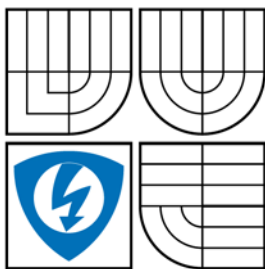


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

ŘÍDICÍ SYSTÉM PRO MOBILNÍ PLATFORMU CONTROL SYSTEM FOR A MOBILE PLATFORM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

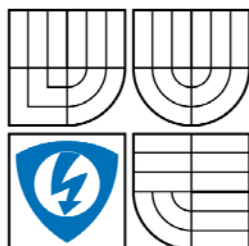
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

IMRICH SÁRKÖZY

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. LUDĚK ŽALUD, PH.D.

BRNO 2009



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Automatizační a měřicí technika

Student: Imrich Sárközy
Ročník: 3

ID: 98030
Akademický rok: 2008/2009

NÁZEV TÉMATU:

Řídicí systém pro mobilní platformu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte mikroprocesorový řídicí systém pro mobilní platformu. Seznamte se s vhodnými mikrokontroléry, navrhněte schéma systému, počítejte s možností rozšíření o snímače neelektrických veličin. Navržený systém prakticky realizujte a otestujte.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle vlastního literárního průzkumu a doporučení vedoucího práce.

Termín zadání: 9.2.2009

Termín odevzdání: 1.6.2009

Vedoucí práce: doc. Ing. Luděk Žalud, Ph.D.

prof. Ing. Pavel Jura, CSc.
Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

Abstrakt

Cieľom projektu je navrhnuť a realizovať obvod s mikrokontrolérom, ktorý bude mať za úlohu riadiť mobilnú jednotku osadenú kamerou a snímačmi neelektrických veličín.

Prvá časť projektu zahrňuje návrh schémy obvodu a odladenie riadiaceho programu mikrokontroléru, aby na základe prijatých údajov vygeneroval správne ošetrovanie riadiacich periférií.

Druhá časť projektu zahrňuje návrh obvodov pre snímače neelektrických veličín. Pripojenie týchto snímačov na vopred pripravené miesto, doplnenie riadiaceho programu mikrokontroléru o spracovanie prijatých údajov zo snímačov a ich vyslanie cez bluetooth.

Kľúčové slová

AVR, ATmega 8, RS 232, ULN 2803, L293B, OEMSPA 310, riadiaci systém, mobilná platforma, mikroprocesor, riadenie, bluetooth, SRF08, ACC 7260, pohon

Abstract

The aim of this work is to design a control system for a mobile platform with an AVR microcontroller. It's function is to control two DC motors, one stepper motor and read information from sensors.

At first, our work is to develop an electrical scheme and circuit boards for the control system. Debug the microcontroller's program for correct handling of the peripherals.

The next step is to connect sensors for non electric quantity and modify the microcontroller's program to handle them and send received data from them via bluetooth connection.

Key words

AVR, ATmega 8, RS 232, ULN 2803, L293B, OEMSPA 310, control system, mobile platform, microprocessor, control, bluetooth, SRF08, ACC 7260, actuator

Bibliografická citácia

SÁRKÖZY, I. *Řídicí systém pro mobilní platformu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 52 s.
Vedúci bakalárskej práce doc. Ing. Luděk Žalud, Ph.D.

Prehlásenie

„Prehlasujem, že som svoju bakalársku prácu na tému "Řídicí systém pro mobilní platformu" vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej bakalárskej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto bakalárskej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, hlavne som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích osobnostných autorských práv a som si plného vedomia následkov porušenia ustanovenia § 11 a autorského zákona č. 121/2000 Sb., vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia § 152 trestného zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brne dňa: **1. júna 2009**

.....
podpis autora

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu bakalárskej práce doc. Ing. Luděkovi Žaludovi, Ph.D. za účinnú metodickú, pedagogickú a odbornú pomoc a ďalšie cenné rady pri zpracovaní mojej bakalárskej práce.

V Brne dňa: **1. júna 2009**

.....
podpis autora

OBSAH

1. ÚVOD	10
2. OBOZNÁMENIE S MIKROKONTROLÉRMÍ	11
2.1 ATMEL AVR ATmega 8	12
2.2 A/D prevodník mikrokontroléru	15
2.3 TWI mikrokontroléru (I ² C) [3]	16
3. POPIS A REALIZÁCIA.....	18
3.1 Bloková schéma riadiaceho systému	18
3.2 Rozhranie RS 232	18
3.3 Bluetooth [4]	20
3.4 Priemyselný bluetooth OEMSPA 310	22
3.4.1 Rozširujúca doska pre bluetooth modul	23
3.4.2 Konfigurácia modulu	24
3.5 Osemtaktné ovládanie krokových motorov	25
3.6 Darlingtonové tranzistorové pole ULN 2803.....	27
3.7 Riadenie jednosmerných motorov	28
3.8 Snímače neelektrických veličín	30
3.8.1 Ultrazvukový snímač vzdialenosti SRF08	30
3.8.2 Trojosý akcelerometer ACC7260	32
3.9 Napájanie obvodov	33
3.10 Programátor STK 500	34
3.11 Popis softwarového vybavenia.....	35
3.11.1 Firmware pre mikrokontrolér.....	35
3.11.2 Ovládací program mobilnej platformy.....	38
3.11.3 Snímanie obrazu cez bluetooth	40
4. ZÁVER.....	41
5. ZOZNAM LITERATÚRY	42
6. ZOZNAMY	44
6.1 Zoznam skratiek.....	44
6.2 Zoznam príloh.....	45
6.3 Obsah priloženého CD.....	45

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obr.2.1: Bloková schéma ATmega 8.....	11
Obr. 2.2: Popis vývodov mikrokontroléru ATmega 8	12
Obr. 2.3: Asynchronný sériový prenos	13
Obr. 2.4: Zjednodušená bloková schéma prijímača.....	14
Obr. 2.5: Bloková schéma A/D prevodníku.....	15
Obr. 2.6: Prepojenie zbernice I ² C	16
Obr. 2.7: Ukážka prenosu adresy po zbernici I ² C.....	17
Obr. 3.1: Bloková schéma riadiaceho systému	18
Obr. 3.2: Zapojenie obvodu MAX 232	19
Obr. 3.3: Popis konektoru RS 232	19
Obr. 3.4: Bloková schéma bluetooth terminálu	20
Obr. 3.5: Topológia siete ad – hoc	21
Obr. 3.6: OEMSPA 310	22
Obr. 3.7: Krokový motor.....	25
Obr. 3.8: Budenie cievok krokového motora	26
Obr. 3.9: Rozloženie cievok krokového motora	26
Obr. 3.10: Štruktúra obvodu tranzistorového pola ULN 2803	27
Obr. 3.11: Zjednodušené zapojenie 4 tranzistorov do H – mostíku.....	28
Obr. 3.12: Rozloženie nožičiek obvodu L293B.....	29
Obr. 3.13: Ultrazvukový diaľkomer SRF08.....	31
Obr. 3.14: Trojosý akcelerometer ACC7260	32
Obr. 3.15: Programátor STK 500.....	34
Obr. 3.16: Vývojový diagram firmwaru mikrokontroléru	35
Obr. 3.17: Ukážka rozhrania riadiacej aplikácie.....	38
Obr. 3.18: Ukážka rozhrania Mobiola Web Camera.....	40

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 3.1: Popis komunikačných pinov mikrokontroléru.....	18
Tab. 3.2: Popis kontaktov konektoru RS 232	20
Tab. 3.3: Popis kontaktov konektoru J2 pre prepojenie OEMSPA310	23
Tab. 3.4: Význam indikačných LED diod OEMSPA310	24
Tab. 3.5: Ovládanie obvodu L293B.....	29
Tab. 3.6: Popis registrov diaľkomeru SRF08	31
Tab. 3.7: Popis príkazov diaľkomeru SRF08.....	31
Tab. 3.8: Konfigurácia meracieho rozsahu modulu ACC7260.....	33
Tab. 3.9: Popis SPI zapojenia	34
Tab. 3.10: Popis kódov firmwaru.....	36

1. ÚVOD

Úvodom by sme radi priblížili, že cieľom tejto bakalárskej práce je zoznámiť sa s mikrokontrolérmi ATMEL AVR ATMEGA8, vytvoriť návrh riadiaceho systému pre mobilnú platformu – navrhnuť schému zapojenia a dosku plošných spojov v CAD systéme EAGLE. Naprogramovať riadiaci algoritmus pre mikrokontrolér. Skonstruovať navrhnutú dosku plošných spojov, osadiť a odladiť.

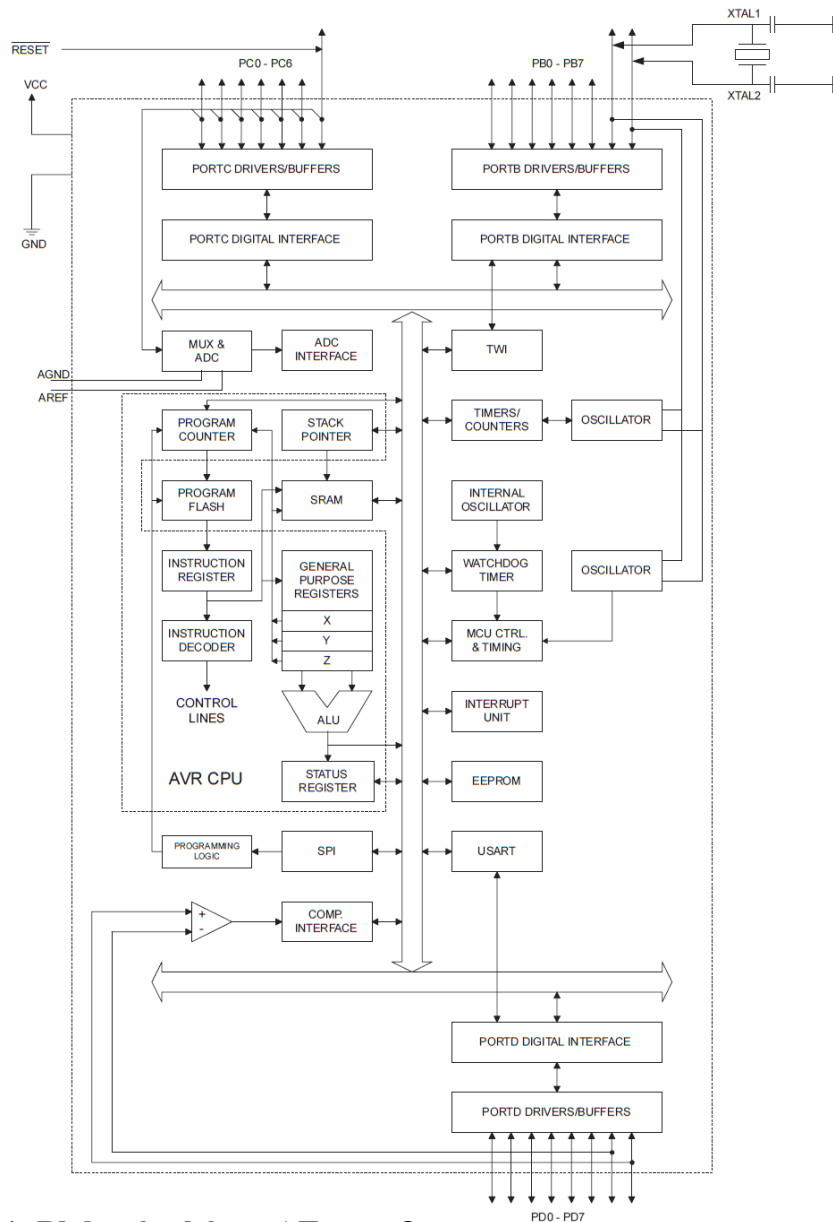
Riadiaci systém má slúžiť na ovládanie dvoch jednosmerných motorov - pohon mobilnej platformy a na ovládanie krokového motora – polohovanie kamery, ďalej na spracovanie nameraných údajov z ultrazvukového snímača a akcelerometru. Celý riadiaci systém bude ovládaný aplikáciou z počítača, ktorý bude spracovávať video z kamery a bude komunikovať cez virtuálny komunikačný port COM bluetoothu.

2. OBOZNÁMENIE S MIKROKONTROLÉRMÍ

Mikroprocesor je pomerne zložitý číslicový obvod, ktorý pomocou nahraného programu vykonáva sled aritmetických a logických operácií. Týmto vlastne docielime, že sa vykonávajú nami požadované funkcie.

Mikrokontrolér (jednočipový mikroradič) predstavuje spojenie mikroprocesoru s pamäťou a obvodmi rozhrania. Čip je opatrený príslušnými vývodmi, ktoré sa môžu používať k priamemu riadeniu pripojených zariadení.

Pre realizáciu zadania sme zvolili mikrokontrolér rady ATMEL AVR, sú to nízkopríkonové 8 bitové mikrokontroléry založené na AVR RISC architektúre.



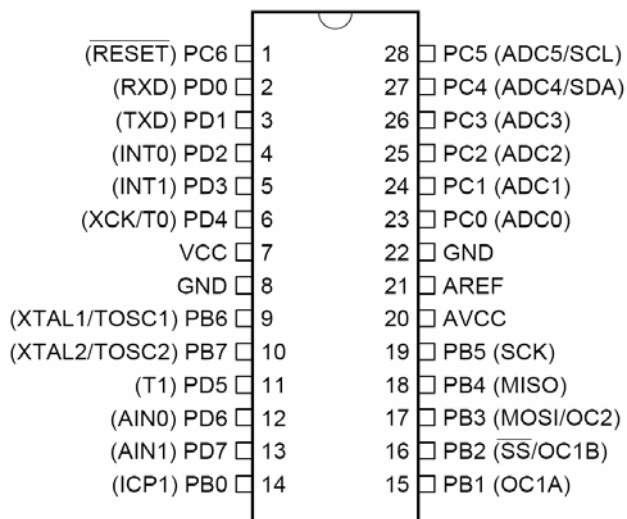
Obr.2.1: Bloková schéma ATmega 8

2.1 ATMEL AVR ATMEGA 8

Tento typ sme si zvolili hlavne kvôli podpore sériového programovania. Umožňuje pripojiť programátor priamo do osadenej dosky riadiacej jednotky a následné ladenie.

Z tejto rady mikrokontrolérov sme si zvolili ATmega 8. Oproti rade ATtiny má viac vstupno - výstupných portov, A/D prevodníky a taktiež podporuje i TWI. Obsahuje 32 osem bitových registrov, ktoré môžu obsahovať ako dáta, tak i adresy. Základná charakteristika [2]:

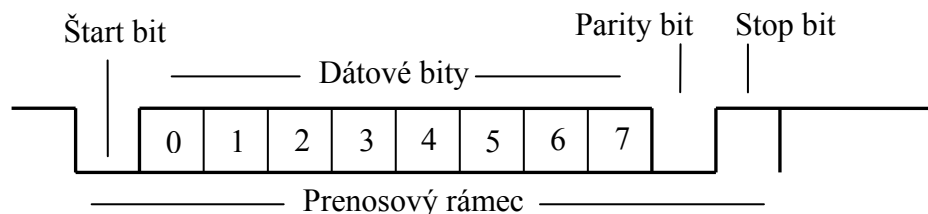
- pracovná frekvencia do 16MHz
- 8 kilo bytová interná FLASH pamäť
- 1kilo bytov dátovej pamäte SRAM
- 512 bytov pamäte EEPROM
- vnútorný oscilátor + možnosť pripojenia externého oscilátoru XTAL
- 130 inštrukcii
- pracovné napätie 2,7 V až 5,5 V
- podpora vnútorných a externých prerušení
- 8 kanálový A/D prevodník
- TWI – dvojvodičové sériové rozhranie (I²C)
- komunikačné rozhranie USART



Obr. 2.2: Popis vývodov mikrokontroléru ATmega 8

[5] Mikrokontroléry radu AVR obsahujú plne duplexný asynchrónny prijímač a vysielač pod názvom USART. Základné vlastnosti:

- generátor prenosovej rýchlosti s veľkým počtom nastaviteľných prenosových rýchlostí
- vysoké prenosové rýchlosti i pri nízkych kmitočtoch kryštálu
- dĺžka znaku 8 alebo 9 bitov
- filtrácia šumu na strane prijímača
- detekcia chyby prenosu – strata znaku, chyba rámca, falošný štart – bit
- prerušenia – dokončenie vysielača alebo prijímania, vyprázdnenie UDR



Obr. 2.3: Asynchrónny sériový prenos

UART sa riadi štyrmi vstupno – výstupnými registrami:

- UDR – dátový register obsahujúci prijatú alebo vyslanú hodnotu
- UCSRA – stavový register obsahujúci stavy prenosu
- UCSRB – riadiaci register, ktorý povoľuje príjem a vysielač, obsahuje masky prerušení
- UCSRC – nastavenie parity, stop - bitov a veľkosti prenášaných údajov
- UBRR – register prenosovej rýchlosti

$$PR = \frac{f_o}{16.(UBRR + 1)}$$

$$UBRR = \frac{f_o}{16.PR} - 1 = \frac{8000000}{16.9600} - 1 = 52$$

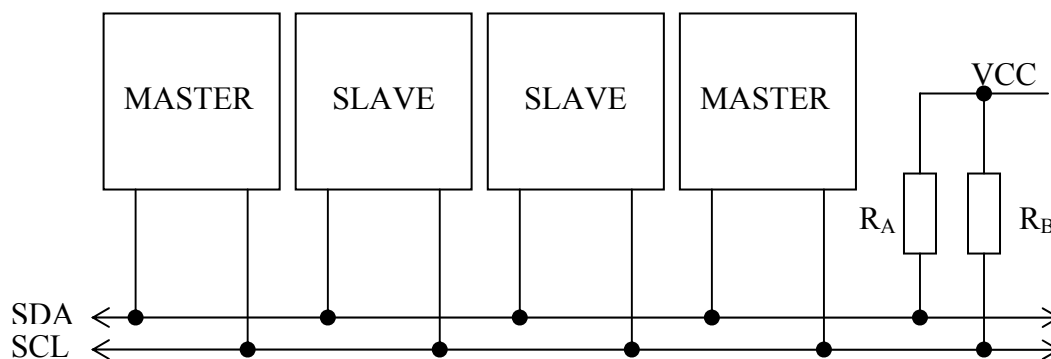
PR – prenosová rýchlosť v Bd

f_0 – kmitočtet oscilátoru mikrokontroléru

2.3 TWI MIKROKONTROLÉRU (I²C) [3]

TWI dvojvodičové sériové rozhranie je vlastne obdobou známeho I²C od firmy Philips. Je to dvojvodičové dátové prepojenie medzi jedným alebo niekoľkými procesormi (MASTER) a periférnymi zariadeniami (SLAVE). Všetky súčiastky sú pripojené na rovnakej zbernici a sú sprístupňované špecifickými adresami. Adresa aj dáta sa posielajú po tom istom vodiči. Existuje celá rada zariadení, ktorá podporuje tento protokol pamäte, A/D alebo D/A prevodníky, budiče displejov, integrované obvody pre televíznu a audio techniku a mnoho ďalších.

Zbernica I²C používa sériovú dátovú linku SDA a linku hodinového signálu SCL. Dáta a tak aj adresy sa prenášajú podobne ako v posúvných registroch spoločne s hodinovými impulzmi. Nasledujúci obrázok ukazuje princíp prepojenia zbernice a vidieť, že sa jedná o multimaster – multislave systém.



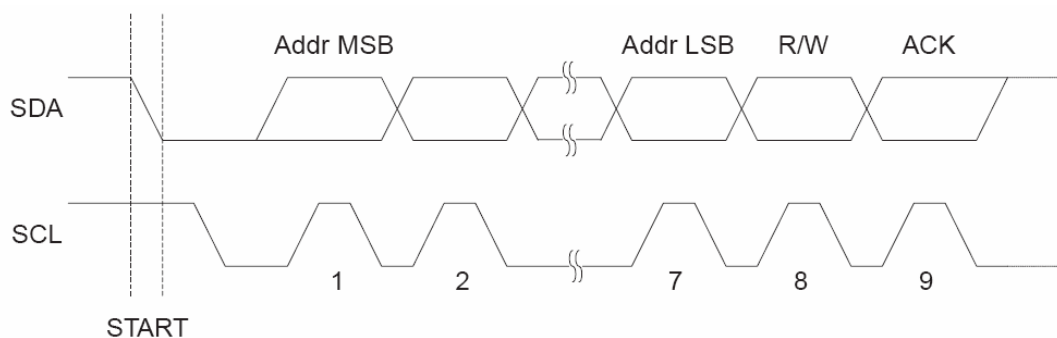
Obr. 2.6: Prepojenie zbernice I²C

Protokol I²C rozoznáva celú radu presne definovaných situácií, ktoré každému účastníkovi umožňujú rozoznať začiatok a koniec prenosu:

- Kľudový stav – SDA i SCL sú prostredníctvom pul – up rezistorov R_A a R_B na vysokej úrovni a tým sú neaktívne
- Podmienka štartu – SDA je masterom stiahnutá na nízku úroveň, ale medzi tým SCL zostáva na vysokej úrovni
- Podmienka stopu – SDA prejde z nízkej úrovne na vysokú a SCL ostáva vo vysokej úrovni
- Prenos údajov – príslušný vysielateľ privedie na dátovú linku SDA osem dátových bitov, ktoré sú hodinovými impulzmi SCL vysielaných masterom posúvané. Prenos začína bitom s najvyššou váhou.
- Potvrdenie – príslušný prijímač potvrdzuje príjem bytu nízkou úrovňou na SDA, dokiaľ master nevyšle deviaty hodinový impulz na SCL. Potvrdenie súčasne znamená, že sa má prijímať ďalší byte. Požadované ukončenie prenosu sa musí ohlásiť neexistencou potvrdenia.

Adresa sa prenáša rovnako ako údaje. Najjednoduchším prenosovým postupom je:

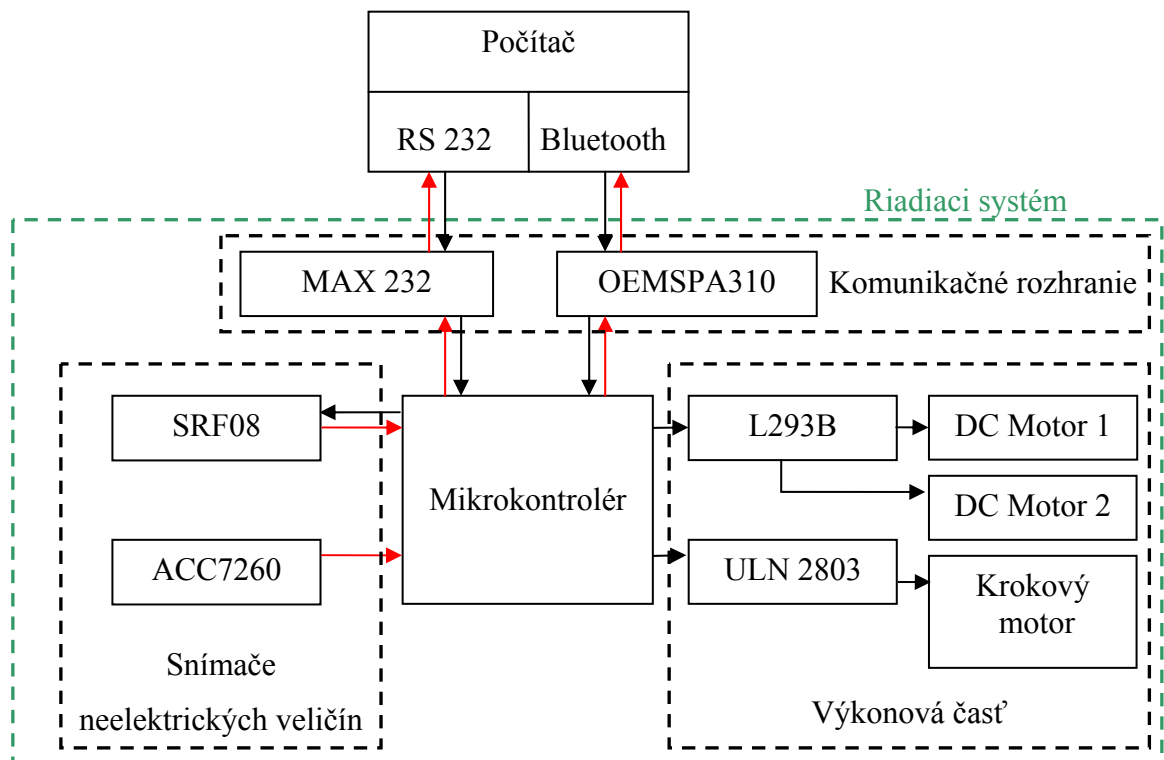
- Master pošle štart podmienku
- Pošle byte, kde adresa je obsiahnutá v 7. až 1. bite a 0 bit je nastavený podľa smeru prenosu – 0 je zápis a 1 čítanie
- Slave zariadenie adresu potvrdí
- Master vyšle údajový byte, ktorý bude zas potvrdený
- Master môže prenos ukončiť stop podmienkou, alebo môže tomu istému slave zariadeniu posielat' ďalší údajový byte



Obr. 2.7: Ukážka prenosu adresy po zbernici I²C

3. POPIS A REALIZÁCIA

3.1 BLOKOVÁ SCHÉMA RIADIACEHO SYSTÉMU



Obr. 3.1: Bloková schéma riadiaceho systému

Kompletná schéma zapojenia je zakreslená v Prílohe 1.

3.2 ROZHRANIE RS 232

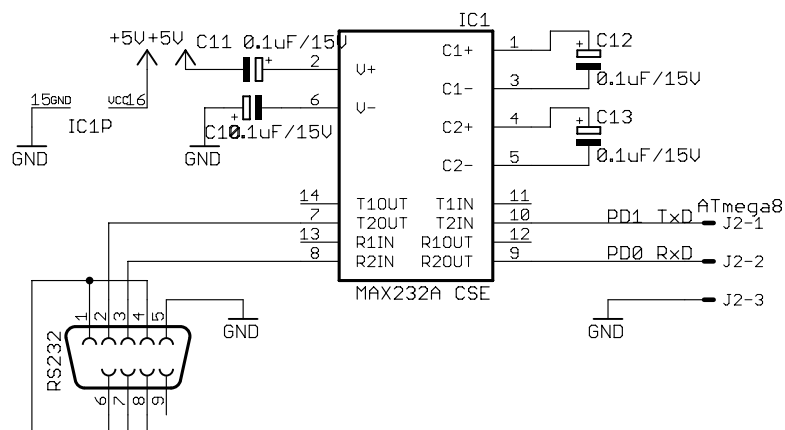
Ako sme už uviedli, mikrokontrolér obsahuje rozhranie pre komunikáciu s RS 232 alebo takzvaný USART. Je reprezentované tromi vývodmi:

RxD	Príjem	pin 2
TxD	Vysielanie	pin 3
GND	Zem	pin 8

Tab. 3.1: Popis komunikačných pinov mikrokontroléru

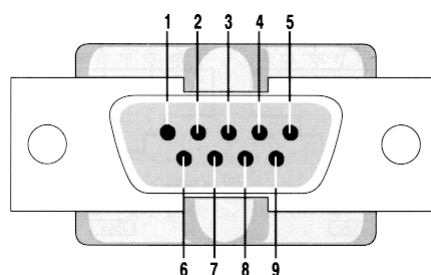
Najjednoduchší spôsob vzájomného preporenia dvoch sériových portov je privedením vysielacieho výstupu jedného zariadenia na prijímací vstup druhého zariadenia a naopak – krížové. Ak sa použijú v zariadení TTL alebo CMOS obvody, je nutné ich logiku pred pripojením napäťovo upraviť.

Pre toto upravenie sa štandardne používali obvody 1488 a 1489, ktoré ale potrebovali +12V a -12V pre vytvorenie výstupných úrovní. Prelom v tomto smere urobila firma MAXIM svojím obvodom MAX 232. Využila totiž svojich znalostí vo vývoji spínaných nábojových meničov napätia a vyvinula obvod, ktorý si vystačí s +5V a potrebné napätie si samostatne vyrobí pomocou štyroch externých kondenzátorov.



Obr. 3.2: Zapojenie obvodu MAX 232

Samotný komunikačný port v počítači je reprezentovaný rozhraním RS 232, ku ktorému sa periférie pripájajú konektorom CANNON 9.



Obr. 3.3: Popis konektoru RS 232

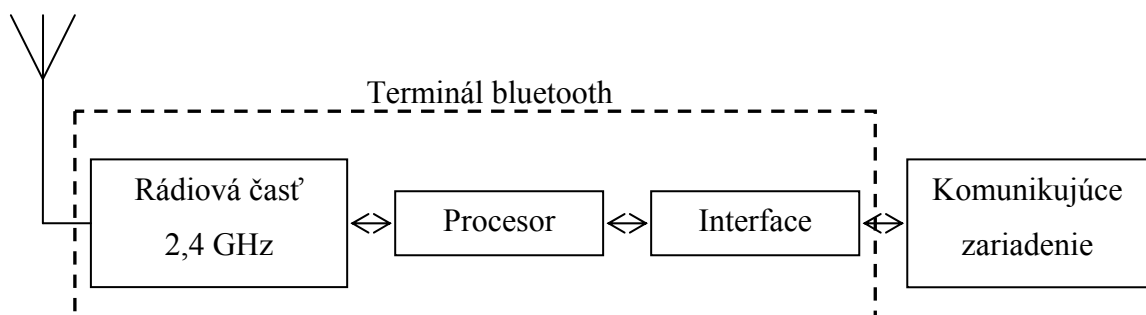
Pin	Signál	Pin	Signál
1	Dátový prenos detekovaný	6	Set dát pripravený
2	Prijem dát	7	Žiadosť na odosielanie
3	Odoslanie dát	8	Pripravený na odosielanie
4	Dátový terminál pripravený	9	Indikátor zvonenia
5	Signálová zem GND		

Tab. 3.2: Popis kontaktov konektoru RS 232

3.3 BLUETOOTH [4]

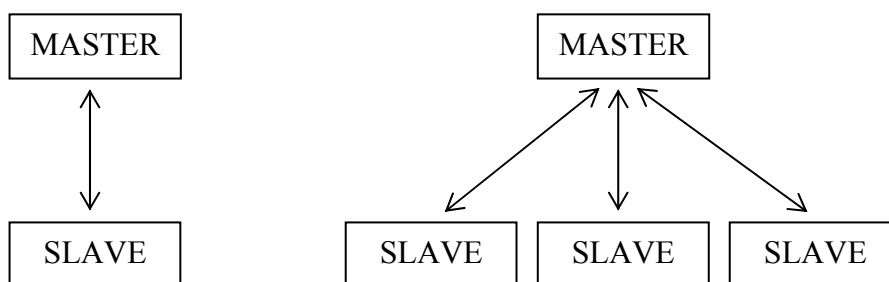
Bluetooth je bezdrôtová komunikačná technológia, ktorá slúži na prepojenie medzi dvoma alebo viacerými elektronickými zariadeniami na kratšie vzdialenosti. Patrí medzi systémy určené pre WPAN a je definovaná štandardom IEEE 802.15. Výhodami systému sú nízke vysielacie výkony, bezpečnosť, robustnosť prenosu a hlavne nízka spotreba terminálu.

Rádiový prenos medzi terminálmi sa uskutočňuje v kmitočtovom pásme ISM, vyhradenej pre priemyslové, vedecké a lekárske aplikácie. Na prevádzku v tomto pásme 2,4 GHz nie je za potreby žiadne povolenie.



Obr. 3.4: Bloková schéma bluetooth terminálu

System bluetooth vytvára malé sieťové štruktúry označované pikonet. V základnej verzii dovoľuje maximálne 8 vzájomne komunikujúcich zariadení MASTER a SLAVE. Využíva topológie „ad – hoc“ - point to point (komunikácia bod - bod), point to multipoint (komunikácia bod – viac bodov)



Obr. 3.5: Topológia siete ad – hoc

Jednotlivé terminály sú si rovnocenné a neexistuje medzi nimi žiadna hierarchia. Avšak terminál, ktorý prvý inicializuje vytvorenie siete, sa stáva riadiacou jednotkou (MASTER) a plní riadiacu funkciu spočívajúcu v identifikácii účastníkov a zaisťuje ešte napríklad ich vzájomnú synchronizáciu. Ostatné terminály (účastníci) sa stávajú podradenými jednotkami (SLAVE).

Pre zníženie vzájomného rušenia medzi zariadeniami, ktoré toto pásmo využívajú, používa systém Bluetooth prenos s rozprostreným spektrom, a to variantou s kmitočtovým skákaním nosnej vlny FH-SS.

3.4 PRIEMYSELNÝ BLUETOOTH OEMSPA 310

Pre bezdrôtovú komunikáciu s radiacou jednotkou sme sa rozhodli použiť prepojenie prostredníctvom bluetooth. K tomu prepojeniu slúži priemyselný bluetooth OEMSPA 310 od firmy ConnectBlue.



Obr. 3.6: OEMSPA 310

Základné parametre modulu:

- Interná anténa
- Výstupný výkon 3,5 dBm / 2,2mW
- Dosah 75m
- UART s 3V logickou úrovňou
- Maximálny Baud Rate 921,6k
- Podpora AT príkazov
- Napájacie napätie 3,0 – 6,0 V
- Minimálna spotreba 7,9 mA
- Priemerná spotreba 17 mA
- Rozmery 16×36×2,4 mm

Pre univerzálnejšie použitie bluetooth modulu sme navrhli zapojenie, ktoré upravuje napätie logickej úrovne z 3V na 5V a dopĺňa modul o indikačné LED diódy . Schéma zapojenia je zobrazená v Príloha 4.

3.4.1 Rozšiřující doska pre bluetooth modul

Logickú hodnotu vystupujúcu z modulu sme priviedli do hradla AND obvodu 74HCT08, na ktorého výstupe už máme upravenú 5V logiku. Úroveň vstupného signálu do modulu je znižovaná odporovým deličom. Signál pre indikačné LED diódy je privádzaný na neinvertujúce vstupy operačného zosilovača LM 339 a na invertujúcom vstupe je konštantné napätie. Ako posledný komponent rozšiřujúcej dosky pre bluetooth modul je resetovacie tlačítko. Ak je tento signál uzemnený cez 1k odpor v čase 500 ms od zapnutia modulu, všetky nastavenia modulu sa vrátia do pôvodnej podoby, ktoré boli nastavené výrobcom. Modul je k rozšiřujúcej doske pripojený pomocou konektoru J2:

PIN	Popis
1 - 2	GND
3 - 4	VCC 3.3V
5 - 10	Rezervované
11	Červená indikačná LED - MODE
12	Funkčný spínač 0
13	Zelená indikačná LED/ spínač pre reset
14	Modrá indikačná LED - DATA
15	UART - CTS
16	UART - TxD
17	UART - RTS
18	UART - RxD
19	UART - DTR
20	UART - DSR

Tab. 3.3: Popis kontaktov konektoru J2 pre prepojenie OEMSPA310

Po privedení napájania k modulu sa po 0,5 s rozsvieti zelená LED dióda signalizujúca data mód. Význam indikačných LED je v nasledujúcej tabuľke:

Mód	Status	Farba	Zelená	Modrá	Červená
Data mód	Čakanie	Zelená	Svieti	Nesvieti	Nesvieti
AT mód	Čakanie	Oranžová	Svieti	Nesvieti	Svieti
Data, AT mód	Pripojovanie	Purpurová	Nesvieti	Svieti	Svieti
Data, AT mód	Pripojené	Modrá	Nesvieti	Svieti	Nesvieti

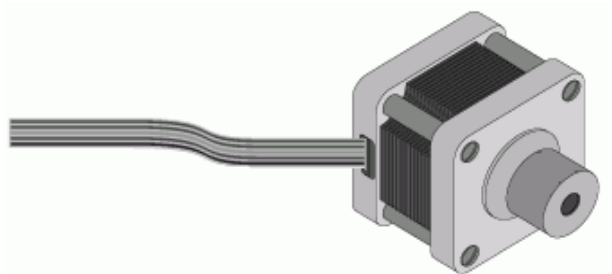
Tab. 3.4: Význam indikačných LED diod OEMSPA310

3.4.2 Konfigurácia modulu

Výrobca s modulom dodáva software SPA Toolbox, vďaka ktorému je možné konfigurovať modul v AT móde. AT mód slúži práve ku konfigurácii a Data mód pre dátový prenos. Konfiguráciu modulu je možné robiť bezdrôtovo cez bluetooth, avšak táto voľba musí byť povolená. Štandardne je bezdrôtová konfigurácia zakázaná, preto je potrebné prvú konfiguráciu vykonať cez klasickú RS 232 a povoliť funkciu Configuration over Air. Ďalšie konfigurácie bude možné nastavovať už cez bluetooth.

3.5 OSEMTAKTNÉ OVLÁDANIE KROKOVÝCH MOTOROV

Krokové motory vyžadujú komplikovanejšie riadenie ako jednosmerné. Kým pri jednosmerných motoroch stačí priviesť na jeden vývod kladnú a na druhý vývod zápornú elektródu, v prípade krokových motorov je to oveľa komplikovanejšie. Nehovoriac o zmene smeru či rýchlosti otáčania.

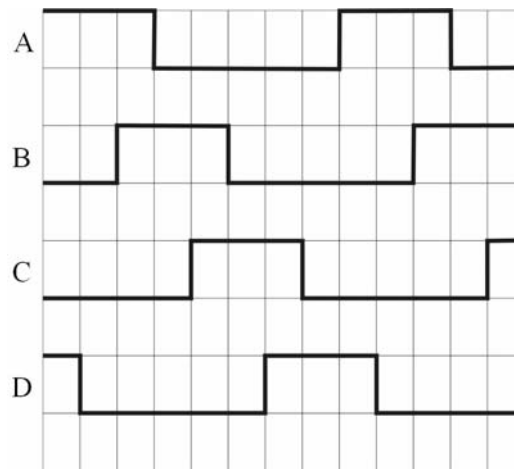


Obr. 3.7: Krokový motor

Krokový motor je motor, ktorý sa podobne ako jednosmerný motor pohybuje rotačne. Nerobí pritom celé otáčky o 360° , ale podľa druhu riadenia sa pohne o daný počet krokov o veľkosti len niekoľko stupňov.

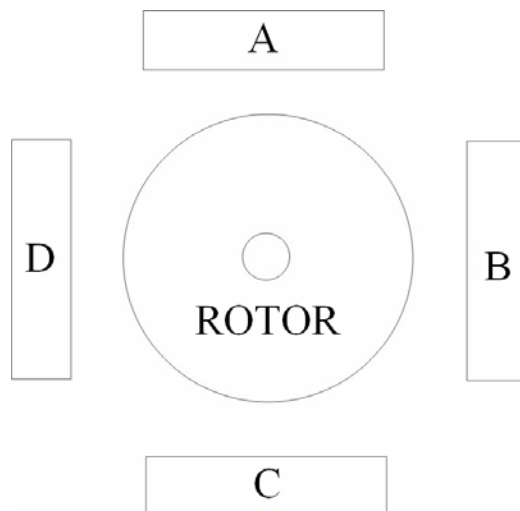
Krokové motory použité v našom robote pochádzajú z disketovej mechaniky, kde pôvodne slúžili na pohybovanie čítacej hlavy. Tieto krokové motory majú na statore štyri oddelené cievky. Motory mali pôvodne 6 vývodov, dve a dve cievky boli spojené na jednej strane. Pre potreby nášho robota sme museli upraviť spojenie cievok. Teraz sú už všetky cievky spojené v 1 bode, kam privádzame záporný potenciál a pomocou ďalších štyroch vývodov budíme cievky v tom poradí ako je to potrebné.

Ako prvé sme sa pokúšali so štvortaktným riadením, ktoré sa javilo ako nevhodné ohľadom sily motora. Preto sme sa rozhodli pre osemtaktné riadenie.



Obr. 3.8: Budenie cievok krokového motora

Osemtaktné riadenie máme znázornené na Obr. 3.8, kde A, B, C, a D sú jednotlivé cievky. Obr. 3.9 znázorňuje polohy cievok v motore. Princípom tohto riadenia je, že je vždy budená aspoň jedna cievka, čím sa zabezpečí, že sa motor neuvoľní a udržuje rotor v polohe akej sa práve nachádza aj pri čakaní na impulzy, ktoré pretočia rotor do novej polohy.

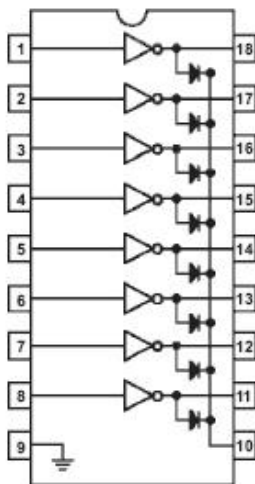


Obr. 3.9: Rozloženie cievok krokového motora

Krokový motor má označenie EM – 93 STH 39D172 a je napájané napätím 12V. Jednotlivé cievky sa budia pomocou impulzov vyslaných z mikroprocesora do obvodu ULN 2803.

3.6 DARLINGTONOVÉ TRANZISTOROVÉ POLE ULN 2803

Je to pole ôsmich darlingtonových NPN tranzistorov. Báza, čiže vstup každého tranzistoru je ošetrená 2,7 k Ω rezistorom a celé pole je navrhnuté na 5V TTL logiku. Výstupmi sa môžu spínať zariadenia do 500 mA aj s indukčným charakterom, pretože každý výstup obsahuje ochrannú diódu. Prostredníctvom tohto obvodu sa realizuje budenie jednotlivých cievok krokového motora. Posledné štyri tranzistory v poli sú privedené na PORTB (PB0 - PB3) mikrokontroléru. Výstup obvodu budí cievky krokového motora napätím 12V.

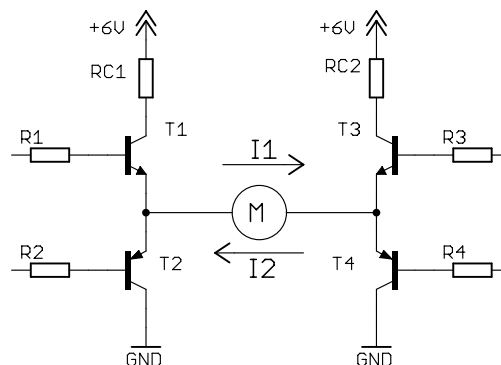


Obr. 3.10: Štruktúra obvodu tranzistorového pola ULN 2803

3.7 RIADENIE JEDNOSMERNÝCH MOTOROV

Celá mobilná platforma je riadená prostredníctvom dvoch jednosmerných motorov. Motor umiestnený v zadnej časti slúži ako pohon a motor umiestnený v prednej časti mobilnej platformy slúži na riadenie smeru. Tieto motory sú budené H – mostíkovo zapojenými tranzistormi.

Princíp tohto zapojenia spočíva v tom, že ak je na Obr. 3.11 otvorený tranzistor T_1 a T_4 motorom preteká prúd I_1 , avšak keď sa otvorí kombinácia tranzistorov T_3 a T_2 motorom preteká prúd I_2 , ktorý má opačný smer ako I_1 . Týmto sa docielia reverzný pohon jednosmerného motora.



Obr. 3.11: Zjednodušené zapojenie 4 tranzistorov do H – mostíku

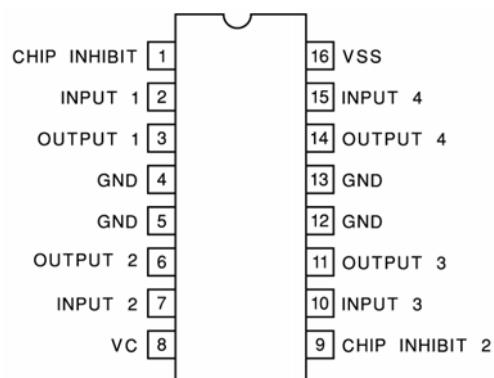
Pre riadenie našich motorov sme použili obvod L293B. Je to 4 – kanálový mostíkový budič DC motorov. Obvod zahrňuje v sebe 2 H – mostíky, takže je možné s ním riadiť naraz 2 jednosmerné motory. Maximálny prúd dodávaný do jedného mostíka, čiže do jedného motora je 1A, čo pre naše zapojenie vyhovovalo. Každý mostík má okrem vstupu pre riadenie aj vstup na jeho zapnutie. Tento vstup sa môže používať na PWM reguláciu otáčok motora. Obvod obsahuje zvlášť napájanie pre logiku a zvlášť napájanie pre výkonovú časť. Mostíky sú ovládané TTL logikou podľa nasledujúcej tabuľky:

Pin	Logická úroveň	Popis	Pin	Logická úroveň	Popis
2	HIGH	Dopredu	2	LOW	Dozadu
7	LOW		7	HIGH	
1	HIGH	Povolené	1	HIGH	Povolené
1	LOW	Zakázané	1	LOW	Zakázané
15	HIGH	Dopredu	15	LOW	Dozadu
10	LOW		10	HIGH	
1	HIGH	Povolené	1	HIGH	Povolené
9	LOW	Zakázané	9	LOW	Zakázané

Tab. 3.5: Ovládanie obvodu L293B

Oproti obvodu L293A tento obvod L293B je navrhnutý na vyššie prúdy, ale nemá výstupy ošetrené ochannými diódami. Preto sme návrh riadiacej jednotky doplnili o 8 schottkyho diód, podľa doporučenia výrobcu.

Pri väčšom prúdovom odbere sa obvod zahrieva. Návrh dosky plošného spoja riadiacej jednotky bol upravený tak, že uzemňovacie vývody sú pripojené na chladiacu medenú plochu.



Obr. 3.12: Rozloženie nožičiek obvodu L293B

3.8 SNÍMAČE NEELEKTRICKÝCH VELIČÍN

Mobilná platforma bola doplnená o dva snímače. O ultrazvukový snímač vzdialenosti SRF08, ktorý je umiestnený pod kamerou a prostredníctvom ktorého je možné merať vzdialenosť predmetov v zornom uhle kamery. Ďalším snímačom je trojosý akcelerometer ACC7260, ktorý nám detekuje zrýchlenie – brzdenie podvozku, prípadne jeho naklonenie.

3.8.1 Ultrazvukový snímač vzdialenosti SRF08

Základný princíp merania vzdialenosti ultrazvukovým snímačom je meranie času od vyslania ultrazvukového signálu do prijmu odrazeného signálu. Následne z tejto doby sa dá určiť vzdialenosť predmetu, ktorá odrazila ultrazvukový signál.

Charakteristika SRF08:

- Pracovná frekvencia 40kHz
- Vyžarovací uhol senzoru 72°
- Napájanie 5V
- Prúdový odber 15 mA (standby 3 mA)
- Merací rozsah 3cm – 6m
- Analógové zosilnenie 94 - 1025 v 32 krokoch
- Svetelný senzor
- Rozmery 43 x 20 x 16 mm

Komunikácia zo snímačom je prostredníctvom I²C, výrobca doporučuje na I²C zbernicu pripojiť pul – up rezistory s hodnotou 1,8 kΩ. Štandardne nastavená I²C adresa od výrobcu je 0xE0. Užívateľ si ju však môže zmeniť na 16 rôznych adres, z toho vyplýva, že na jednu zbernicu I²C je možné pripojiť až 16 SRF08 snímačov.

Po pripojení napájacieho napätia zablikne LED dióda a následne, ak je I²C adresa zmenená LED dióda prostredníctvom blikania zobrazí binárny kód nastavenej adresy.



Obr. 3.13: Ultrazvukový diaľkomer SRF08

Číslo registru	Čítanie	Zápis
0	Softwarová kontrola	Príkazový register
1	Svetelný senzor	Max. zosilnenie
2	1. odraz, horný byte	Dosahový register
3	1. odraz, dolný byte	-
...
34	17. odraz, horný byte	-
35	18. odraz, dolný byte	-

Tab. 3.6: Popis registrov diaľkomeru SRF08

Jedno meranie vzdialenosti trvá 65 ms. Meranie sa začína po zápise príkazu merania do príslušného príkazového registra podľa nasledujúcej tabuľky:

Príkaz	Popis
0x50	Výsledok merania v inch
0x51	Výsledok merania v cm
0x52	Výsledok merania v μ s

Tab. 3.7: Popis príkazov diaľkomeru SRF08

Po vykonaní merania vzdialenosti sa automaticky vždy uloží aj hodnota svetelného senzoru, ktorá je v rozsahu 0 – 255. Úplné osvetlenie vracia hodnotu 0.

3.8.2 Trojosý akcelerometer ACC7260

Daný akcelerometer je od firmy SnailInstrument a jeho jadrom je obvod MMA7260. Základná charakteristika trojosého akcelerometru ACC7260:

- Meranie zrýchlenia v 3 osiach
- Meraný rozsah $\pm 1,5G \dots \pm 6G$
- Napájanie 3,6 V až 16 V
- Citlivosť 800mV/g .. 200mV/g
- Rozmery modulu 23x28mm, DIL8 0.6"

[7] Akcelerometer meria pôsobiace zrýchlenie, ktoré môže byť pôvodu gravitačného, alebo spôsobené nerovnomerným pohybom. Z pomeru gravitačného zrýchlenia v dvoch osiach je možné zistiť náklon podvozku, integráciou všetkých troch ôs je možné získať vektor okamžitej rýchlosti a ďalšou integráciou polohu.

Použitý senzor MMA7260 je pripojený na malom modulu spolu s filtračnými RC článkami a stabilizátorom napätia. Modul takto umožňuje jednoduchšie použitie tejto SMD súčiastky. K upevneniu modulu slúžia okrem päťice DIL8 0.6" aj tri otvory o priemeru 2.2 mm.



Obr. 3.14: Trojosý akcelerometer ACC7260

Modul umožňuje vybrať zo 4 meracích rozsahov, podľa zapojenia vývodov G1 a G2. Pre náš návrh sme používali rozsah $\pm 1,5G$, avšak vývody G1 a G2 sme pripojili na externý konektor riadiacej dosky a takto sa nám poskytla ďalšia možnosť zmeny meracieho rozsahu akcelerometru prepojovacími jumperami.

G1	G2	Rozsah
HIGH	LOW	$\pm 1,5G$
HIGH	LOW	$\pm 2,0G$
LOW	HIGH	$\pm 4,0G$
HIGH	HIGH	$\pm 6,0G$

Tab. 3.8: Konfigurácia meracieho rozsahu modulu ACC7260

Výstupným signálom je napätie, ktoré sme priviedli do A/D prevodníku mikrokontroléra. Pri nulovom zrýchlení v príslušnej ose je výstup polovicou napájacieho napätia senzoru (1.65 V), kladný a záporný smer pre každú osu sú uvedené na plošnom spoji modulu.

3.9 NAPÁJANIE OBVODOV

Napájanie celého riadiaceho systému a jeho komponentov je realizované prostredníctvom hermeticky uzatvoreného oloveného akumulátora typu GT12 - 1,3. Nevýhodou daného akumulátora je jeho váha, avšak sme potrebovali väčšiu kapacitu za dostupnú cenu. Použitý akumulátor sa používa v zabezpečovacích zariadeniach ako záložný zdroj. Základné parametre:

- Napätie $12V \pm 1\%$
- 1,3Ah
- Hmotnosť 0,6kg
- Rozmery: 97 x 43 x 52 mm

Z daného 12V zdroja sa napájajú jednoampérové stabilizátory LM 7805 a LM 7806. Tieto stabilizátory sú ošetrené ešte prídavnými filtračnými kondenzátormi 100nF a napájajú potrebné obvody stabilným napätím 5V a 6V.

3.10 PROGRAMÁTOR STK 500

Nakoľko riadiaci počítač a tak i vývojový neobsahoval rozhranie RS 232 ani LPT, sme sa rozhodli vyhotoviť USB programátor podľa schémy v Prílohe 8. [12] Základom zapojenia programátora je obvod FT232, ktorý vytvára virtuálny COM port.

SPI rozhranie sa používa na ISP programovanie mikrokotrolérov. Na to sú za potreby nasledujúce dátové signály:

Pin	Signál	Popis
17	MOSI	Sériový vstup dát do mikroprocesoru
18	MISO	Sériový výstup dát z mikroprocesoru
19	SCK	Sériové hodiny (synchronizácia komunikácie)
1	RESET	Nulovanie mikroprocesoru
7	VCC	Napájanie
8	GND	Zem

Tab. 3.9: Popis SPI zapojenia



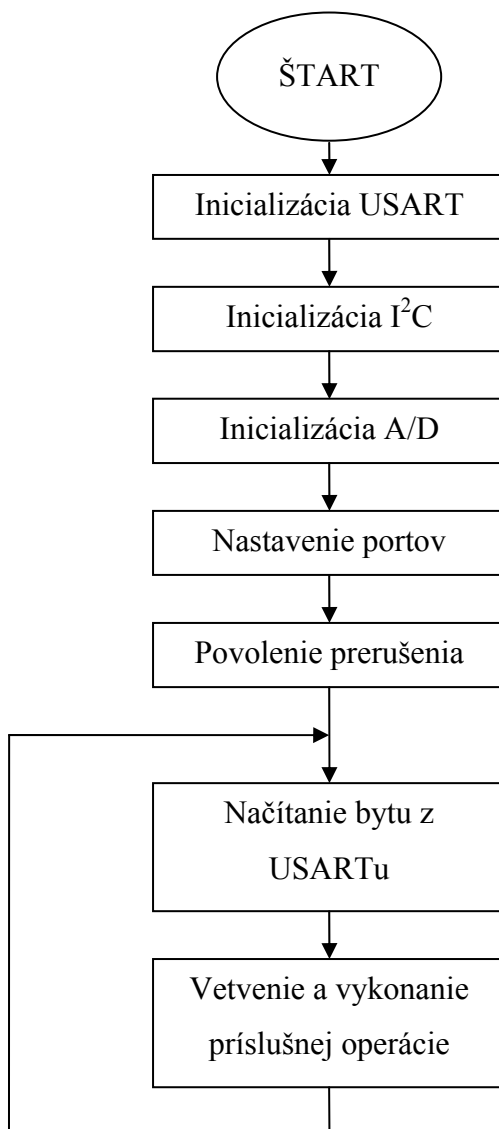
Obr. 3.15: Programátor STK 500

3.11 POPIS SOFTWAREVÉHO VYBAVENIA

V dnešnej dobe používané zložitejšie elektrické zariadenie riadené mikrokontrolérom obsahuje riadiaci program, tzv. firmware.

3.11.1 Firmware pre mikrokontrolér

Firmware pre mikrokontrolér bol napísaný v jazyku C a ladený vo vývojovom prostredí AVR studio. Aby sme mohli program v AVR studiu písať v jazyku C, sme museli pridať k základnej inštalácii programu i WinAVR, ktorý implementoval do jeho prostredia AVR GCC.



Obr. 3.16: Vývojový diagram firmwaru mikrokontroléru

Po inicializácii program prejde do nekonečného cyklu, v ktorom sleduje prichádzajúce údaje zo sériovej linky. Ak program prijme platný znak, vetví sa podľa nasledujúcej tabuľky a vykoná príslušnú operáciu:

Kód	Funkcia	Kód	Funkcia
#?	Identifikácia	#H	Kamera doprava, pohon dozadu + doprava
#0	Stop	#I	Kamera doprava, pohon dozadu + vľavo
#1	Pohon dopredu	#b	Kamera doľava, pohon dopredu
#2	Pohon dozadu	#c	Kamera doľava, pohon dozadu
#3	Zatočenie doprava	#d	Kamera doľava, zatočenie doprava
#4	Zatočenie doľava	#e	Kamera doľava, zatočenie doľava
#5	Pohon dopredu + doprava	#f	Kamera doľava, pohon dopredu + doprava
#6	Pohon dopredu + vľavo	#g	Kamera doľava, pohon dopredu + vľavo
#7	Pohon dozadu + doprava	#h	Kamera doľava, pohon dozadu + doprava
#8	Pohon dozadu + vľavo	#i	Kamera doľava, pohon dozadu + vľavo
#9	Kamera doprava	#S	Zapnutie svetiel
#A	Kamera doľava	#T	Vypnutie svetiel
#B	Kamera doprava, pohon dopredu	#U	Vykonanie celkového merania
#C	Kamera doprava, pohon dozadu	#V	Meranie napätia batérie
#D	Kamera doprava, zatočenie doprava	#X	Meranie zrýchlenia v ose X
#E	Kamera doprava, zatočenie doľava	#Y	Meranie zrýchlenia v ose Y
#F	Kamera doprava, pohon dopredu + doprava	#Z	Meranie zrýchlenia v ose Z
#G	Kamera doprava, pohon dopredu + vľavo		

Tab. 3.10: Popis kódov firmwaru

Aby program bol jednoduchší a prehľadnejší vytvorili sme nasledujúce základné funkcie:

- **void InitUART (unsigned char baudrate)** – vykonáva inicializáciu UARTu mikrokontroléru podľa parametru **baudrate**
- **void InitTWI (void)** – funkcia vykonáva inicializáciu TWI, čiže I²C
- **void InitAD (void)** – funkcia na inicializáciu A/D prevodníku
- **unsigned char ReceiveByte (void)** – prečíta byte z UARTu a prečítaný byte vráti ako návratovú hodnotu
- **void TransmitByte (unsigned char data)** – vyšle byte na UART
- **void StepperR (void)** – vykoná 8 budiacich taktov krokového motora smerom doprava
- **void StepperL (void)** - vykoná 8 budiacich taktov krokového motora smerom doľava
- **unsigned char i2c_transmit(unsigned char type)** – funkcia nastavuje podľa vstupného parametru **type** požadovanú úlohu na linke I²C:
 - **I2C_START** – štart podmienka
 - **I2C_DATA** – opakovaný štart
 - **I2C_STOP** – stop podmienka
- **int i2c_write(uint8_t reg, uint8_t dev_addr, uint8_t data)** – funkcia zapíše byte **data** na adresu **addr** na linke I²C do zvoleného registra **reg**
- **int i2c_read (uint8_t reg, uint8_t dev_addr, uint8_t *data)** - funkcia prečíta byte do **data** z adresy **addr** na linke I²C zo zvoleného registra **reg**

Po obdržaní reťazca #U sa vykoná načítanie nameraných údajov zo snímačov. Ako prvé sa vyšle na I²C zbernicu požiadavka na meranie vzdialenosti v cm. Po 70 ms sa vykoná čítanie hodnoty snímača osvetlenia a prečíta sa horný a dolný byte vzdialenosti. Tieto hodnoty sa postupne ukladajú do globálnej premennej data pod príslušným indexom. Následne sa postupne načítajú hodnoty z akcelerometru a veľkosť napájacieho napätia. Úspešné vykonanie A/D prevodu je nasledované prerušením, ktoré volá funkciu na uloženie nameraných hodnôt taktiež do globálnej premennej data. Ako posledným krokom je vyslanie pola 9 bytov z data na UART.

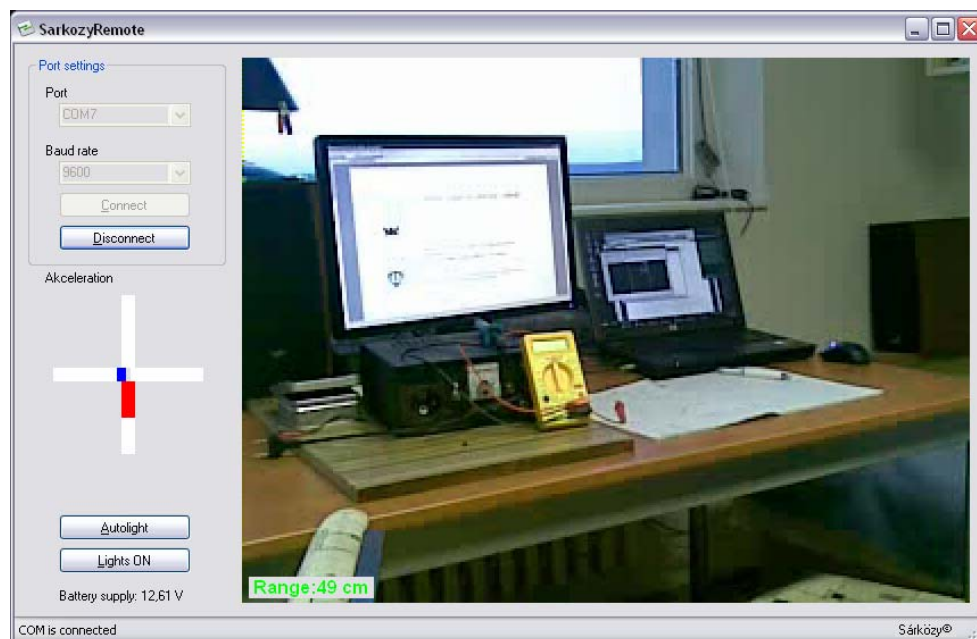
Formát globálnej premennej data je nasledujúci:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

1. Údaj zo snímača osvetlenia
2. Horný byte nameranej vzdialenosti
3. Dolný byte nameranej vzdialenosti
4. – 5. 10 bitová hodnota napätia batérie
6. – 7. 10 bitová hodnota zrýchlenia v ose x
8. – 9. 10 bitová hodnota zrýchlenia v ose y

3.11.2 Ovládací program mobilnej platformy

Pre celkové riadenie hardwaru mobilnej platformy slúži ovládací program na nadradenom užívateľskom počítači. Daný program zobrazuje obraz získaný z kamery umiestnenej na podvozku, zobrazuje vyhodnotené namerané údaje a prostredníctvom kurzorových kláves umožňuje polohovanie podvozku.



Obr. 3.17: Ukážka rozhrania riadiacej aplikácie

Ako vývojové prostredie sme si zvolili Microsoft Visual Studio 2008, v ktorom je program napísaný v jazyku C#.

Po spustení programu, musíme zvoliť požadované parametre komunikačného rozhrania, číslo virtuálneho bluetooth COM portu a prenosovú rýchlosť. Naša mobilná platforma komunikuje s baud rate 9600. Úspešné pripojenie je ohlásené hláškou v stavovom riadku programu. Po pripojení portu sa spustí indikátor akcelerometru, ktorý indikuje zvislo zrýchlenie v ose x a vodorovne zrýchlenie v ose y. Pod indikátorom sa nachádzajú tlačítka pre spustenie osvetlenia podvozku. Autolight mód spracúvava hodnoty získané zo snímača osvetlenia a zapne osvetlenie automaticky pri zníženej viditeľnosti. Na manuálne zapínanie svetiel slúži tlačítko Light ON/OFF. Hodnota napájacieho napätia akumulátora mobilnej platformy je indikovaná pod tlačítkami na ovládanie osvetlenia. Ako posledný prvok je video okno, ktoré vykresluje video v Direct Show získané z našej bluetooth webkamery. V ľavom dolnom rohu tohto okna je zobrazená vzdialenosť predmetov v cm, ktoré sú vidieť na snímke kamery. Ovládanie polohovania podvozku je za pomoci kurzorových klávesov a rotácia webkamery klávesmi A a S.

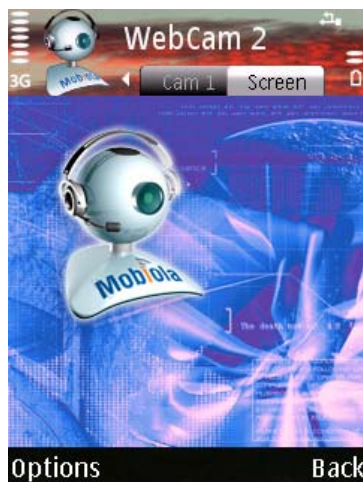
Komunikácia cez RS 232 je za pomoci komponenty SerialPort1. Po jeho povolení sa povolí i časovač Timer1, ktorý vykonáva každých 100 ms kontrolu stlačenia hociktorej klávesy funkciou **GetAsyncKeyState()**. Funkcia sníma, či je daná klávesa stlačená alebo nie. Pri zmene stavu klávesy aplikácia vyšle príslušný kód z tabuľky 3.10. V prípade že nenastala žiadna zmena stavu kláves za tých 100 ms, tak aplikácia vyšle požiadavku na meranie a prijme namerané údaje. Prijaté údaje vhodne upraví a zobrazí v požadovanej forme, alebo v požadovaných jednotkách.

3.11.3 Snímanie obrazu cez bluetooth

Na získanie vizuálneho obrazu z prostredia mobilnej platformy sme použili kameru z mobilného telefónu Nokia 6120C. Telefón je umiestnený na držiaku, ktorý je možno otáčať o 360° prostredníctvom krokového motora. Telefóny Nokia 6120C sú dodávané s operačným systémom Symbian S60 r3, ktoré nám poskytuje širokú škálu softwarových možností.

Firma Warelex LLC vyvinula aplikáciu pre tento operačný systém pod názvom Mobiola Web Camera v. 3.0.15. Za pomoci tejto aplikácie je možno používať mobilný telefón ako bluetooth webkameru.

Aplikácia pozostáva z klientskeho a serverovského rozhrania. Klient sa spustí na mobilnom telefóne a pripája sa na server nainštalovaný na užívateľskom počítači.



Obr. 3.18: Ukážka rozhrania Mobiola Web Camera

4. ZÁVER

Počas realizácie bakalárskej práce som si osvojil základné poznatky o riadení prostredníctvom mikrokontroléru ATmega 8. Podarilo sa mi vyhotoviť a oživiť plošný spoj na základe navrhutej schémy riadiacej jednotky. Následne sa mi podarilo vyhotoviť a taktiež oživiť programátor, prostredníctvom ktorého som nahral odladený firmware do mikrokontroléru. Všetky obvody použité v návrhu boli zapojené podľa doporučenia výrobcu s odporúčanými súčiastkami. Práca bola ešte doplnená o snímače neelektrických veličín, o ultrazvukový snímač vzdialenosti a trojosý akcelerometer. Meranie danými snímačmi bolo prakticky odskúšané a overené. Ako posledným krokom tejto bakalárskej práce bolo napísanie a odladenie riadiaceho programu pre mobilnú platformu. Program splňoval kladené požiadavky na riadenie, užívateľom pohodlné ovládanie a snímanie mobilnej platformy.

Vytvoril som zariadenie, ktoré môže mať široké uplatnenie a ľahko sa dá zmeniť jeho riadiaci program. Zariadenie nevyžaduje stále napájanie, lebo som ho vybavil akumulátorom a riadenie je bezdrôtové, tak je nezávislé a úplne mobilné do 17 m od užívateľa.

5. ZOZNAM LITERATÚRY

- [1] *8CH darlington sink driver - ULN2803APG* [datasheet]. Europe : TOSHIBA, 2006. Dostupné z WWW:
<http://www.semicon.toshiba.co.jp/docs/datasheet/en/LinearIC/ULN2803AFWG_ULN2804APG_en_datasheet_060614.pdf>
- [2] *ATMEL 8-bit AVR ATmega 8* [datasheet]. San Jose : Atmel Corporation, 2008. Dostupné z WWW:
<http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf>
- [3] HANKOVEC, David. *Vývoj a výroba elektroniky na zakázku* [online]. 2002 - 2009 [cit. 2009-06-01]. I2C - o co jde a jak pracuje.
Dostupné z WWW: <<http://dhservis.cz/iic.htm>>
- [4] Doc. Ing. Stanislav Hanus, CSc. *Rádiové a mobilní komunikace*. Brno : VUT, 2006. 85 s.
- [5] MATOUŠEK, David. *Práce s mikrokontroléry ATMEL AVR*. Praha : Technická literatura BEN, 2006. 363 s
- [6] *MAXIM +5V powered, multichannel RS-232 drivers/receivers* [datasheet]. San Gabriel : Maxim Integrated Products, 2006. Dostupné z WWW:
<<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX220-MAX249.pdf>>
- [7] *Modul tříosého akcelerometru ACC7260* [datasheet]. Beroun:
Snail Instruments, 2007. Dostupné z WWW:
< <http://www.snailinstruments.com/docs/acc7260.pdf> >
- [8] *OEM Serial Port Adapter* [datasheet]. Sweden : ConnectBlue, 2008.
Dostupné z WWW: <http://www.spezial.cz/pdf/em_ds_oemspa_310.pdf>
- [9] *Push-pull four chanel drivers L293* [datasheet]. USA : STMicroelectronics, 2003. Dostupné z WWW:
<<http://www.st.com/stonline/books/pdf/docs/1328.pdf>>
- [10] *Robot electronics* [online]. 2002 [cit. 2009-06-01]. SRF08 Ultra sonic range finder. Dostupné z WWW:
<<http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf08tech.shtml>>

- [11] *Vše o elektronice a programování* [online]. 1997 - 2009 [cit. 2009-06-01].
Dostupné z WWW: <<http://hw.cz/>>
- [12] WAGNER, Vlastimil. *Wagnerovi.cz* [online]. 2009 [cit. 2009-06-01].
AVRUSB500v2 - programátor AVR na USB. Dostupné z WWW:
<<http://www.wagnerovi.cz/view.php?cisloclanku=2009010001>>
- [13] *Web Camera -- use mobile phone as webcam :: WARELEX* [online]. 2004
[cit. 2009-06-01]. Dostupné z WWW:
<<http://www.warelex.com/products/webcam/>>

6. ZOZNAMY

6.1 ZOZNAM SKRATIEK

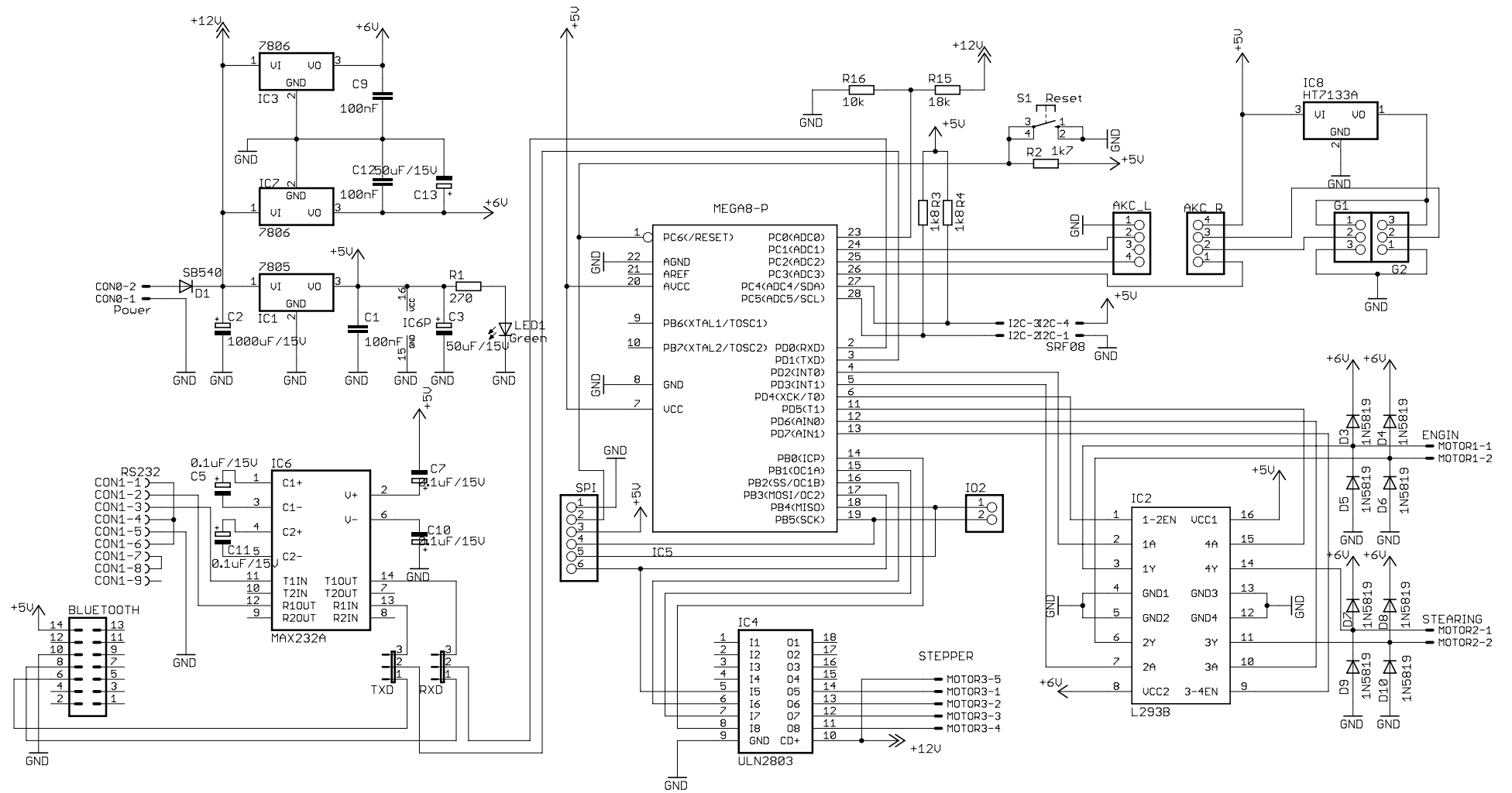
A/D	Analógovo – digitálny prevodník
CAD	Computer Aided Design, počítačom podporované projektovanie
CMOS	Complementary Metal–Oxide–Semiconductor, doplňujúci sa kov - oxid-polovodič
COM	Standard definujúci asynchrónnu sériovú komunikáciu pre prenos dát
DC	Direct current, označenie jednosmerných motorov
FH-SS	Frequency Hopping – Spread Spectrum
I ² C	Inter – Integrated Circuit
ISM	Industrial, Scientific, Medical
ISP	In System Programming, programovanie priamo v aplikácii
LED	Light Emitting Diode, elektroluminiscentná dióda
MISO	Master In – Slave Out, sériový vstup dát do mikroprocesoru
MOSI	Master Out – Slave In, sériový výstup dát z mikroprocesoru
PWM	Pulse – Width modulation
RISC	Reduced Instruction Set Computer, počítač s redukovanou inštrukčnou sadou
SMD	Surface Mount Devices
SCK	Serial clock, sériové hodiny na synchronizáciu prenosu dát
SPI	Serial Programming Interface, rozhranie na sériové programovanie
TTL	Transistor-Transistor-Logic, tranzistorovo-tranzistorová logika
TWI	Two-wire serial interface – dvojvodičové sériové rozhranie
WPAN	Wireless Personal Area Network

6.2 ZOZNAM PRÍLOH

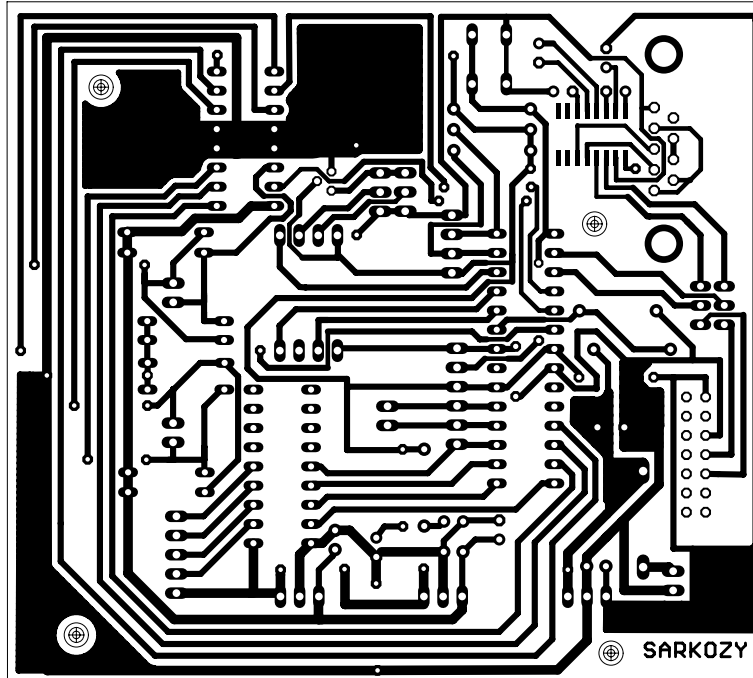
- Príloha 1: Schéma zapojenia riadiacej jednotky mobilnej platformy
- Príloha 2: Plošný spoj riadiacej jednotky
- Príloha 3: Osadzovací plán plošného spoja riadiacej jednotky
- Príloha 4: Schéma zapojenia rozširujúcej dosky pre bluetooth modul
- Príloha 5: Plošný spoj rozširujúcej dosky pre bluetooth modul
- Príloha 6: Osadzovací plán plošného spoja pre rozširujúcu dosku bluetooth modulu
- Príloha 7: Osadený plošný spoj rozširujúcej dosky bluetooth modulu
- Príloha 8: Schéma zapojenia USB programátora pre AVR
- Príloha 9: Plošný spoj USB programátora pre AVR
- Príloha 10: Osadzovací plán dosky plošného spoja USB programátora pre AVR
- Príloha 11: Osadená doska plošného spoja USB programátora pre AVR
- Príloha 12: Vyhotovená doska plošného spoja riadiacej jednotky
- Príloha 13: Osadený plošný spoj riadiacej jednotky
- Príloha 14: Celkový pohľad na mobilnú platformu

6.3 OBSAH PRILOŽENÉHO CD

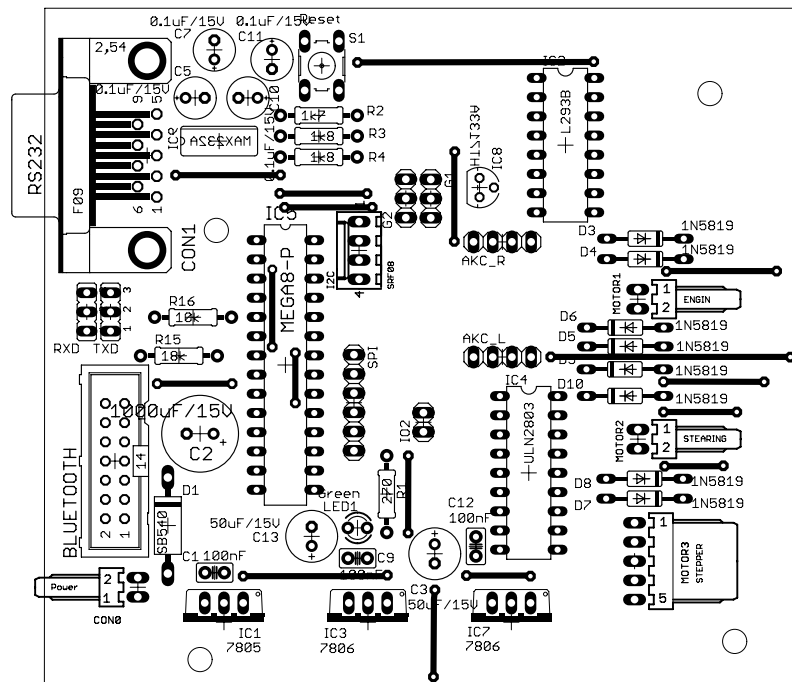
- avr_program_avrstudio_4.12 – firmware pre mikrokontrolér mobilnej platformy
- datasheet – katalógové listy použitých súčiastok
- obrazky – použité obrázky v práci
- praca_doc – bakalárska práca vo formáte .doc
- praca_pdf – bakalárska práca vo formáte .pdf
- riadiaci_program_exe - .exe súbor riadiaceho programu
- riadiaci_program_vc_2008 – zdrojový kód riadiaceho programu
- schemy_eagle_5.0 – schémy použité v práci
- stk_500 – firmware pre USB programátor AVR



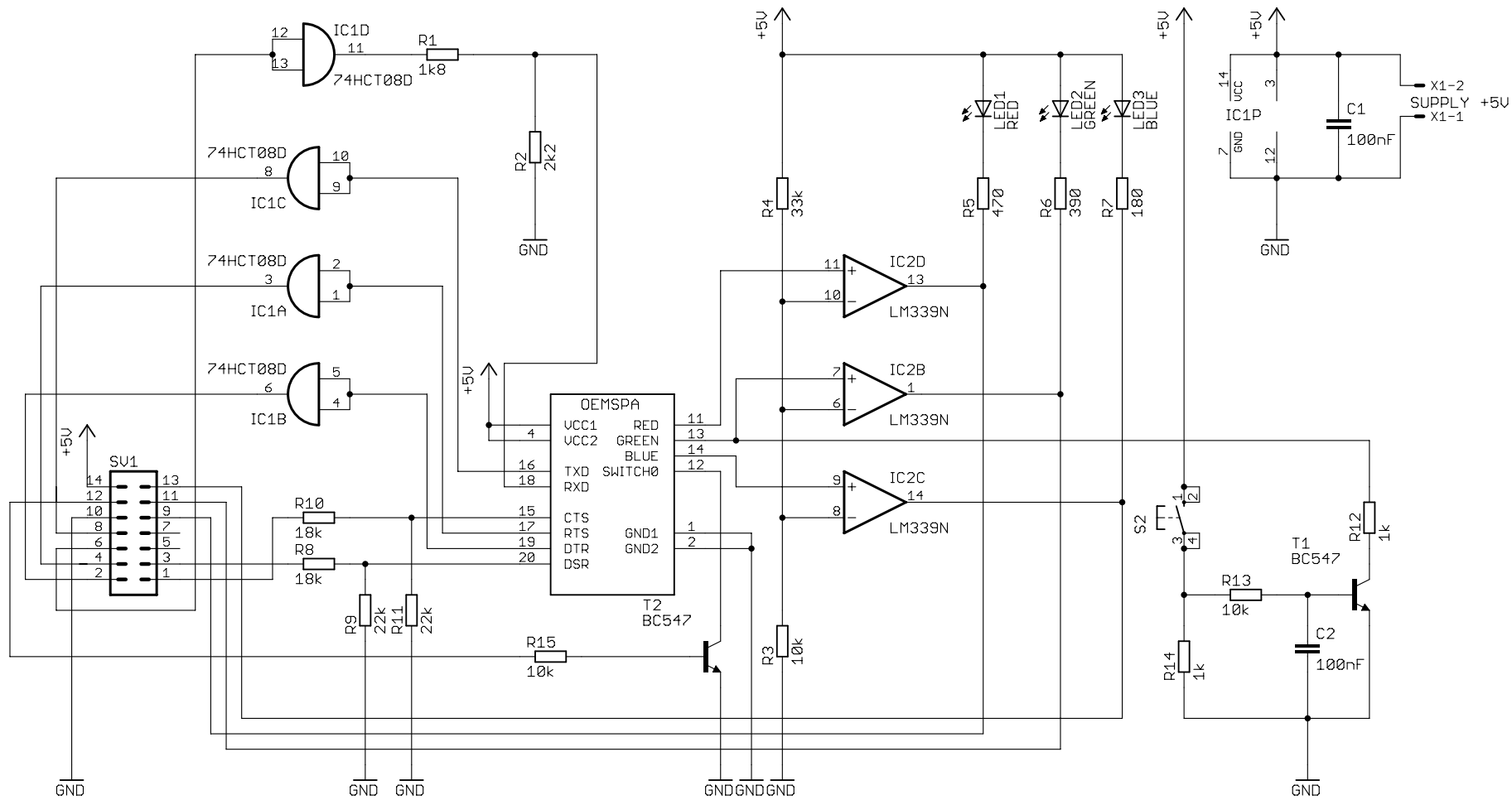
Príloha 1: Schéma zapojenia riadiacej jednotky mobilnej platformy



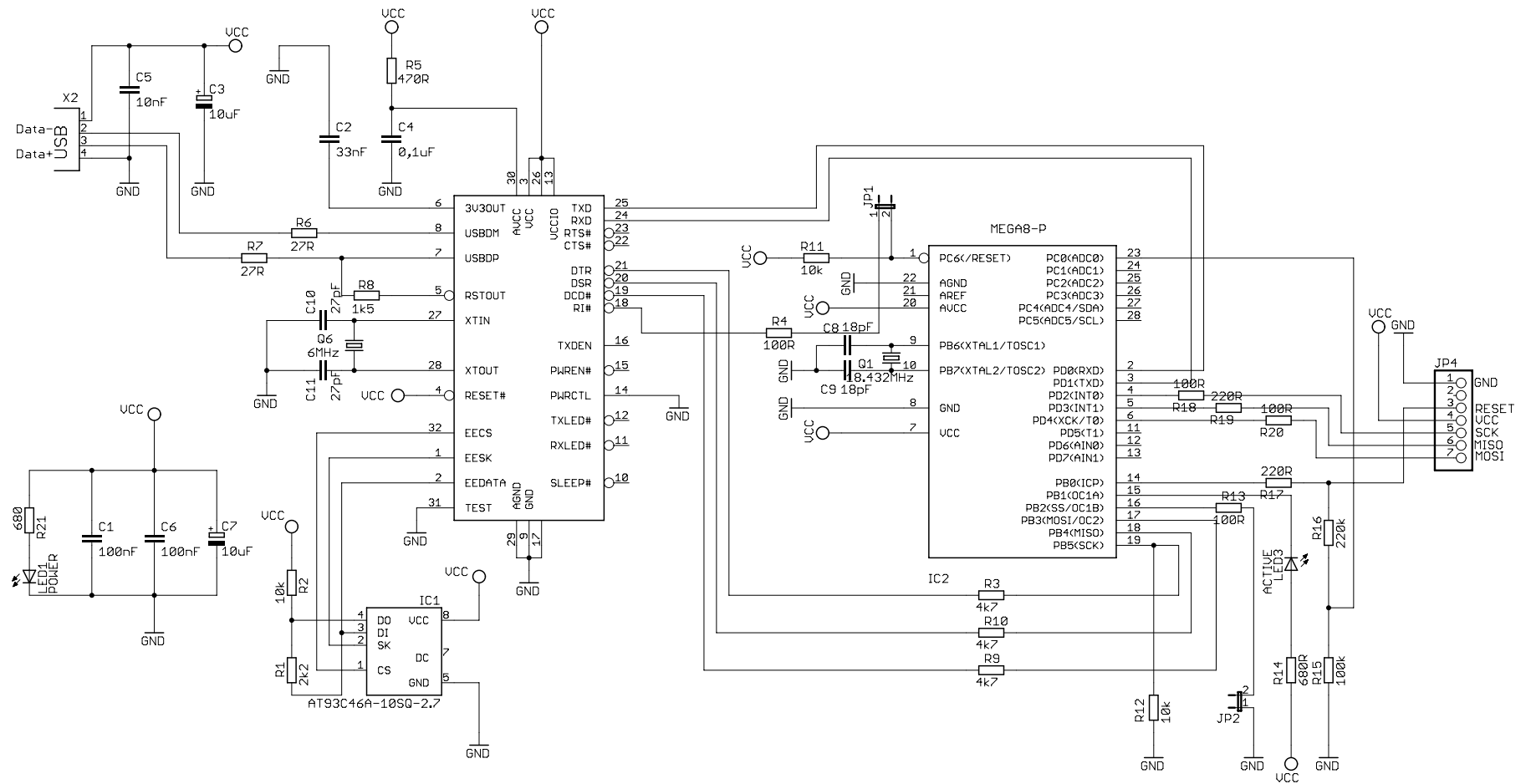
Príloha 2: Plošný spoj riadiacej jednotky



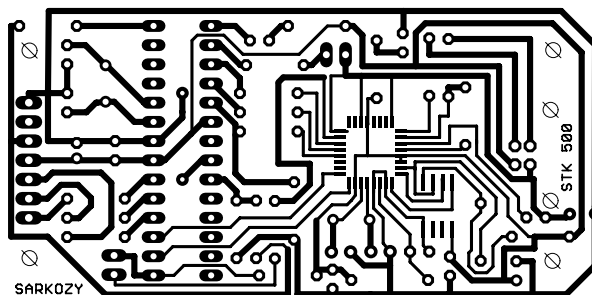
Príloha 3: Osadzovací plán plošného spoja riadiacej jednotky



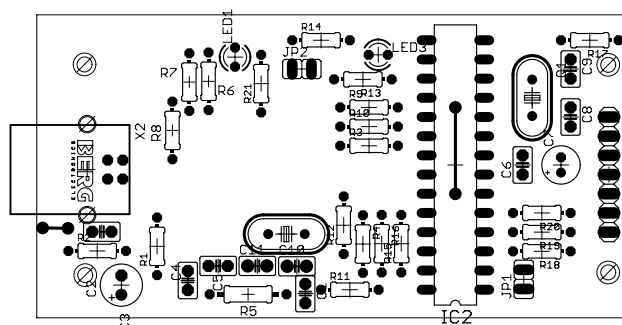
Príloha 4: Schéma zapojenia rozširujúcej dosky pre bluetooth modul



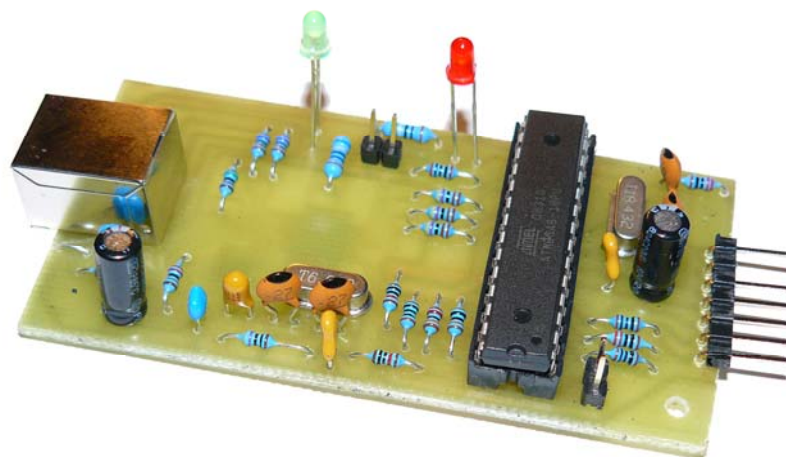
Príloha 8: Schéma zapojenia USB programátora pre AVR



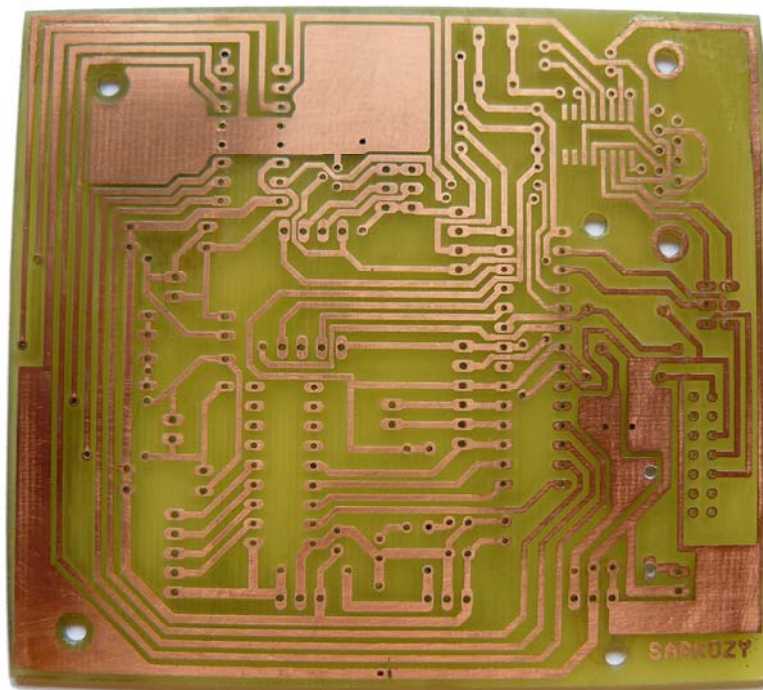
Príloha 9: Plošný spoj USB programátora pre AVR



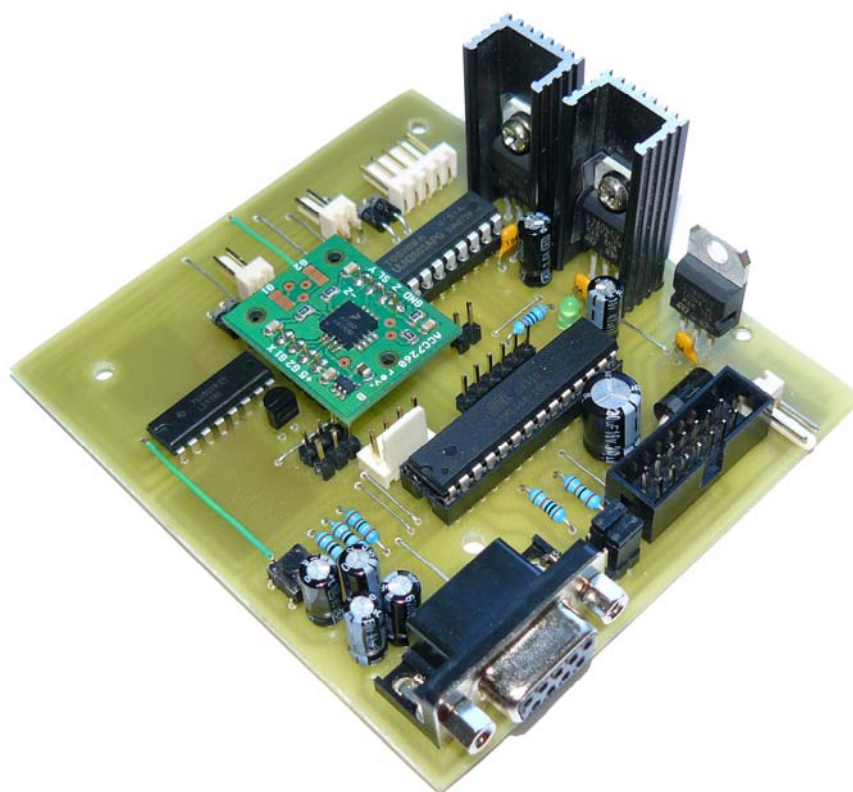
Príloha 10: Osadzovací plán dosky plošného spoja USB programátora pre AVR



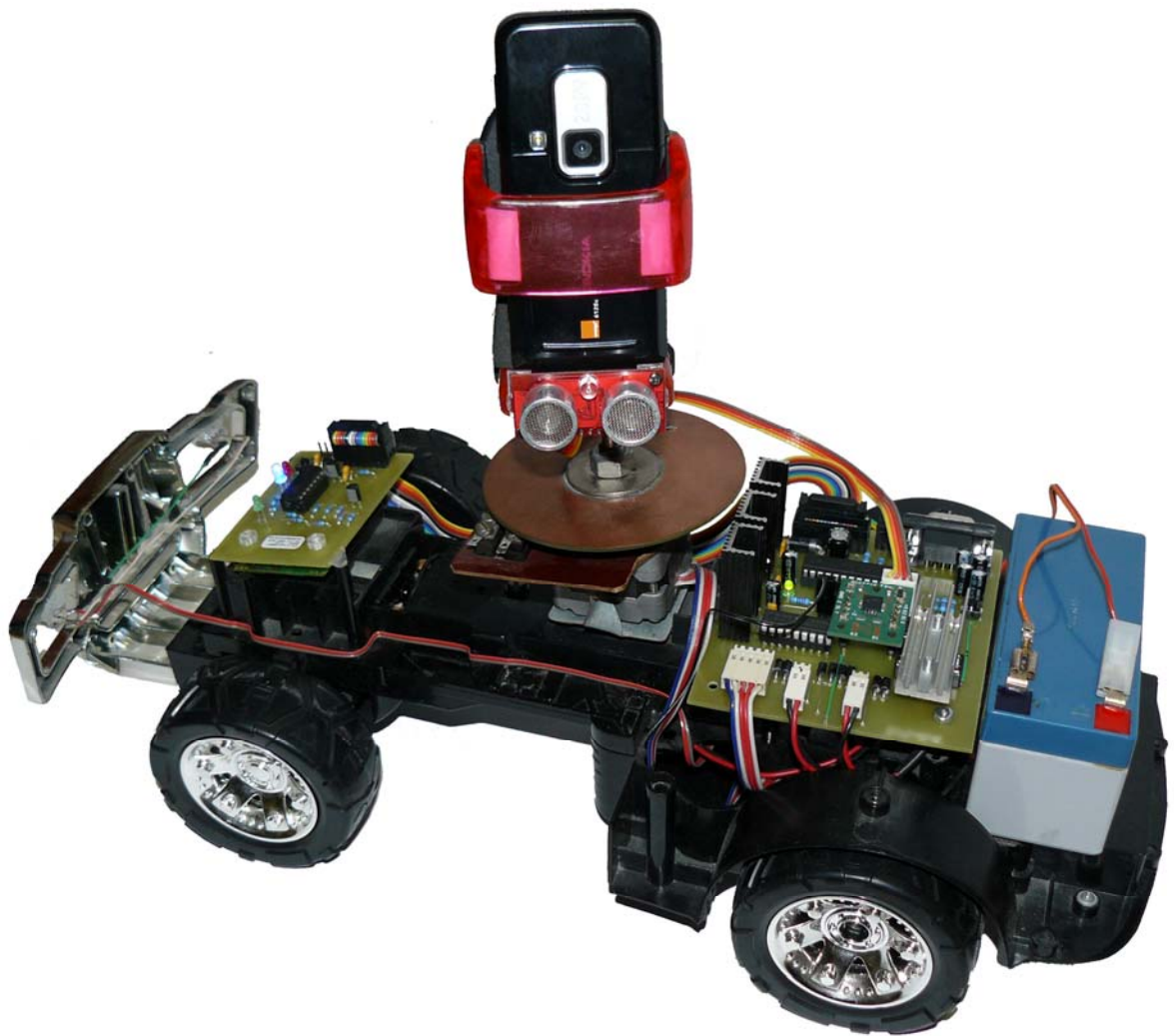
Príloha 11: Osadená doska plošného spoja USB programátora pre AVR



Príloha 12: Vyhotovená doska plošného spoja riadiacej jednotky



Príloha 13: Osadený plošný spoj riadiacej jednotky



Príloha 14: Celkový pohľad na mobilnú platformu