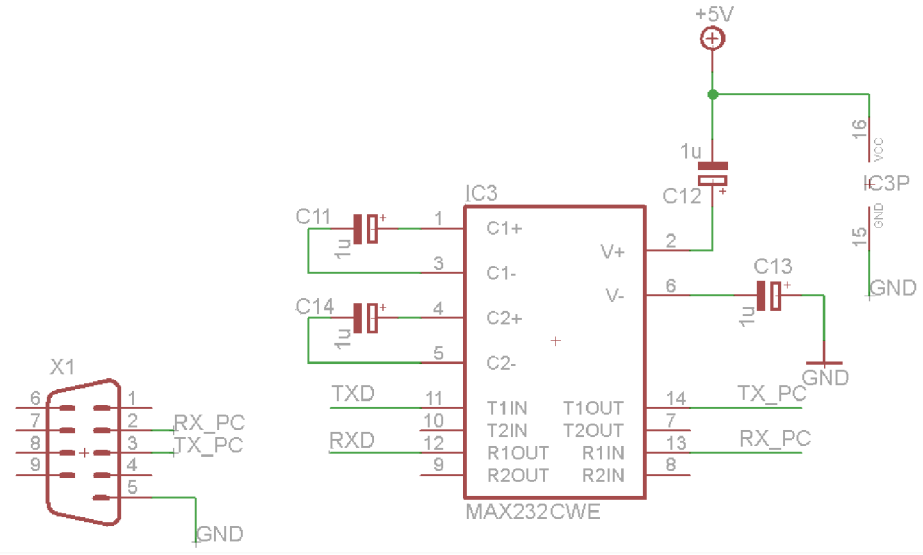
Vlastnosti rozhrania RS232 sú popísané v druhej kapitole.

TTL (Transistor-Transistor-Logic) je integrovaný logický systém. Pre pripojenie mikroprocesoru Atmel AVR ATmega8 k osobnému počítaču je potrebné zmeniť TTL logiku na RS232. Na takéto pripojenie je treba použiť prevodník úrovní. Medzi najznámejší integrovaný obvod patrí MAX232 firmy Maxim Interated Circuits. Je to obojsmerný konvertor RS232 <=> TTL napájaný zo zdroja +5V. Obsahuje dva konvertory RS-232 (+12 V a -12 V) => TTL (5V a 0 V) a dva TTL (CMOS)=> RS-232. Obvod má k svojej činnosti zabudovaný napäťový násobič a invertor. Násobič používa kondenzátor C1 k znásobeniu napätia +5V na +10V na kondenzátoru C3 (výstup V+) a invertor C2 k inverzii napätia +10V na -10V na kondenzátoru C4 (výstup V-).



Obr. 5.4: Konvertor MAX232 [4]

5.4.1 Zapojenie konvertoru MAX232



Obr. 5.5: Schéma zapojenia konvertoru MAX232

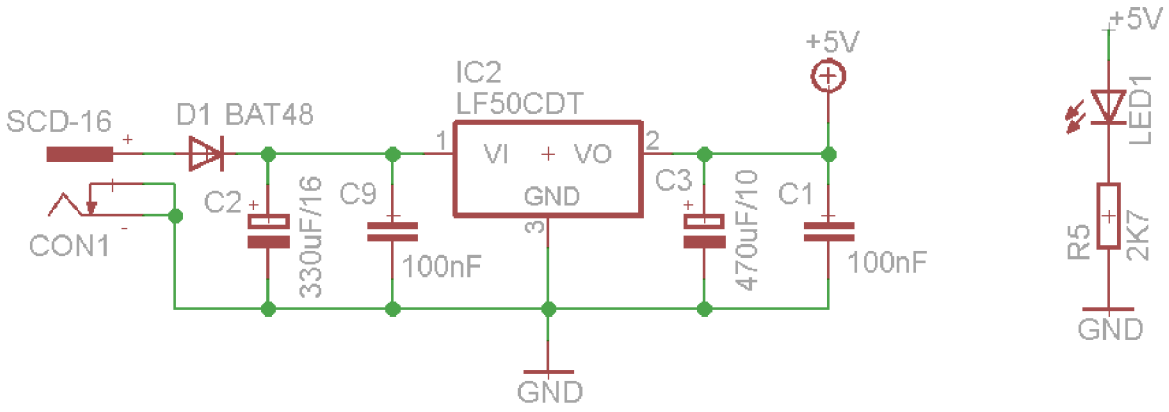
Ako bolo už niekoľkokrát spomenuté, komunikácia s mikrokontrolórom prebieha pomocou sériovej linky RS232. Respektíve ako prevodník RS232- TTL bol použitý obvod MAX232 od firmy Maxim. Kondenzátory C12-C14 sú kondenzátory nábojovej pumpy.

Keďže kvalita napätia značne závisí od kvality týchto kondenzátorov, je potrebné použiť tantalové kondenzátory namiesto elektrolytických kondenzátorov, nakoľko sa u týchto kondenzátorov časom zhoršujú ich parametre.

Na doske plošného zapojenia sú použité tantalové kondenzátory typu SMD o veľkosti 0805 a ich hodnota bola určená z datasheetu [4] z tabuľky na obrázku 5. 5. Ako konektor X1 bol použitý 9-pinovy konektor značky Cannon 9. Cez piny T1OUT (TxD), R1IN (RxD) sa má komunikovať s počítačom, respektíve prijímať a odosielať dáta a cez piny T1IN (TxD), R1OUT (RxD) s mikrokontrolórom.

Pre napájanie prevodníku sa odporúča použiť externý napájací zdroj, nakoľko napätie zo sériového portu počítača nemusí byť v istých prípadoch (typicky notebooky) dostatočne vysoké.

5. 5 Napájací zdroj



Obr. 5.6: Schéma zapojenia napájacieho zdroja

Ako napájací zdroj dosky plošného zapojenia bol použitý adaptér sieťovo nastaviteľný na 1,5 V- 12 V, pričom nastavená hodnota napätia bola 12 V pri 500 mA. Keďže dosku plošného zapojenia, resp. jednotlivé zariadenia (integrátory) treba napájať na +5 V, použil sa regulátor napätia a prúdu, ktorý upravil napätie z 12 V na 5 V. Nakoniec sa zvolil regulátor typu LF50CDT, ktorého vlastnosti sú popísané v literatúre [5]. Použité kondenzátory sú zapojené podľa katalógu.

Kondenzátor C2 je vstupný filter. Na zabránenie rozkmitania LF50CDT je použitý kondenzátor C9. Kondenzátor C3 predstavuje výstupný filter. Na zlepšenie impulznej odozvy zdroja je použitý kondenzátor C1.

Zo schémy zapojenia vidíme, že na napájací zdroj je zapojená kremíková dióda BAT48. Je využitá ako ochranný prostriedok proti prepoľovaniu. Ďalej je použitá LED dióda 2 mA, ktorá signalizuje, či obvodom preteká prúd. Z ohmovo zákona $U=R*I$ som vypočítal, aký veľký odpor sa musí zaradiť pred LED diódu, aby sa nepoškodila. Z dôvodu nedostupnosti odporu o hodnote 2K5, bol zvolený odpor hodnoty 2K7.

6 Návrh programu pre mikrokontrolór

Pri riadení mikrokontrolóru sa musí prejsť dvomi krokmi:

1. *krok: Napísať program pre procesor a preložiť ho do strojového kódu.*
2. *krok: Výsledný strojový kód naprogramovať do cieľového procesoru.*

Predchádzajúce činnosti môžeme zaistiť pomocou voľne dostupných nástrojov, čo nám zabezpečuje možné experimentovanie bez ďalších nákladov na vývojové nástroje.

Samotný program bol navrhnutý vo vývojovom prostredí v Assemblere v aplikácií AVR Studio 4. AVR Studio je integrované vývojové prostredie pre vývoj programu pre procesory. Táto aplikácia priamo v sebe obsahuje simulátor procesorov AVR a podporuje základné druhy ladiacich nástrojov ATMEL. Jeden z podporovaných ladiacich nástrojov je aj programátor AVR Dragon, prostredníctvo ktorého bol procesor naprogramovaný.

6.1 Programátor AVR Dragon

Programátor AVR Dragon je vývojový prostriedok pre prácu s miktrokontrolórmi ATmega a ATtiny. Je v ňom zabudovaná kompletná podpora emulácie (simulácie) programu pre zariadenie s 32 kB alebo menej, Flash pamäte. Tento prostriedok podporuje aj mikrokontrolór ATmega8.

Obr. 6.1: AVR Dragon

Základné vlastnosti AVR Dragon:

- podporované programovacie a ladiace rozhranie,
- programovanie priamo v aplikácii - ISP 3-vodičové, signálové rozhranie, bez napájacieho napätia,
- JTAG programovací 4-vodičový, signálové IEEE® 1149.1 rozhranie,
- sériové programovanie vyšším napätím,
- paralelné programovanie,
- debugwire - jednovodičové AVR ladiace rozhranie,
- komunikácie s PC a napájanie prostredníctvom rozhrania USB,
- možnosť externého napájania.

6.1.1 Programovanie AVR pomocou ISP

ISP (In System Programming) umožňuje programovanie mikrokontrolórov zapojených v externej doske. To znamená, že samotný obvod nie je potrebné vyberať a vkladať do programátora. Pomocou 6 vodičov je pripájaný programátor k cieľovému obvodu. K prepojeniu bol použitý 6-pinový konektor (PFL) s roztečou 2,54 mm. Rozloženie signálov na konektoru, pripojené do AVR Dragon, je ukázané v tab. 6.1. Na procesor bol pripojený 10 pinový konektor, kde rozloženie signálov je zobrazené v tab. 6.2.

Konektor ISP :

Vývod 1	**MISO**	**UTG**	Vývod 2
Vývod 3	**SCK**	**MOSI**	Vývod 4
Vývod 5	**RESET**	**GND**	Vývod 6

Tab. 6.1: Rozloženie signálov na konektoru ISP

Vývod 1	**MOSI**	**+5 V**	Vývod 2
Vývod 3		**GND**	Vývod 4
Vývod 5	**RESET**	**GND**	Vývod 6
Vývod 7	**SCK**	**GND**	Vývod 8
Vývod 9	**MISO**	**GND**	Vývod 10

Tab. 6.2 Rozloženie signálov na konektoru ISP

ISP sa skladá z troch vodičov, a to *z Serial Clock (SCK) Master In – Slave Out (MISO) a Master Out – Slave In (MOSI).* Pri programovaní miktrokontrolóru programátor pracuje ako Master a programovaný obvod ako Slave.

6.2 Postup programovania, ukážka kódu

```
.include "m8def.inc"

.def acc=r16
```

Program sa začína vložením dátovej knižnice ATmega8 zo súboru m8def. V dátovej knižnici sa popisujú všetky I/O registre mien a I/O registre bitových mien. Register mien je reprezentovaný hexadecimálnou adresou a register bitových mien bitovým slovom (0 – 7). Ďalej sa pomenoval register 16 na acc, teda na akumulátor. Tento register sa najčastejšie používa na aritmetické operácie presunu.

```
;-----------------------------------------------------------
;reset and interrupt vector
;-----------------------------------------------------------
  rjmp main                     ;reset handle
  reti                          ;int0 handle
  reti                          ;int1 handle
  reti                          ;timer2 compare handle
  reti                          ;timer2 overflow handle
  reti                          ;timer1 capture handle
  reti                          ;timer1 compare a handle
  reti                          ;timer1 compare b handle
  reti                          ;timer1 overflow handle
  reti                          ;timer0 overflow handle
  reti                          ;spi transf complete handle
  reti                          ;uart rx complete handle
  reti                          ;uart udr empty handle
  reti                          ;uart tx complete handle
  reti                          ;adc complete handle
  reti                          ;eeprom ready handle
  reti                          ;analog comparator handle
  reti                          ;serial interface handler
  reti                          ;store pm ready handler
;///////////////////////////////////
```

Následne sa nastavujú prerušovacie a resetovacie adresy. Keďže program prebehne veľmi rýchlo, prerušovanie nakoniec nebolo využité. Bol využitý iba Reset, a to iba pripájaním a odpájaním napäťového zdroja.

```
;-----------------------------------------------------
main:
  ldi acc,0x5f                ;inicializacia zasobniku RAM
  out spl,acc
  ldi acc,0x04
  out sph,acc
  rcall rs232_setup           ;nastavenie serioveho portu
  rcall adns_setup
  rcall wait200us
  rcall wait200us
  ldi acc,0

main_loop:
  rcall rs232
  rjmp main_loop
;/////////////////////////////////////
```

Tu sa začína hlavný program, kde sa najprv nastavuje zásobník. Potom sa volajú podprogramy pre rozhranie RS232, senzor ADNS a nakoniec inicializácia akumulátora. Main_loop je načítanie hlavného cyklu pre podprogram rs232. Táto slučka beží stále dokola.

```
;-----------------------------------------------------
rs232_setup:
;baud rate=2400 xtal=16MHz ubrr=832 u2x=1 error=0%
;-----------------------------------------------------
  ldi acc,0x03
  out ubrrh,acc
  ldi acc,0x40
  out ubrrl,acc               ;nahranie prenosovej rychlosti

  ldi acc,0b00011000
  out ucsrb,acc
  ldi acc,0b10000110
  out ucsrc,acc
  ldi acc,0b01000010
  out ucsra,acc
  ret
;/////////////////////////////////////////////
```

V tomto podprograme sa inicializuje rozhranie sériového portu. Portu, kde sa vysielajú a prijímajú údaje. Taktiež sa nastavuje prenosová rýchlosť pre rozhranie RS232.

Hodnotu 16-bitového registra UBRR (Baud Rate Register) sme získali zo vzorca $UBRR = \frac{f_{osc}}{8*BAUND} - 1$ [1], kde f_{osc} je externý oscilátor a jeho veľkosť je 16MHz. Jednotka USART pracuje na asynchrónnom režime s dvojnásobnou rýchlosťou, a preto sa volil bit U2X. Hodnota UBRR vyšla približne 832,333. Táto hodnota bola zaokrúhlená podľa tabuľky 63 z [1] na 832.

Načítanie stavových registrov:

UCSRA:
B7=0-signalizacia prijatého bytu(len na čítanie)
B6=1-signalizacia odoslaného bytu(zápis jednotky výmaze tento bit)
B5=0-signalizacia vyprázdnenia vysielacieho bufera(v programe sa nepoužíva- len čítanie)
B4=0-signalizacia nedodržania formátu slova(len čítanie)
B3=0-signalizacia prepísania prijatých dát(len čítanie)
B2=0-chyba parity(len na čítanie, parita sa nepoužíva)
B1=1-dvojnasobna rýchlosť USARTU
B0=0-zakaz multiprocesorového komunikačného módu

UCSRB:
Bit7=0-zakaz prerušenia pri prijatí bytu
Bit6=0-zakaz prerušenia pri odoslaní bytu
Bit5=0-zakaz prerušenia pri vyprázdnení dátového registra
Bit4=1-povolenie prijímania bytov cez USART
Bit3=1-povolenie vysielania cez USART
Bit2=0-nastavenie 8-bitoveho dátového slova(v spolupráci s UCSRC)
Bit1=0-prijaty deviaty bit(nepoužíva sa 9-bitove dátové slovo)
Bit0=0-vysielany deviaty bit(nepoužíva sa 9-bitove dátové slovo)

UCSRC:
B7=1-určuje, že práve zapisuje do UCSRC
B6=0-asynchronna operácia USART
B5 a B4=0-zakaz parity(tab.56)
B3=0-jeden stop bit
B2 a B1=1-8 bitové dátové slovo
B0=0-vyuzite len pre synchrónny mód(tu sa nevyužíva)

```
;-------------------------------------------------------------------------------
adns_setup:                     ;nastavenie adns komunikacie

;-------------------------------------------------------------------------------
  cbi ddrc,0                    ;set pc0 inactive(second sdio)
  cbi portc,0                   ;pc0 bez pull-up rezistor

  sbi portc,2                   ;pc2=sck high
  sbi ddrc,2                    ;pc2=sck nastaveny ako vystup

  sbi portc,1                   ;pc1=sdio pull-up
  cbi ddrc,1                    ;pc1=sdio vstup
    ;zapis preveho bytu
  sbi portc,1
  sbi ddrc,1                    ;sdio vystup
  ldi r20,0b10000000            ;adresa kofiguracneho registeru
  ldi r21,8                     ;init citaca cyklu
adns_set1_loop:                 ;zapis adresy kofiguracneho registeru s msb=1
  cbi portc,2                   ;clock down
  rcall wait300ns
  cbi portc,1                   ;setup sdio
  sbrc r20,7                    ;setup sdio
  sbi portc,1                   ;setup sdio
  rcall wait300ns
  sbi portc,2                   ;clock high
  rcall wait300ns
  lsl r20                       ;presun dolava adresu bitov
  dec r21                       ;aktualizacia citaca cyklu
  brne adns_set1_loop           ;dalsi cyklus?
    ;zapis drueho bytu
  ldi r20,0b00000001            ;nova hodnota pre pre kofiguracny registe:
  ldi r21,8                     ;init citaca cyklu
adns_set2_loop:
  cbi portc,2                   ;clock down
  rcall wait300ns
  cbi portc,1                   ;setup sdio
  sbrc r20,7                    ;setup sdio
  sbi portc,1                   ;setup sdio
  rcall wait300ns
  sbi portc,2                   ;clock high
  rcall wait300ns
  lsl r20                       ;presun dolava adresu bitov
  dec r21                       ;aktualizacia citaca cyklu
  brne adns_set2_loop           ;dalsi cyklus?
  ret
;///////////////////////////////////////////////
```

Pin 0 na mikroprocesore je trvale nastavený ako vysokoimpedančný a správa sa, ako keby tam nebol pripojený. Tu sa nastavuje SCK, aby z ADNS-2610 vychádzali hodinové výstupy, t.j. pin SCK na mikroprocesore je vždy nastavený ako výstupný. Tu sa posiela prvý bite z mikroprocesora a SDIO je nastavený ako výstupný. Pri zápise prvého bytu sa použila slučka, ktorá prebehne osemkrát, pomocou ktorej sa vyšle 8 bitov. Register R21 je využitý ako počítadlo bitov, ktoré sa slučke pošlú.

Pri zápise druhého bytu, kde sa najprv inicializuje ADNS-2610 senzor, sa pošle druhý byte do konfiguračného registra. Slučka prebehne tak isto ako pri zápise prvého bytu. Týmto podprogramom sa nastavil ADNS senzor.

```
;-----------------------------------------------------------------------------------------
rs232:                          ;overenie prichadzajuceho bytu
                                ;zaciatok citania senzoru and prenosu suradnic
;-----------------------------------------------------------------------------------------
  in acc,ucsra                  ;citani uart status
  sbrs acc,7                    ;skok ak prijal byty
  ret                           ;zadny prijaty byte,vratenie
  in acc,udr                    ;citanie prijateho bytu
  cpi acc,1                     ;porovnanie s adresou
  breq rs232val                 ;vetva ak je platna adresa
  ret                           ;neplatny byte,vratenie
rs232val:
  rcall adns_read
    ;prenos delta y
rs232send_y:
  in acc,ucsra                  ;citani uart statusu
  sbrs acc,5                    ;skok ak udre je pripraveny
  rjmp rs232send_y              ;cakanie udre ci je pripraveny pred zaslanim delta y
  out udr,r22                   ;posle delta y
    ;prenos delta x
rs232send_x:
  in acc,ucsra                  ;citani uart statusu
  sbrs acc,5                    ;skok ak udre je priraveny
  rjmp rs232send_x              ;cakanie udre ci je pripraveny pred zaslanim delta x
  out udr,r23                   ;posle delta x
  ret
;/////////////////////////////////////////////
```

V tejto časti programu sa načítavajú byty z UART, kde sa následne overujú s adresou myšky. V prípade, ak bude platná adresa, prejde na podprogram adns_read, kde sa vyhodnocujú súradnice X a Y. Tieto súradnice sa posielajú cez RS232 do terminálu, pričom sa najprv odošle súradnica Y a potom súradnica X.

```
;-----------------------------------------------------------------------
adns_read:                      ;read from adns
;vratenie hodnt:r22=delta y, r23=delta x
;-----------------------------------------------------------------------
    ;citanie regsitru delta y
  sbi portc,1
  sbi ddrc,1                    ;sdio ako vystup
  ldi r20,0x02                  ;adresa delta y
  ldi r21,8                     ;init citaca cyklu
adns_rdy1_loop:                 ;zapis z registeru delta y
  cbi portc,2                   ;clock down
  rcall wait300ns
  cbi portc,1                   ;setup sdio
  sbrc r20,7                    ;setup sdio
  sbi portc,1                   ;setup sdio
  rcall wait300ns
  sbi portc,2                   ;clock high
  rcall wait300ns
  lsl r20                       ;presun dolava adresu bitov
  dec r21                       ;aktualizacia citaca cyklu
  brne adns_rdy1_loop           ;dalsi cykus?

  sbi portc,1                   ;data wire pull-up
  cbi ddrc,1                    ;sdio ako vystup
  rcall wait200us               ;cakanie medzi adresou and datami

  ldi r21,8                     ;init citaca cyklu
  ldi r22,0                     ;init delta y registru
adns_rdy2_loop:                 ;zapis adresy z registru delta y
  cbi portc,2                   ;clock down
  rcall wait300ns
  clc                           ;carry=0
  sbic pinc,1                   ;skok ak bit z adsn=0
  sec                           ;carry=1
  rol r22                       ;carry to r22/bit0
  sbi portc,2                   ;clock high
  dec r21                       ;aktualizacia citaca cyklu
  brne adns_rdy2_loop           ;dalsi cykus?
  rcall wait200us
```

Tento podprogram prebieha v podobných slučkách ako v adns_setup s tým rozdielom, že tu ide už o čítanie. V prvej časti sa nastavuje SDIO ako výstupný a potom sa inicializuje čitač cyklu.

Slučka, ktorá číta bite pohybu Y, bude po jednom bite ukladať do registra R22, a to pomocou bitu carry. Keď pôjdu hodiny dolu, najprv sa carry bit vynuluje. Carry bit je bit v stavovom registre mikroprocesora, ktorý sa ovláda inštrukciou clc (clear carry) alebo sec (set carry). SBIC sa otestuje pinc 1. Ak je vstupno-výstupný pin 1 nulový, tak inštrukcia preskočí inštrukciu, ktorú carry bit nastavuje.

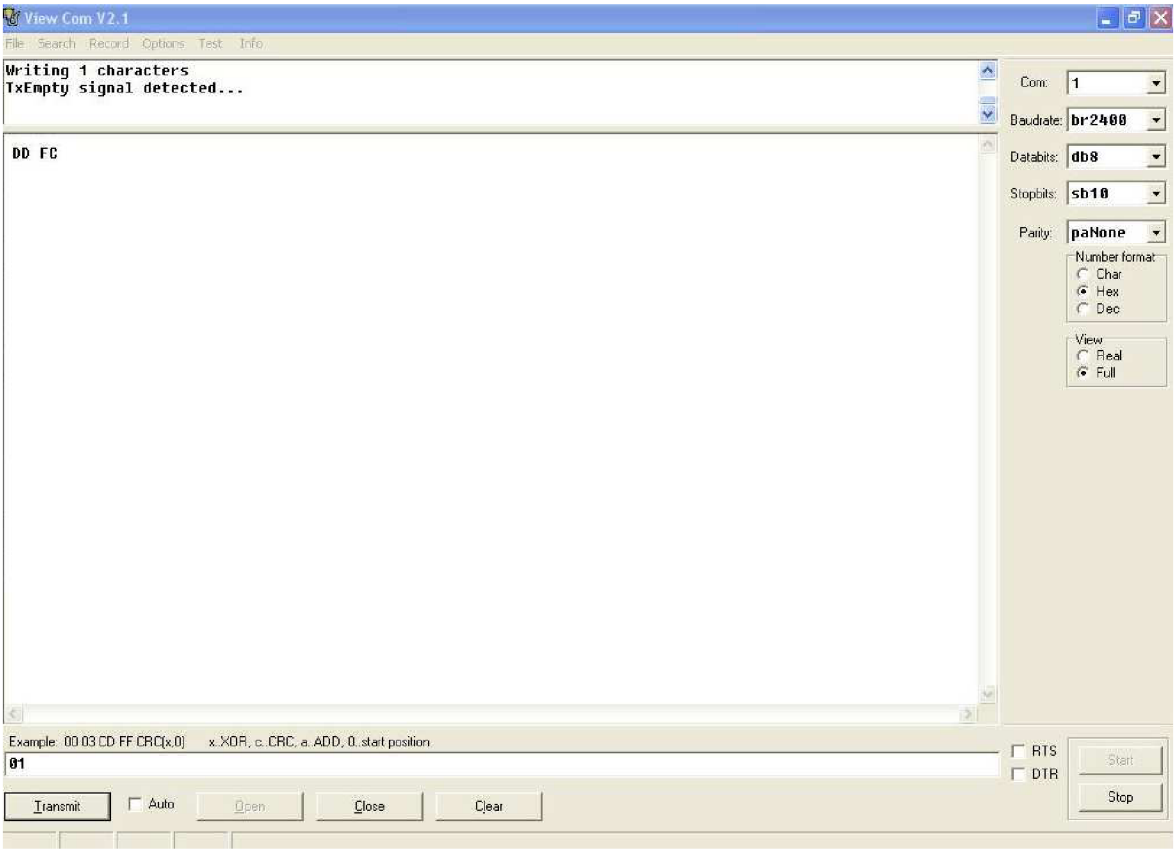
V ďalšej inštrukcii je carry bit nastavený ako pin, čiže je skopírovaná hodnota toho pinu do bitu carry. Inštrukciou ROL sa posunie register R22 tak, že do nultého bitu tohto registra sa zasunie bit carry. Hodnota tohto pinu sa dostane na nulovú pozíciu registra R22. Toto prebehne osemkrát tak, že prvý bit sa dostane na siedme miesto registra R22. Tým sa prijate sériové bity dostanú do paralelného 8-bitoveho registra. Po výstupe z tejto slučky sú v registri R22 načíta Y súradnica.

```
    ;citane registru delta x
  sbi portc,1
  sbi ddrc,1                ;sdio as vystup
  ldi r20,0x03              ;adresa z delta x
  ldi r21,8                 ;init citaca cyklu
adns_rdx1_loop:             ;zapis adresy z registru delta x
  cbi portc,2               ;clock down
  rcall wait300ns
  cbi portc,1               ;nastavenie sdio
  sbrc r20,7                ;nastavenie sdio
  sbi portc,1               ;nastavenie sdio
  rcall wait300ns
  sbi portc,2               ;clock high
  rcall wait300ns
  lsl r20                   ;spresun dolava adresu bitov
  dec r21                   ;aktualizacia citaca cyklu
  brne adns_rdx1_loop       ;dalsi cyklus?

  sbi portc,1               ;data wire pull-up
  cbi ddrc,1                ;sdio vystup
  rcall wait200us           ;cakanie medzi adresou and datami

  ldi r21,8                 ;init citaca cyklu
  ldi r23,0                 ;init delta x registru
adns_rdx2_loop:
  cbi portc,2               ;clock down
  rcall wait300ns
  clc                       ;carry=0
  sbic pinc,1               ;skok ak bit z adsn=0
  sec                       ;carry=1
  rol r23                   ;carry to r22/bit0
  sbi portc,2               ;clock high
  dec r21                   ;aktualizacia citaca cyklu
  brne adns_rdx2_loop       ;dalsi cyklus?
  rcall wait300ns
  ret
;////////////////////////////////////////////
```

Čítanie registru delta X prebieha rovnako ako pri čítaní registru delta Y, až na to, že tu sa využíval register R23.

6.2.1 Ukážka na PC

Zobrazovanie súradníc X a Y sa robilo cez program ViewCom 2.1. ViewCom je aplikácia, ktorá umožňuje veľmi jednoduchú a rýchlu obsluhu sériového portu. Prijaté dáta konvertuje do rôznych číselných sústav a k vysielaným dátam môže priložiť rôzne typy vypočítaných CRC kódov.



Obr. 6.2 Okno ViewComu

Vzhľadom k tomu, že tento program načítava súradnice X a Y, bolo potrebné urobiť určité nastavenia:
Ako prvé som nastavil Com na 1, t.j. snímač som spojil s počítačom cez sériový port 1. Ďalej som použil prenosovú rýchlosť aká bola použitá pri programovaní (baudrate 2400). Nakoniec som nastavil počet prenášaných bytov na 8. Pri tomto prenose súradníc nebolo treba nastaviť paritu, a to z toho dôvodu, že vzdialenosť medzi počítačom a snímačom je malá a nedochádza k strate dát. Podľa tab. 6.3 za použitej rýchlosti 2400 baud by nemalo dochádzať k strate dát, a to do dĺžky pripájacieho káblu 900 m.

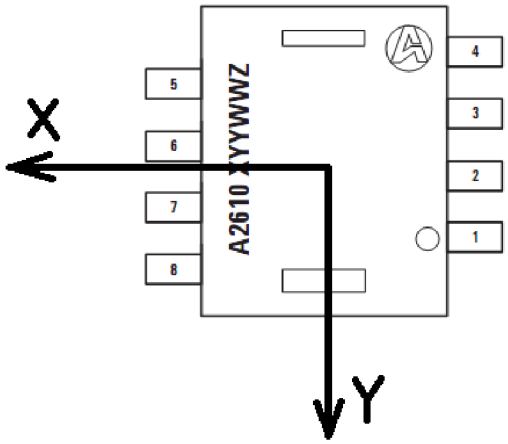
Baud rate [Bd]	Max length [ft]	Max length [m]
19 200	50	15
9 600	500	150
4 800	1 000	300
2 400	3 000	900

Obr. 6.3: Maximálna dĺžka vedenia

DD a FC sú hodnoty súradníc. Pričom DD je Y-ová súradnica a FC je X-ová súradnica. Tieto súradnice sú zobrazené v hexagonálnom tvare. 01 je adresa nášho senzora. Pri zadaní inej hodnoty ako je 01 sa nebude prijímať poloha snímača.

7 TESTOVANIE SENZORA

Táto kapitola sa zaoberá vlastnosťami senzora, ktorý sa testoval na rôznych typoch povrchov, pričom pri každom type povrchu bola nastavená rôzna výška polohy senzora. Pri testovaní senzora sa určila dráha, po ktorej sa senzor pohyboval. Dráha zodpovedala vzdialenosti 7F. Súradnice X a Y sa zobrazili v termináli v podobe hexagonálneho čísla. Meranie prebiehalo v ose Y (obr. 7.1).



Obr. 7.1: Znázornenie súradnicového systému X a Y

Týmto spôsobom som chcel zistiť, či snímač na odlišných povrchov zmeria takú istú dráhu, aká bola vopred vyznačená.

Samotné meranie prebiehalo na povrchoch:
- *bielom lesklom papieri,*
- *lesklom papieri v rôznych farebných prevedeniach,*
- *kartónovom obale,*
-*priehľadnom plastovom obale, pod ktorým sa nachádzal:*
    1. *žiadny materiál,*
    2. *materiál s lesklým povrchom,*
    3. *kartónový obal.*

7.1 Tabuľky vzdialeností nameraných snímačom

Tab. 7.1: Vzdialenosti namerané snímačom pri nastavenej výške 2 [mm]

Priehľadný plastový obal								
Žiadny materál			Materiál s lesklým povrchom			Kartónový obal		
t [s]	Y	X	t [s]	Y	X	t [s]	Y	X
2,3	7F	C8	2,1	6D	F5	3,1	7F	05
1,7	40	0C	1,2	0F	FC	1,2	7C	A9
0,7	0C	F8	0,4	08	FD	0,6	7F	FB

Tab. 7.2: Vzdialenosti namerané snímačom pri nastavenej výške 2 [mm]

Biely lesklý papier			Lesklý papier v rôznych farebných prevedeniach			Kartónový obal		
t [s]	Y	X	t [s]	Y	X	t [s]	Y	X
5,4	7F	09	2,3	7F	D2	2,7	7F	5B
2,0	7F	2B	1,2	7F	01	1,1	7F	4B
0,8	7F	19	0,4	7F	FF	0,4	7F	08

Tab. 7.3: Vzdialenosti namerané snímačom pri nastavenej výške 5 [mm]

Priehľadný plastový obal								
Žiadny materál			Materiál s lesklým povrchom			Kartónový obal		
t [s]	Y	X	t [s]	Y	X	t [s]	Y	X
2,1	00	00	2,8	00	00	2,1	00	00
1,2	00	00	1,0	00	00	1,5	00	00
0,7	00	00	0,5	00	00	0,6	00	00

Tab. 7.4: Vzdialenosti namerané snímačom pri nastavenej výške 5 [mm]

Biely lesklý papier			Lesklý papier v rôznych farebných prevedeniach			Kartónový obal		
t [s]	Y	X	t [s]	Y	X	t [s]	Y	X
3,1	00	00	3,1	79	C6	2,1	73	F0
1,7	00	00	1,9	7F	CE	1,5	7F	DD
0,4	00	00	1,1	7E	EB	0,7	7F	09

Tab. 7.5: Vzdialenosti namerané snímačom pri nastavenej výške 1 [mm]

Priehľadný plastový obal								
Žiadny materál			Materiál s lesklým povrchom			Kartónový obal		
t [s]	Y	X	t [s]	Y	X	t [s]	Y	X
2,4	7F	FD	2,2	01	00	2,7	7F	F8
1,1	26	06	1,7	03	00	1,7	7F	E4
0,8	00	00	1,0	0B	00	0,7	7F	11

Tab. 7.6 Vzdialenosti namerané snímačom pri nastavenej výške 1 [mm]

Biely lesklý papier			Lesklý papier v rôznych farebných prevedeniach			Kartónový obal		
t [s]	Y	X	t [s]	Y	X	t [s]	Y	X
2,4	7F	F0	2,1	7F	B6	2,4	7F	80
1,7	7F	0A	1,1	7F	9D	1,0	7F	EB
0,9	7F	FD	0,7	7F	06	0,7	7F	F8

Vyššie uvedené tabuľky hovoria o tom, že snímač je veľmi závislý na akom type povrchu sa pohybuje a v akej je nastavenej polohe. Z nameraných hodnôt uvedených v tabuľkách možno vidieť, že senzor pri nastavení vyššej polohy nedokáže zaznamenať súradnice X a Y. V prípade ich zaznamenania, hodnoty polohy snímača sú odlišné od vzdialenosti, ktorú snímač v skutočnosti vykonal. Z uvedeného vyplýva, že *nevhodným nastavením výšky polohy snímača dochádza k zaznamenávaniu nepravdivých údajov snímača o jeho polohe.* V datasheete [3] je uvedená ideálna výška senzora, a to o veľkosti 2 [mm]. Vlastnosti snímača pri tejto výške sú popísané v tab. 7.1 a 7.2. Z hodnôt uvedených v týchto tabuľkách som zistil, že snímač dokáže merať polohu aj na priesvitných materiáloch, ale za cenu veľkých výchyliek od reálnej vzdialenosti. Vzhľadom k tomu, že nedošlo k vykonávaniu priamočiareho pohybu, boli zaznamenané hodnoty polohy senzoru aj v súradnici X.

8 ZÁVER

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo použiť optický snímač ADNS-2610 na meranie polohy pre micromouse. Tento senzor sa nachádza v takmer každej optickej myši. Na realizovanie tejto práce bolo treba preštudovať, ako toto zariadenie pracuje.

Samotný princíp činnosti senzoru spočíva v tom, že za pomoci LED diódy a šošoviek sa osvetľuje povrch pod snímačom. Tento senzor sníma osvetlený povrch, ktorý sa skladá z osvetlených častí a tieňov, resp. sníma štruktúru telesa, po ktorom sa pohybuje. Ako bolo spomenuté v kapitole 2, tento typ senzoru dokáže nasnímať 1500 obrázkov za sekundu pri rozlíšení 400 cpi. Tieto snímky ďalej posiela do procesoru vo forme X a Y súradníc, ktoré sú následne poslané cez RS232 rozhranie do terminálu, kde boli zobrazené. Ako zvolený terminál bol zvolený program WiewCom 2.1. Tento program je voľne dostupný na internete spolu s návodmi na použitie. V tomto programe sa museli najprv nastaviť parametre ako prenosová rýchlosť, paritu, použitý port. Zo schémy z prílohy je vidieť, že sú na mikroprocesore použité na komunikáciu 3 porty, no nakoniec vystačili iba 2 porty, kde jeden je použitý na SCK a druhý na prenos dát.

Keďže snímač má byť použitý pre roboty typu micromouse, bolo treba navrhnúť vhodný plošný spoj, ktorý mal čo najmenšie rozmery. Samotný návrh schémy a dosky plošného zapojenia bol navrhnutý v programe EAGLE. Predtým než sa do programu začali vkladať súčiastky, museli sa najprv upraviť, aby sedeli rozmery kontaktov v programe s reálnymi súčiastkami. Všetky súčiastky boli zakúpene vo veľkoobchode GM electronic, až na senzor ADNS-2610, ktorý bol vybraný zo starej optickej myši. Ako prvé bolo treba navrhnúť napájací zdroj, ktorý reguluje napätí 12 V na 5 V. Doska je napájaná sieťovo nastaviteľným adaptérom 1,5 – 12 V. Snímač aj mikroprocesor musia byť napájané na 5 V, preto bolo potrebné do zdroja napätia zakomponovať regulátor napätia. Ako regulátor napätia bol zvolený LF50CDT, ktorý pre správnu funkčnosť potreboval paralelne zapojene kondenzátory (pre stabilizáciu napätia). Schéma a doska plošného zapojenia je priložená v prílohách.

Zo záverov bakalárskej práce vyplynulo, že ***daný snímač je spoľahlivý, je vhodný na také povrchy, ktoré nie sú lesklé, zrkadlovité a priehľadné. Výroba tohto senzora nie je veľmi nákladná. Čo sa týka finančných prostriedkov, vyšla do sumy 200 KČ, pričom sa nepočíta programátor použitý na naprogramovanie mikroprocesoru.***

Zoznam použitej literatúry

[1] Atmel, ATmega8 datasheet. Dostupný z WWW: <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf>

[2] Výuka návrhového systému EAGLE. Dostupný z WWW: <http://paja-trb.unas.cz/elektronika/eagle/manual_prace_v_eagle.zip>

[3] Avago Technologies Inc., ADNS-2610 datasheet. Dostupný z WWW: <http://www.avagotech.com/docs/AV02-1184EN>

[4] Maxim, MAX232 datasheet. Doatupný z WWW: <http://www.datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX220-MAX249.pdf>

[5] Krejčířik,A. Napájecí zdroje I. BEN 1996. ISBN 80-86056-02-3

[6] AVR [online]. Dostupný z WWW: <http://avr.hw.cz>

[7] RS232 rozhraní [online]. Dostupný z WWW: <http://hw.cz/rs-232>

ZOZNAM PRÍLOH

- OBSAH CD

Priložené CD obsahuje:

- Program ATmega8 – obsahuje hlavný zdrojový súbor a potrebné hlavičkové súbory
- Schéma – obsahuje schéma a dosku spojov pre aplikáciu Eagle
- Datasheety – datasheety použitých súčiastok
- Bakalársku prácu

- ZOZNAM SÚČIASTOK

// keramické kondenzátory

100nF	C1,C9,C16,C5
22pF	C6,C7

// tantalové kondenzátory

1uF	C11,C12,C13,C14
10uF/16V	C15,C8
2,2uF	C10

// KONDENZATORY ELEKTROLYTICKÉ

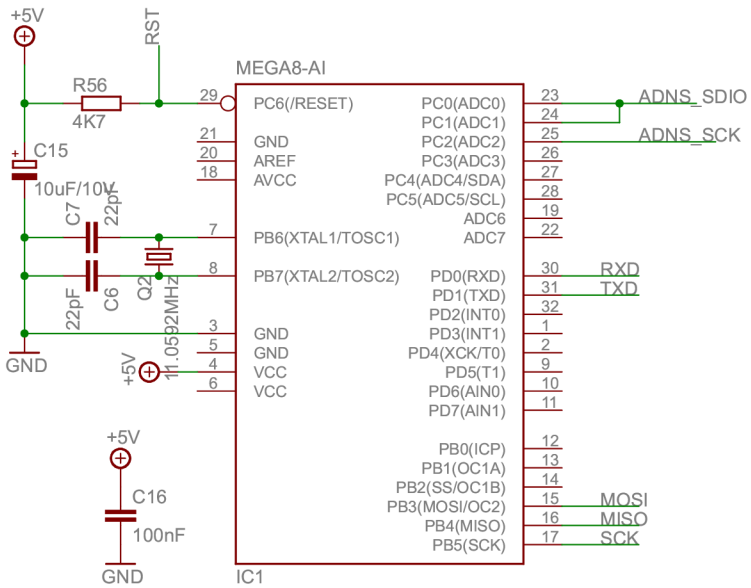
330uF/16	C2
470uF/10	C3

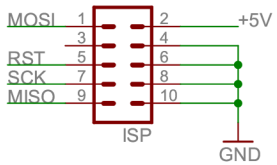
// REZISTORY

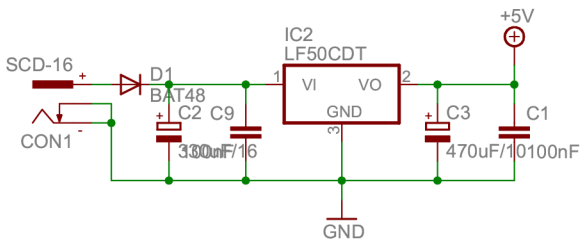
56R	R1
1k	R2
100k	R3
2K5	R5
4K7	R56

BAT48	D1
LED3MM/2mA	LED1
LF50CDT	IC2
CON1	SCD-16
D3	LED_5
IC1	ATmega8-16AU
IC3	MAX232CWE
ML10	ISP
24MHz	Q1
11.0592MHz	Q2
2N3906	Q3
ANDS-2610	
M09H	X1

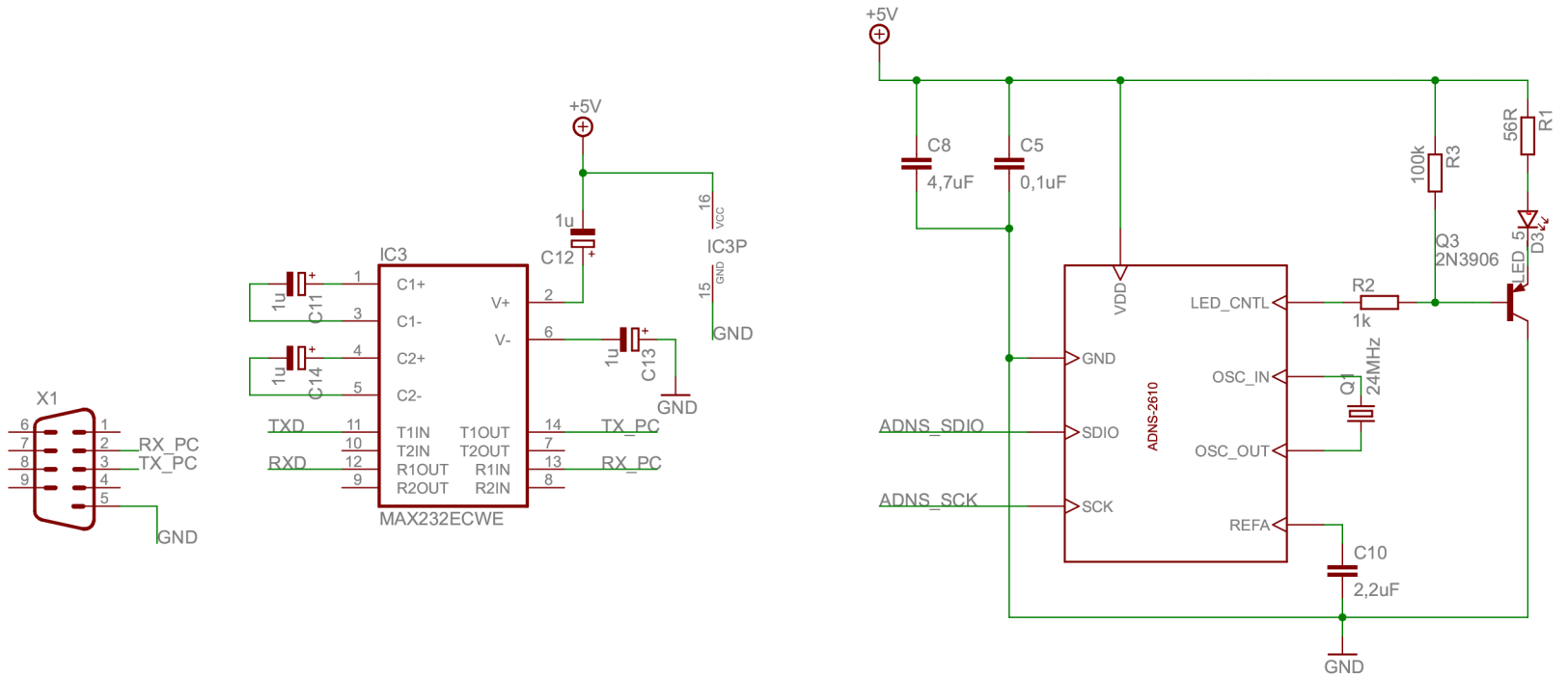
- SCHÉMA PLOŠNÉHO ZAPOJENIA







TITLE: opticky snimac	
Document Number:	REV:
Date: 28. 5. 2010 16:07:24	Sheet: 1/2



TITLE: opticky snimac	
Document Number:	REV:
Date: 28. 5. 2010 16:07:24	Sheet: 2/2