



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

KONSTRUKCE MOBILNÍHO ROBOTY PRO MONITOROVÁNÍ TEPLoty OKOLÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LIBOR FERENČÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. DANIEL ZUTH, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automatizace a informatiky

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Libor Ferenčák

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

obor: **Aplikovaná informatika a řízení (3902R001)**

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

Konstrukce mobilního robota pro monitorování teploty okolí

v anglickm jazyce:

Construction of a mobile robot for monitoring ambient temperatures

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce se zabývá konstrukcí autonomního mobilního robota, který je schopen detekovat zvýšenou teplotu v okolí, která může znamenat zvýšené nebezpečí požáru. Řídící funkce robota bude zajišťovat mikrokontrolér řady ATmega.

Komunikace mezi robotem a PC bude prostřednictvím bezdrátové technologie.

Práce je součástí řešení VVZ MSM 0021630529 - Inteligentní systémy v automatizaci.

Cíle bakalářské práce:

- popis prvků použitelných pro realizaci
- výběr vhodných prvků pro konstrukci robota
- konstrukce mobilního robota
- návrh vhodného algoritmu pro monitorování určitého objektu

Seznam odborné literatury:

- Matoušek David: Práce s mikrokontroléry Atmel AVR ATmega16, BEN, 2006
- Burkhard Mann: C pro mikrokontroléry, BEN, 2003
- firemní literatura

Seznam odborné literatury:

- Matoušek David: Práce s mikrokontroléry Atmel AVR ATmega16, BEN, 2006
- Burkhard Mann: C pro mikrokontroléry, BEN, 2003
- firemní literatura

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Daniel Zuth, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 21.11.2011

L.S.

Ing. Jan Roupec, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma: „Konstrukce mobilního robota pro monitorování teploty okolí“, vypracoval samostatně pod vedením Ing.Daniela Zutha, Ph.D., na základě dostupné literatury a dostupných informačních zdrojů, které jsem všechny odcitoval v seznamu použité literatury.

V Brně dne

podpis.....

ABSTRAKT

Cílem práce je návrh konstrukce a realizace mobilního robota, který bude schopen monitorovat teplotu okolí a hlídat tak, jestli nehrozí nebezpečí způsobené touto vysokou teplotou. Práce se nadále zabývá teoretickým popisem prvků, které by bylo možné použít. Celý systém je založen na mikrokontroleru ATmega 128, který je zde popsán, včetně jeho nosné desky. Dále jsou zde popsány jednotlivé komponenty, které jsou v robotu použity, a jsou k nim připojeny programy ovládající jednotlivé komponenty. Je zde i navržen a popsán algoritmus, kterým by bylo možné robota řídit a monitorovat teplotu.

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis is to design and to construct a mobile robot that is able to monitor ambient temperature and to watch if there is no danger caused by high temperature. The work also deals with the theoretical description of elements that could be used. The whole system is based on ATmega microcontroller 128, which is described here, including the support plate. The individual components that are used in a robot are also described here, and programs controlling the individual components are attached. An algorithm is designed and described to a detail which could control the robot and monitor the temperature.

KLÍČOVÁ SLOVA

Senzorika, gyroskop, pyrosenzor, mobilní robot, Bluetooth, ATmega128

KEYWORDS

Sensors, gyroscope, pyrosensor, mobile robot, Bluetooth, ATmega128

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

FERENČÁK, L. Konstrukce mobilního robota pro monitorování teploty okolí. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 45 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Daniel Zuth, Ph.D..

PODĚKOVÁNÍ

Velmi děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Danielu Zuthovi, Ph.D. za velmi dobré rady a za odbornou pomoc. Dále děkuji vedení Ústavu automatizace za výbornou výuku, díky které jsem získal teoretickou přípravu k mé bakalářské práci.

OBSAH

Zadání závěrečné práce	3
Prohlášení (Licenční smlouva).....	5
Abstrakt	7
Bibliografická citace	9
Poděkování	11
1. Úvod	15
2. Teoretická část.....	17
2.1. Senzory používané v robotice	17
2.1.1. Ultrazvuk	17
2.1.2. Odrazový infrasenzor	17
2.1.3. Dvoustavový infrasenzor	17
2.1.4. Enkodéry	18
2.1.5. Gyroskopy	18
2.1.6. Akcelerometry	19
2.1.6.1. Piezoelektrický akcelerometr	19
2.1.6.2. Piezorezistivní akcelerometr	20
2.2. Pohony používané v robotice	22
2.2.1. Stejnoseměrný motor.....	22
2.2.2. Krokový motor	22
2.2.3. Servomechanismy.....	23
2.3. Komunikace.....	25
2.3.1. Drátová komunikace	25
2.3.1.1. Sériová linka RS232	25
2.3.2. Bezdrátová komunikace	26
2.3.2.1. Bluetooth	26
2.3.2.2. ZigBee	27
2.3.2.3. Wi-Fi	27
2.3.2.4. Radiomoduly	28
3. Praktická část.....	29
3.1. Procesor a schéma zapojení.....	29
3.2. Konstrukce a podvozek	30
3.3. Použité senzory	31
3.3.1. Ultrazvuk – SRF05	31
3.3.2. Pyrosenzor – MLX90614AAA.....	32
3.3.3. Gyroskop – L3G4200D	32
3.3.4. Enkodéry – QRD1114	33
3.3.5. Odrazový infrasenzor – GP2Y0A41.....	33
3.3.6. Dvoustavový infrasenzor – GP2Y0D810.....	34
3.4. Aktuátory.....	35
3.4.1. Převodovka - TM70168.....	35
3.4.2. Servo – HS311.....	35
3.5. Periferie	36

3.5.1. Bluetooth - OEMSPA310	36
3.5.2. LCD display - SIC2004 ABNHEB	37
3.6. Pomocné desky plošných spojů	38
3.6.1. Deska pro Bluetooth	38
3.6.2. Deska pro motory a enkodéry	38
3.6.3. Deska pro pyrosenzor	39
3.7. Další výbava	40
3.7.1. Baterie	40
3.8. Řízení	41
3.8.1. Návrh algoritmu	41
4. Závěr	42
5. Seznam použité literatury	43

Úvod

Cílem této práce je popsat konstrukci mobilního robota, ovládání periferií, jimiž je robot vybaven a jejich vlastnosti. Úkolem robota je monitorovat, hlídat teplotu v místnosti a v případě příliš vysoké hodnoty upozornit své okolí. Pro splnění těchto cílů je potřeba robota vybavit vhodnými senzory pro sledování svého okolí, pro orientaci v prostoru a pro interakci s ním. Vhodné je též, aby robot byl schopen pohybu nejen z důvodu většího pokrytí hlídaného prostoru, ale také pro to, aby se mohl v případě naměření vyšší teploty k tomuto místu přiblížit a s jistotou určit zda li se jedná o teplotu nebezpečnou, nebo jen nepřesné měření. Do základního konceptu mobilního robota byly tedy zvoleny potřebné prvky pro úspěšné plnění této funkce. Základním prvkem výbavy proto je senzor pro měření teploty. Pro přesné měření teploty zvoleným prvkem je vhodné doplnit údaj o vzdálenosti měřeného objektu. Dále by nebylo zřejmě příliš výhodné, aby oba dva již zmíněné senzory byly umístěny na konstrukci pouze v jednom směru, proto byl robot vybaven servomechanismem. Ten dovoluje „rozhled“ do stran a odpadá tak nutnost natáčení celého robota do směru měření teploty. Pro orientaci v prostoru bylo nutné dovybavit robota dalšími prvky měřícími vzdálenost. Z důvodu odhalení překážek v prostoru před robotem byl na přední stranu do spodní části umístěn prvek měřící krátké vzdálenosti. Vzhledem ke konceptu robota jako celku se nepředpokládá jízda vzad jako běžný pohyb. Tento fakt nám dovoluje na zadní straně použít pouze velmi primitivní snímač pro detekci překážek nacházejících se za zadní palubou při nouzovém couvání, kdy nepřipadá v úvahu jiný manévr. Nadále má být robot schopen se orientovat a pohybovat v prostoru. K tomu mu dopomáhá diferenciální pásový podvozek, který poskytuje dostatek prostoru a nosnosti pro veškerou elektroniku a baterie. Tento podvozek je dovybaven enkodéry, každý na jedno kolo pohánějící pásy. Pro potřebnou navigaci je potřeba doplnit data o natočení, proto je uprostřed podvozku pevně umístěn gyroskopický senzor. Pro předávání informací svému okolí jsou použity dva prvky. Prvním z nich je velký a dobře čitelný černobílý display, který slouží nejen k zobrazování informací, ale také k zobrazování dat potřebných během programování, např. obsah proměnné. Druhým prvkem je bezdrátová náhrada sériové linky – Bluetooth adaptér, který zajišťuje komunikaci s počítačem. V případě odhalení místa s nebezpečně vysokou teplotou, zašle robot informace o tomto stavu na počítač.

2. Teoretická část

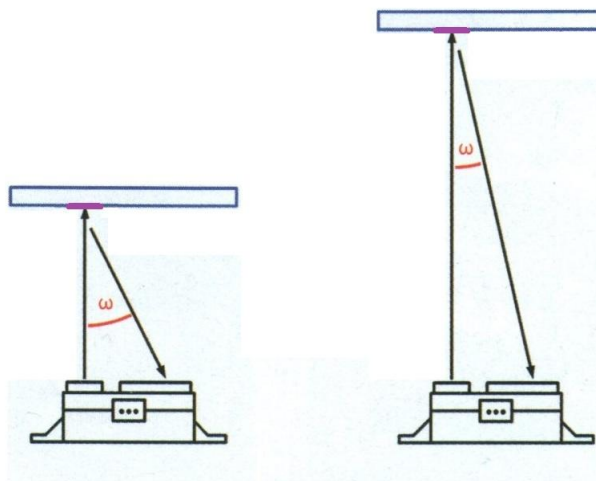
2.1. Senzory používané v robotice

2.1.1. Ultrazvuk

Tento senzor slouží k bezdotykovému měření vzdálenosti. Měří se pomocí ultrazvukového signálu, který je vyslaný z vysílače. Signál prochází prostředím až k překážce, jejíž vzdálenost chceme měřit. Část tohoto signálu se odrazí a putuje prostředím zpět a je přijato přijímačem. Z doby prodlevy mezi vysláním a příjmem signálu se určí poté vzdálenost překážky.

2.1.2. Odrazový infrasenzor

Odrazový infrasenzor měří úhlovou odchylku, paralaxu odraženého paprsku. Obsahuje výkonnou vysílací led diodu několik přijímacích prvků, optiku a vyhodnocovací elektroniku. Vysílací led dioda zobrazí na překážce intenzivně osvětlený bod, přijímací optika promítne tento bod na řadu přijímacích prvků. Nejintenzivněji osvětlený prvek z řady pak udává úhel, pod kterým je vidět odražený paprsek, (viz obr). Aby senzor nemusel obsahovat velké množství jednotlivých přijímačů, vyhodnocuje se též intenzita osvětlení jednotlivých osvětlených prvků. Vestavěná elektronika vygeneruje příslušné výstupní napětí pomocí digitálně analogového převodníku.



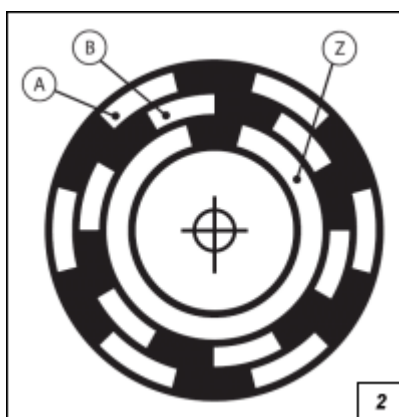
Obr. 1 Schéma odrazového infrasenzoru [1].

2.1.3. Dvoustavový infrasenzor

Dvoustavová čidla mají za úkol informovat, zda-li se v dané vzdálenosti nachází nebo nenachází překážka. Tento způsob však vyhovuje některým aplikacím jako například při couvání robota, nebo pro detekci hrany stolu. Princip je velmi podobný odrazovému infrasenzoru. Vysílací led dioda zobrazí na předmětu intenzivně osvětlený bod, který pak odráží světlo zpět k fototranzistoru. Ten se podle světelné úrovně otevře nebo zavře, a podle toho je na výstupu za řídicí elektronikou logická „1“ nebo „0“.

2.1.4. Encodery

Optický rotační enkodér je elektromechanický převodník, který převádí rotační pohyb na sekvence elektrických digitálních impulsů. Princip funkce: Disk je spojen s otočnou spojovací hřídelí enkodéru, která je pak připevněna k hřídeli motoru. Hřídel se tedy otáčí současně s diskem. Světlo vysílané světelným zdrojem, většinou led diodou, která je umístěna před diskem, může procházet diskem pouze průhlednými okénky, zatímco zbývající část disku neprůhledná, a pohlcuje světlo. Světelné impulsy vytvářené otáčením disku aktivují optický snímač, který je převádí na elektrické impulsy nebo obdélníkový signál. Aby bylo u snímače zajištěno generování obdélníkových impulsů bez rušení, musí být elektrický signál zesílen a elektronicky zpracován. Pro zlepšení kvality a stability výstupních signálů se může snímat v diferenciálním režimu, kdy se porovnávají dva téměř totožné signály s opačnou fází tj. fázový rozdíl 180 elektrických stupňů. Snímání rozdílu dvou signálů odstraňuje souhlasné rušení, protože stejné signály libovolného tvaru se vždy překryjí. V případě reflexních enkodérů jsou zdroj „světla“ i jeho přijímač společně umístěny na jedné straně kolečka, na kterém jsou reflexní a matné plošky. Jejich střídání před přijímačem při otáčení kolečka na něm způsobuje změny napětí v důsledku změny množství detekovaného světla. Provedením prahování napětí na přijímači se získá obdélníkový signál, kde každý obdélník odpovídá jedné reflexní či matné ploše. Při jejich rovnoměrném rozmístění po obvodu kolečka odpovídá jeden obdélník otočení vždy o shodný počet stupňů.

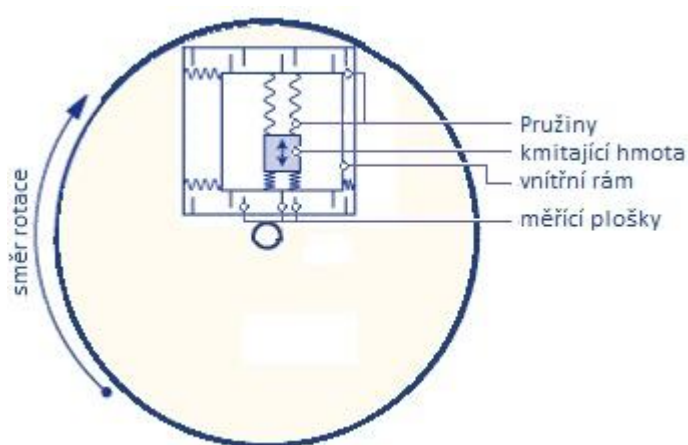


Obr. 2 Odrazový terčik rotačního enkodéru, tříkanálový [2].

2.1.5. Gyroskopy

Gyroskopy jsou obecně určené pro měření úhlové rychlosti, tzn. údaj o tom, jak se měřený objekt rychle otáčí, v jednotkách stupňů/sekundu ($^{\circ}/s$). Rotaci je možné typicky měřit vzhledem k jedné ze tří os z , y , x , někdy označované jako svíslá osa, příčná osa a podélná osa. Integrované gyroskopy pracující na principu Coriolisovy síly. Coriolisova síla je tzv. virtuální síla, která působí na libovolný hmotný předmět či objekt, který se pohybuje rychlostí v v soustavě rotující kolem osy rotace úhlovou rychlostí ω . $FC = 2 \cdot m \cdot v \times \omega$, kde x je vektorový součet. Stejněho účinku se pak využívá i v mechanických gyroskopech. U mechanických gyroskopů se využívá pohybu objektu, upevněného na pružinách uvnitř rámu, směrem ven, k okraji rotujícího kotouče, na něj působí Coriolisova síla směrem doleva, při opačném směru pohybu objektu pak doprava. Protože velikost a směr této síly je úměrný i rychlosti a směru otáčení, lze tento systém snadno využít pro měření velikosti

úhlové rychlosti. Při praktickém použití v integrovaných gyroskopech se využívá technologie MEMS, kde se vytváří na čipu spolu s elektrickými obvody i mechanické mikrosoučásti, které tvoří samotný snímač. Základem je mechanicky se pohybující struktura přesně dané hmotnosti upevněná pomocí pružin v rámu. Směr pohybu musí však vždy být kolmý ke směru otáčení. Za těchto podmínek vzniká a na hmotnou pohybující část snímače působí Coriolisova síla jejíž velikost je úměrná úhlové rychlosti otáčení. Ta způsobuje stlačení vnějších pružin rámu a způsobí vzájemný posuv měřících plošek fungující jako elektrody vzduchových kondenzátorů. Výstup je tedy změna kapacity úměrná úhlové rychlosti otáčení $^{\circ}/s$.



Obr. 3 Schéma funkce gyroskopu[3].

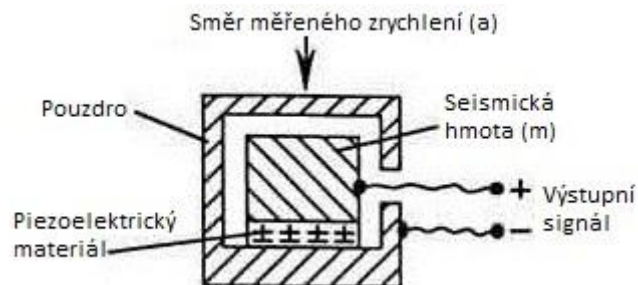
2.1.6. Akcelerometry

Akcelerometry jsou senzory pro měření statického nebo dynamického zrychlení, jsou vhodné nejen pro měření odstředivých a setrvačných sil, ale i pro určování pozice tělesa, jeho naklonění nebo vibrací. Akcelerometry se dělí do tří základních skupin podle principu: piezoelektrické akcelerometry, piezoresistivní akcelerometry a akcelerometry s proměnnou kapacitou.

2.1.6.1. Piezoelektrický akcelerometr

Jedna strana piezoelektrického materiálu je upevněna na tuhou podpěru základny senzoru. Část pojmenovaná jako seismická hmota je připevněna na piezosnímač - viz obrázek 1. Jestliže je akcelerometr vystaven zrychlení a , generovaná síla F , která působí na piezoelektrický element, způsobí vygenerování náboje, resp. napětí na výstupu senzoru. Podle Newtonova zákona je tato síla úměrná zdroji zrychlení a seismické hmotě. Piezoelektrický efekt tak generuje na výstupu náboj q úměrný působící síle. Protože seismická hmota má konstantní hmotnost, výstupní signál v podobě náboje je úměrný akceleraci senzoru. Pokud je akcelerometr pevně upevněn k testovanému objektu, měří i jeho zrychlení. Akcelerometr charakterizuje nábojová citlivost, resp. napěťová citlivost. Piezoelektrický element je připojen na výstupní elektrické rozhraní přes dvojici elektrod. Vlastnosti výstupního signálu jsou obvykle dány vnitřními integrovanými elektrickými

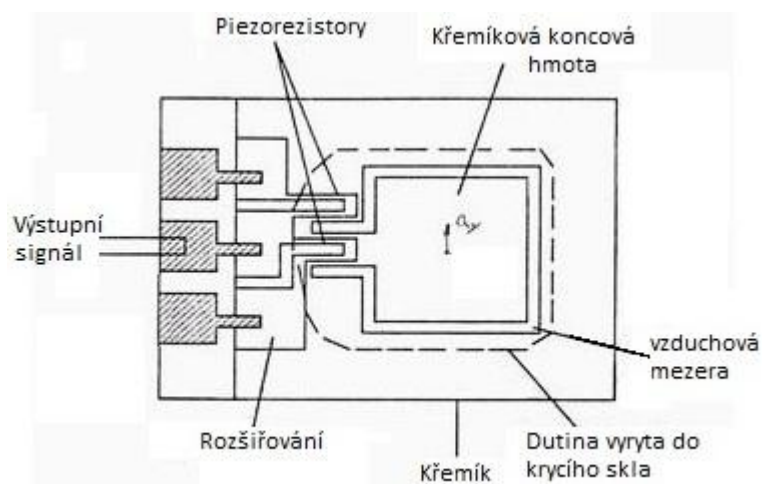
obvody, které přeměňují vysokoimpedanční signál v podobě náboje Q na nízkoimpedanční napěťový signál U .



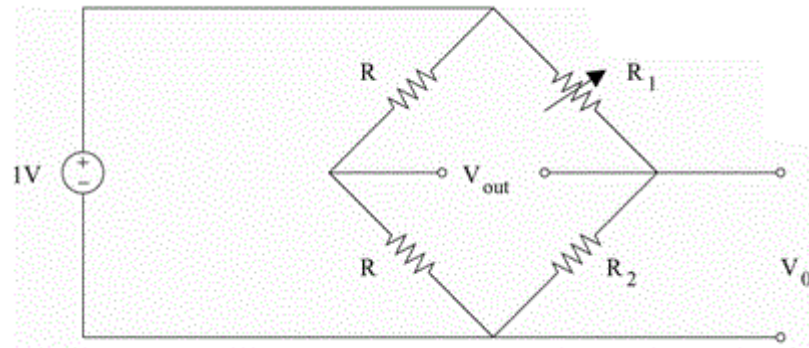
Obr. 4 Schéma funkce piezoelektrického akcelerometru[4].

2.1.6.2. Piezorezistivní akcelerometr

Piezorezistivní akcelerometr je senzor, který využívá piezorezistivní materiál místo piezoelektrického krystalu a jeho prostřednictvím převádí sílu vzniklou urychlovanou hmotou na změnu odporu. V integrovaných piezorezistivních akcelerometrech se využívá sítě vyleptaných měřících piezorezistivních snímačů zapojených ve Wheatstonově můstku. Piezorezistivní akcelerometry mají tu výhodu proti piezoelektrickým, že mohou měřit i stálou akceleraci, tj. frekvenci změn od 0 Hz. Právě tyto integrované piezorezistivní akcelerometry využívají takové koncepty, jako je například vícenosníková a samotestující struktura ve spojení se společnou integrací s řídicími a vyhodnocovacími obvody. V případě křemíkových akcelerometrů je tento systém představován křemíkovým konzolovým nosníkem s křemíkovou setrvačnou hmotou na volném konci. Mechanické napětí, způsobené ohybem setrvačné hmoty při zrychlení, je koncentrováno na povrch nosníku, kde je měřeno piezorezistory. Ty jsou položeny blízko pevnému konci nosníku, kde je mechanické napětí maximální.



Obr. 5 Schéma funkce piezorezistivního akcelerometru[5].

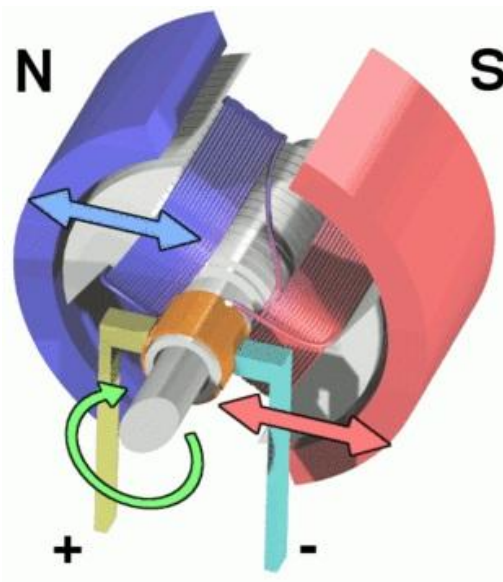


Obr. 6 Wheatstonův můstek [5].

2.2. Pohony používané v robotice

2.2.1. Stejnosměrný motor

Elektromotor je elektrický stroj, který slouží k přeměně elektrické energie na mechanickou práci. Většinou jde o točivý stroj, ale existují i netočivé elektromotory, např. lineární elektromotor. Opačnou přeměnu, tedy změnu mechanické práce na elektrickou energii, provádí generátor, např. dynamo či alternátor. Stejnosměrný motor využívá principu minimální energie. Ve vnitřním magnetickém poli se nachází smyčka, kterou protéká proud. Ten indukuje magnetické pole, které je vždy orientováno stejně jako vnější magnetické pole, toho je dosaženo díky komutátoru, který změni směr proudu smyčkou pokaždé, kdy dojde k překlopení. Energie této soustavy bude nižší, pokud budou magnetická pole orientována proti sobě. Proto působí na smyčku moment, který se jí snaží překlopit. Protože po překlopení se změni směr proudu protékajícího smyčkou, celý děj se znovu opakuje.

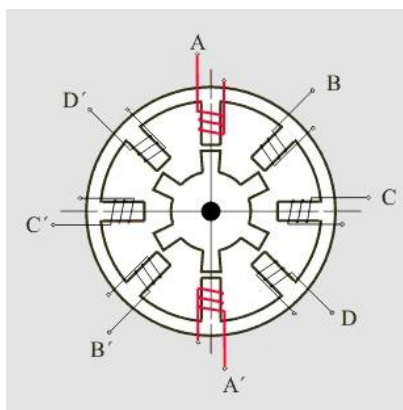


Obr. 7 Schéma funkce stejnosměrného motoru[6].

2.2.2. Krokové motory

Krokový motor je synchronní točivý stroj většinou napájený impulsy stejnosměrného proudu. Magnetické pole je generováno postupným napájením jednotlivých pólových dvojic. Pohyb rotoru krokového motoru je při nízkých rychlostech nespojitý, rotor se pohybuje mezi stabilními polohami vždy v určitém úhlu – mluvíme o pohybu v krocích. Počet kroků (stabilních klidových poloh) je dán počtem pólových dvojic, rovněž může být ovlivněn způsobem ovládání. K pohybu tohoto motoru je vždy třeba řídicí elektronika – ovladač krokového motoru. K mechanickému kontaktu a tudíž otěru nedochází u krokových motorů jinde než v ložiscích. Vyznačují se proto velkou mechanickou odolností, dlouhou dobou života a provozem téměř bez údržby. Nevýhodou krokových motorů je tzv. ztráta kroku, která nastává při překročení mezního zatížení a sklon k mechanickému zakmitávání, které může vést k nestabilitě při pohybu. Obě tyto negativní vlastnosti lze předem vyloučit

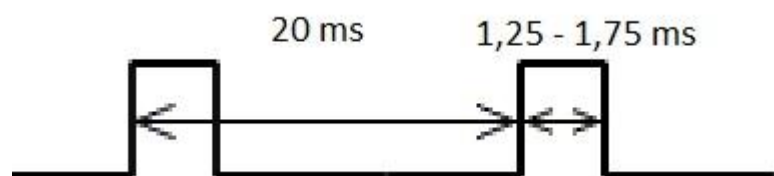
volbou vhodného motoru a ovladače s přihlédnutím k momentovým charakteristikám pohonu.



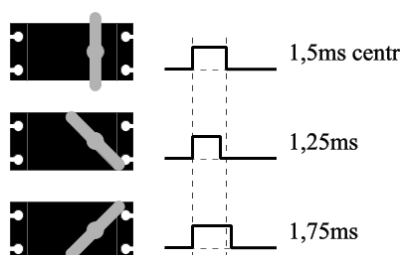
Obr. 8 Možné rozložení cívek v krokovém motoru[6].

2.2.3. Servomechanismy

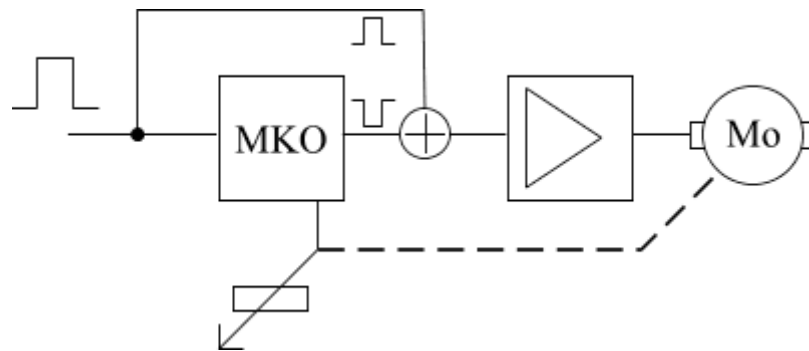
Servomechanismy, nebo jinak řečeno serva jsou polohově říditelné motory, které umožňují otáčení v rozmezí 0 až 180°. Jejich řízení vyžaduje pulzně šířkovou modulaci s periodou 20 ms. Střední poloze odpovídá šířka impulsu 1,5 ms. Krajním polohám pak odpovídají šířky pulsů 1,75 a 1,25 ms. Vnitřní princip je založen na funkci monostabilního klopného obvodu a operačního zesilovače. Do vstupu přichází řídicí impuls, který spustí monostabilní klopný obvod, ten vygeneruje impuls o délce odpovídající momentální poloze serva a opačné polaritě než je vstupní řídicí impuls. Tyto dva impulsy se porovnají a výsledkem je rozdílový impuls, který po zesílení přes operační zesilovač způsobí roztočení elektromotoru jedním nebo druhým směrem. Elektromotor otáčí současně hřídeli a potenciometrem který je zpětnou vazbou pro operační zesilovač. Impuls generovaný operačním zesilovačem se svojí šířkou přibližuje vstupnímu pulsu do té doby, dokud se nerovnájí a navzájem se nevyeliminují, v tu chvíli byla dosažena požadovaná poloha.



Obr. 9 Řídicí signál PWM pro servo.



Obr. 10 Šířka pulzu a tomu odpovídající natočení serva[7].



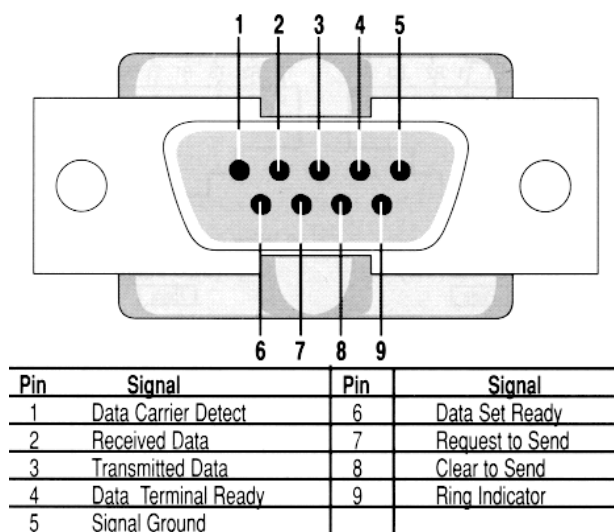
Obr. 11 Řídící elektronika serva[7].

2.3. Komunikace

2.3.1. Drátová komunikace

2.3.1.1. Sériová linka RS232

Standard definuje asynchronní sériovou komunikaci pro přenos dat. Pořadí přenosu datových bitů je od nejméně významného bitu LSB (least significant bit) po bit nejvýznamnější MSB (Most Significant Bit). Počet datových bitů je volitelný, obvykle se používá 8 bitů. Logický stav „0“, „1“ přenášených dat je reprezentován pomocí dvou možných úrovní napětí, které jsou bipolární a dle zařízení mohou nabývat hodnot ± 5 V, ± 10 V, ± 12 V nebo ± 15 V. Nejčastěji se používá varianta při které logické hodnotě 1 odpovídá napětí -12 V a logické hodnotě 0 pak $+12$ V. Základní tři vodiče rozhraní - příjem RxD, vysílání TxD a společná zem GND jsou doplněny ještě dalšími vodiči sloužícími k řízení přenosu vstupy DCD, DSR, CTS, RI, výstupy DTR, RTS. Ty mohou a nemusí být používány, nebo mohou být použity pro napájení elektronických obvodů v zařízení, jako je například počítačová myš. Výstupní elektronika je vybavena ochranou proti zkratu, kdy po překročení proudu 20 mA proud již dále neroste. Na běžných sériových portech v PC lze dosáhnout rychlost maximálně 115200bd. Ostatní baudové rychlosti jsou odvozeny dělením 115200bd. Jde tedy o řadu 115200bd, 57600bd, 38400bd, 28800bd, 23040bd, 19200bd, 9600bd, 4800bd, 2400bd. Přenosová rychlost je vždy nižší než baudová rychlost, protože ke každým osmi datovým bitům se navíc přenáší ještě startbit, jeden nebo dva stopbity a případně také paritní bit.



Obr. 12 Rozložení vodičů a jejich význam v konektoru Canon9 [8].

2.3.2. Bezdrátová komunikace

2.3.2.1. Bluetooth

Bluetooth je otevřený standard pro bezdrátovou komunikaci propojující dvě a více elektronických zařízení, jako například mobilní telefon, PDA, osobní počítač nebo bezdrátová sluchátka. Vytvořen byl v roce 1994 firmou Ericsson a míněn jako bezdrátová náhrada za sériové drátové rozhraní RS-232. Technologie Bluetooth je definovaná standardem IEEE 802.15.1. Spadá do kategorie osobních počítačových sítí PAN (Personal Area Network). Vyskytuje se v několika verzích, z nichž v současnosti nejvíce využívaná je verze 2.0 a je implementována ve většině prodávaných zařízení jako jsou například mobilní telefony, notebooky, ale i televize. Specifikace Bluetooth 2.0 EDR (Enhanced Data-Rate) zavádí novou modulační techniku $\pi/4$ -DQPSK a zvyšuje tak datovou propustnost na trojnásobnou hodnotu oproti Bluetooth 1.2, která je 2,1 Mbit/s. Tímto se dosahuje daleko větší výdrže baterií, protože samotné navázání spojení a i přenos samotný probíhá v daleko kratší době, než u starších verzí Bluetooth. V současné době je nově vyvinuto rozhraní Bluetooth 4.0, u kterého výrobci slibují větší dosah, až 100 metrů, menší spotřebu elektrické energie a také podporu šifrování AES-128.

Zařízení se dělí dle výkonnosti následujícím způsobem:

Class	Maximální povolený výkon		Dosah (přibližný)
	mW	dBm	
Class 1	100	20	~100 metrů
Class 2	2.5	4	~10 metrů
Class 3	1	0	~1 metr

Obr. 13 Klasifikace dle výkonu[9].

Přenosové rychlosti podle standardů:

Verze	Rychlost přenosu dat	Maximální propustnost
Verze 1.2	1 Mbit/s	0.7 Mbit/s
Verze 2.0 + EDR	3 Mbit/s	1.4 Mbit/s
Verze 3.0 + HS	24 Mbit/s	
Verze 4.0	24 Mbit/s	

Obr. 14 Klasifikace dle rychlosti[9].

2.3.2.2. ZigBee

ZigBee je bezdrátová komunikační technologie vystavěná na standardu IEEE 802.15.4. Podobně jako Bluetooth je určena pro spojení nízkovýkonových zařízení na malé vzdálenosti do 75 metrů. Díky použití multiskokového ad-hoc směrování umožňuje komunikaci i na větší vzdálenosti bez přímé radiové viditelnosti jednotlivých zařízení. Primární určení směřuje do aplikací v průmyslu a senzorových sítích. Pracuje v bezlicenčních pásmech přibližně 868 MHz, 902–928 MHz a 2,4 GHz. Přenosová rychlost činí 20, 40, 250 kbit/s. ZigBee patří do skupiny bezdrátových sítí PAN. Do této skupiny sítí patří i velmi rozšířený IEEE 802.15.1 – Bluetooth, jež nalézá hlavní uplatnění převážně ve spotřební elektronice. Existuje však celá škála průmyslových aplikací, pro které Bluetooth není vhodný. Z tohoto důvodu byla založena ZigBee aliance za účelem vytvoření nového bezdrátového komunikačního standardu vhodného i pro účely průmyslové automatizace. V současné době se na vývoji a rozvoji tohoto standardu podílí více než šedesát předních firem z oboru automatizace. ZigBee je navržen jako jednoduchá a flexibilní technologie pro tvorbu i rozsáhlejších bezdrátových sítí, u nichž není požadován přenos velkého objemu dat. K jejím hlavním přednostem patří spolehlivost, jednoduchá a nenáročná implementace, velmi nízká spotřeba energie a v neposlední řadě též příznivá cena.



Obr. 15 Ilustrační obrázek[10].

2.3.2.3. Wi-fi

Wi-Fi je v informatice označení pro několik standardů IEEE 802.11 popisujících bezdrátovou komunikaci v počítačových sítích. Tato technologie využívá bezlicenčního frekvenčního pásma, proto je ideální pro budování levné, ale výkonné sítě bez nutnosti pokládky kabelů. Původním cílem Wi-Fi sítí bylo zajišťovat vzájemné bezdrátové propojení přenosných zařízení a dále jejich připojování na lokální síť LAN. S postupem času začala být využívána i k bezdrátovému připojení do sítě Internet v rámci rozsáhlejších lokalit a tzv. hotspotů. Wi-Fi zařízení jsou dnes prakticky ve všech přenosných počítačích a i v některých mobilních telefonech. Úspěch Wi-Fi přineslo využívání bezlicenčního pásma, což má negativní důsledky ve formě silného zarušení příslušného frekvenčního spektra a dále

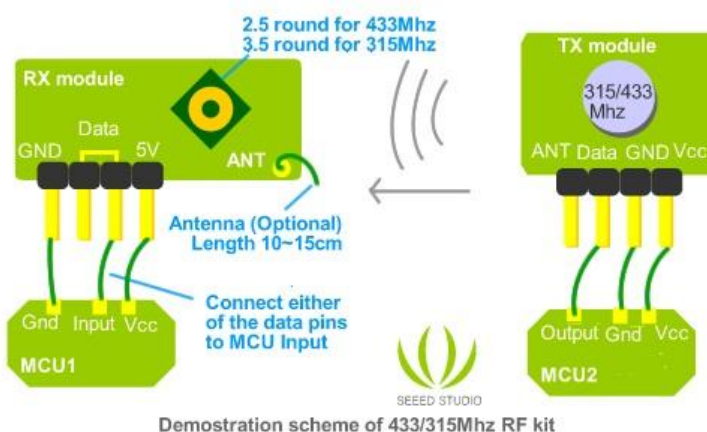
častých bezpečnostních incidentů. Wi-Fi zajišťuje komunikaci na linkové vrstvě, zbytek je záležitost vyšších protokolů na rozdíl od Bluetooth, který sám o sobě zajišťuje nejruznější služby. Typicky se proto přenášejí zapouzdřené ethernetové rámce. Pro bezdrátovou komunikaci na sdíleném médiu je používán protokol CSMA/CA (Ethernet používá na vodičích CSMA/CD).



Obr. 16 Wi-Fi modul od firmy Connect Blue [11].

2.3.2.4. Radiomoduly

Radiomoduly poskytují náhradu za kabelové spojení. Komunikace je pouze jednosměrná, tudíž se sada skládá vždy z vysílacího modulu a z přijímacího modulu. Tyto moduly se starají pouze o fyzický přenos signálu, to znamená, že neobstarávají kódování. Vzhledem k tomu, že komunikují v radiovém pásmu na frekvenci 433Mhz, nebo 315Mhz jsou náchylné na rušení, a proto je většinou potřeba dodatečně implementovat kódování na straně odesílajícího a také přijímacího zařízení. Vzhledem k předešlému, hlavně s přihlédnutím k faktu, že se jedná pouze o jednosměrnou komunikaci, jsem naznal, že použití tohoto způsobu komunikace není pro tuto aplikaci příliš vhodné, proto jsem se tímto tématem hlouběji nezabýval.

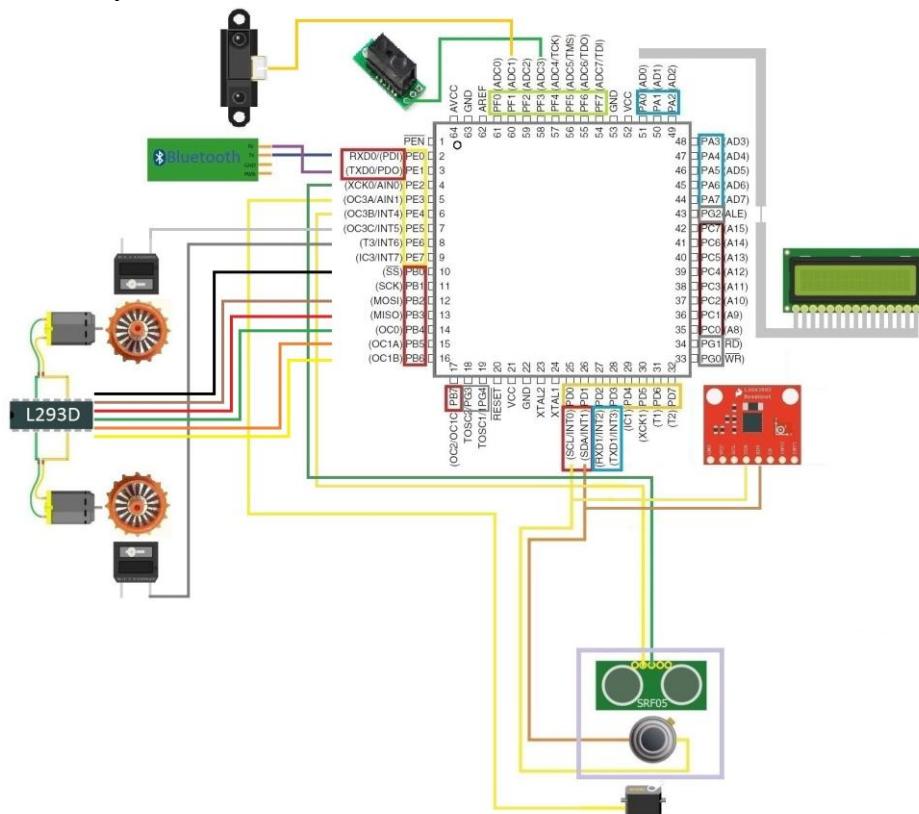


Obr. 17 Schéma radiomodu [12].

3. Praktická část

3.1. Procesor a schéma zapojení

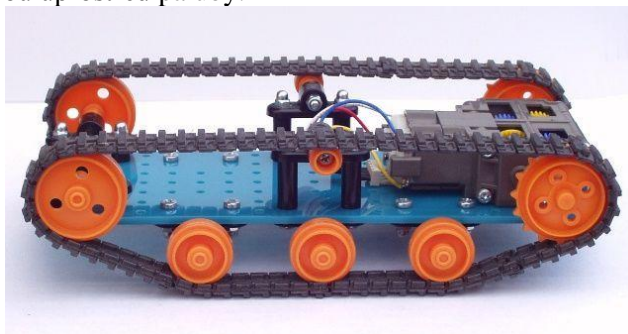
Základem celého robota je RISC mikrokontrolér Atmel ATmega128. Z důvodu univerzálnosti a další možnosti rozšíření do budoucna byla zvolena základová deska PK-Design MB-ATmega128v4.0. Velkou výhodou této desky je, že jsou vyvedeny všechny porty, a že odpadá nutnost tvorby dalších desek s podpurnými obvody, pouze však co se týká základní funkce procesoru. Deska je mimo potřebného krystalu o frekvenci 14.7456 MHz vybavena dvojicí sériových rozhraní: jednou je to port RS232 a druhý je USB včetně převodního čipu FTDI.



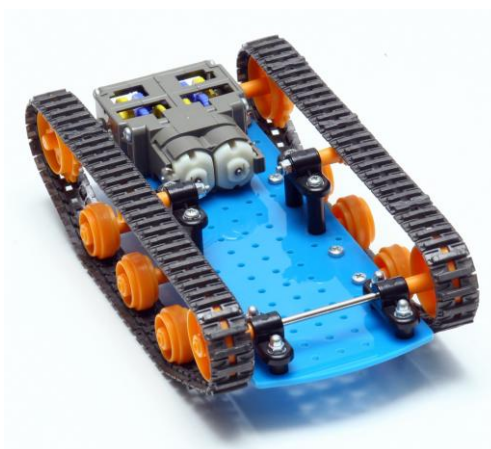
Obr. 18 Schéma propojení jednotlivých částí s procesorem ATmega128.

3.2. Konstrukce a podvozek

Jednotkou pro pohyb a základním konstrukčním prvkem byl zvolen podvozek tank-02 od firmy Snail Instruments. Tento podvozek je dodáván s dvojitou tankovou převodovkou Tamia, která je rozeepsána níže. Součástí tohoto podvozku je dále jedna deska s montážními otvory s roztečí 10mm, kompatibilní s roztečí Merkuru. Pro doplnění konstrukce a rozšíření montážního prostoru byla základní konstrukce doplněna o dvě rozšiřující paluby. Nadále je to sada pásů a montážní materiál. Dodávané pásy lze sestavit v několika konfiguracích, pro tento účel však přichází v úvahu pouze varianta s použitím všech částí pásů s maximální možnou délkou, což je 43 cm. Šířka pásů je 17mm. Obdobně nelze použít jiná hnací kola než ta největší. Časem se ukázalo, že původní plastové distanční sloupky pro spojení základní montážní desky s první rozšiřující palubou nejsou příliš vhodné. Proto byly nahrazeny kovovými jejichž závity mají podstatně delší životnost, vzhledem k časté demontáži. Taktéž pro spojení první a druhé paluby byly použity kovové sloupky. Délka sloupků mezi základní a první palubou je 35mm, oproti délce mezi první a druhou, která je pro dostatek místa 50mm. V celé konstrukci robota jsou použity šroubky a závity rozměrů M3. Na nejnižší palubě v zadní části je umístěna převodovka a v přední části jsou umístěny baterie. Základní deska, na níž je umístěn procesor ATmega, společně s ovládací deskou pro motory a enkodéry a dalším vybavením jsou umístěny na první rozšiřující palubě. Poslední, tedy druhá rozšiřující paluba, nese hlavní vypínač, alfanumerický display a servo, na kterém je přes držák senzorů umístěn MLX90614 společně se SRF05. Všechny vodiče jsou mezi jednotlivými palubami protaženy k tomu určenými otvory většinou uprostřed paluby.



Obr. 19 Vybraný podvozek tank 02 [13].



Obr. 20 Vybraný podvozek tank 02, přední pohled [13].

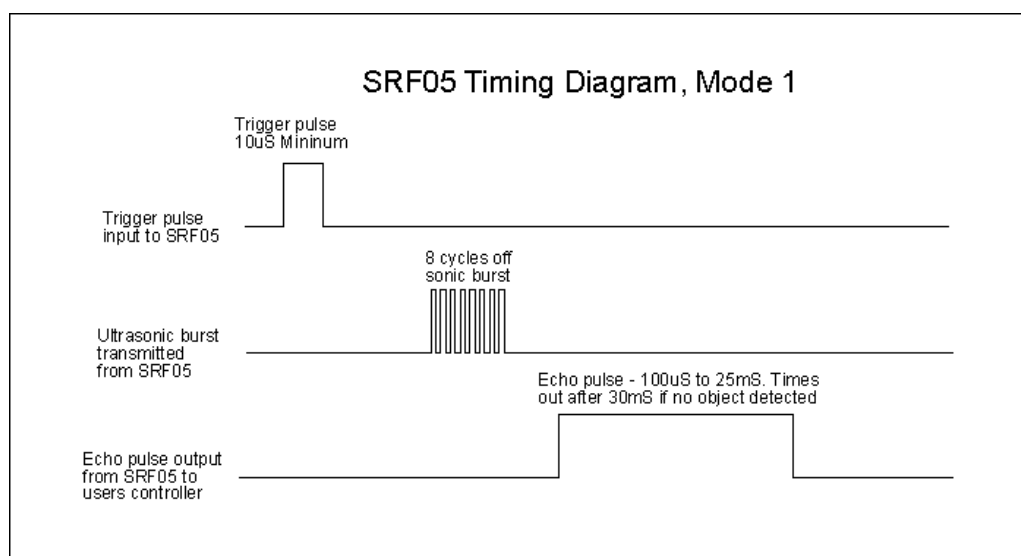
3.3. Použité senzory

3.3.1. Ultrazvuk - SRF05

Toto čidlo měří vzdálenost na principu vyslání zvukového impulzu, a změření doby potřebné k jeho návratu. Tato doba je v rozmezí 100 μ s až 25ms a odpovídají jim vzdálenosti 1cm až 4m. Komunikace respektive ovládání probíhá tak, že se na vstup vyše impulz o délce 10 μ s. Na tento signál vyše jeden ze zvukových měničů sérii osmi zvukových impulzů a zároveň se výstup uvede do log „1“. Poté, co se zvukový impulz odrazí od nejbližší překážky a vrátí se zpět, zachytí ho druhý z dvojice měničů. Zároveň se výstup vrátí zpět do log „0“. To znamená, že se na výstupu objeví impulz, jehož doba je přímo úměrná vzdálenosti překážky. Pro přepočítání uvádí datasheet vynásobení naměřené hodnoty v mikrosekundách číslem 58 a vyjde nám vzdálenost v centimetrech. Toto číslo je jednoduše odvoditelné: jestliže předpokládáme rychlost zvuku ve vzduchu 345m/s pak za 1s urazí 345m, což je 34 500cm. Z čehož vyplývá, že 1cm zabere $28,9 \cdot 10^{-6}$ s, což po vynásobení dvěma, protože signál musí urazit cestu tam a zpět, je 57,97. Rychlost zvuku je závislá na teplotě podle vztahu: $v=331,57+0,607 \cdot t$. Rychlost zvuku je zde v a teplota t , tedy při pokojové teplotě 22°C je rychlost zvuku 344,92. Dále z tohoto vztahu vyplývá, že tepelná závislost je méně než 0,5% a nemá tedy význam zabývat se tepelnou kompenzací.



Obr. 21 Ilustrační obrázek senzoru SRF05 [14].



Obr. 22 Schéma řízení senzoru SRF05 [15].

3.3.2. Pyrosenzor – MLX90614AAA

Hlavním cílem robota je monitorovat teplotu okolí, proto byl zvolen senzor, který měří bezdotykově. Kontaktní měření teploty zde nepřichází v úvahu. Proto byl zvolen model AAA od společnosti MELEXIS. Je napájen 5V přímo z desky procesoru, a je zde možnost komunikace po PWM nebo SMBus, nebo podle firmy Atmel TWI. Pracuje na principu Stefan-Boltzmannova zákona, který říká, že každé těleso, které má teplotu vyšší než 0 Kelvinů produkuje záření. Podle detekčního úhlu na obrázku měříme s rostoucí vzdáleností i rostoucí plochu. Jelikož je horizontální i vertikální detekční úhel stejný, tak je detekční plocha čtverec. Kvůli znalosti plochy čtverce potřebujeme znát vzdálenost měřeného objektu. Tato plocha je důležitá z důvodu měření na větší vzdálenosti. Ve chvíli kdy vytvoříme jednoduchou teplotní mapu okolí, které je vzdálené, může i menší rozdíl teploty mezi jednotlivými segmenty znamenat, že segment s teplotou jen o málo vyšší obsahuje malý ale velmi teplý objekt. Tento fakt se totiž na větší vzdálenost projeví pouze malým nárůstem teploty měření, a to z důvodu zahrnutí do měření i chladnější pozadí. Dále při měření záleží na emisivitě měřeného povrchu, což je poměr vyzařování absolutně černého tělesa ku vyzařování měřeného tělesa. Tato hodnota se u většiny povrchů pohybuje okolo 95%, u leštěných nebo odrazivých ploch je to okolo 80%. Emisivita je proto nastavena na 95%.



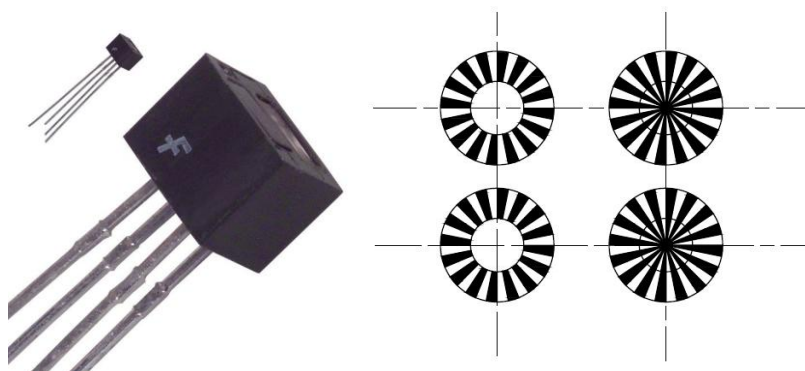
Obr. 23 Přijímací úhel pyrosenzoru.

3.3.3. Gyroskop - L3G4200D

Pro navigaci robota byla potřeba vybrat ze dvou možností: Buďto akcelerometr, nebo gyroskop. Akcelerometr poskytuje analogové informace ohledně zrychlení ve třech osách. Tato varianta není příliš vhodná, protože akcelerometr není příliš přesný, navíc je analogový a data obsahují poměrně hodně šumu. Z tohoto důvodu dostal přednost gyroskop před akcelerometrem. Ten totiž narozdíl od akcelerometru komunikuje digitálně, přes I2C resp. TWI. Dalším důvodem je jiný princip, gyroskop totiž vrací hodnoty úhlové rychlosti, což se dá snadno, v kombinaci s měřením času, převést na informaci o natočení. Samostatný obvod gyroskopu L3G4200D je 3voltový, o převod na 5V logiku se stará nosná deska na které je čip umístěn. Napájení je tedy 5v přímo z desky procesoru. Dodavatelem je tentokrát pololu.com.

3.3.4. Enkodéry QRD1114

Pro pohyb a orientaci robota v prostoru je zapotřebí kromě informací o natočení také informace o ujeté vzdálenosti. K tomuto účelu slouží většinou dvoukanálové enkodéry. V našem případě však stačí jeden kanál, pro každý pás jeden. Z důvodu nedostatku místa v zadní části konstrukce robota a odpadající možnosti použít existující enkodér nezbyla jiná možnost než použít enkodér vlastní výroby. Ten je založen na optočlenu QRD1114. Je to v podstatě fototranzistor a infračervená led dioda v jednom pouzdře. Tato součástka je primárně určena k odlišení bílé a černé barvy, což v kombinaci s kruhovým štítkem, na kterém se střídá černá a bílá lze dosáhnout požadovaného efektu. Vzhledem k tomu, že známe směr otáčení, protože směr otáčení motorů řídíme, můžeme si dovolit použít pouze jednonanálový enkodér. Dvoukanálový by byl potřeba za předpokladu že bychom neznali směr otáčení a museli sledovat posun kanálů proti sobě. Tato součástka je však pouze analogová a pro správnou funkci je potřeba je doplnit o příslušné obvody, které nám zajistí logickou „0“ nebo „1“. O toto vyhodnocení se starají obvody umístěné na desce pro ovládání motoru, která je popsána níže.

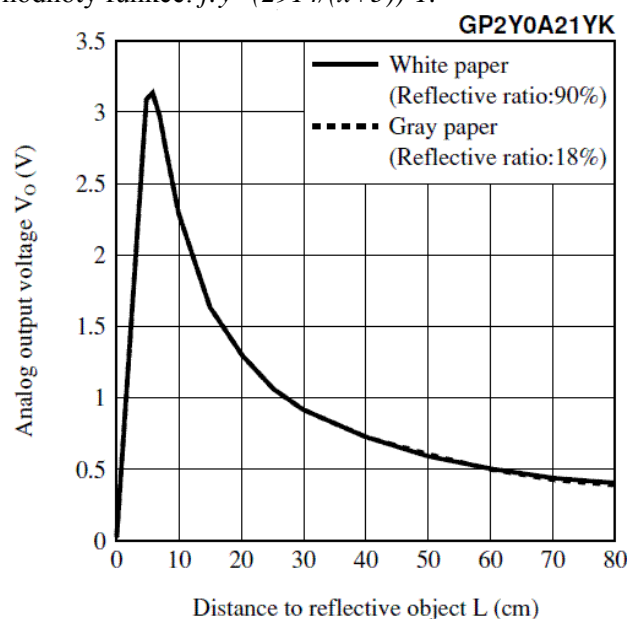


Obr. 24 Optočlen použitý ve vlastním enkodéru [14]. Obr. 25 Odrazový terčik rotačního enkodéru.

3.3.5. Odrazový infrasenzor – GP2Y0A41

Jako čidlo pro měření překážek byl zvolen Sharp GP2Y0A41. Tento senzor byl umístěn co nejnižší na konstrukci podvozku, aby byl schopen odhalit i ty nejnižší překážky, ale zároveň aby nebránil běžnému pohybu. Čidlo používá konektor firmy JST se třemi kolíčkovými kontakty s rozestupy 2mm. Je též vybaven zámečkem proti přepólování. Napájecí napětí by se mělo pohybovat v rozmezí 4,5 až 5,5V. Komunikace, resp. zjištění vzdálenosti z čidla je realizováno vrácením analogového napětí v rozmezí 3,5 až přibližně 0,4V. Charakteristika funkční závislosti napětí na vzdálenosti je nepřímá úměrná. Minimální rozsahu měření odpovídá maximální napětí 3,5V a maximální vzdálenosti odpovídá přibližně 0,4V. pro zjištění přesné vzdálenosti lze zvolit mezi třemi postupy: První variantou je tabulka hodnot, kdy každé hodnotě napětí je přiřazena hodnota vzdálenosti. Tento způsob je však náročný na paměť, ale zato je rychlý. Druhou možností je použít pouze několik hodnot tabulky a zbylé lineárně dopočítat. Tento způsob je o něco méně

náročný na paměť, ale o to je složitější výpočet. Třetí způsob je podle mého názoru nejvýhodnější, a proto jsem ho také zvolil. Jedná se o aproximaci racionální funkcí $f: y=1/x$. Tuto funkci si můžeme dovolit použít vzhledem k tomu, že se závislost napětí na vzdálenosti v rozmezí 4 až 30 cm velmi podobá této matematické funkci. Pro zjištění vzdálenosti, tedy hodnoty y , je potřeba ještě uvažovat možné posuny v osách x a y . Z této úvahy doplníme funkci na výsledný tvar $f: y=(1/(x+a))\pm b$. Pro tento konkrétní kus velmi dobře odpovídají hodnoty funkce: $f: y=(2914/(x+5))-1$.



Obr. 26 Závislost napětí na vzdálenosti použitého odrazového infrsenzoru [16].

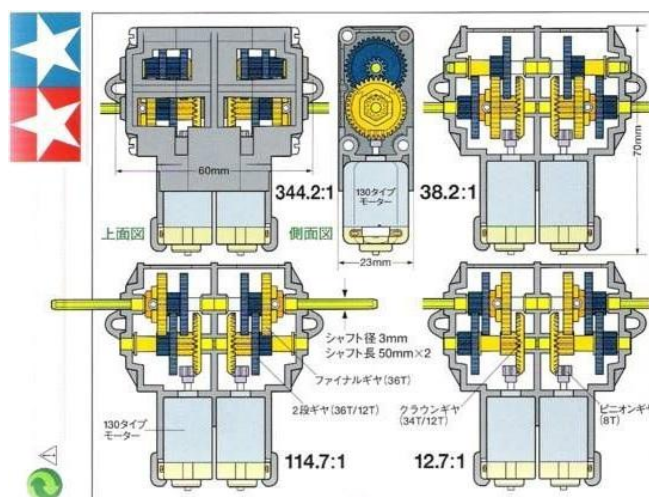
3.3.6. Dvoustavový infrsenzor – GP2Y0D810

Pro potřebu couvání, a monitorování překážek za robotem bylo použito jednoduché dvoustavové čidlo GP2Y0D810 od výrobce Sharp. Poslední dvě číslice názvu udávají vzdálenost, na kterou je detekována překážka, zde je to tedy 10cm. Pro správnou funkci jsou však potřeba externí součástky. Všechny jsou umístěny na nosné destičce od firmy Snail Instruments, která je mimo všech podpůrných součástek vybavena červenou led, která indikuje stav výstupu. Tato destička obsahuje montážní otvor o rozměru 3mm, kterým je upevněna na zadní části robota. Vzhledem k tomu, že se nepředpokládá častá jízda vzad, je tato varianta naprosto dostačující. Nachází-li se jakákoliv překážka za robotem blíže než 10cm a probíhá právě manévr couvání, tento manévr musí být přerušen, aby nedošlo ke kolizi. Vzdálenost 10cm byla upřednostněna před 5cm z důvodu větší bezpečnosti v případech, kdy robot necouve kolmo k překážce, což je v praxi většina případů. Stojí-li například robot šikmo ke zdi a rozhodne se couvat, je zeď v určitém úhlu, což znamená, že pokud je vzdálenost ke zdi od středu robota bezpečná, pak na krajích v závislosti na úhlu tomu tak už být nemusí. Čím větší je tedy vzdálenost detekce překážky tím musí být úhel pro případnou kolizi menší, a tím se snižuje také riziko kontaktu s překážkou.

3.4. Aktuátory

3.4.1. Převodovka - TM70168

Jako pohonná jednotka byla použita dvojitá tanková převodovka Tamiya TM70168. Tato převodovka se dodává společně s podvozkem a v rozloženém stavu. Lze ji sestavit ve čtyřech převodových poměrech. Jsou to: 12.7:1, 38.2:1, 114.7:1, 344.2:1. Rychlosti otáčení jsou potom: 1039ot/min, 345ot/min, 115ot/min, 38ot/min. A kroutící momenty jsou: 9.2mNm, 27mNm, 79mNm, 223mNm. Pro správnou funkci vzhledem k podvozku a zbytku dílů zůstávají na výběr pouze dvě varianty, vzhledem k umístění hnacích hřídelek, viz obr. Dle datasheetu bylo doporučeno sestavení v poměru 114,7:1 což bylo dodrženo. Motory dodávané k této převodovce jsou značky pololu, jejich napájecí napětí je 6V, odběr bez zátěže je 70mA, a při 0 ot/min je to 800mA. Otáčky na volnoběh se pohybují okolo 11 500ot/min.



Obr. 27 Možné konfigurace dvojité převodovky TM70168 [14].

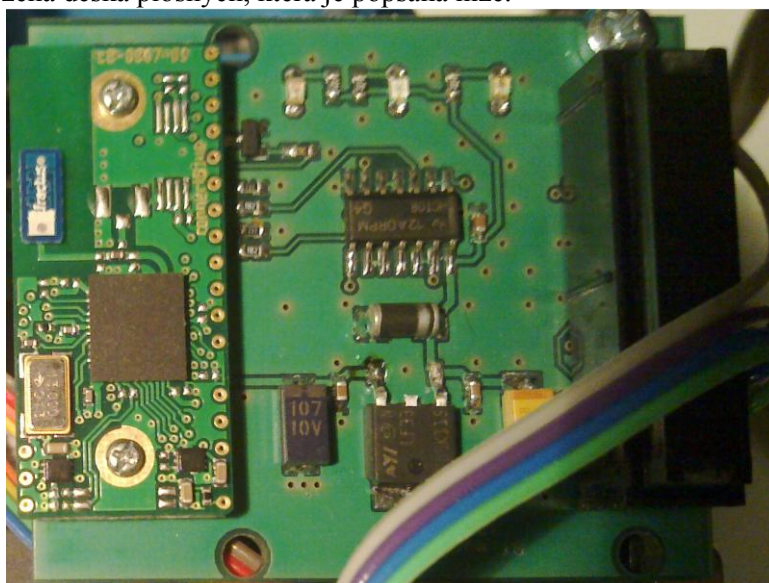
3.4.2. Servo – HS311

Jako pohon pro natáčení senzoru měření teploty společně s měřením vzdálenosti bylo zvoleno servo HS-311 standart. Servo umožňuje natáčení v rozsahu 0-180°. Je napájeno 5V přímo ze základní desky procesoru. Je připojeno pomocí tří vodičů černý-zem, červený-+5V a žlutý-řídící PWM signál. Servo dosahuje rychlosti natáčení 0,19s/60° při 4,8V až 0,15s/60° při 6V. Servo má kroutící moment 3kg/cm při 4,8V až 3,7kg/cm při 6V.

3.5. Periferie

3.5.1. Bluetooth OEMSPA310

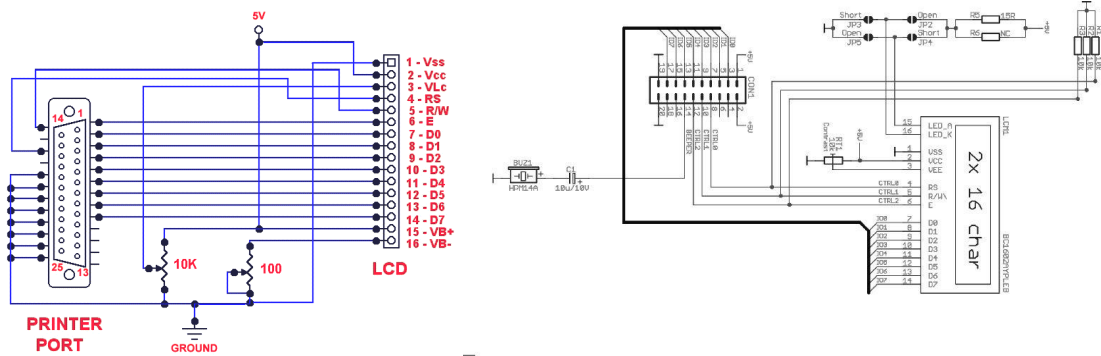
Pro komunikaci s okolím byla zvolena technologie Bluetooth. Její výhodou je, že není potřeba dodatečné zařízení na straně počítače, jelikož v dnešní době má většina notebooků tuto technologii integrovanou. Na straně robota byl zvolen modul OEMSPA310 od českého distributora firmy Spezial Electronic. Tento modul splňuje pouze jediný požadavek kladený na tento modul, a to ten že dokáže nahradit sériovou linku přes Bluetooth. Tento modul však nepoužívá logiku TTL, ale 3,3V. Z tohoto důvodu není možné přímé propojení, ale je nutno použít převod logických úrovní mezi 5 a 3,3 volty. Pro tento převod byla navržena deska plošných, která je popsána níže.



Obr. 28 Bluetooth modul umístěný na ovládací desce vlastního návrhu.

3.5.2. LCD display SIC2004ABNHEB

Pro zobrazování testovacích zpráv, proměnných nebo ladících ukazatelů byl zvolen alfanumerický LCD display SIC2004ABNHEB od firmy Snail Instruments . Tento displej používá dobře známý řadič HD 44780, který využívá pro komunikaci osm datových a tři řídicích vodičů. Je zde také možnost použít modré podsvícení, u kterého lze řídit jas. Také lze upravit kontrast a to potenciometrem, stejně jako intenzitu podsvícení. Celkem s napájením používá displej pro svoji funkci 16 pinů. Standardní displeje s tímto řadičem mají většinou 4 řádky a 16 znaků na řádek. Tento kus má však 20 znaků na řádek, proto musela být knihovna starající se o výpis pozměněna.

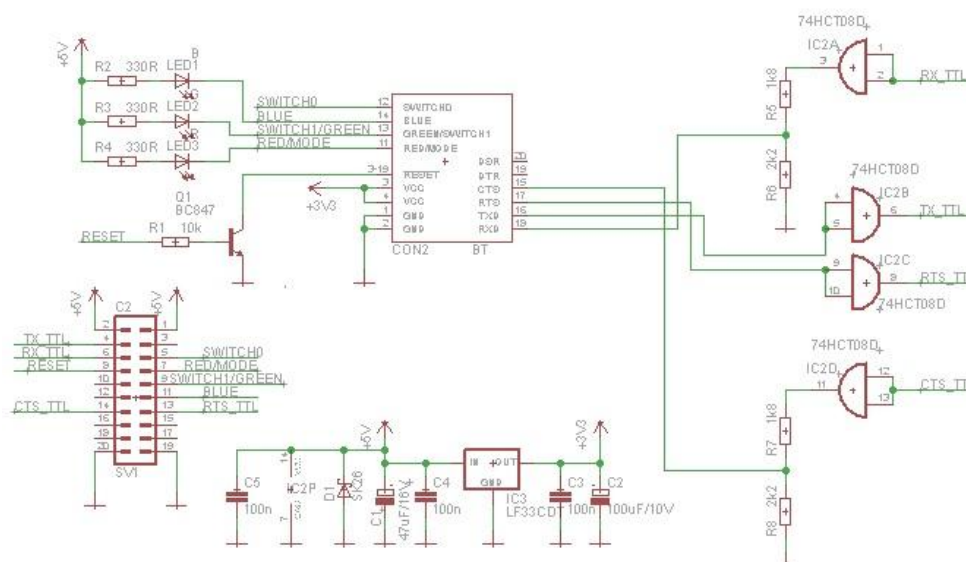


Obr. 29 Zapojení LCD na LPT port [17]. Obr. 30 Zapojení LCD na desce PK-design [18].

3.6. Pomocné desky

3.6.1. Deska pro Bluetooth

Jak bylo zmíněno výše vybraný Bluetooth modul není kompatibilní s logikou TTL. Z tohoto důvodu vznikla potřeba navrhnout desku, která by tento převod zajišťovala. Zároveň se nabízí možnost využít pro připojení modulu konektor Samtec FSI-120-03-G-D-M-AB, pro který je přizpůsobena jeho spodní strana. Myslím si, že tato možnost je výhodnější než použít pájecí plošky jak z důvodu možného poškození modulu pájením, tak i z důvodu snadné demontáže a možností použít v budoucnu modul s větším dosahem. Samotná deska by tedy měla zajišťovat mimo samotného převodu úrovní také snížení napájecího napětí z 5V, které poskytuje deska procesoru, na 3,3V. Dále jsem uznal za vhodné použít výstupy č. 11, 13 a 14 určené pro indikaci stavu modulu. Jsou použity led diody podle barev datasheetu(xy), je to červená pro chybový stav, zelená pro zapnuto a modrá pro stav připojeno. Všechny součástky použité pro výrobu desky plošných spojů jsou velikosti SMD pro úsporu místa. Deska samotná je v oboustranném provedení. Schéma zapojení je na obrázku číslo 31 a v příloze na cd.



Obr. 31 Schéma zapojení ovládací desky pro Bluetooth.

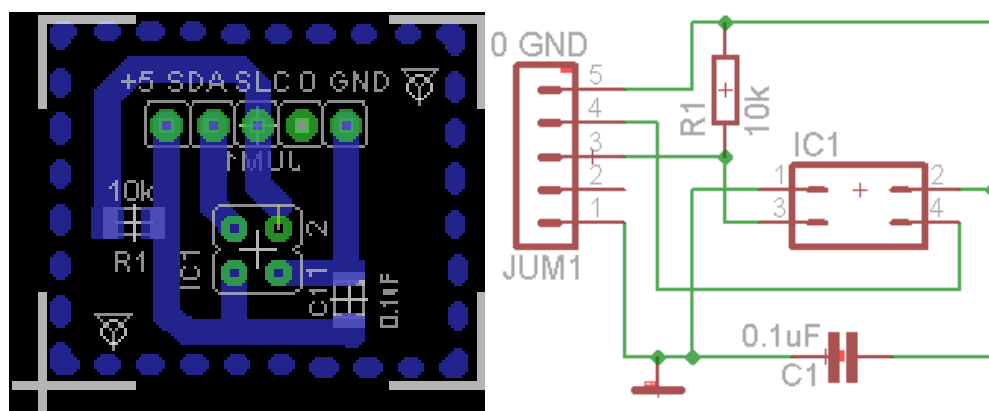
3.6.2. Deska pro motory a enkodéry

Ovládání pohybu, tedy řízení motorů nelze realizovat přímým připojením motorů na procesor ATmega, a to z důvodu nedostatečného proudového výstupu procesoru. Proto je potřeba tyto dva komponenty od sebe oddělit součástkou, která se bude starat o správné napětí a proud potřebný ke správné funkci motorů. Tato součástka by zároveň neměla v případě poruchy, např. zadření převodovky, dovést k zničení procesoru. S ohledem na tyto a další parametry, například dostupnost, byl vybrán obvod L293D. Jeho maximální proud pro jeden motor je 600mA, což pro motory dodávané s převodovkou je dostačující. Tato deska se mimo ovládání motorů také stará o jednoznačný výstup z enkodérů. Samotné snímací členy mají totiž analogový výstup, který je potřeba převést na digitální hodnoty. Tuto funkci zabezpečuje komparátor, na jehož výstupu je vždy jasná „1“ nebo „0“. Kalibrace enkodéru je realizována odporovým trimrem, který reguluje intenzitu záření led

diody osvětlující odrazovou plochu. Deska samotná je v oboustranném provedení. Schéma zapojení a obrázky jsou v příloze na cd.

3.6.3. Deska pro pyrosenzor

Tato deska musí splňovat dva hlavní parametry, a to: musí obsahovat dle datasheetu dvě potřebné součástky, odrušovací kondenzátor a pull up rezistor a dále musí zajišťovat upevnění senzoru na montážní úchyt společně se SRF05. Deska byla zapůjčena z projektu: 2D TRIANGULACE ZDROJŮ TEPELNÉHO ZÁŘENÍ.



Obr. 32 Schématické zapojení nosné desky pyrosenzoru [19].

3.7. Další výbava

3.7.1. Baterie

Pro poskytování elektrické energie byly zvoleny akumulátory XCELL NiMh 1,2V 1300mAh 2/3A. Jak lze vyčíst z jejich názvu kapacita je 1300mAh, a jmenovité napětí je 1,2V celkové napětí celého akumulátoru je 12V, bylo tedy použito 10 článků. Tento zdroj i přes zbytečně vysoké napětí plní svoji funkci, je však příliš těžký a proto by bylo vhodné do budoucna počítat s náhradou za lehčí zdroj jiného typu, např. Polymer Lithium Iontovou. Také se i přes svoji kapacitu poměrně rychle vybíjí, zřejmě z důvodu rozdílu použitého napětí v robotu a napětí akumulátoru. Tato skutečnost byla zjištěna až v průběhu testování a proto zatím nebyl tento problém odstraněn. Do budoucna by bylo také vhodné mezi baterii a ostatní napájené součástky vložit obvod pro nabíjení. Výhoda by byla v tom, že by nebyla nutná demontáž při každém dobíjení.



Obr. 33 Ilustrační obrázek použité baterie [20].

3.8. Řízení

3.8.1. Návrh algoritmu

Jako jedna z mnoha možných variant řízení tohoto robota lze navrhnout hlídání nějakého definovaného útvaru, například čtverce. Robot se bude tedy pohybovat pořád dokola po hraně čtverce, a zároveň bude monitorovat okolí, a to tak, že bude otáčet servem, na kterém jsou upevněny senzory. Bude tedy měřit teplotu okolo trasy, a zároveň bude měřit vzdálenost, aby věděl, jak daleko je objekt který právě změřil. V případě, že v určitém místě bude teplota přesahovat ostatní naměřené teploty, robot se vydá tím směrem, ve kterém bylo natočeno servo ve chvíli měření této vyšší hodnoty. Po přiblížení se tomuto podezřelému místu robot provede nové měření, které buď prokáže vyšší teplotu výrazně odlišenou teplotou v určitém místě, nebo se naopak ukáže, že v daném místě je teplota v normálu. Po tomto manévru robot v případě zjištění nebezpečí odešle přes bluetooth informace o tom kde se místo nachází proti původní trase, o kolik je teplota vyšší, o době kdy tato teplota byla naměřena, popřípadě v jakém časovém úseku mohla tato teplota vzrůst – kdy tímto místem projížděl naposledy. Potom, stejně tak jako v případě falešného poplachu, se robot vrátí díky enkodérům a gyroskopu, a informacím z nich na svoji původní trasu, kde bude nadále pokračovat v hlídkování.

4. Závěr

Cílem této práce bylo prakticky zkonstruovat mobilního robota z dostupných součástek, v případě nedostupnosti navrhnout jiné řešení. Tento cíl byl splněn, a byl odhalen nedostatek v podobě akumulátoru, který svoji úlohu sice splňuje, avšak se příliš rychle vybíjí. Také by bylo možné do budoucna robota vybavit nabíjecím obvodem. Dále byl vyžadován popis prvků použitelných pro realizaci, který byl taktéž splněn. Poté byly zvlášť popsány vybrané komponenty a bylo navrženo jejich ovládání a řízení. Jako poslední byl popsán algoritmus, kterým by bylo možné robota řídit. Je to pouze jedna z mnoha možných variant, jelikož je robot vybaven mnoha čidly, možností je skutečně mnoho.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1]: *Robot revue: magazín ze světa robotiky*. Praha: RCR, 2012, roč. 2012, č. 12. ISSN robot revue.
- [2]: Odborný online časopis [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26250>
- [3]: Automatizace.hw [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://automatizace.hw.cz/integrované-mems-gyroskopy>>
- [4]: Automatizace.hw [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://automatizace.hw.cz/clanek/2007011401>>
- [5] Automatizace.hw [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://automatizace.hw.cz/clanek/2007012601>>
- [6] Wikipedia [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Stejnosem%C4%9Brn%C3%BD_motor>
- [7] Vlastikd [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://vlastikd.webz.cz/bastl/serva.htm>>
- [8] RS232 data interface [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://www.arcelect.com/rs232.htm>>
- [9] Wikipedia [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>>
- [10] Hardware [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <http://www.hw.cz/files/imagecache/full/01_0.jpg>
- [11] Special.cz [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://www.spezial.cz/connectblue/images/ows451i.jpg>>
- [12] Hardware kitchen [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://files.hwkitchen.com/200000716-39e6a3ae04/433mhz-rf-link-kit-connection.jpg>>
- [13] Snail instruments [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://shop.snailinstruments.com/docs/tank-02.pdf>>
- [14] Snail instruments [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://shop.snailinstruments.com/images/medium/srf05.jpg>>
- [15] Robot italy [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://www.robot-italy.com/images/srf05tma.gif>>
- [16] Datasheet sharp [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <http://sharp-world.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a_d_e.pdf>
- [17] Helium web [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <http://helium.webz.cz/hw/ilustrace/lpt_lcd_schema_s.gif>
- [18] PK-Design [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <http://pk-design.net/Datasheets/Modul_Disp_LED_LCD_matrix_kbd_bpr_v10.pdf>
- [19] ZSEMLE, R. 2D triangulace zdrojů tepelného záření. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 41 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Radomil Matoušek, Ph.D..
- [20] Reichard [online], [cit. 23. května 2012] Dostupné z: <<http://eshop.reichard.cz/akumulatory/nimh/xcell-1300mah-nimh-1-2v-2-3af.html>>

- [21] Novák, P.: Mobilní roboty, BEN technická literatura, Praha, 2005, ISBN 80-7300-141
- [22] Wikipedie : RS-232 [online], 2012, 5. 3. 2012 [cit. 23.03.2012],
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/RS-232>>
- [23] Wikipedie : Bluetooth [online], 2012, 5. 3. 2012 [cit. 23.03.2012],
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>>
- [24] Wikipedie : ZigBee [online], 2021, 5. 3. 2012 [cit. 23.03.2012],
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/ZigBee>>
- [25] Wikipedie : Wi-Fi [online], 2012, 5. 3. 2012 [cit. 23.03.2012],
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>>
- [26] ATmega128 Datasheet [online], 2012, 5. 3. 2012 [cit. 23.03.2012],
<<http://www.atmel.com/Images/doc2467.pdf>>
- [27] MLX90614AAA Datasheet [online], 2012, 5. 3. 2012 [cit. 23.03.2012],
< http://www.pololu.com/file/download/MLX90614_SMBus.pdf?file_id=0J171 >
- [28] L3G4200D Datasheet [online], 2012, 5. 3. 2012 [cit. 23.03.2012],
<http://www.pololu.com/file/download/L3G4200D.pdf?file_id=0J491>
- [29] OEMSPA310 Datasheet [online], 2012, 5. 3. 2012 [cit. 23.03.2012],
<http://www.spezial.cz/pdf/em_ds_oemspa_310.pdf>

SEZNAM PŘÍLOH

CD s elektronickou verzí bakalářské práce, zdrojové kódy k jednotlivým periferiím, dodatečná dokumentace v podobě fotografií.