



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**
ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

BEZDRÁTOVĚ ŘÍZENÝ MODEL VOZIDLA

RF-CONTROLLED MODEL CAR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

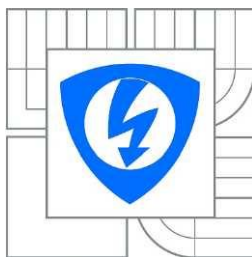
MAREK HRADISKÝ

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PAVEL ŠTEFFAN, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav mikroelektroniky

Bakalářska práce

Bakalářský studijní obor
Mikroelektronika a technologie

Student: Marek Hradiský
Ročník: 3

ID: 119439
Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Bezdrátově řízený model vozidla

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je návrh a realizace bezdrátově řízeného modelu vozidla ovládaného pomocí počítače nebo smartphonu. Řídící elektronika modelu musí podporovat standardní funkce jízdy, provádět měření okolních podmínek a zpracovávat měřené údaje v nadřazeném mikrokontroleru. Zpracované hodnoty budou odesílány bezdrátově do počítače. Na modelu realizujte moderní elektronické prvky jako například ABS, ASR.

DOPORUČENÁ LITERATÚRA:

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 31.5.2012

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Šteffan, Ph.D.

doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor semestrální práce nesmí při vytváření semestrální 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 části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Táto bakalárska práca sa zaoberá návrhom a praktickou realizáciou auta, diaľkovo ovládaného pomocou počítača. V práci je popísaný návrh systému, výber a popis jednotlivých komponentov. Praktická časť obsahuje realizáciu softvéru pre počítač, mikrokontrolér a návrh dosky plošného spoja pre riadiacu jednotku.

Kľúčové slová

WiFi, Atmega, mikrokontrolér, auto, bezdrôtová komunikácia, servo, regulátor otáčok

Abstract

The aim of this bachelor's thesis is design and practical realization of remote-controlled car by the computer. This thesis describes concept of the system selection and description of the components. The practical part contains software implementation for computer also for microcontroller and the concept of printed circuitboard for the controller.

Keywords

WiFi, Atmega, microcontroller, car, wireless communications, servo, speed controller

HRADISKÝ, M. *Bezdrátově řízený model vozidla*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 46 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Pavel Šteffan, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma „**Bezdrátově řízený model vozidla**“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si 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.

V Brně dne

.....

podpis autora

Pod'akovanie

Touto cestou sa chcem poďakovať vedúcemu bakalárskej práce doc. Ing. Pavlovi Šteffanovi, Ph.D. za odbornú pomoc a cenné rady, ktoré mi poskytol pri jej vypracovaní.

Obsah

Úvod	7
1 Teoretická časť	8
1.1 História diaľkového ovládania	8
1.2 WiFiversusBluetooth	8
1.3 Výber WiFi modulu.....	10
1.4 Výber mikrokontroléra	12
1.5 Kontrola trakcie	13
1.6 Senzor pre detekciu prekážky.....	15
2 Praktická časť	19
2.1 Návrh systému	19
2.2 Možnosti WiFi modulu.....	20
2.3 Webserver.....	21
2.4 Virtuálny sériový port.....	24
2.5 Ovládanie serva	25
2.6 Kontrola trakcie	26
2.8 Aplikácia pre počítač	29
2.9 Program pre mikrokontrolér	31
2.10 Schéma a návrh DPS	32
3. Záver.....	37
Zoznam použitých zdrojov	38
Zoznam skratiek	40
A Schémy	41
B DPS	43
C Obrázky.....	44

Zoznam obrázkov

OBR. 1: WiFi MODUL [6]	11
OBR. 2: ATMEGA8 [7]	12
OBR. 3: REFLEXNÝ OPTOČLEN LTH209-1 [8]	14
OBR. 4: OPTOZÁVORA TCST1103 [9]	15
OBR. 5: ULTRAZVUKOVÝ SENZOR SRF05 [12]	16
OBR. 6: OPTICKÝ SENZOR GP2Y0A21YK [13]	17
OBR. 7: BLOKOVÁ SCHÉMA SYSTÉMU	19
OBR. 8: ROZMIESTNENIE SENZOROV	20
OBR. 9: KONFIGURAČNÝ WEBSERVER	22
OBR. 10: KOMPRIMÁCIA WEBSERVERA	24
OBR. 11: HW VIRTUALSERIAL PORT	25
OBR. 12: OVLÁDACÍ SIGNÁL SERVA	26
OBR. 13: KÓDOVÝ PÁSIK	27
OBR. 14: KONTROLA TRAKCIE – ZADNÉ KOLESO	27
OBR. 15: KÓDOVÉ KOLIESKO	28
OBR. 16: KONTROLA TRAKCIE – PREDNÉ KOLESO	28
OBR. 17: APLIKÁCIA PRE PC	30
OBR. 18: FAST PWM [7]	31
OBR. 19: ZAPOJENIE STABILIZÁTORA 78S05	33
OBR. 20: SCHÉMA NAPÁJACIEHO MODULU	33
OBR. 21: NÁVRH DPS NAPÁJACIEHO MODULU	34
OBR. 22: ZAPOJENIE HRADLA 74HCT08	34
OBR. 23: DPS RIADIACEJ JEDNOTKY	35
OBR. 24: SCHÉMA ZAPOJENIA SENZOROV	35
OBR. 25: DPS SENZOROVEJ ČASTI	36
OBR. 26: MODEL AUTA	36
OBR. 27: SCHÉMA RIADIACEJ JEDNOTKY BEZ SENZOROV	41
OBR. 28: SCHÉMA RIADIACEJ JEDNOTKY SO SENZORMI	42
OBR. 29: DPS RIADIACEJ JEDNOTKY SO SENZORMI	43
OBR. 30: PREDNÉ KOLESO SO SENZOROM	44
OBR. 31: ZADNÉ KOLESO SO SENZOROM	44
OBR. 32: NAPÁJACÍ MODUL	45
OBR. 33: UMIESTNENIE MODULOV NA MODEL AUTA	45
OBR. 34: MODEL AUTA Z BOKU	46

Zoznam tabuliek

TAB. 1: TABUĽKA VÝKONOVÝCH TRIED BLUETOOTH	9
TAB. 2: TABUĽKA ŠTANDARDOV Wi-Fi [4]	9

Úvod

Táto práca sa zaoberá návrhom auta, diaľkovo ovládaného z počítača alebo smartphonu a jeho následnou realizáciou. Riadiaca jednotka auta má zvládať štandardné funkcie jazdy a bude napájaná z akumulátora auta. V dnešnej dobe sa na ovládanie diaľkovo ovládaných áut využívajú RC súpravy, ktorých využitie je obmedzené. Technológia počítačov a smartphonov pokročila natoľko, že sú cenovo dostupné takmer pre každého a nájdeme ich v každej domácnosti. Preto sa zameriame na využitie ich vstavaných periférií, ktoré nám umožnia ovládanie auta aj s pokročilými funkciami, ktoré by sme na dnešných, cenovo dostupných RC súpravách hľadali márne. Komunikačné štandardy WiFi a Bluetooth sa stali natoľko populárne, že ich moduly sú obsiahnuté v každom notebooku alebo smartphone a ich použitie je už pri základnej znalosti ich fungovania možné v rôznych aplikáciách. V prvej kapitole je stručne opísané ich fungovanie, výhody a nevýhody, ďalej sa zaoberá výberom WiFi modulu ako aj mikrokontroléra pre riadiacu jednotku auta. Popísané sú tam aj možnosti použitia jednotlivých senzorov pre kontrolu trakcie a detekciu prekážky. Druhá kapitola je zameraná na praktickú časť práce, ktorá zahŕňa tvorbu aplikácie pre počítač s operačným systémom Windows, tvorbu programu pre mikrokontrolér. Táto kapitola sa zaoberá aj návrhom napájacieho modulu, riadiacej jednotky a záverom je umiestnenie všetkých modulov a senzorov na samotný model automobilu.

1 Teoretická časť

1.1 História diaľkového ovládania

Použitie prvého diaľkového ovládania modelu sa datuje už od čias Nikoly Tesly, ktorý ako prvý v roku 1893 predviedol verejnosti diaľkovo ovládanú loď. Ďalšia známa zmienka o bezdrôtovom riadení modelu pochádza z Nemecka, kde sa v roku 1935 objavil diaľkovo riadený model vetroňa. Riadenie vetroňa malo fungovať na princípe riadenia zvukom. Ako vysielateľ mal byť použitý megafón, o zvuk sa starala automobilová húkačka a o príjem signálu sa staral všesmerový mikrofón. Jedny z prvých modelov riadených rádiovým signálom boli modely vetroňov, ktoré sa ukázali roku 1936 na Majstrovstvách Nemecka. [1] Prvý RC model auta sa na komerčnom trhu objavil v roku 1966 a bol to model Ferrari 250LM, ktorý bol v merítke 1:12 a na trh ho uviedla talianska spoločnosť ElettronicaGiocattoli.

Od 60. rokov postupne začal rozmach RC súprav. Vynájdenie tranzistorov a neskôr aj integrovaných obvodov výrazne zjednodušil stavbu RC súprav a umožnil týmto aj jednoduchší vývoj nových technológií a postupné zmenšovanie. Jednokanálové súpravy začali nahrádzať súpravy viackanálové. Na prenos signálov sa spočiatku používala a do dnes aj používa modulácia AM, ktorá sa neskôr začala nahrádzať moduláciou FM. V dnešnej dobe je najpoužívanejšie voľné pásmo 2,4GHz.

1.2 WiFi versus Bluetooth

V dnešných počítačoch a telefónoch sa používajú dva komunikačné štandardy, ktoré môžeme v tejto práci využiť. Sú to WiFi a bluetooth.

Bluetooth je komunikačný štandard IEEE 802.12.1, pracujúci v bezlicenčnom pásme 2,4 GHz. Tento štandard slúži na prepojenie zariadení na krátku vzdialenosť. V dnešnej dobe sa montuje do väčšiny telefónov, notebookov alebo tlačiarň. Bluetooth pracuje v rozmedzí frekvencií 2,4000 – 2,4835 GHz a má 79 použiteľných kanálov (1 MHz na kanál). Jeho hlavnou výhodou je použitie kmitočtových skokov, čo má za následok potlačenie rušivých vplyvov. Tieto skoky sú uskutočňované rýchlosťou 1600 skokov za sekundu.[2][3] Hlavnou nevýhodou tohto komunikačného štandardu je maximálny dosah. Ten sa určuje podľa triedy, do ktorej zariadenie spadá. Triedy sú definované podľa výkonu. To je vidieť v tab. 1.

Tab. 1: Tabuľka výkonových tried bluetooth

Trieda	Dosah (približný)	Výkon
1.	100 m	100 mW
2.	50 m	2,5 mW
3.	10 m	1 mW

Tento dosah je definovaný pre voľné priestranstvo. Ak je medzi komunikujúcimi zariadeniami prekážka, dosah sa rapídne zníži. Vo veľkom množstve zariadení, ktoré využívajú komunikáciu cez bluetooth je používaná trieda č. 3, či už kvôli spotrebe alebo cene samotnej. U niektorých zariadení je dosť ťažké zistiť, v ktorej triede bluetooth pracuje a tak by mohlo byť problematické zaručiť fungovanie zariadení nad určitú vzdialenosť.

WiFi je súbor štandardov IEEE 802.11. ktoré popisujú bezdrôtovú komunikáciu v bezlicenčnom pásme 2,4 GHz. Jednotlivé verzie štandardov sú označované písmenami a, b, g a n, napríklad 802.11g. Každý z týchto štandardov má svoje špecifické vlastnosti, či sa to týka rýchlosti alebo bezpečnosti.

Tab. 2: Tabuľka štandardov Wi-Fi [4]

Wi-Fi technológia	Frekvenčné pásmo	Maximálna rýchlosť prenosu dát
802.11a	5 GHz	54 Mbps
802.11b	2.4 GHz	11 Mbps
802.11g	2.4 GHz	54 Mbps
802.11n	2.4 GHz, 5 GHz, 2.4 alebo 5 GHz (voliteľné), 2.4 a 5 GHz (súbežne)	450 Mbps

Vzájomnú kompatibilitu zariadení rôznych výrobcov zaručuje certifikačný proces. O testovanie týchto zariadení sa stará WiFi aliancia. S WiFi, na rozdiel od bluetooth, ktorý je určený prevažne ku komunikácii dvoch zariadení, môžeme vytvárať dva základné typy sietí:

- Ad-hoc siete spájajú dva zariadenia, ktoré sú si rovnocenné (peer-to-peer).
- Infraštruktúrne siete obsahujú jeden alebo viac prístupových bodov Access point, ktoré vysielajú svoje identifikačné údaje SSID. Jednotlivé zariadenia si následne podľa SSID vyberajú zariadenie, na ktoré sa pripoja.

WiFi ako aj bluetooth pracujú na frekvencii 2,4 GHz. U WiFi je ale používané pásmo od 2.400 GHz do 2.483 GHz rozdelené na 13. pracovných kanálov (pre Európu). Dosah WiFi je všeobecne známa a vo väčšom merítku rozoberaná téma. Veľa ľudí hľadá podobné rozdelenie, ako je u štandardu bluetooth. Takéto rozdelenie ale bohužiaľ nie je známe. Zariadenia umožňujúce komunikáciu cez bluetooth sú vo väčšine prípadov integrované do iných zariadení a externá anténa používaná nie je, keďže sa táto komunikácia používa prevažne pre dva zariadenia, ktoré sú vzdialené niekoľko metrov. WiFi je ale používané v rôznych aplikáciách. Vo väčšine sú to LAN siete, využívané v miestnostiach, budovách, na prenos dát medzi budovami, dokonca aj dvoma vzdialenejšími oblasťami. Preto je použitie externej antény nutnosť. Ak by sme mali k dispozícii neobmedzený výkon vysielача, bolo by možné cez WiFi prenášať dáta na veľké vzdialenosti. Keďže WiFi pracuje vo voľnom pásme a toto pásmo využíva aj spomínaný bluetooth alebo ZigBee, maximálna intenzita signálu, zadaná TU, nesmie presiahnuť hodnotu 100 mW. Toto obmedzenie by malo eliminovať rušiace vplyvy, ak existuje viac sietí v jednej oblasti. Kvôli tomuto obmedzeniu sme nútený používať rôzne druhy antén pre jednotlivé aplikácie, aby bolo možné dosiahnuť požadované výsledky. Napríklad ak potrebujeme dáta preniesť z budovy na budovu, použijeme anténu smerovú. Ak potrebujeme pokrývať určitú plochu, použijeme anténu vše smerovú. Podľa toho sa líši maximálna vzdialenosť prenosu. Príklad približného výpočtu tu [5].

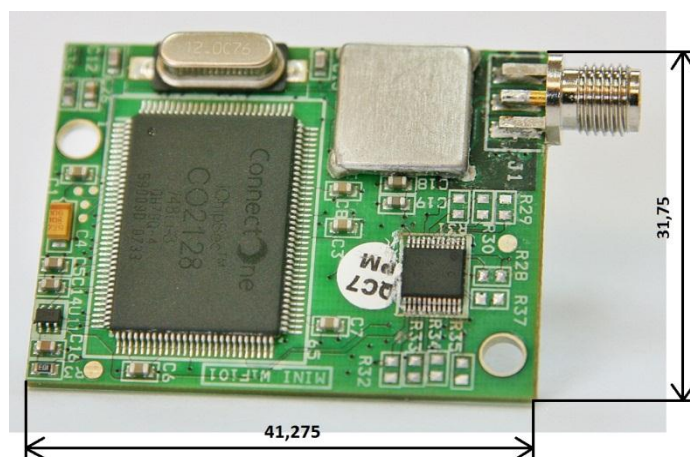
1.3 Výber WiFi modulu

Môj dôvod pre výber štandardu WiFi je montáž WiFi kariet do každého notebooku, tabletu a väčšiny telefónov, ktoré sa v dnešnej dobe vyrábajú. U bluetooth to nie je pravidlo. Ďalším dôvodom je možnosť pripojenia WiFi karty k PC, kde môžeme použiť externú anténu a tak jednoducho zvýšiť dosah.

Pri výbere WiFi modulu som si musel najprv uvedomiť, čo od neho očakávame a aké funkcie potrebujem pre moju aplikáciu. V prvom rade budem komunikovať s mikrokontrolérom, pomocou ktorého budeme ovládať samotné auto. Na túto komunikáciu

sa dokonale hodí komunikačná jednotka USART, ktorú obsahuje väčšina mikrokontrolérov. Druhá, pre mňa dôležitá vec je anténa. Je výhodné mať možnosť jednoduchej výmeny, napríklad za anténu s väčším ziskom. Je vhodné si dopredu premyslieť, či budem chcieť modul určený pre povrchovú montáž alebo modul pre viac aplikácií a bude výhodnejšie prepojenie konektorom, prípadne káblikom.

Zameral som sa na výber modulov spoločnosti ConnectOne, ktorej zariadenia distribuuje v ČR spoločnosť Spezial electronic. Na výber je niekoľko druhov, procesorom riadených WiFi modulov. V ponuke je aj modul, určený k povrchovej montáži, ako aj moduly, ktoré obsahujú konektory pre jednoduché prepojenie s aplikáciou. Mnou vybraný modul je Mini SocketiWiFi™, ktorý obsahuje konektor SMA(M) pre jednoduchú výmenu antény a na prepojenie s riadiacou jednotkou sú tu k dispozícii štandardné kolíky s roztečou 2,54 mm.



Obr. 1: WiFi modul [6]

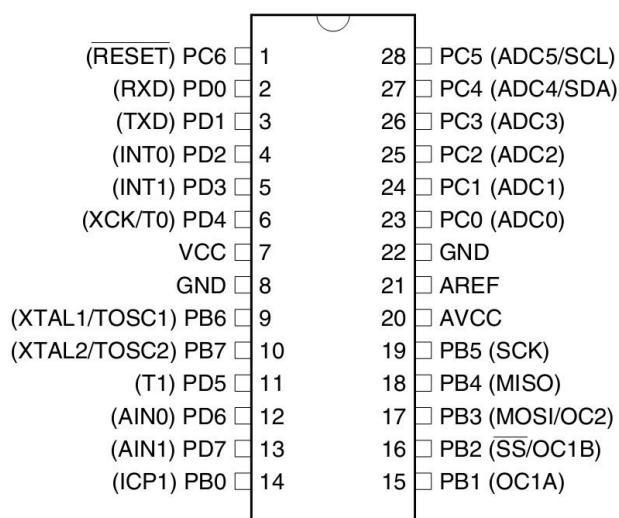
Základné technické špecifikácie:

- Procesor: iChip™ CO2128
- WiFichipset: Marvell 88W8686 802.11 b+g
- Interface: UART (600 bps až 3 Mbps)
- Teplotný rozsah: -40° až 85 °C
- Napájanie: +3,3 V (+/-10 %)
- Výkon: +15 dBm
- Citlivosť Rx: -88 dBm (802.11b); -74 dBm (802.11g)
- Spotreba:
 - Rx 190 mA
 - Tx 250 mA

Tento WiFi modul podporuje bezpečnostné protokoly WEP, WPA/WPA2, SSL3/TLS1, HTTPS, FTPS [6]. Modul podporuje možnosť využívať 2 web servery, užívateľský a konfiguračný.

1.4 Výber mikrokontroléra

Dôležitou súčasťou tejto aplikácie bude mikrokontrolér. Ten bude srdcom auta. Bude spracovávať príkazy z počítača a ovládať všetky funkcie. Mikrokontrolér musí obsahovať komunikačnú jednotku USART, ktorú obsahuje aj vybraný WiFi modul a ktorá bude sprostredkúvať samotnú komunikáciu. Mikrokontrolér by mal obsahovať AD prevodníky, ktoré využijem na meranie napätia akumulátorov a veľkým plusom bude možnosť preprogramovať mikrokontrolér priamo v aplikácii, bez nutnosti premiestňovať ho do programátora. Tieto parametre spĺňa väčšina dostupných mikrokontrolérov, či už od firmy Microchip, AVR alebo Freescale. Pre skúsenosti s programovaním mikrokontrolérov od firmy AVR, som sa zameral na ich produkty. Konečnou voľbou bol mikrokontrolér Atmega8A-PU. Presnejšie je to verzia v puzdre DIL s 28 vývodmi, pre možnosť vývoja v nepájivom poli. Obsahuje 23 programovateľných vstupno/výstupných pinov, 6 multiplexovaných AD prevodníkov, dva 8-bit a jeden 16-bit časovače, 3 PWM kanály, programovateľnú sériovú linku USART, SPI sériové rozhranie a podporuje ISP, čo je funkcia mikrokontroléra, ktorú budem využívať práve pre programovanie priamo v aplikácii. [7] Mikrokontrolér je zobrazený na obr. 2.



Obr. 2: Atmega8 [7]

Základné technické špecifikácie:

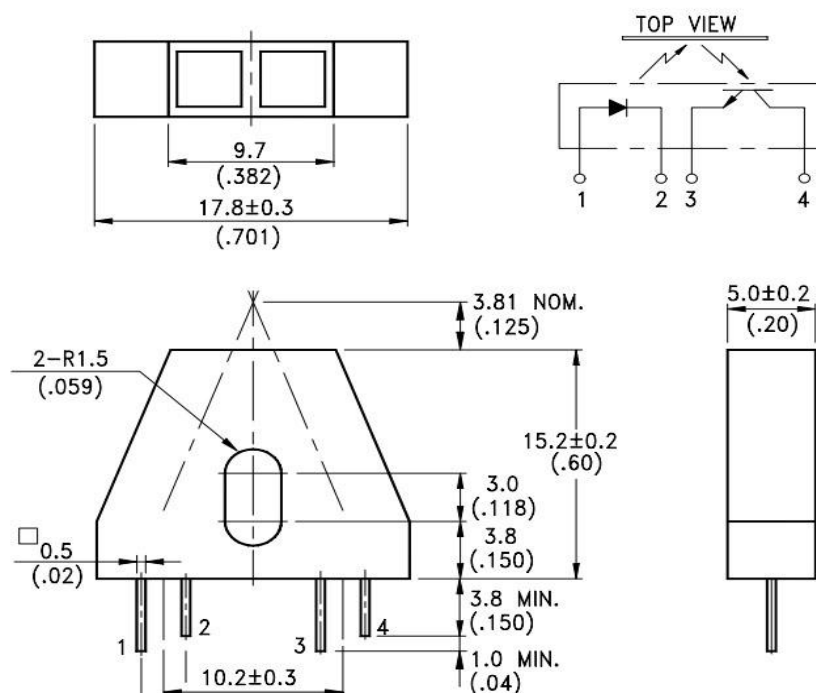
- Napájacie napätie: 2,7 V až 5,5 V
- Procesor: 8 bit
- Veľkosť programovej pamäte: 8 kB
- Veľkosť pamäte EEPROM: 512 B
- Pracovná teplota: -40° až 85 °C
- Frekvencia: 8 MHz

1.5 Kontrola trakcie

Kontrola trakcie (ASR, TCS) je v podstate regulácia pretáčania poháňaných (hnaných) kolies pri rozbiehaní alebo zrýchľovaní vozidla a tým optimalizuje prenos točivého momentu na vozovku. Tento systém sa stará o efektívne využitie pohonu aj na klzkom povrchu. Samotná regulácia je realizovaná buď znížením výkonu motora, pribrzdňovaním prešmykujúcich kolies alebo ich kombináciou.

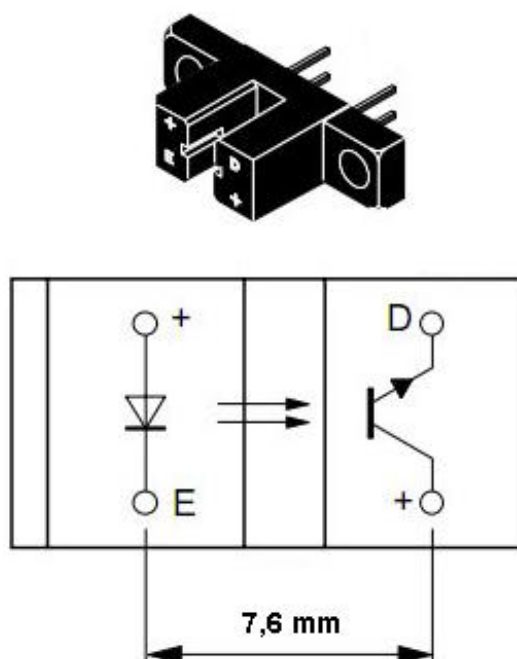
Keďže je systém ASR rozšírením systému ABS, o snímanie preklzávania jednotlivých kolies sa starajú jeho senzory. Model auta systém ABS neobsahuje. To znamená že jeho senzory využívať nemôžem a musím ich zrealizovať. Senzor snímania otáčok sa dá realizovať viacerými spôsobmi. Jedným je pomocou senzora magnetického poľa (hall). Teoretický princíp fungovania by bol nasledovný. Na koleso je potrebné umiestniť magnet a pomocou senzora by bol snímaný prechod magnetu. Ak je magnet v polohe, kde je senzor schopný snímať jeho magnetické pole, senzor vyšle signál, impulz, ktorý bude snímaný. Jeden impulz bude reprezentovať jedno otočenie kolesa.

Ďalšia možnosť, ako snímať otáčky kolesa, je použiť senzor optický. Na túto aplikáciu je možné použiť reflexný optočlen alebo optozávoru.



Obr. 3: Reflexný optočlen LTH209-1 [8]

Príklad reflexného optočlena je na obr. 3. Princíp použitia je nasledovný. Led dióda s určitou vlnovou dĺžkou a fototranzistor, citlivý na vlnovú dĺžku diódy sú umiestnené vedľa seba, ako je znázornené na obrázku v pravom hornom rohu. Na snímaný prvok budú umiestnené reflexné prvky, od ktorých sa bude žiarenie z LED diódy spoľahlivo odrážať. Odrazené žiarenie zdeteguje fototranzistor, ktorý sa otvorí a dodá požadovaný signál (impulz). Na snímaný prvok, v tomto prípade koleso, môže byť umiestnených viacero reflexných prvkov a to precízne na presne určených miestach a takto je možné napríklad snímať pootočenie o štvrt' otáčky.



Obr. 4: Optozávora TCST1103 [9]

Príklad optozávory je na obr. 4. Princíp je podobný ako pri reflexnom optočlene. Je tu LED dióda s určitou vlnovou dĺžkou a fototranzistor, citlivý na túto vlnovú dĺžku. Odpadlo použitie reflexných prvkov, pretože fototranzistor a LED dióda sú umiestnené oproti sebe. Na druhú stranu je však potrebné použiť prekážku, ktorá bude prerušovať žiarenie počas otáčania kolesa. Ideálne by bolo koliesko s dierkami, ktoré budú rozmiestnené rovnomerne po obvode celého kolesa, v určitej, presne špecifikovanej vzdialenosti. Keď sa koliesko po umiestnení medzi diódu a fototranzistor bude točiť, výsledkom bude signál, udávajúci pootočenie kolesa. Čím hustejšie budú dierky na koliesku, tým jemnejšie pootočenie kolesa budem môcť snímať.

1.6 Senzor pre detekciu prekážky

Dnes už čoraz bežnejší prvok v automobilovej doprave je detekcia prekážky automobilu. Využitie tejto funkcie je naozaj široké. Asi najbežnejšie použitie je pri parkovaní, kedy senzory automobilu detegujú vzdialenosť prekážky, napr. iného automobilu. Iným využitím je detekcia chodca alebo automobilu priamo v premávke, kde môže elektronika automobilu spomaliť a udržiavať vzdialenosť za idúcim automobilom, alebo aj úplne zastaviť a vyhnúť sa tak zrážke.

V tejto bakalárskej práci budem realizovať práve detekciu prekážky pri jazde automobilu a jeho následnom zastavení, aby sa vyhlo zrážke. Pri riešení tohto problému je prvou, a asi najdôležitejšou otázkou výber vhodného senzora. Vzhľadom na veľkosť modelu sa bude jednať o detekciu prekážky na vzdialenosť niekoľko desiatok centimetrov až jedného metra. Na snímanie je možné použiť senzor optický, senzor ultrazvukový, alebo kameru. Na snímanie obrazu kamerou by bolo nutné použiť výkonný mikroprocesor. Navyše by bolo pravdepodobne samotné spracovanie časovo náročné. Na výber ostal senzor ultrazvukový a optický.

Ultrazvukové senzory sa používajú najčastejšie u parkovacích senzorov. Ultrazvuk je mechanické kmitanie s frekvenciou vyššou ako 20 kHz. Ultrazvukový senzor obsahuje vysielateľ, ktorý vytvára ultrazvuk s danou frekvenciou. Ultrazvuková vlna sa následne šíri prostredím a ak narazí na prekážku, časť energie vlny prechádza prekážkou, časť energie vlny pohltí prekážka a zvyšok sa od prekážky odrazí. Odrazenú vlnu, nazývanú tiež echo, následne zdeteguje prijímač ultrazvukového senzora. Vzdialenosť prekážky určí vyhodnocovací obvod podľa rozdielu času medzi vyslaním a prijatím ultrazvukovej vlny. Navyše, ak sa prekážka pohybuje vzhľadom k senzoru, môže byť uplatnený Dopplerov jav. Ten sa prejaví posunom frekvencie odrazenej vlny. Jedným z takýchto senzorov je SRF05 od spoločnosti Devantech. Senzor je na obr. 5.

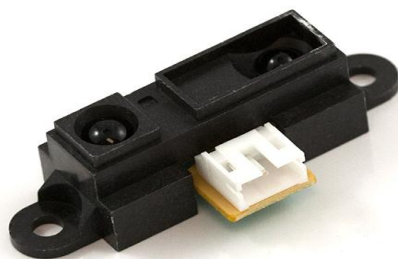


Obr. 5: Ultrazvukový senzor SRF05 [12]

Základné technické špecifikácie:

- Frekvencia: 40 kHz
- Vyžarovaný uhol: 55°
- Napájanie: 5 V/30 mA
- Meraná vzdialenosť: 1 cm – 4 m
- Štartovací pulz: min. 10 us, TTL
- Výstupný impulz
určujúci vzdialenosť: 0.1 ms– 25 ms
- Rozmery: 43x20x16 mm

Optické senzory majú vo všeobecnosti veľmi široký záber použitia. Či už sa jedná o meranie vzdialenosti, teploty alebo detekciu prekážky. Sú obľúbené hlavne kvôli ich jednoduchosti, malým rozmerom ako aj hmotnosti. U človeka je viditeľné spektrum elektromagnetického žiarenia, čiže svetla, v rozmedzí od 400 nm do 700 nm. Pre bežne dostupné optické senzory sa využíva infračervené spektrum. Jeho vlnová dĺžka je v rozmedzí 760 nm až 1 mm. Presnejšie je to vlnová dĺžka okolo 940 nm. V niektorých prípadoch, ak je potrebné zamerať objekt sa používa červené svetlo, ktoré má najväčšiu vlnovú dĺžku z viditeľného spektra a to 625 nm až 740 nm. Vhodným senzorom pre túto bakalársku prácu je výrobok od spoločnosti SHARP. Jedná sa o optický senzor GP2Y0A21YK. Senzor je na obr. 6.



Obr. 6: Optický senzor GP2Y0A21YK [13]

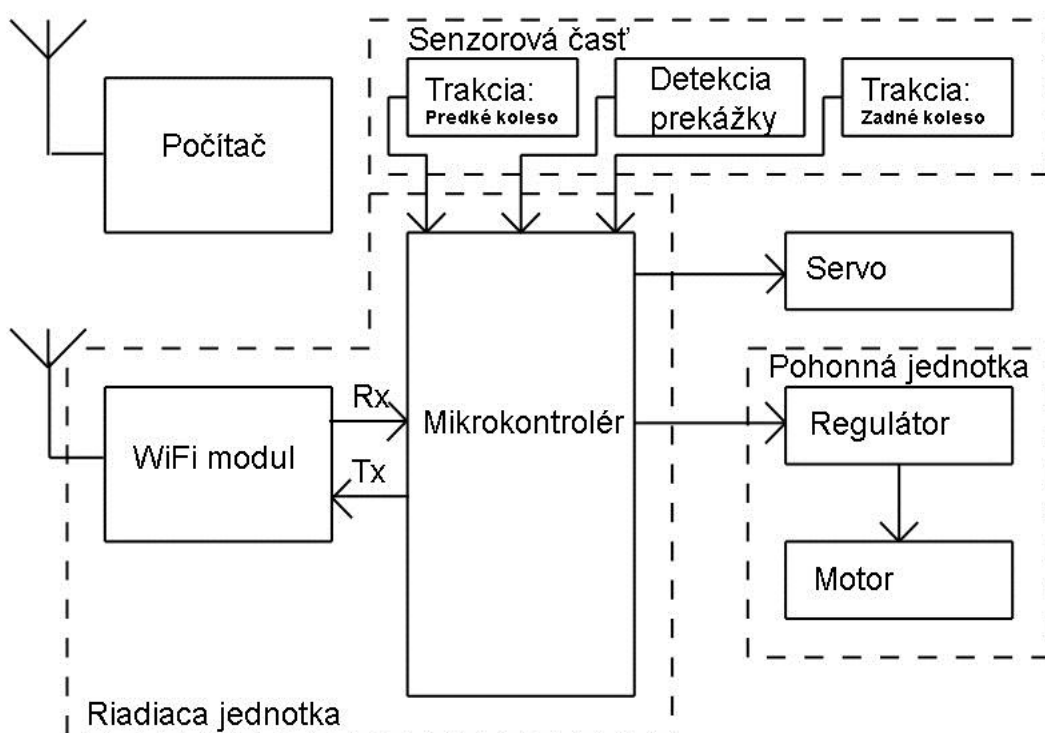
Základné technické špecifikácie:

- Napájacie napätie: 4,5 V – 5,5 V
- Meraná vzdialenosť: 10 cm – 80 cm
- Prevádzková teplota: -10 °C – +60 °C
- Výstupné napätie: 0,4 V – 2,3 V (analogový výstup)

2 Praktická časť

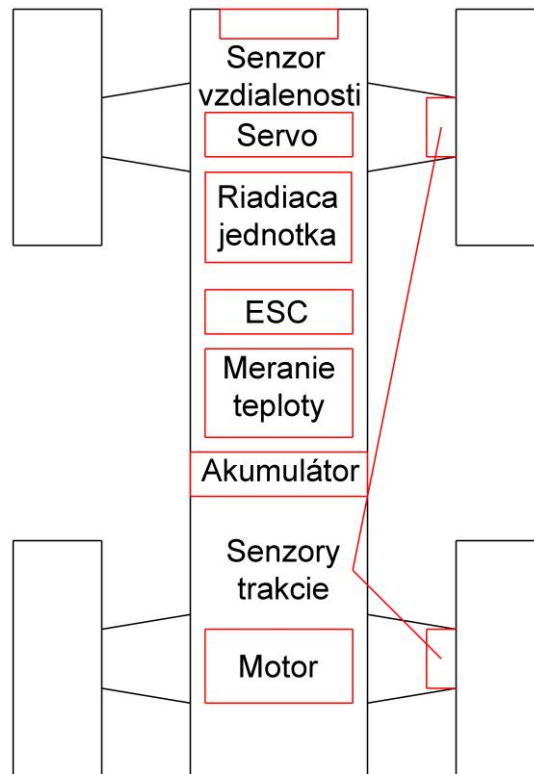
2.1 Návrh systému

Hlavným stavebným prvkom každého návrhu by mala byť bloková schéma celého systému, ktorá znázorňuje jeho štruktúru. Zobrazuje vzájomné prepojenia hlavných stavebných prvkov a tým ujasňuje celkový náhľad na projekt. Moja bloková schéma je znázornená na obr. 7.



Obr. 7: Bloková schéma systému

Základnými prvkami celého systému sú počítač, WiFi modul, mikrokontrolér, servo a pohonná jednotka auta, ktorá sa skladá z regulátora otáčok a motorčeka. Doplnkovým prvkom systému je senzorová časť. Skladá sa zo senzorov kontroly trakcie, ktoré sú umiestnené na prednom a zadnom kolese pravej strany vozidla. Ďalšou časťou je senzor na detekciu prekážky, ktorý je umiestnený v prednej časti vozidla. Rozmiestnenie senzorov ako aj ďalších súčastí modelu auta sú znázornené na obr. 8.



Obr. 8: Rozmiestnenie senzorov

Počítač bude obsahovať softvér, pomocou ktorého budem prijímať príkazy užívateľa a odosielať prostredníctvom komunikačného štandardu WiFi do riadiacej jednotky. O príjem dát z počítača sa na strane riadiacej jednotky stará WiFi modul. Ten prostredníctvom jednotky USART prenáša prijaté dáta do mikrokontroléra, ktorý bude obsahovať riadiaci program a prijaté príkazy budú použité na ovládanie serva a pohonnej jednotky auta.

2.2 Možnosti WiFi modulu

WiFi modul umožňuje pracovať v dvoch základných módoch/režimoch. Prvým módom je takzvaný ConnectOne's AT+iprotocol mód, ktorý tiež je možné nazvať ako príkazový. Je to základný mód WiFi modulu, ktorý umožňuje s WiFi modulom pracovať prostredníctvom AT príkazov. Týmito AT príkazmi môžem WiFi modul nastavovať, prípadne zobrazovať nastavené hodnoty a ďalšie parametre ako sila alebo kvalita signálu WiFi modulu. AT príkazy sa môžu predávať WiFi modulom cez web server alebo prostredníctvom programu z mikrokontroléra, pripojeného k WiFi modulom cez UART. Zaujímavá možnosť AT príkazov sa otvára pri použití užívateľského web servera. Pri jeho tvorbe je možné totižto definovať

vlastné premenné, ktoré sa stanú AT príkazmi. Prostredníctvom novo definovaných AT príkazov, môžem následne cez internetový prehliadač ovládať mikrokontrolér, alebo mikrokontrolérom namerané hodnoty zobrazovať na www stránke.

Druhý mód sa nazýva SerialNET. Po správnom nastavení a aktivácii tohto módu prestane WiFi modul reagovať na AT príkazy odoslané z mikrokontroléra. WiFi modul ich bude považovať za obyčajné dáta, ktoré po sériovej linke prenáša cez WiFi do cieľovej aplikácie. Ak je WiFi modul v tomto móde pripojený ku mikrokontroléru, nie sú potrebné žiadne zmeny v programe. Celá aplikácia sa správa akoby bol mikrokontrolér napevno pripojený k PC cez sériovú linku. Jediný rozdiel je v cieľovom počítači, s ktorým sa ku WiFi modulu pripojí. Keďže pri pevnom pripojení cez hardvérový sériový port počítača je v PC nainštalovaný ovládač pre tento port, stačí sa s aplikáciou k tomuto portu pripojiť a komunikovať. S WiFi modulom je to podobné. Samotné prepojenie cez WiFi ale stačiť nebude. WiFi modul dáta prijaté cez USART zabalí do paketov a odošle cez WiFi. Na strane počítača je potrebné dáta rozbaľiť do prijateľnejšej formy. Riešenie ponúka softvérový ovládač, ktorý z WiFi vytvorí sériový port. Prostredníctvom tohto portu sa dá následne jednoducho komunikovať s vytvorenou aplikáciou.

Môže nastať situácia, kedy by bolo potrebné mód SerialNET opustiť, aby sa dal WiFi modul prestaviť prostredníctvom mikrokontroléra. To je možné odoslaním takzvanej escape sekvencie (ESC). Tá je pre WiFi modul +++(3 krát "plus") odoslaných po sebe v pol sekundových intervaloch.

2.3 Webserver

WiFi modul obsahuje dva webservery. Jeden je konfiguračný, druhý je užívateľský. Konfiguračný, ako už z jeho názvu vyplýva slúži na konfiguráciu samotného WiFi modulu, ako aj na update firmwaru, alebo nahranie užívateľského webservera. Webservery sú defaultne neaktívne. Aktivovať ich je možné pri prvej konfigurácii WiFi modulu. Po aktivácii je dostupný ale iba konfiguračný. Do užívateľského je potrebné najprv webserver nahráť. Webserver môže byť vytvorený len súbormi s príponami .HTM, .HTML, .JS, .VBS, .INC, .STM, .XML, .XSL, .HTC, .CSS, .WML, .WMLS, .XHTML. Pre užívateľský webserver má WiFi modul rezervovaných 256 kB, čo je dostatočné pre www stránky s jednoduchou grafikou. Konfiguračný webserver je zobrazený na obr. 9.

ConnectOne™
Connecting your Device to the Internet™

- > ISP Parameters
- > Modem Parameters
- > LAN
- > 802.11b/g Parameters
- > 802.11b/g Status
- > IP Address
- > Server Profiles
- > Email Format
- > Extended Addressee List
- > URL to Retrieve
- > Operational Parameters
- > Time Server Parameters
- > Remote Firmware Update
- > Serial Net Parameters
- > IP Registration
- > User Fields
- > IO NET
- > IO NET LOG
- > SSL3
- > Port Forwarding
- > Files Upload

>>> Files Upload

iChip Web Server Status Message: I/OK

Website to upload

Soubor nevybrán

rpf file to upload

Soubor nevybrán

Firmware imz file to upload

Warning: After starting the upload do not stop the process until seeing the 'upload complete' screen

Soubor nevybrán

Obr. 9: Konfiguračný webserver

Ako bolo spomenuté v predošlej kapitole, prostredníctvom webserveru je možné vytvoriť vlastné AT príkazy. Vlastný AT príkaz zdefinujeme:

```
AT+i<náš_nový_príkaz>=<hodnota>
```

Ak chceme zistiť hodnotu AT príkazu, spravíme to nasledovne:

```
AT+i<náš_nový_príkaz>?
```

Vo www stránke voláme AT príkaz prostredníctvom vlnoviek takto:

```
~náš_nový_príkaz~
```

Web server nám na toto miesto dosadí hodnotu AT príkazu „náš_nový_príkaz“, ktorú uvidíme v našom prehliadači.

Pre prácu s AT príkazmi sa dajú pohodlne využívať HTML formuláre. Nasledujúcim HTML kódom vytvoríme tri prvky. Prvým bude tlačidlo, ktorým vytvoríme nový AT príkaz servo a stlačením nastavíme hodnotu 80. Druhým a tretím prvkom sú textové pole a tlačidlo, pomocou ktorých dokážeme zmeniť IP adresu web serveru.

```
<form action="" method="GET" name="outform">

<button type = "button" name = "servo" ~servo~ value = "80"
onclick = "document.outform.submit()">

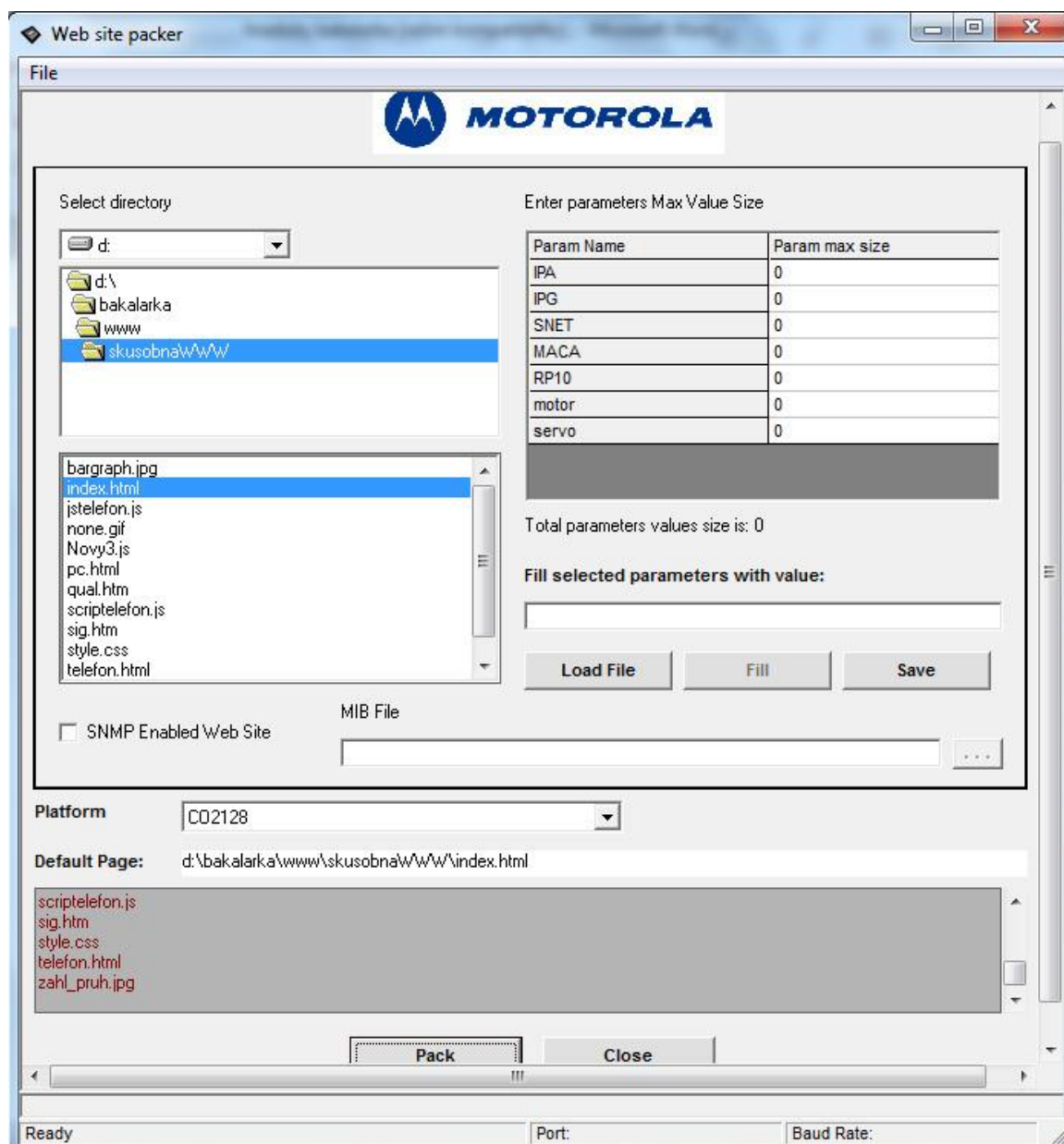
<input type="text" name="DIP" value="">

<input type="submit" size="15" value="Zmeniť IP adresu">

</form>
```

Vytvorený AT príkaz servo sa síce po kliknutí na tlačidlo zmení, ale aby bol k niečomu užitočný, potrebujeme jeho hodnotu mikrokontrolérom načítať. WiFimodul nám ju ale sám od seba nedá, preto sa naň musíme opýtať. To spravíme odoslaním príkazu *AT+i<servo>?* cez UART mikrokontroléra a WiFi modul nám po prijatí odpovie nami nastavenou hodnotou, čo je v tomto prípade 80.

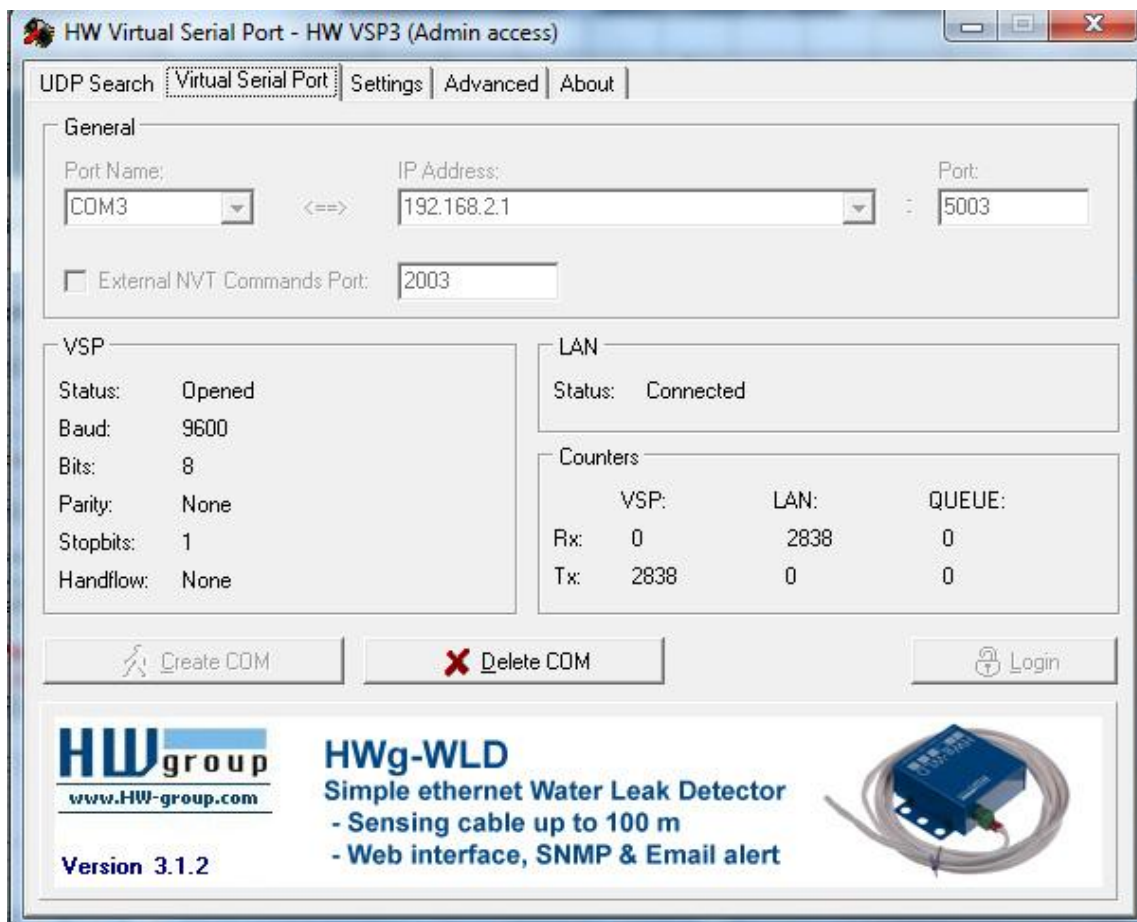
Webserver môže byť prakticky akákoľvek HTML stránka, používajúca rôzne java scripty a podobne. Po vytvorení stránky je pre použitie ešte potrebné ju nahráť do WiFi modulu. Preto ju potrebujeme skomprimovať do súboru .img. S tým nám pomôže aplikácia iChip Config. Po jej spustení vyberieme položku Site Pack. Otvorí sa nám okno, ktoré je zobrazené na obr. 10. Nájdeme adresár, kde je www stránka uložená, a následne vyberieme procesor WiFi modulu. Stlačením tlačítka pack sa nám nahrá do aplikácie celá stránka. Pred uložením ešte musíme zadať veľkosti jednotlivým AT príkazom. Stlačením tlačidla save sa nám vytvorí .img súbor, ktorý po aktivovaní webserverov na WiFi module nahrajeme prostredníctvom konfiguračného servera a automaticky užívateľský webserver môžeme využívať.



Obr. 10: Komprimácia webservera

2.4 Virtuálny sériový port

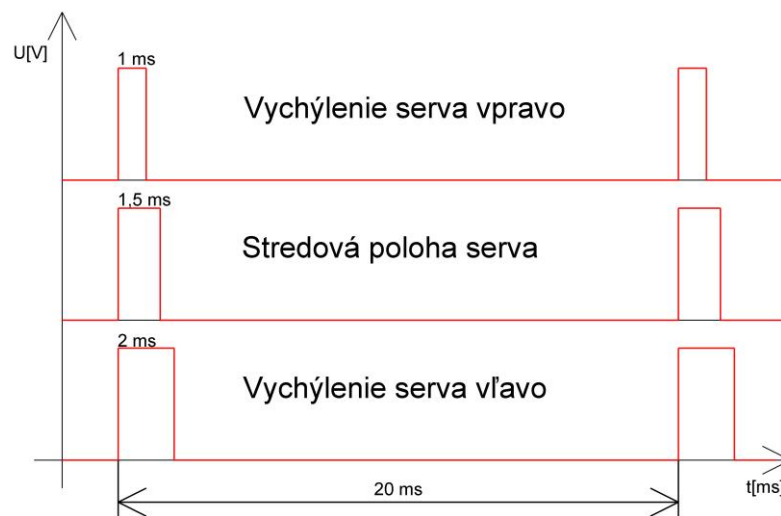
Softvérových ovládačov pre vytvorenie virtuálneho sériového portu existuje viacero. Asi najznámejším je Serial/IP. Je ale komerčný a za jeho používanie sa platí. Preto som siahol po českej variante, ktorou je HW VSP3 od spoločnosti HW group. Tento program je softvérový ovládač, ktorý nám v počítači vytvorí virtuálny sériový port a dáta z tohto portu presmeruje po sieti TCP/IP na iné hardvérové rozhranie, určené IP adresou a portom. Program je zobrazený na obr. 11.



Obr. 11: HW Virtual Serial Port

2.5 Ovládanie serva

Jednou z hlavných úloh tejto práce je ovládanie auta pomocou počítača. Samotné ovládanie ale nie je možné bez znalosti riadiaceho signálu pre modelárske servo a v tomto prípade sa týmto signálom bude ovládať aj regulátor otáčok motorčeka. Tento riadiaci signál sa skladá z impulzov o šírke 1 ms – 2 ms (v niektorých prípadoch je to od 0,5 ms – 2,5 ms). Tieto impulzy sa opakujú s frekvenciou 50 Hz. Zmenou šírky impulzu sa mení poloha serva. Stred je daný šírkou impulzu 1,5 ms. Zväčšovaním a zmenšovaním tohto impulzu servo vychýľujeme zo stredovej polohy.

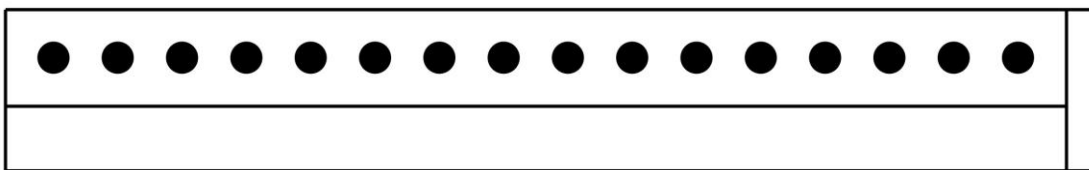


Obr. 12: Ovládací signál serva

2.6 Kontrola trakcie

V teoretickej časti som popísal možnosti realizácie senzorov pre kontrolu trakcie. Po zvážení týchto možností a možnosti praktickej realizácie na modely auta som sa rozhodol pre optozávory TCST1103. V automobiloch senzory pre kontrolu trakcie, či presnejšie senzory pre systém ABS snímajú otáčanie všetkých kolies. V tomto prípade ale otáčky obidvoch predných kolies snímať nemusím. Kolesá nie sú ani hnané motorom a ani brzdené. Preto mi stačí snímať len otáčky jedného kolesa ako referenciu pre pohyb auta. Zadné kolesá by sa mali snímať obidva. Je to kvôli nápravovému diferenciálu. Ten by mohol spôsobiť znefunkčnenie kontroly trakcie na klzkom povrchu, kde by sa mohlo jedno koleso otáčať rýchlejšie ako druhé a tak spôsobovať nežiaduci účinok, ktorým je prešmykovanie. Pri testovaní som ale zistil, že diferenciál modelu je natoľko tuhý, že by ani pri úplnom odľahčení jedného kolesa a maximálnym zaťažením druhého kolesa váhou modelu k prešmykovaniu jednotlivých kolies nedochádzalo. Preto som sa rozhodol umiestniť senzor pre trakciu len na jedno zadné koleso.

Senzory otáčok sú umiestnené na pravom prednom a pravom zadnom kolese modelu auta. Zvolením optozávora bolo potrebné použiť kódové kolieska, alebo kódové pásiky, ktoré som musel vyrobiť na mieru. Pre zadné koleso som sa rozhodol použiť kódový pásik, ktorý je pripevnený na vnútornom obvode disku auta. Tento pásik je znázornený na obr. 13.



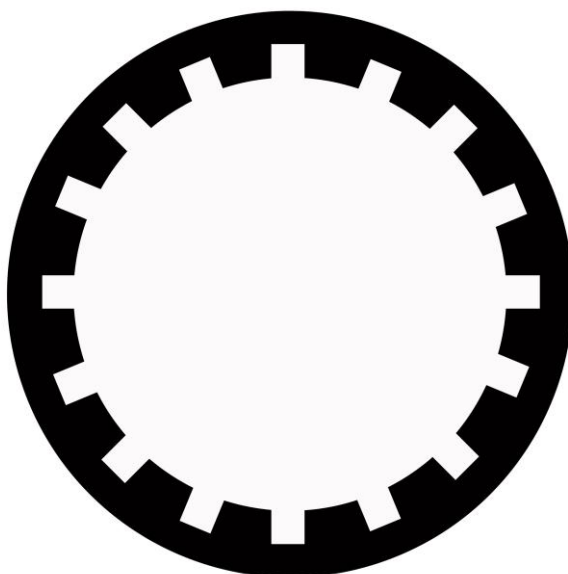
Obr. 13: Kódový pásik

Ako je z obrázku zrejmé, pásik má 16 otvorov, ktoré určujú rozlíšenie snímania jednej otáčky kolesa. S týmto pásikom dokážem snímať pootočené kolesa o $22,5^\circ$. Optozávora je na pevno pripevnená na náprave. Spracovanie je vidieť na obr. 14.



Obr. 14: Kontrola trakcie – zadné koleso

Zadné koleso sa otáča iba dopredu alebo dozadu. Predné koleso sa navyše natáča do strán. To znemožnilo použitie kódového pásika. Optozávora by nebolo možné pripevniť tak, aby sa natáčala spolu s kolesom. Preto som sa rozhodol použiť kódové koliesko. Kódové koliesko je znázornené na obr. 15.



Obr. 15: Kódové koliesko

Toto koliesko má rovnako ako kódový pásik 16 otvorov. Z toho vyplýva, že rozlíšenie snímania je rovnaké ako u zadného kola. Kódové koliesko je upevnené na bočnú stranu disku. Optozávora je napevno pripevnená na pohyblivej časti prednej nápravy. Spracovanie je vidieť na obr. 16.



Obr. 16: Kontrola trakcie – predné koleso

2.7 Detekcia prekážky

V teoretickej časti som popísal dva typy senzorov, ktoré je možné v tejto práci použiť. Keďže som pre kontrolu trakcie použil optické senzory, rozhodol som sa aj tu uprednostniť senzor optický. Aby nebola narušená jeho funkcia, je umiestnený v prednej časti modelu tak, aby sa žiadna časť modelu nedostala do pozorovacieho uhla. V datasheete je uvedené, že senzor reaguje na vzdialenosť maximálne 80 cm v ideálnych podmienkach. Za ideálne podmienky sa považuje ako prekážka biely papier, ktorý má reflexný pomer 90 %. V reálnych podmienkach sa ale nemôžem spoliehať na to, že každá prekážka bude mať dobrý reflexný pomer.

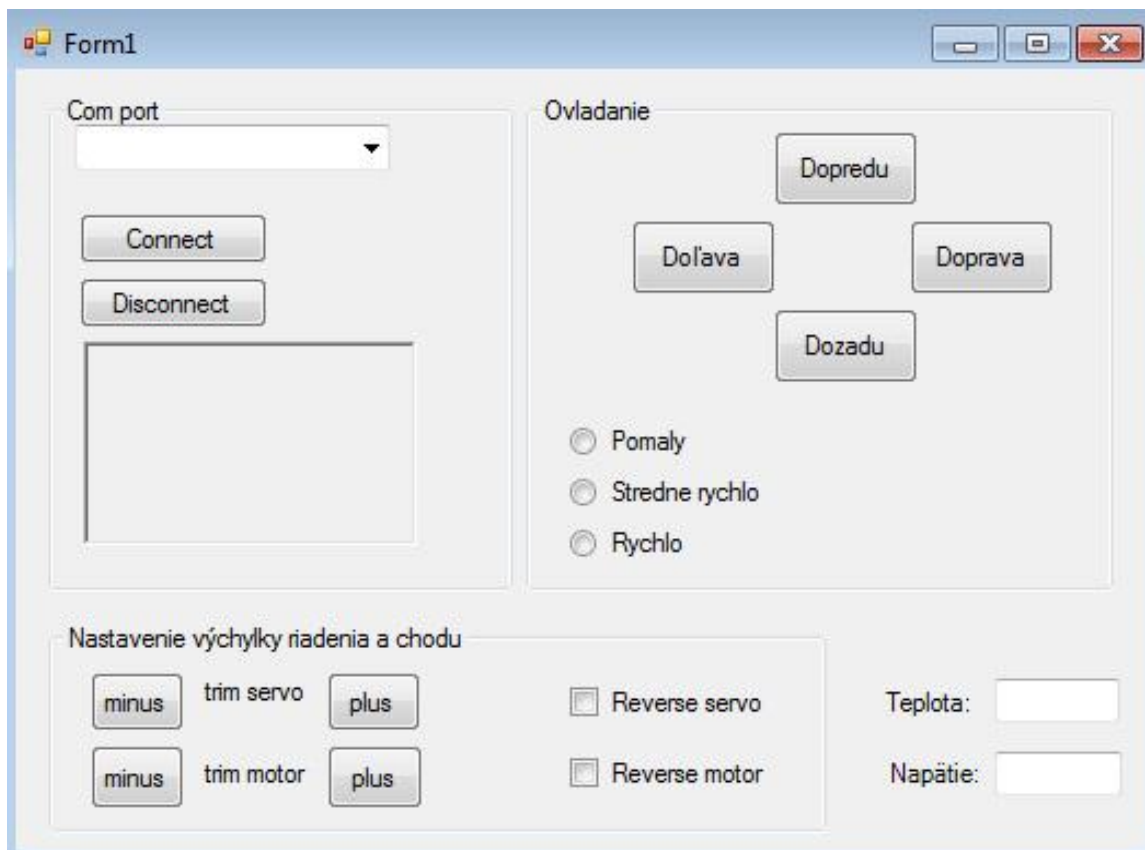
Senzorom budem snímať prekážky za pohybu modelu auta. To ma prinútilo sa zamyslieť nad rýchlosťou detekcie prekážky. Pri rýchlosti 20 km/h môže každé zaváhanie znamenať zrážku. Preto som musel určiť, ako často budem snímať hodnotu z výstupu senzora. To sa dá vypočítať. Model auta má maximálnu rýchlosť 20 km/h. Pre zabrzdenie využíva model auta brzdenie elektromotorom. Brzdná dráha modelu je pri tejto rýchlosti do 0,5 m. Pri napätí 0,4 V na výstupe senzora je detegovaná vzdialenosť medzi 70 cm a 80 cm. Z tohto vyplýva, že zo senzora musím hodnotu odčítavať pri jeho maximálnej rýchlosti približne každých prejdenných 15 cm až 30 cm. Teraz prepočítam maximálnu rýchlosť na m/s takto, $20 \text{ km/h} / 3,6 = 5,55555 \text{ m/s}$. Ak budeme detegovať prekážku každých prejdenných 15 cm pri max. rýchlosti, výpočet na čas, za ktorý prejde model túto vzdialenosť je nasledovný, $0,15 \text{ m} / 5,555 \text{ m/s} = 0,027 \text{ s}$. Toto je čas, ktorý určuje, ako často bude potrebné odčítavať hodnotu zo senzora, aby bolo zabezpečené včasné zastavenie modelu pri akejkol'vek rýchlosti, ktorú momentálne dokáže vyvinúť.

2.8 Aplikácia pre počítač

Samotné ovládanie auta bude prebiehať pomocou počítača. Na to potrebujem aplikáciu, ktorú si musím vytvoriť. Pre naprogramovanie som si zvolil jazyk C# a softvér pre tvorbu Microsoft VisualStudio 2010.

Pred tvorbou samotnej aplikácie musím vedieť, čo chcem, respektíve čo potrebujem naprogramovať. Čo sa vzhl'adu týka, jedná sa o Formulárovú aplikáciu Windows a komunikovať budeme cez WiFi z nášho počítača. Naprogramovanie ovládača pre WiFi komunikáciu ale nie je mojim cieľom. Preto použijem program HW VSP3. Tým pádom viem,

že moja aplikácia bude musieť obsahovať obsluhu sériového portu. Auto budem ovládať z počítača a ako ovládacie prvky použijem v aplikácii tlačidlá dopredu, dozadu, vpravo a vľavo. Samozrejmosťou bude aj obsluha pohybu auta z klávesnice počítača.



Obr. 17: Aplikácia pre PC

Na obr. 17 je zobrazená aplikácia pre počítač. Popis jednotlivých prvkov aplikácie:

- Com port – po spustení sa do tohto roletového menu načítajú všetky dostupné sériové porty počítača
- Connect – po zvolení sériového portu, napríklad COM1 otvoríme tento port pre komunikáciu s parametrami rýchlosť prenosu 9600 baud, bez parity, 1 stop bit
- Disconnect – uzatvorí sériový port pre komunikáciu a umožní tak prístup k portu pre iné programy
- Nastavenie výchylky riadenia a chodu – tlačidlá pre nastavenie stredovej výchylky serva a neutrálu pre regulátor otáčok

- Celý zdrojový kód aplikácie je priložený v prílohe tejto práce.

Hlavná úloha mikrokontroléra v tejto práci je ovládanie modelárskeho serva a regulátora motorčeka. Ako som spomenul v teoretickej časti, je k tomu potrebné naprogramovať riadiaci signál, ktorý bude o frekvencii 50 Hz vysielat' impulzy o šírke 1 ms – 2 ms. To je možné v mikrokontroléri zrealizovať dvoma spôsobmi.

OCRnx / TOP Update
 and TOVn Interrupt Flag
 Set and OCnA Interrupt
 Flag Set or ICFn
 Interrupt Flag Set
 (Interrupt on TOP)

TCNTn

OCnA

OCnB

(COMnx1:0 = 2)

(COMnx1:0 = 3)

Period

1 2 3 4 5 6 7 8

Po správnom nastavení príslušných registrov časovača je možné šírku impulzu určovať jednoducho zmenou hodnoty jedného z dvoch registrov OCR, podľa toho, ktorý kanál je potrebné nastaviť.

31

akékoľvek výstupné piny mikrokontroléra a takto generovať impulzy o príslušnej šírke pomocou nastavovania registra OCR2. Týmto softvérovým PWM môžeme ovládať až 20 serv.

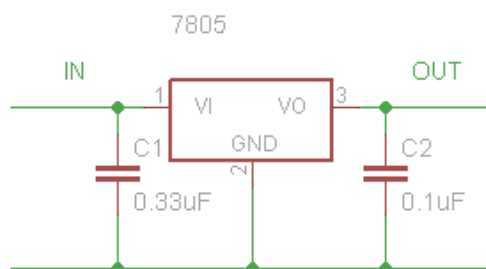
Po naprogramovaní riadiaceho signálu pre servo a regulátor otáčok je potrebné do programu implementovať interakciu senzorov. Sensory pre kontrolu trakcie sú pripojené na porty INT0 a INT1 mikroprocesora, prostredníctvom ktorých pri správnom nastavení registrov MCUCR a GICR generujem prerušenie v programe. Tým mám zaručené, že program zachytí všetky zmeny stavu senzorov. V jednotlivých prerušeniach sa následne počítajú otáčky kolies a tie sa navzájom porovnávajú. Za referenčnú hodnotu sú požadované hodnoty otáčok predného kolesa, pretože model má iba zadný náhon. Tým pádom, ak sa zadné koleso voči referenčnému prednému otáča rýchlejšie, program začne automaticky obmedzovať rýchlosť motorčeka.

Senzor na detekciu prekážky prevádza meranú neelektrickú veličinu, ktorou je vzdialenosť na napätie. Preto je pre vyhodnotenie potrebné použitie analógovo-digitálneho prevodníku. Použitý mikroprocesor obsahuje 6-vstupový multiplexovaný analógovo-digitálny prevodník. Využívať bude celkovo 3 vstupy tohto prevodníku. Jeden na meranie napätia akumulátora, jeden na meranie teploty a jeden na meranie napätia zo senzora detekcie prekážky. Senzor dokáže v najlepšom prípade zdetegovať prekážku vo vzdialenosti 80 cm. Táto najväčšia zdetegovaná vzdialenosť bude postačovať, preto budem reagovať na minimálny nárast napätia na výstupe senzora. Vo voľnom priestore by mal mať senzor výstupné napätie 0,3 V. Pre detekciu prekážky bude ako referencia napätie 0,4 V. Nižšia hodnota by mohla spôsobovať problémy pri náhodných rušivých vplyvoch a softvér by tak mohol detegovať prekážku tam, kde v skutočnosti nie je.

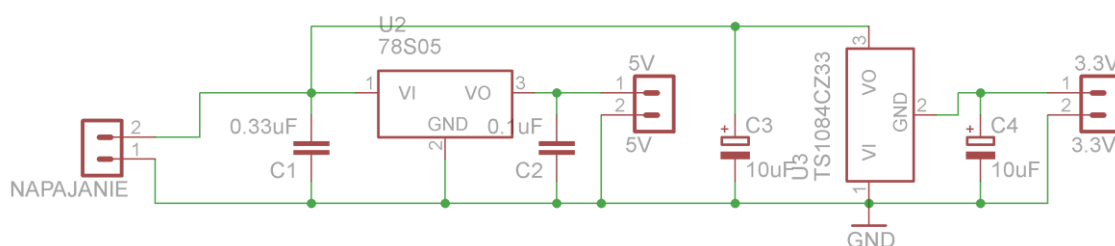
2.10 Schéma a návrh DPS

O samotné napájanie modelu sa bude starať dvojčlánkový akumulátor Li-Pol o napätí 7,4 V. Mikrokontrolér je napájaný napätím 5 V a WiFi modul 3,3 V. Napájacie napätie je preto potrebné znížiť na tieto hodnoty. Pre hodnotu napätia 5 V som vybral lineárny stabilizátor napätia 78S05 v puzdre TO220. Maximálny výstupný prúd tohto stabilizátora je 2 A, čo pre moju aplikáciu postačuje aj v prípade, že by sa ním napájalo servo. To je ale napájané z regulátora otáčok. Úbytok napätia na stabilizátore je 1,5 V. Minimálne napätie akumulátora Li-Pol je 6 V, 3 V na článok. Nižšie napätie by mohlo akumulátor nenávratne

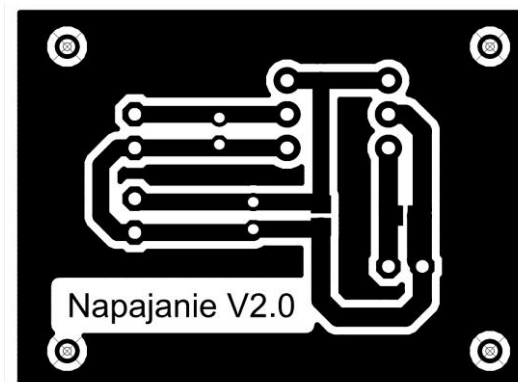
zničiť a tak pod túto hodnotu nepôjdem. Pri tomto napätí by bolo výstupné napätie stabilizátora 4,5 V, čo je stále postačujúce pre moju aplikáciu, keďže mikrokontrolér pracuje v rozmedzí napätí 2,7 V – 5,5 V. Tento stabilizátor potrebuje pre svoju činnosť dva blokované kondenzátory o hodnotách 0,33 μ F a 0,1 μ F. Zapojenie je na obrázku 13. Pre hodnotu napätia 3,3 V som použil lineárny stabilizátor napätia TS1084CZ33 v puzdre TO220. Maximálny výstupný prúd stabilizátora je 5 A. WiFi modul by mal mať podľa datasheetu spotrebu do 0,5 A. Pre jeho chod sú potrebné dva elektrolitické kondenzátory o kapacite 10 μ F. Tento napájací modul tvorí samostatnú dosku a obidva stabilizátory sú umiestnené na malý spoločný chladič. Zapojenie stabilizátora je vyobrazené na obr. 19. Schéma napájacieho modulu je na obr. 20 a doska plošného spoja je na obr. 21. Hotový napájací modul je v prílohe C.



Obr. 19: Zapojenie stabilizátora 78S05

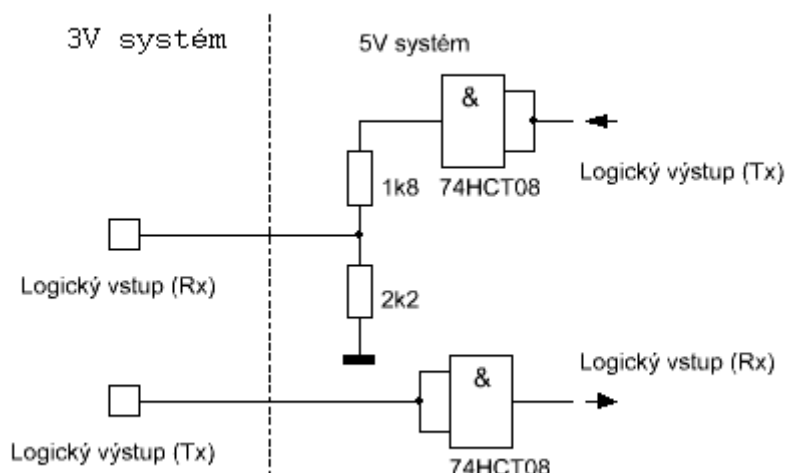


Obr. 20: Schéma napájacieho modulu



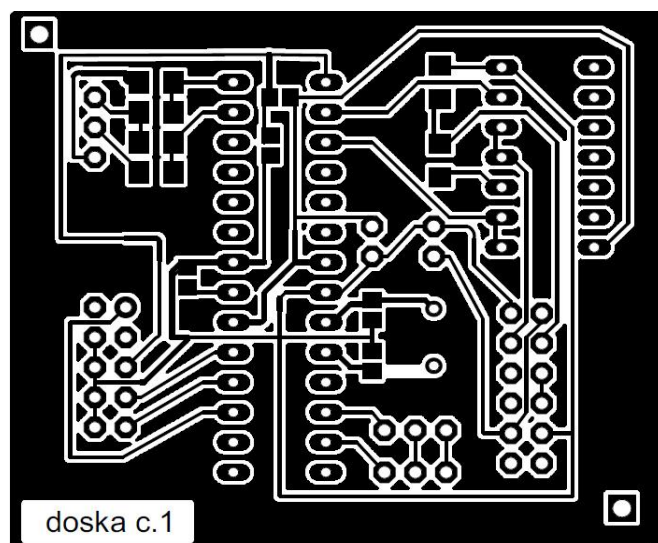
Obr. 21: Návrh DPS napájacieho modulu

Riadiaca jednotka pozostáva z mikrokontroléra Atmega8A, hradla 74HCT08 konektorov pre ISP programovanie, WiFi modul a konektorov pre pripojenie senzorov. Mikrokontrolér sa stará o riadenie serva a regulátora, komunikáciu s počítačom ako aj o prevádzkanie dát zo senzorov. Hradlo 74HCT08 je potrebné z dôvodu, že mikrokontrolér pracuje s 5 V logikou a WiFi modul s 3,3 V logikou. Priame prepojenie takto nie je možné, pretože by sa mohol zničiť UART WiFi modulu. Toto hradlo ponúklo riešenie tohto problému. Obsahuje štyri dvojvstupové členy AND, z ktorých v mojej aplikácii využijem len dva. Princíp zapojenia je na obr. 22. V tomto zapojení využívam toho, že hradlo 74HCT08 považuje za log 1 hodnotu napätia 2 V a vyššie. 3,3 V logika UARTu WiFi modulu mu tak nerobí problém. Na druhej strane sa o zníženie napätia z hodnoty 5 V stará delič napätia.



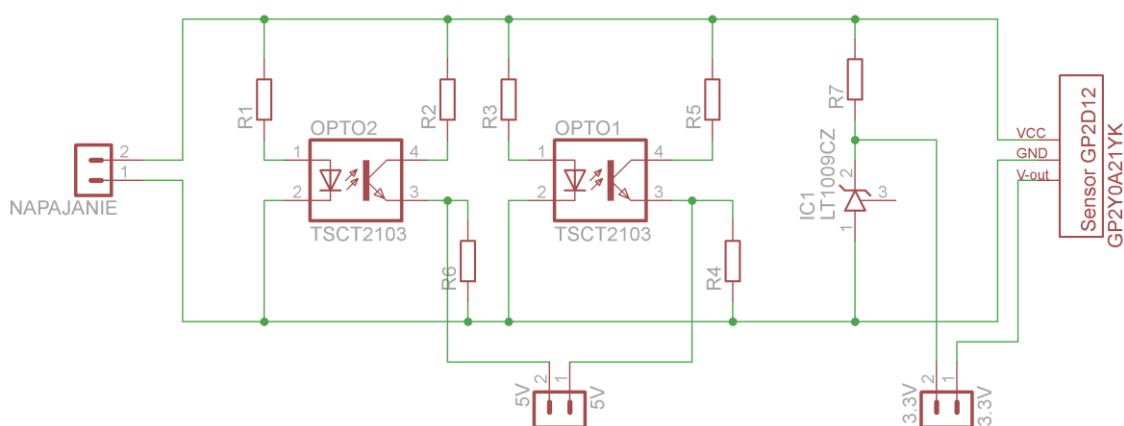
Obr. 22: Zapojenie hradla 74HCT08

Schéma riadiacej jednotky je v prílohe A tejto práce. Návrh DPS je na obr. 23.

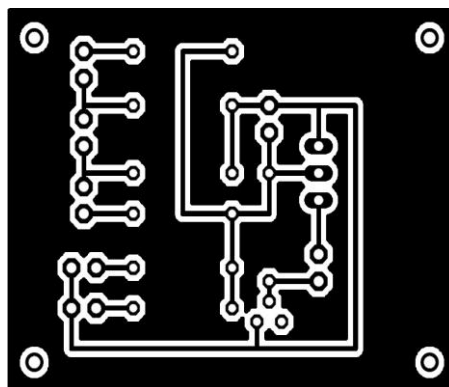


Obr. 23: DPS riadiacej jednotky

Pri prvom návrhu riadiacej jednotky som ešte nemal zakúpené samotné senzory a tak som sa dopustil chyby, na ktorú som prišiel až po vyrobení DPS. Do návrhu som nedoplnil teplotné čidlo a rezistory pre senzory. Preto som musel navrhnuť ďalšiu dosku pre toto čidlo a rezistory. Schéma tejto dosky je na obr. 24. Návrh DPS je na obr. 25. Doska je len v podstate premostením medzi senzormi a riadiacou jednotkou. Upravená schéma aj s doplnením chýbajúcich častí je v prílohe A. Návrh DPS aj s týmito súčasťami je v prílohe B na obr. 29.

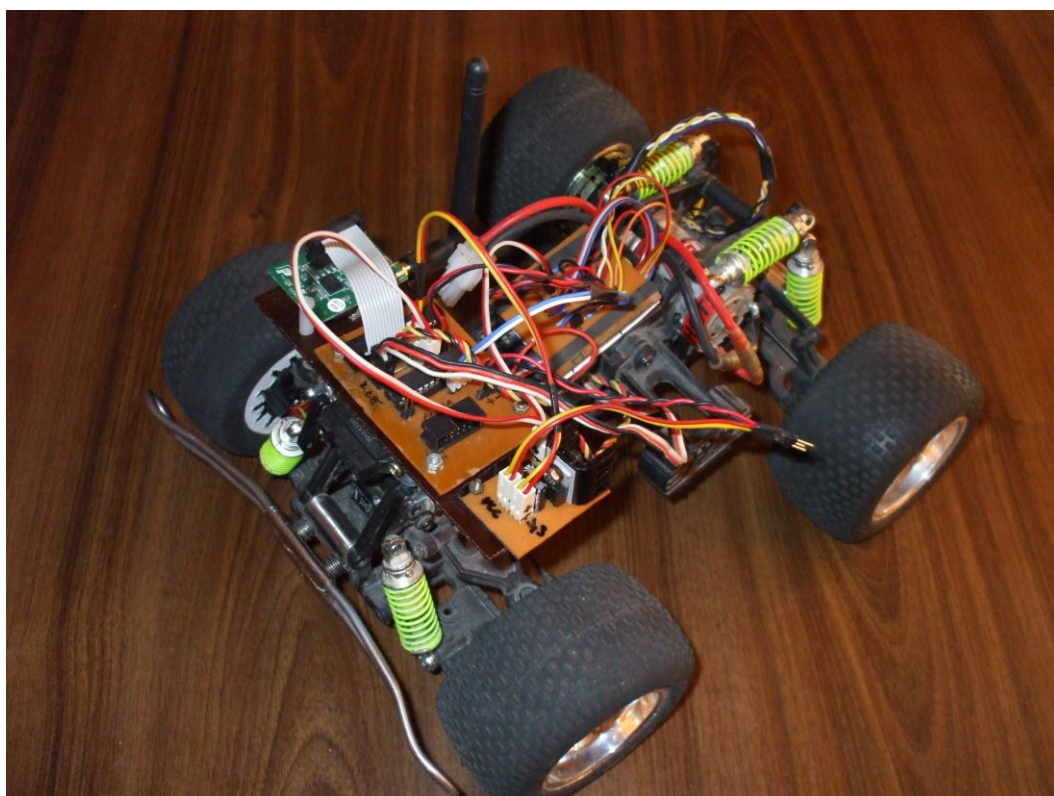


Obr. 24: Schéma zapojenia senzorov



Obr. 25: DPS senzorovej časti

Na meranie teploty som použil teplotné čidlo LM335. Toto čidlo je možné použiť na meranie teploty v rozmedzí $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Puzdro čidla je TO92. Rozlíšenie čidla je po $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Čidlo sa do obvodu zapája ako zenerová dióda. Pri $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ by malo byť napätie čidla $2,98\text{ V}$. Zmena napätia v závislosti na teplote je 10 mV na $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rezistor R1 je potrebné dosadiť tak, aby čidlom tiekol prúd v rozmedzí $400\text{ }\mu\text{A}$ až 5 mA .



Obr. 26: Model auta

3. Záver

Úlohou tejto bakalárskej práce bolo navrhnuť a realizovať auto riadené pomocou počítača alebo smartphonu. Pre dostupnosť som zvolil počítač. Následne som rozobral možnosti voľby komunikácie. Po ich preštudovaní som sa rozhodol pre voľbu komunikačného štandardu WiFi. Dôvod výberu bola možnosť výmeny antény na WiFi module a tým aj zvýšenie dosahu auta. Nasledoval výber WiFi modulu. Po analýze trhu som sa zameral na produkty spoločnosti ConnectOne. Bol vybraný WiFi modul Mini SocketiWiFi™, ktorý ako jediný obsahoval konektor SMA(M) pre jednoduchú montáž a výmenu antény. Výber mikrokontroléra pre riadiacu jednotku bol ďalším dôležitým krokom. Dôvod pre zvolenie Atmegy8 od firmy AVR bola možnosť umiestnenia do nepájivého poľa, pre jednoduchší vývoj a otestovanie aplikácie bez výroby DPS, ale aj predošlé skúsenosti s ním.

V praktickej časti som vytvoril jednoduchú aplikáciu pre počítač v jazyku C#, pomocou ktorej dokážem auto ovládať buď pomocou myšky počítača alebo klávesnice. Následne bol vytvorený program pre mikrokontrolér, kde som pomocou softvérového PWM vytvoril riadiaci signál pre servo a regulátor motorčeka a implementoval som do programu kontrolu trakcie a detekciu prekážky. Posledným krokom bolo vytvorenie schémy riadiacej jednotky, napájacieho modulu a modulu pre senzory. Praktická realizácia zahŕňala vyrobenie všetkých DPS a ich implementácia do modelu auta. Všetky súčasti boli nakoniec otestované. Model auta je schopný jazdy, vie zdetegovať prekážku a včas zastaviť. Kontrola trakcie pomáha pri rozjazde a model je tak stabilnejší.

Táto bakalárska práca ma veľmi zaujala a rád by som pokračoval vo vývoji. Mojim prvým krokom v ďalšom vývoji by bola implementácia kamery, ktorá by nahradila optický senzor detekcie prekážky. Pomocou ďalších senzorov a kamery by mohol model auta v automatickom režime nielenže prekážku zdetegovať, ale ju aj obísť. Ďalším krokom by bolo zdokonaľovanie kontroly trakcie a model by mohol byť doplnený aj o elektronický stabilizačný systém ESP.

Zoznam použitých zdrojov

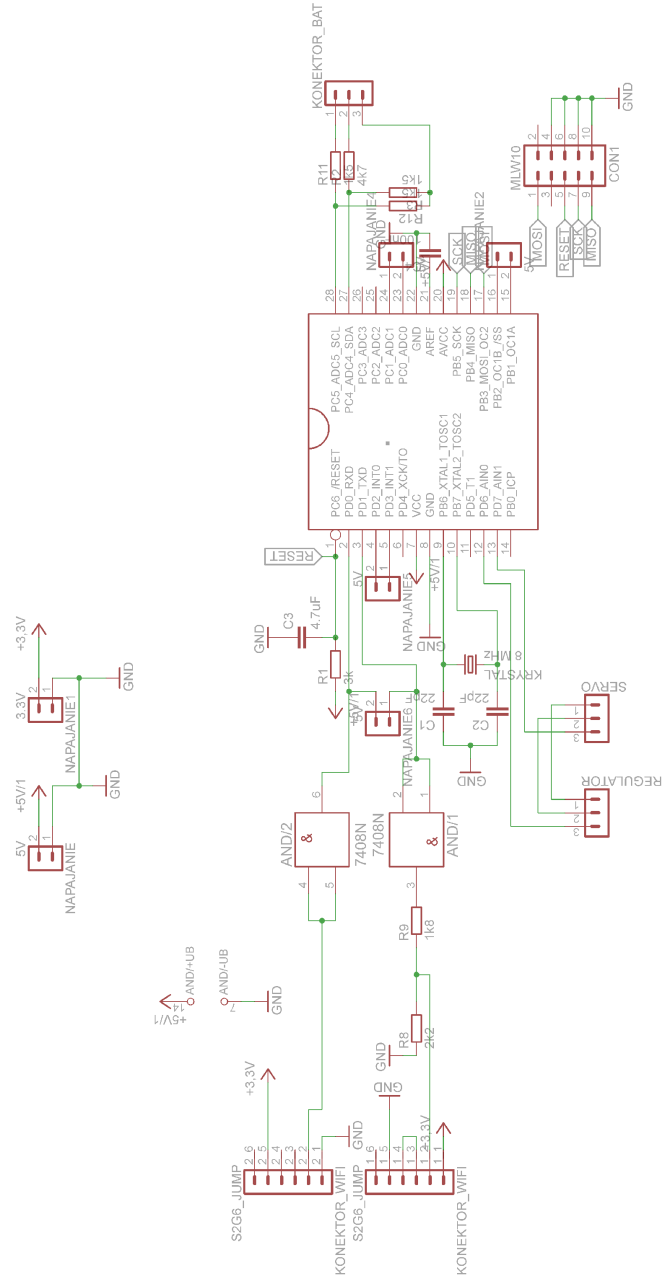
- [1] PRCHAL, Jaroslav. SAM 122 - TheSpiritof SAM [online]. 3.2.2011 [cit. 2012-05-27]. Trocha historieanebzrození RC modelů. Dostupné z WWW: <<http://www.sam122.sk/photos/jaroslavprchal03/index.htm>>.
- [2] ČEPIČKA, David. PCworld [online]. 10.02.2009 [cit. 2012-05-27]. Základy technologieBluetooth: původ a rozsah funkcí. Dostupné z WWW: <<http://pcworld.cz/hardware/Zaklady-technologie-Bluetooth-puvod-a-rozsah-funkci-6635>>.
- [3] Bluetooth [online].Bluetooth.org, c2011 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z WWW: <<https://www.bluetooth.org/>>.
- [4] Wi-FiAlliance [online].Wi-FiAlliance, c2011 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z WWW: <<http://www.wi-fi.org/>>.
- [5] ROPÁČEK, Ropáčekův server [online]. c2003 [cit. 2012-05-27]. Wi-Fi - Dosah. Dostupné z WWW: <<http://www.ropacek.cz/wifi/dosah.html>>.
- [6] Mini SocketiWiFi™Datasheet. ConnectOne[online]. 2009 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z URL: <<http://connectone.com/support.asp?did=35>>.
- [7] ATmega8 Datasheet. Atmel[online]. 2011 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z URL: <http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/2486S.pdf>.
- [8] LTH209-1 Datasheet. LITE-ON[online]. c2011 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z URL:<<http://www.gme.cz/optozavory-reflexni-optocleny/lth209-1-p521-039/#dokumentace>>.
- [9] TCST1103Datasheet. VISHAY[online]. 24.8.2011 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z URL:<<http://www.vishay.com/docs/83764/tcst1103.pdf>>.
- [10]MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky. Vyd. 1. Praha: BEN, 2003, 279 s. ISBN 80-730-0077-6.

- [11]PETZOLD, Charles. Programování Microsoft Windows Forms v jazyce C#. Vyd. 1. Překlad Karel Voráček. Brno: Computer Press, 2006, 356 s. ISBN 80-251-1058-3.
- [12]SRF05 - Ultra-SonicRanger Datasheet.DEVANTECH LTD [online]. 2012 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z URL:<<http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf05tech.htm>>.
- [13]GP2Y0A21YK0FDatasheet. SHARP [online]. 2006 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z URL:< <http://www.sharpsme.com/download/gp2y0a21yk-epdf>>.

Zoznam skratiek

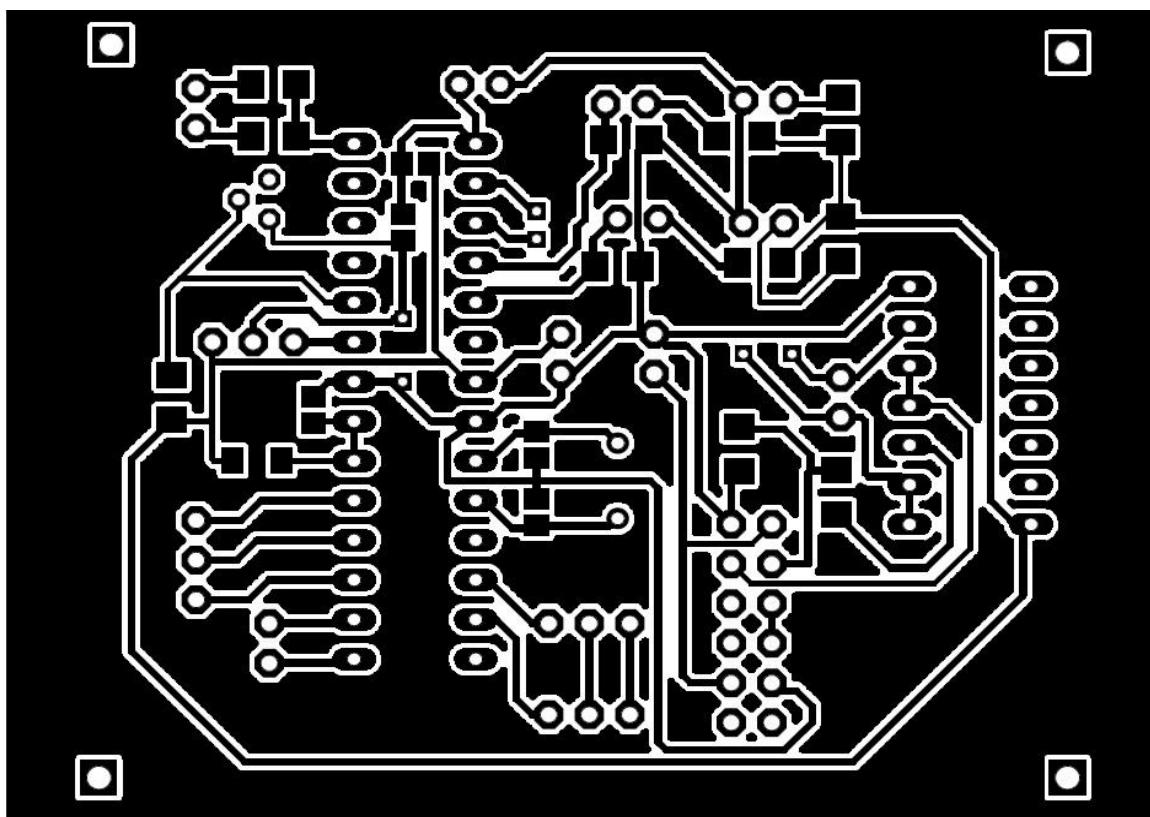
RC	radiocontrol
AM	amplitudová modulácia
FM	frekvenčná modulácia
SSID	Service Set Identifier
USART	Universal Synchronous / Asynchronous Receiver and Transmitter
ABS	antiblokovací systém
ASR	Regulácia preklzu kolies
Li-Pol	Lithium Polymer Battery
ESC	Eletronic Speed Controls
DPS	doska plošných spojov
ESP	Elektronický stabilizačný systém
PWM	pulse-width modulation
WWW	World Wide Web
ISP	In System Programming
SPI	Serial Peripheral Interface

A Schéma



Obr. 27: Schéma riadiacej jednotky bez senzorov

B DPS



Obr. 29: DPS riadiacej jednotky so senzormi

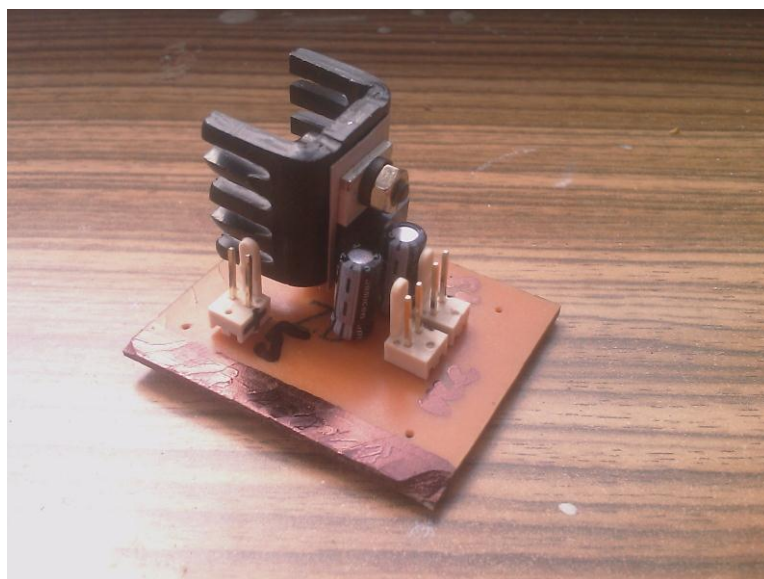
C Obrázky



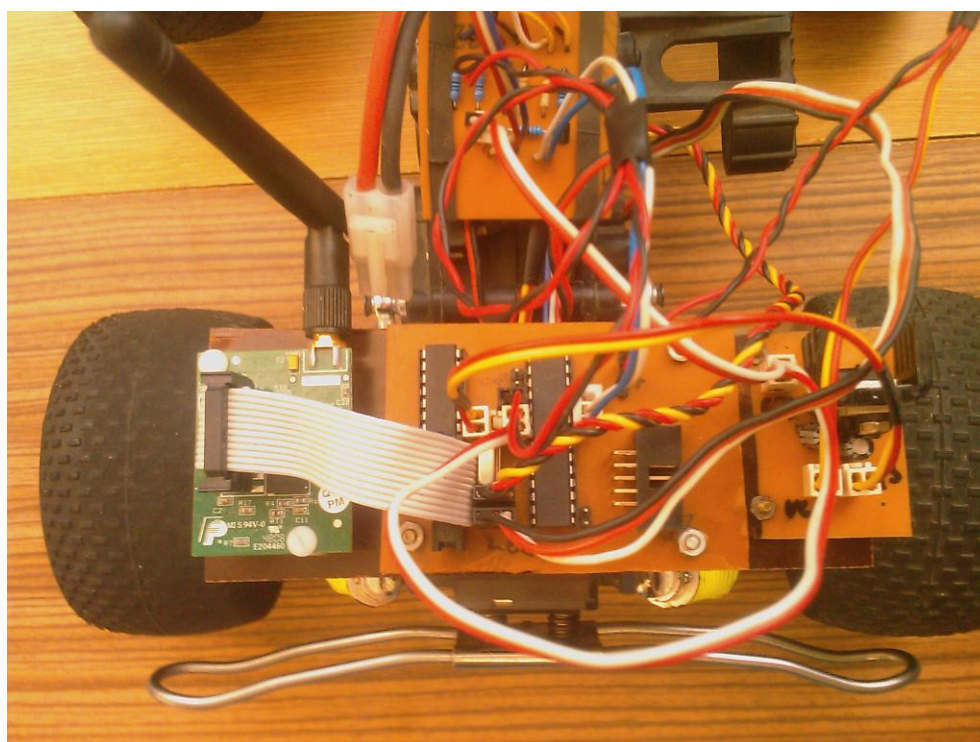
Obr. 30: Predné koleso so senzorom



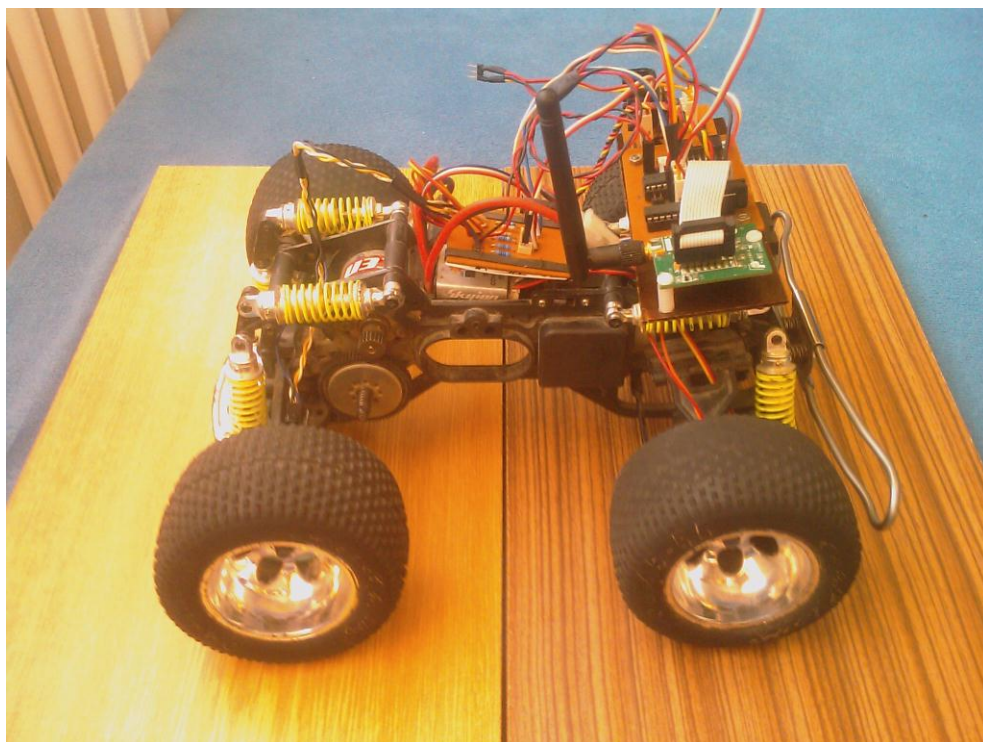
Obr. 31: Zadné koleso so senzorom



Obr. 32: Napájací modul



Obr. 33: Umiestnenie modulov na model auta



Obr. 34: Model auta z boku