



Středoškolská technika 2012

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Čtyřnohý kráčející robot

Vojtěch Hamáček

Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola Šumperk
Gen. Krátkého 1, 787 29 Šumperk

ANOTACE

Cílem této práce bylo navrzení a sestavení funkčního prototypu plně programovatelného čtyřnohého chodícího robota polohovaného 12 servomotory. Důraz byl kladen hlavně na technické řešení elektroniky tak, aby bylo dosaženo co největších možností připojení a naprogramování nejrozličnějších vstupních (tlačítka, infračervené a ultrazvukové senzory, akcelerometry, atd.), či výstupních prvků (servomotory, LED, LCD, atd.) a tím téměř neomezeného rozšíření o další možnosti robota.

Klíčová slova: robot; čtyřnohý robot; chodící, kráčejíci

OBSAH

ÚVOD	7
1 KONSTRUKCE A PROVEDENÍ ROBOTA	8
1.1 KONSTRUKČNÍ DÍLY.....	9
1.1.1 Duralový pás se seříznutými rohy, tělo robota	9
1.1.2 U - profil.....	10
1.1.3 Ohnutá kulatina	12
2 POHONY A KONSTRUKCE NOHOU	13
2.1 POHONY NOHOU - SERVOMOTORY.....	13
2.2 KONSTRUKCE – MECHANICKÉ PROVEDENÍ NOHOU	14
2.2.1 Parametry serva HS-311	15
3 NAPÁJENÍ	16
3.1 LITHIUM POLYMEROVÝ AKUMULÁTOR.....	16
3.2 OCHRANNÝ ČLÁNEK.....	16
3.3 PEVNÉ STABILIZÁTORY KLADNÉHO NAPĚTÍ.....	18
3.4 SPÍNANÉ ZDROJE PRO SERVA.....	18
4 ŘÍDICÍ JEDNOTKA S MIKROPOČÍTAČEM.....	20
5 SENZORY	23
5.1 IR SENZORY	23
5.1.1 Oscilátor s frekvencí 38kHz	24
5.1.2 Vysílací IR LED diody	25
5.1.3 IR přijímač pro 38 kHz.....	25
5.2 SENZOR TEPLoty	26
5.3 SENZOR INTENZITY OSVĚTLENÍ.....	27
6 DALŠÍ VÝSTUPNÍ PRVKY	29
6.1 SIGNALIZAČNÍ LED.....	29
6.2 LED SVĚTLOMETRY.....	29
7 CHŮZE ROBOTA.....	31
8 PROGRAMOVÁNÍ ROBOTA	33
8.1 VÝVOJOVÝ DIAGRAM PROGRAMU ROBOTA.....	33
8.2 UKÁZKA PROGRAMU V BASCOMU	34
8.2.1 Ovládání servomotorů	34
8.2.2 Práce s proměnnými servomotorů	35

ZÁVĚR	36
SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY:	37



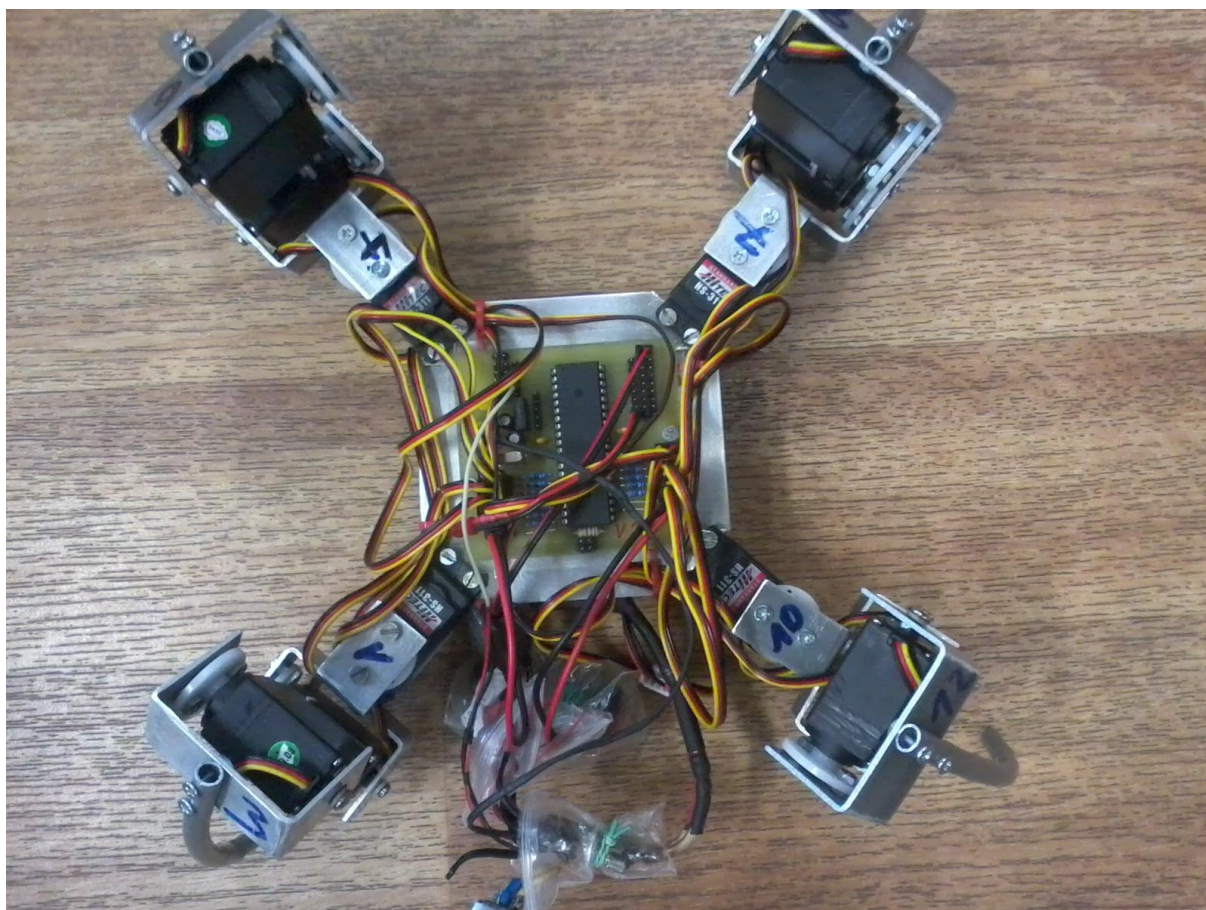
ÚVOD

Tuto práci na téma čtyřnohý kráčejíci robot jsem si vybral z důvodu svého zájmu o mikroprocesorovou techniku a robotiku. Navrhl jsem a naprogramoval autonomního robota řízeného mikroprocesorem ATmega - 32 s možností připojení různých vstupních a výstupních prvků, které mu dávají možnost interakce s okolním prostředím (např. možnost detekce překážek a vyhnutí se jim, měření teploty předmětů atd.). Časem bych chtěl tohoto robota vybavit bezdrátovou WIFI komunikací pro přenos informací ze senzorů a případně i kamery. Po této úpravě by se dal robot použít jako „robot průzkumník“ ke zkoumání různých prostředí a podmínek v nich panujících.

1 KONSTRUKCE A PROVEDENÍ ROBOTA

Jak již bylo uvedeno výše, jako cíl této práce jsem si zvolil vytvoření kráčejícího čtyřnohého robota polohovaného 12 servomotory. Inspiraci pro jeho vytvoření jsem našel na internetu a byl jsem překvapen, jak málo lidí se úspěšně zabývá touto problematikou, proto jsem se rozhodl pokusit se o postavení vlastního robota.

Protože se touto problematikou zabývá velmi málo lidí, byl jsem donucen vymyslet vlastní koncept celého robota. Nejtěžší částí pro mě byla mechanická realizace robota, se kterou jsem si musel poradit s téměř nulovými znalostmi z oboru strojírenství. Dále jsem navrhl a následně realizoval několik zapojení elektronických obvodů nezbytných ke konstrukci robota. K samotnému pochopení fungování elektronických obvodů mi posloužily jejich návrhy, které jsem našel na internetu. Ve většině případů jsem musel vymyslet vlastní konečný návrh, protože zapojení dostupná na internetu nebyla vyhovující pro použití při vývoji robota. Po celou dobu stavby robota jsem musel dávat pozor na to, aby byly jednotlivé obvody kompatibilní a bez problémů fungující. V následujících kapitolách popíši samotnou stavbu robota a řešení technických problémů.



(Obr. 1.1) Robot - pohled shora

1.1 KONSTRUKČNÍ DÍLY

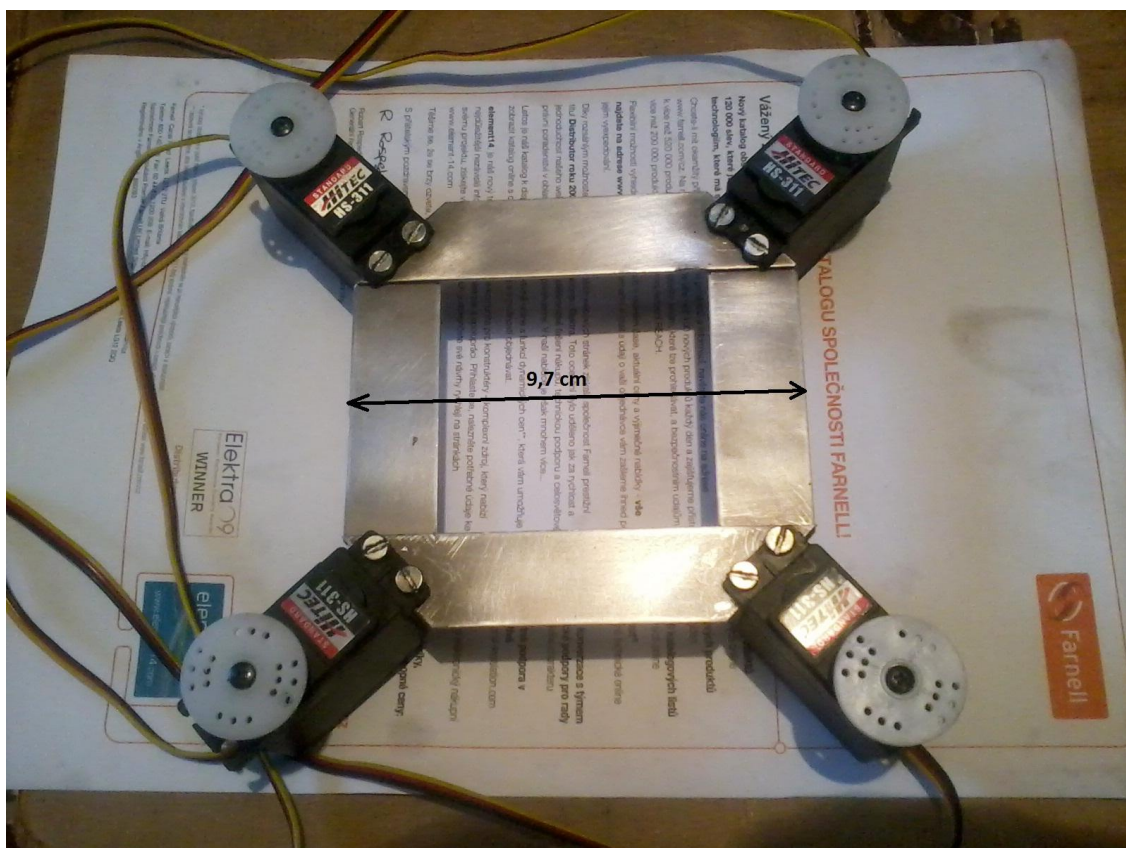
Kostra robota je vyrobena z duralových pásů širokých 2cm a z duté duralové kulatiny o průměru 5mm. Všechny díly jsou k sobě přišroubovány šrouby průměru 2,5mm. Na konstrukci robota jsem použil celkem tři rozdílné konstrukční díly:

- Duralový pás se seříznutými rohy - 4ks, tělo robota (kapitola 1.1.1)
- U – profil – 12ks (kapitola 1.1.2)
- Ohnutá kulatina (kapitola 1.1.3)

Všechny díly byly vyráběny tak zvané na koleně, proto nejsou dokonale rovné a opracované. Jakékoli odchylky v rovnosti nohou a těla, jsou kompenzovány softwarově, tj. nakloněním nohou, čímž se robot vyváží.

1.1.1 Duralový pás se seříznutými rohy, tělo robota

Jedná se o 4 duralové pásy o délce 9,7cm s uříznutými rohy na jedné straně. Všechny čtyři pásy jsou konci spojeny do tvaru čtverce a slouží jako kostra robota (obr 1.2). K seříznutým rohům jsou přišroubovány servomotory nesoucí nohy, jedná se vlastně o „kyčle“.



(Obr. 1.2) Kostra robota s připevněnými servomotory, ke kterým budou připojeny nohy

1.1.2 U - profil

Ke spojování jednotlivých servomotorů k sobě jsem použil celkem 12 U – profilů. Jejich rozměry jsou vidět na obr. 1.3



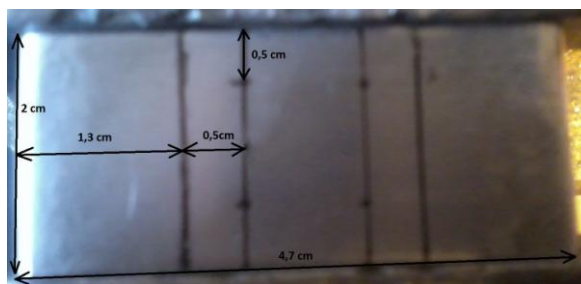
(Obr. 1.3) U – profil a jeho rozměry

Vyvrtné otvory pro šrouby mají průměr 3mm. K servomotorům se připevňují šrouby s průměrem 2 - 3mm. Dva otvory na levé straně slouží k přišroubování hřídele servomotoru a jeden otvor v pravé části slouží k uchycení ke kluznému ložisku na zadní straně krabičky serva. Kluzné ložisko je vyrobeno z obyčejné matky přilepené ke krabičce servomotoru (obr. 1.4), do které je zašroubován šroub držící pravou stranu U – profilu. Díky tomu, že šroubek není příliš utážený, může se U – profil protáčet.



(Obr. 1.4) Matka přilepená k servomotoru

Dva tyto U - profily se dají spojit k sobě jako na obr. 1.7, pokud se vyvrtnají otvory pro šrouby jako na obr. 1.6. Tím vznikne díl, držící dvě o 90° vůči sobě pootočené servomotory. Pro vyrobení čtyř těchto, pro konstrukci robota nezbytných spojení, je potřeba celkem 8 U – profilů.



(Obr. 1.5) Ryskami naznačeny čtyři místa pro vrtání U - profilu

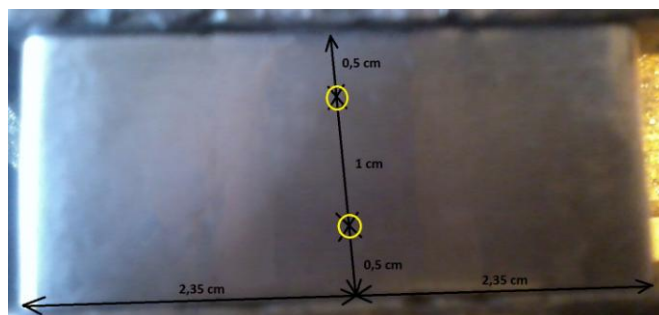


(Obr. 1.6) Po vyvrtání U profilu



(Obr. 1.7) Spojení dvou U – profilů

Druhým způsobem je vyvrtání pouze dvou otvorů přesně uprostřed přední strany U – profilu (obr. 1.8). K těmto otvorům se následně přišroubuje ohnutá kulatina a tím vznikne lýtko (obr. 1.9). Pro vytvoření čtyř lýtek je zapotřebí 4 U – profilů a 4 ohnutých kulatin.



(Obr. 1.8) Budoucí umístění dvou otvorů (žlutě)



(Obr. 1.9) Lýtka robota

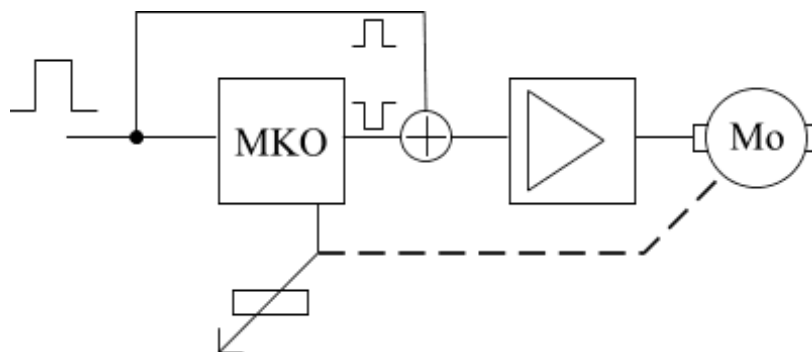
1.1.3 Ohnutá kulatina

Kulatina použitá ke konstrukci lýtka robota je obyčejná duralová kulatina délky 14cm s průměrem 5mm. Tuto kulatinu jsem po každých dvou centimetrech délky vložil do svěráku a ohnul jsem ji („od oka“). Na vrchní straně jsem po 0,5cm a 1,5cm od horního konce vyvrtal otvory s průměrem 3mm pro šrouby k uchycení k U – profilu se dvěma otvory na přední straně.

2 POHONY A KONSTRUKCE NOHOU

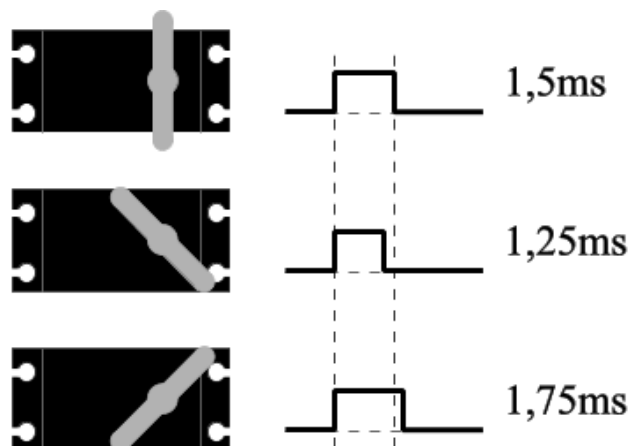
2.1 POHONY NOHOU - SERVOMOTORY

Dnešní modelářská serva obsahují elektromotor s převodovkou a řídicí elektroniku (obr. 2.1). Na vstupní pin se přivádí řídicí impuls, který spustí monostabilní klopný obvod, ten vygeneruje impuls o délce odpovídající momentální poloze serva a opačné polarity než je vstupní řídicí impuls. Tyto dva impulsy se porovnají a výsledkem je rozdílový impuls, který po zesílení přes můstkový spínač způsobí roztočení elektromotoru jedním nebo druhým směrem. Elektromotor přes převodovku otáčí výstupní hřídeli a současně i potenciometrem, který působí jako zpětná vazba do monostabilního klopného obvodu. Směr otáčení je takový, že impuls generovaný monostabilním klopným obvodem se svojí délkou přibližuje délce vstupního řídicího impulsu a až jsou oba impulsy stejně dlouhé, elektromotor se zastaví, protože servomotor dosáhl polohy, která odpovídá momentálně přijímanému řídicímu impulsu.



(Obr. 2.1) Blokové schéma zapojení vnitřní elektroniky servomotorů

Dnes používaná serva pracují s kladnými řídicími impulsy o délce 1-2ms. Délce impulsu 1,5ms odpovídá střední poloha serva, 1ms je jedna a 2ms druhá krajní poloha (obr. 2.2). Většina serv reaguje v širším rozsahu od 0.5ms do 2.5ms. Tento signál musí být na serva přiváděn neustále o opakovací frekvenci okolo 50 Hz. Z mechanického hlediska bývá rozsah krajních poloh okolo 180 stupňů. Většina servomotorů má na koncích rozsahu pohybu mechanické blokování, na což je potřeba dávat pozor, aby nedošlo k jeho poškození.

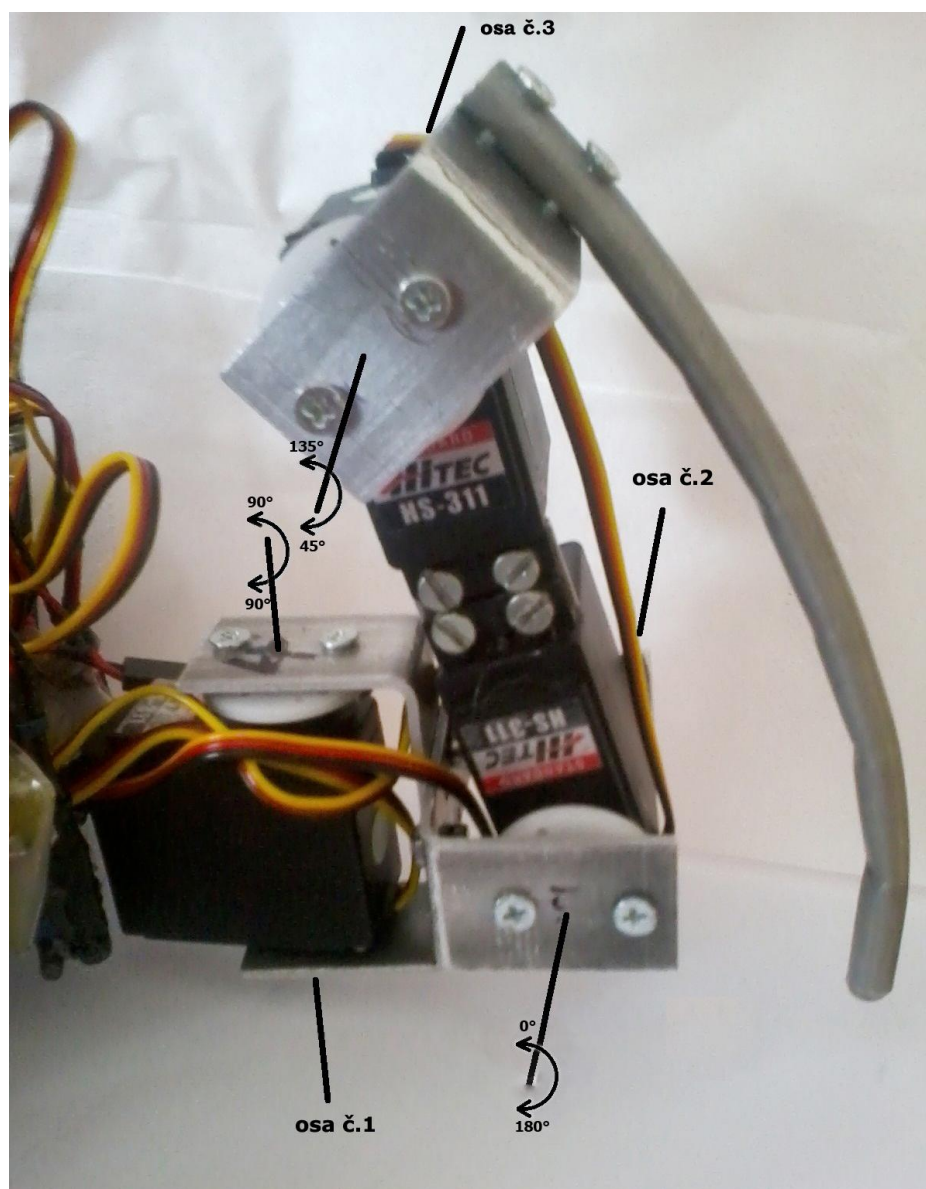


(Obr. 2.2) Polohy natočení servomotoru (shora: střed, 1. krajní poloha, 2. krajní poloha)

2.2 KONSTRUKCE – MECHANICKÉ PŘÍKONENÍ NOHOU

Vzhledem k tomu, že se jedná o čtyřnohého kráčejího robota, nebylo možné použít obyčejné stejnosměrné motory, protože nemají možnost zastavení se na místě. Krokové motory tuto možnost sice měly, ale při jejich řízení se bez další podpůrné elektroniky nedá natáčet jejich hřídele do přesně definované polohy. Z těchto důvodů jsem si zvolil použití servomotorů pro pohon nohou.

Ke konstrukci nohou robota jsem si zvolil použití standardních servomotorů od firmy Hitec HS-311. Každá noha je poháněna celkem třemi těmito servomotory. Jak je vidět na obr. 2.3, servomotor na ose č. 1, který je přichycen k tělu robota, zajišťuje otáčení celé nohy okolo svislé osy č. 1, servomotor na ose č. 2 otáčí stehnem i s lýtkem po vodorovné ose č. 2 a servomotor na ose č. 3 otáčí lýtkem okolo osy č. 3. Servomotory na ose č. 2 a č. 3 jsou spojeny k sobě kvůli lepším pohybovým vlastnostem nohy a její schopnosti otáčet lýtkem okolo dvou os, tak jako je tomu u lidských nohou.



(Obr. 2.3) Znárodnění os otáčení hřídelí servomotorů (noha je v poloze Sed)

2.2.1 Parametry serva HS-311

Rozměry:	40×20×36,5 mm
Provozní napětí:	4.8 - 6.0V
Rychlost výchylky:	0.19s/60° při 4.8V 0.15s/60° při 6.0V
Točivý moment:	42 oz/s (3 kg/cm) při 4.8V 51 oz/s (3,7 kg/cm) při 6.0V
Operační úhel:	180°
Typ převodovky:	Nylon
Hmotnost:	43g
Způsob řízení:	PWM signálem
Perioda pro PWM:	15-25ms
Doba kladného pulsu:	0,5-2,5ms
Výrobce:	Hitec



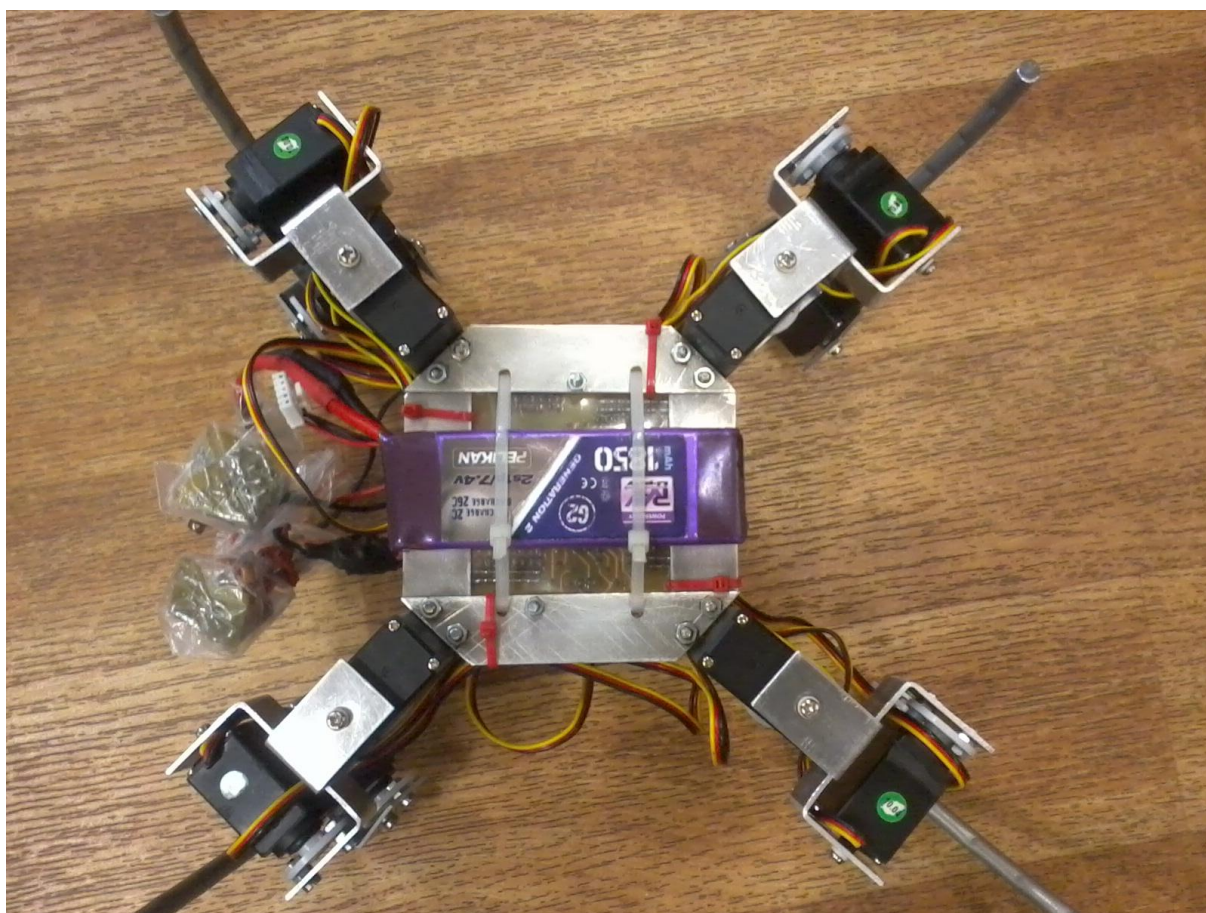
(Obr. 2.4) servomotor

3 NAPÁJENÍ

Napájení robota bylo realizováno pomocí lithium polymerové baterie, ochranného článku chránícího elektroniku robota před špatnou polarizací baterie a před zkratem v zapojené elektronice. Následují dva spínané regulovatelné zdroje pro servomotory a dva kladné napěťové stabilizátory, které napájejí všechny ostatní vstupní i výstupní prvky.

3.1 LITHIUM POLYMEROVÝ AKUMULÁTOR

Jako zdroj veškeré elektrické energie potřebné pro správné fungování robota jsem zvolil dvoučládkovou lithium polymerovou baterii se jmenovitým napětím 7,4V, maximálním vybíjecím proudem 48A a kapacitou 1850 mAh. Robotem odebíraný elektrický proud se velmi různí v závislosti na zatížení robota, členitosti terénu a množství připojených senzorů a výstupních prvků. Proto se nedá s určitostí říci, jaký je jeho odběr, ale většinou se pohybuje mezi 2A až 4A.

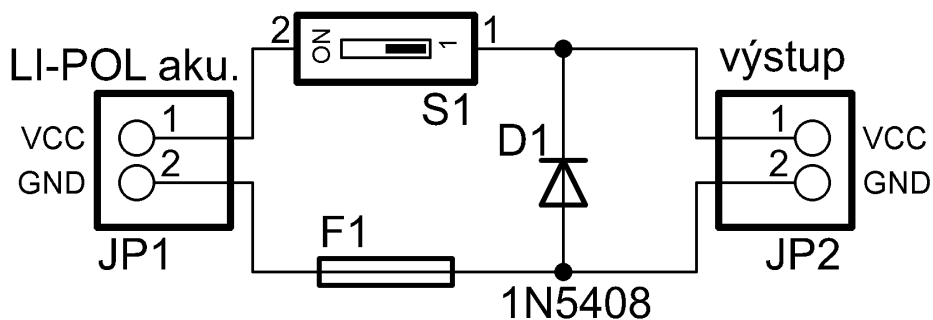


(Obr. 3.1) Lithium polymerový akumulátor (umístěný na spodní straně kostry robota)

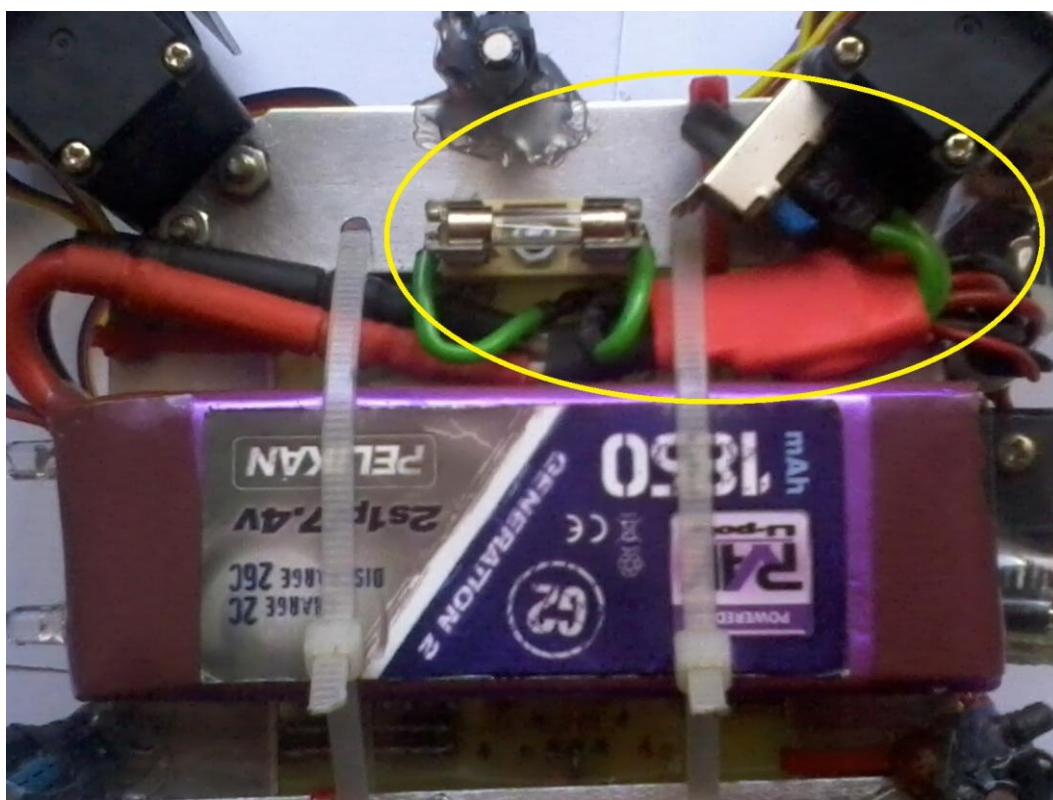
3.2 OCHRANNÝ ČLÁNEK

Z důvodu časté potřeby odpojení lithium polymerového akumulátoru kvůli nabíjení jsem se rozhodl za něj umístit ochranný článek (obr. 3.2), sloužící k ochraně před připojením nesprávné polarity baterie s možností úplného a rychlého odpojení baterie od robota pomocí

spínače. Tento ochranný článek není umístěn na desce plošných spojů, ale je realizován pomocí propojování jednotlivých součástek, vodičů.



(Obr. 3.2) Schéma zapojení ochrany proti opačné polaritě a proudové ochrany

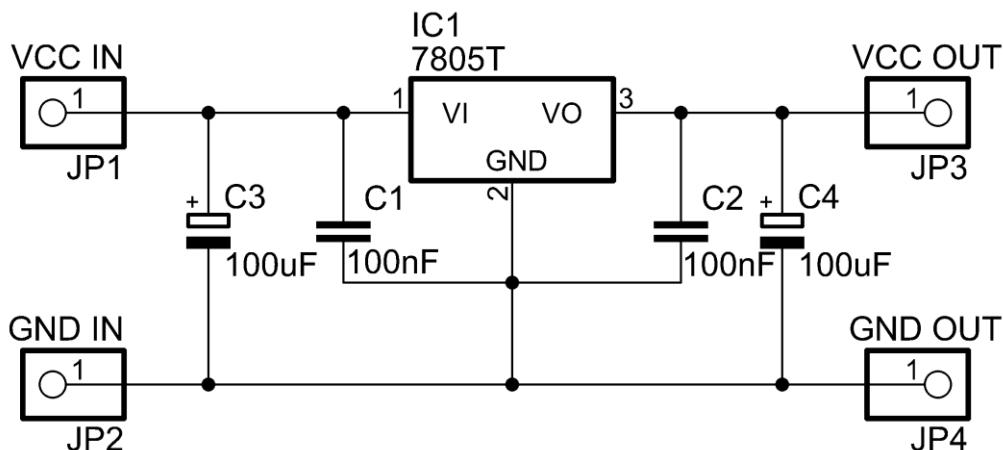


(Obr. 3.3) Ochranný článek s vyvedenou pojistkou a spínačem

Díky diodě připojené antiparalelně k akumulátoru dojde při jeho přepólování k tomu, že dioda bude v obvodu v propustném směru, což způsobí, že po sepnutí spínače dojde ke zkratu a přes pojistku, diodu a spínač proteče maximální proud, který je schopný daný akumulátor dodat a dojde k přepálení pojistky, jejíž maximální hodnota povoleného protékajícího proudu je zvolena v rozmezí 5A až 7A. Výhodou tohoto zapojení je, že zároveň ochraňuje i veškerou další elektroniku a pojistka se přepálí i pokud dojde ke zkratu nebo poškození některé ze součástek a k nepřírozenému zvýšení odběru proudu kdekoli jinde v elektronickém obvodu robota.

3.3 PEVNÉ STABILIZÁTORY Kladného napětí

Veškeré elektronické obvody kromě servomotorů a řídicí jednotky jsou napájeny ze dvou zdrojů s pevnými stabilizátory kladného napětí LM7805. Jejich výstupní napětí je 5V a jsou schopny dodat proud až 1A. Výstupní napětí není regulovatelné. K jejich výrobě nebylo použito desky plošných spojů, ale jen propojování součástek vodiči.



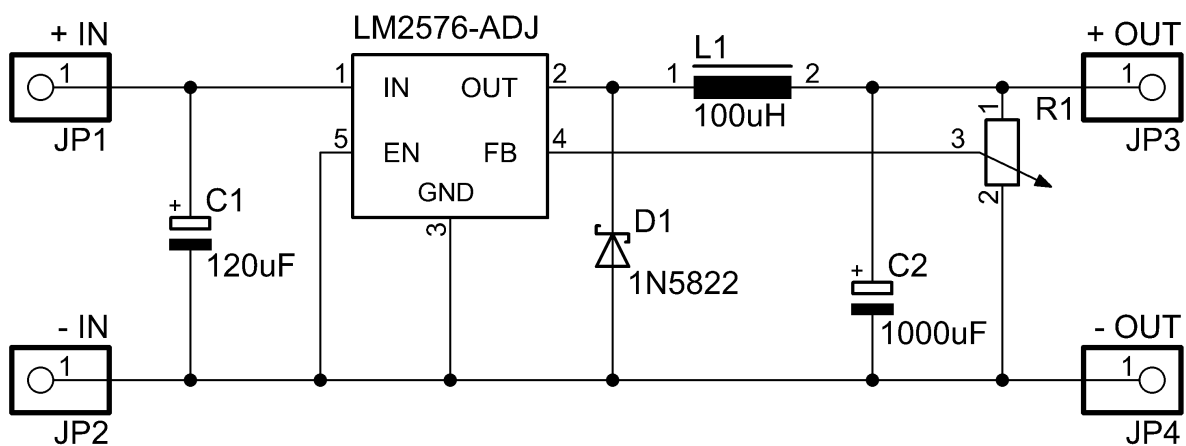
(Obr. 3.4) Schéma zapojení stabilizátoru LM7805



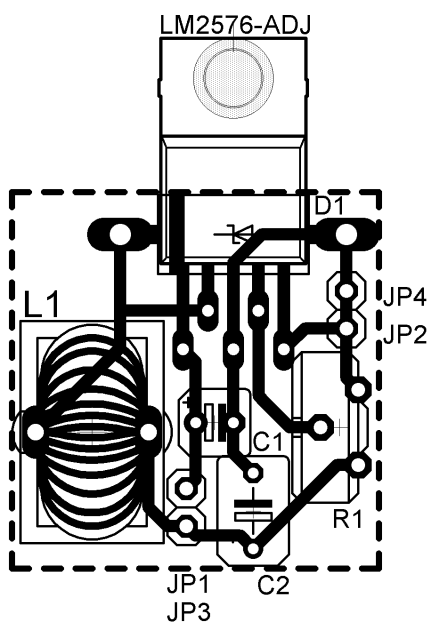
(Obr. 3.5) Stabilizátor uvnitř smršťovací bužírky

3.4 SPÍNANÉ ZDROJE PRO SERVA

Pro napájení servomotorů jsem zvolil a vytvořil spínaný zdroj využívající regulovatelného, kladného, spínaného stabilizátoru LM2576-ADJ s účinností okolo 80% a maximálním výstupním proudem 3A. Výstupní napětí je nastaveno trimrem R1 na 6V. Tyto zdroje jsem postavil dva, každý sloužící pro napájení 6 servomotorů, k tomuto řešení jsem byl donucen nemožností sehnat v krátké době výkonnější spínaný stabilizátor, který by dokázal dostatečně vykryt proudové špičky při rozběhu nebo zvýšené zátěži všech servomotorů.



(Obr. 3.6) Schéma zapojení regulovatelného spínaného zdroje se stabilizátorem LM2576-ADJ

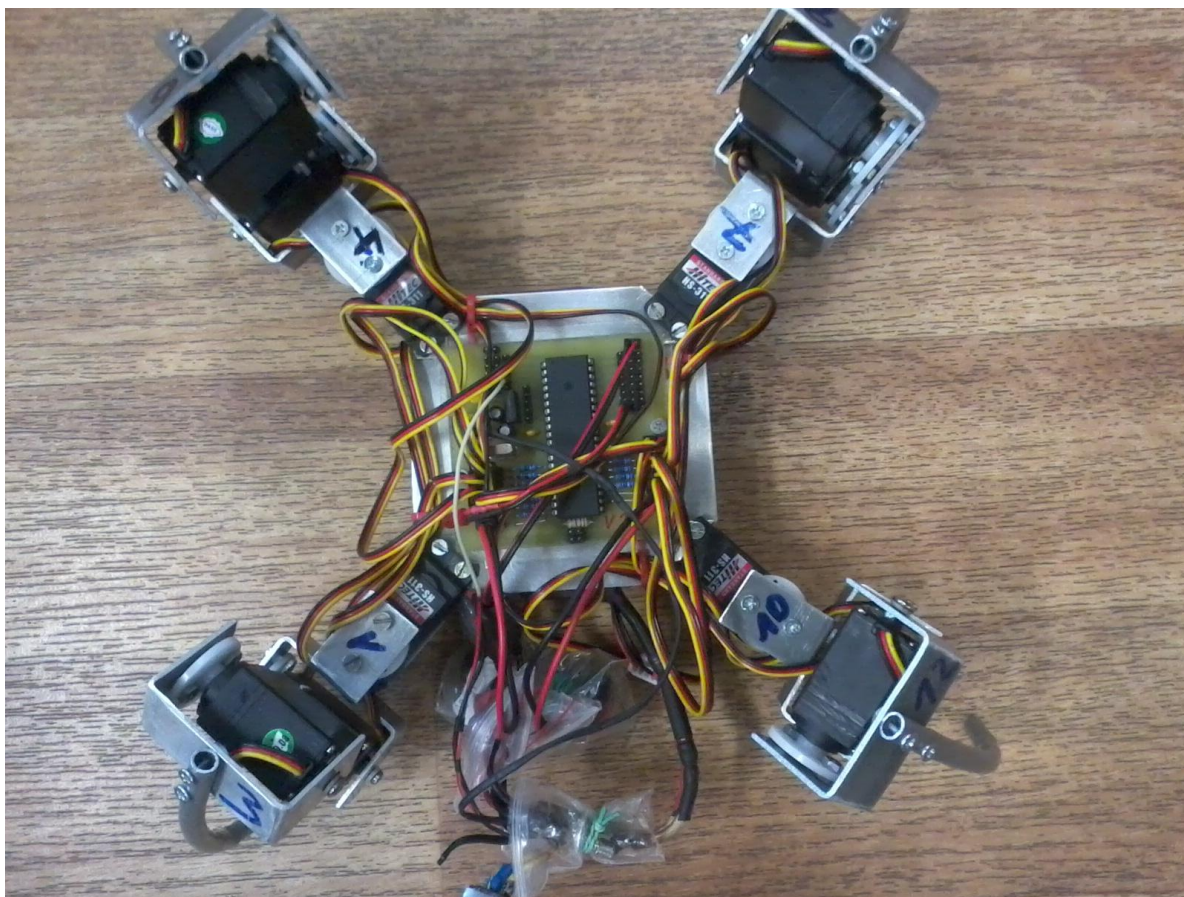


(Obr. 3.7) Návrh DPS regulovatelného spínaného zdroje se stabilizátorem LM2576-ADJ

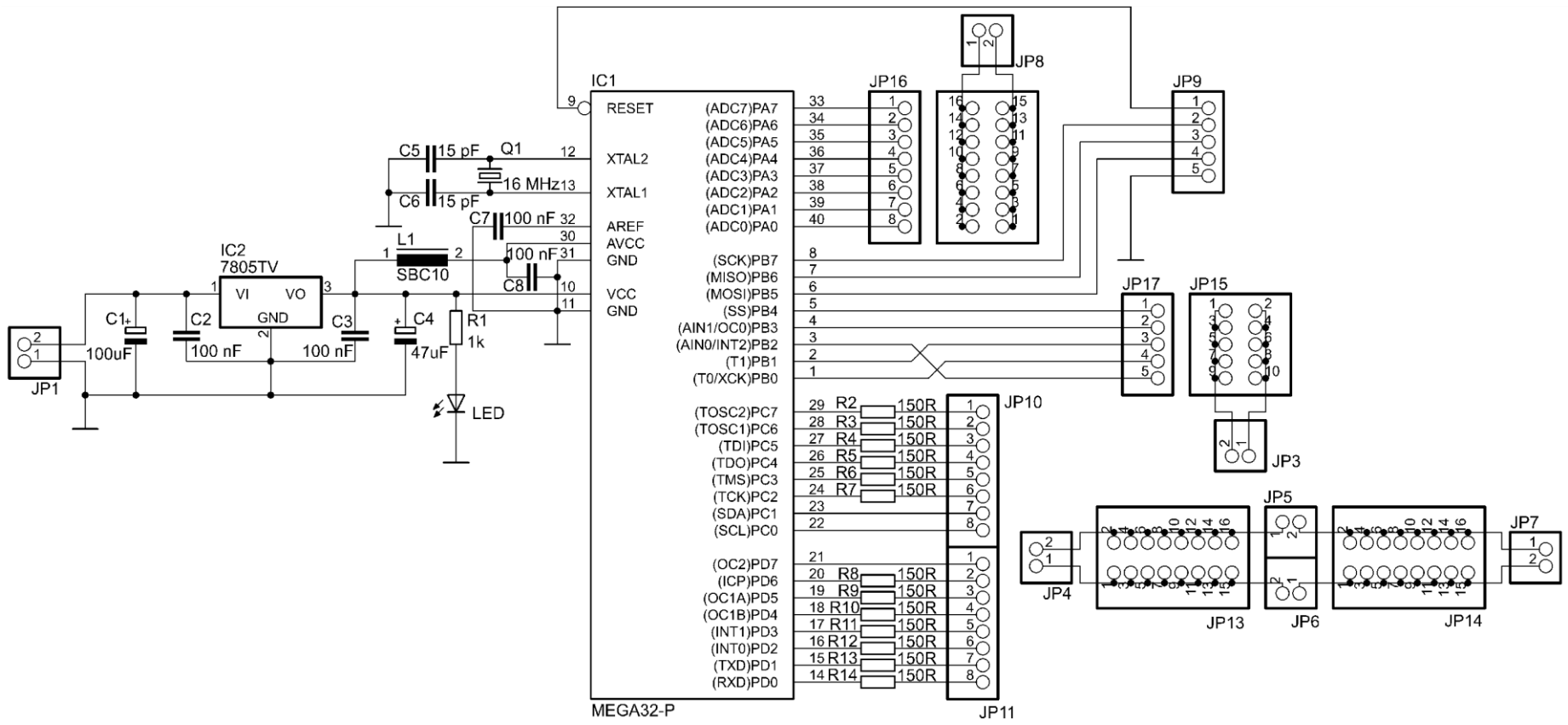
4 ŘÍDICÍ JEDNOTKA S MIKROPOČÍTAČEM

Při návrhu řídicí jednotky s mikroprocesorem ATmega - 32 jsem se snažil o co možná největší univerzálnost a možnost jejího použití nejen v samotném robotovi. Proto jsem přímo na DPS řídicí jednotky navrhl jednoduché zapojení se integrovaným stabilizátorem LM7805 se vstupním napětím od 6V do 35V, výstupním napětím 5V a možností dodat dostatečný proud až 1A, čehož samotný mikroprocesor nikdy plně nevyužije.

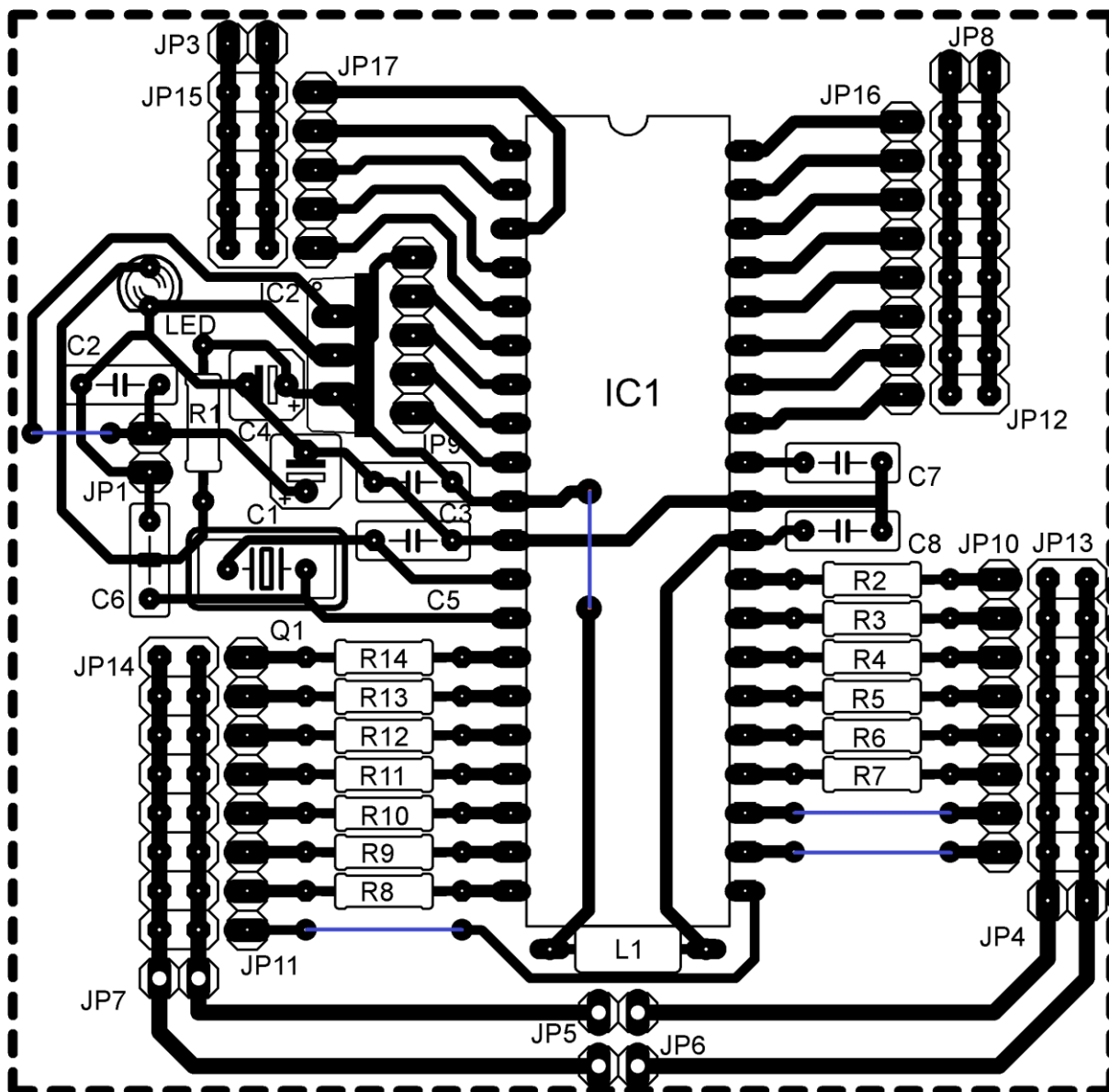
Zapojení samotného mikroprocesoru je realizováno podle doporučeného zapojení v katalogovém listu výrobce, frekvence je nastavena na 16 MHz, zajišťovanou externím krystalovým oscilátorem. Každý vyvedený pin mikroprocesoru má přiděleny další dva příslušné napájecí piny, které se dají využít například pro napájení senzorů nebo samotných servomotorů. Tyto napájecí piny jsou vždy vyvedeny ze stejného zdroje pro určitou skupinu výstupních pinů. Rezistory na pinech mikroprocesoru PC2 – PC7 a PD0 - PD6 jsou určeny ke snížení proudu tekoucího těmito piny do servomotorů, které jsou na nich připojeny, a umožňují tím celkové větší proudové zatížení mikroprocesoru jinými jím ovládanými prvky. Piny PB5 – PB7 a RESET slouží k programování mikroprocesoru. Pin PB3 díky zapojení interního komparátoru slouží ke sledování napětí na akumulátoru. Pokud napětí akumulátoru poklesne pod cca 6,3V, dojde k ukončení činnosti všech servomotorů a v 200ms intervalech začne blikat červená indikační LED dioda. V důsledku ukončení činnosti servomotorů klesne celkový odběr elektrického proudu z akumulátoru, který se následně téměř nevybíjí a nedojde tím k jeho podvybití a poškození, popř. zničení.



(Obr. 4.1) Řídicí jednotka a její připojení k servomotorům



(Obr. 4.2) Schéma zapojení řídicí jednotky



(Obr. 4.3) Návrh DPS řídicí jednotky s mikroprocesorem ATmega – 32 (propojky modře)

5 SENZORY

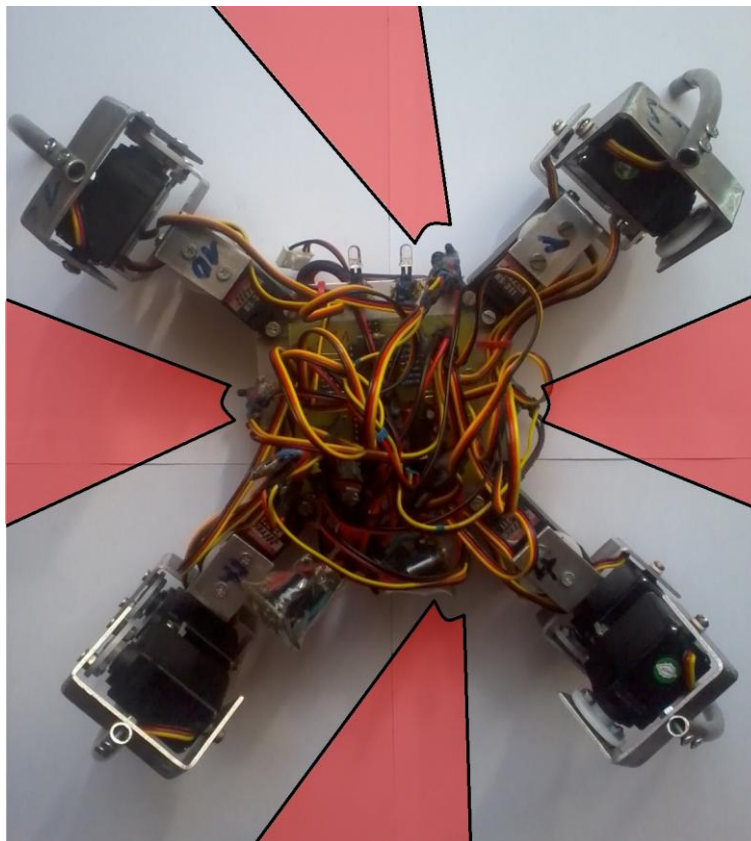
Senzory „spojují“ samotného robota s jeho okolím. Díky nim může zkoumat prostor okolo sebe, detekovat překážky, měřit téměř jakékoli fyzikální veličiny v prostředí, ve kterém se nachází atd. Prozatím se tyto naměřené údaje zobrazují na LCD displeji robota. Po vybavení modulem pro WIFI komunikaci může tyto údaje odesílat do počítače nebo mobilu.

5.1 IR SENZORY

Pro detekci překážek před robotem jsem použil čtveřici infračervených senzorů. IR senzory se skládají ze tří částí:

- Oscilátor s frekvencí 38 kHz (kapitola 5.1.1)
- 4 vysílací IR LED diody (kapitola 5.1.2)
- IR přijímač pro 38 kHz (kapitola 5.1.3)

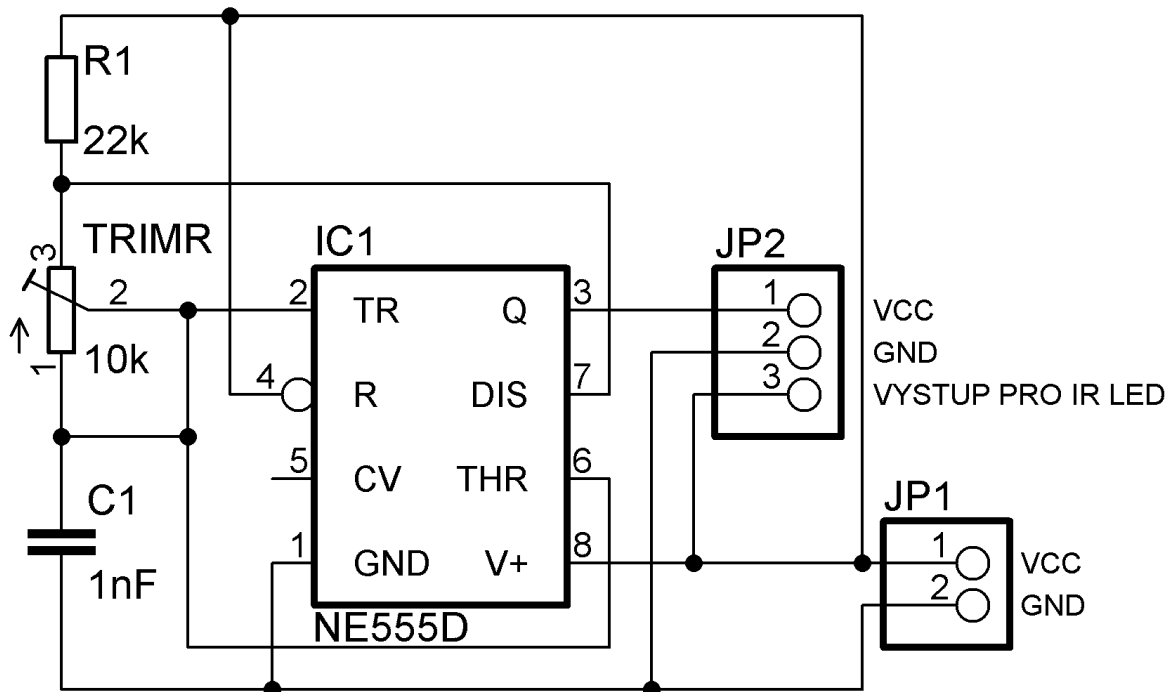
Čtveřice senzorů je na těle robota umístěna tak, aby byl schopen detekovat překážky ve čtyřech směrech (před sebou, nalevo, napravo i za sebou). Všechny páry vysílač – přijímač (IR LED – SFH5110 – 38) jsou umístěny svisle pod kostrou robota k duralovému rámu lepidlem z tavné pistole. Jejich dosah je nastavitelný od 0 do asi 70 cm. Samotná detekce překážky je založena na odrazu IR záření o frekvenci 38 kHz od překážky a zaznamenáním odraženého záření IR přijímačem, který následně pošle informaci o zachycení či nezachycení odraženého záření od překážky.



(Obr. 5.1) Ukázka přibližné směrovosti jednotlivých IR senzorů

5.1.1 Oscilátor s frekvencí 38kHz

Protože IR senzor funguje na principu příjmu IR záření modulovaného na frekvenci 38 kHz, aby se zabránilo rušení okolním zářením, je nutné zajistit spínání IR led diod o této frekvenci. Toho lze docílit softwarovým generováním signálu přímo procesorem, ale protože je k tomu zapotřebí využití timerů, které jsou zaneprázdněny příkazy pro servomotory a dalšími úkony programu, zvolil jsem použití časovače 555. Časovač je zapojen jako astabilní klopný obvod (tzn. střídá neustále dva stavy – log. 1 a log. 0) s regulovatelnou výstupní frekvencí trimrem (pro potřeby senzorů je nastavena na 38 kHz). Napájen je napětím 5V.

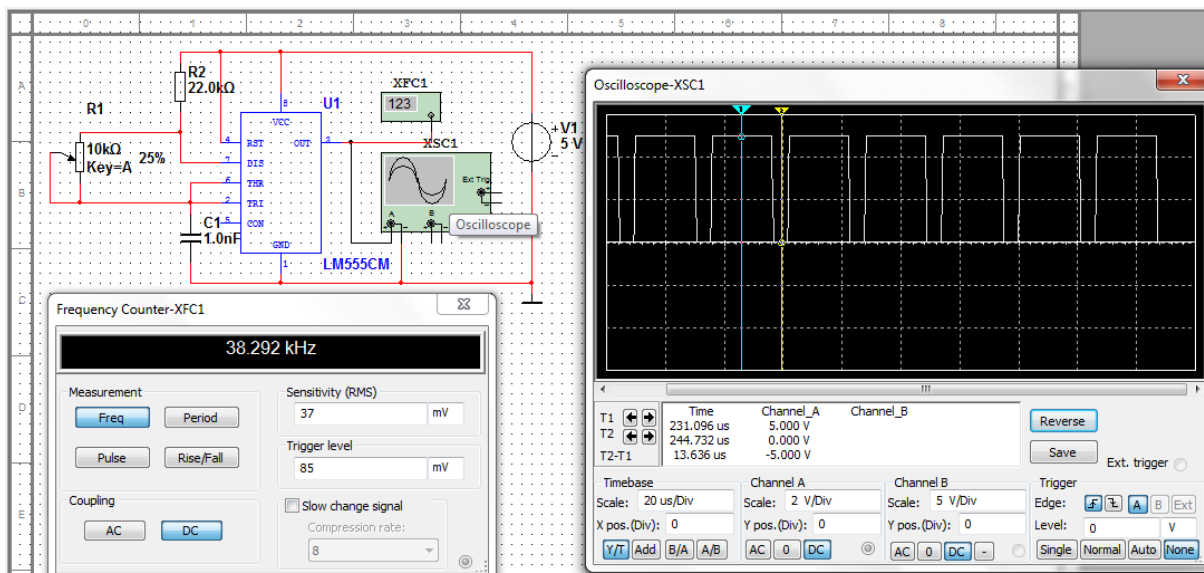


(Obr. 5.2) Schéma zapojení časovače 555 jako astabilní KO, nastavená $f = 38\text{kHz}$

Průběh výstupního signálu časovače 555 je vidět v simulaci v programu Multisim (obr. 5.4). Jak je vidět v simulaci, jedná se o obyčejný PWM regulátor s možností změny frekvence, takže je zde možnost případného použití IR přijímače pro 36 kHz nebo 40 kHz.



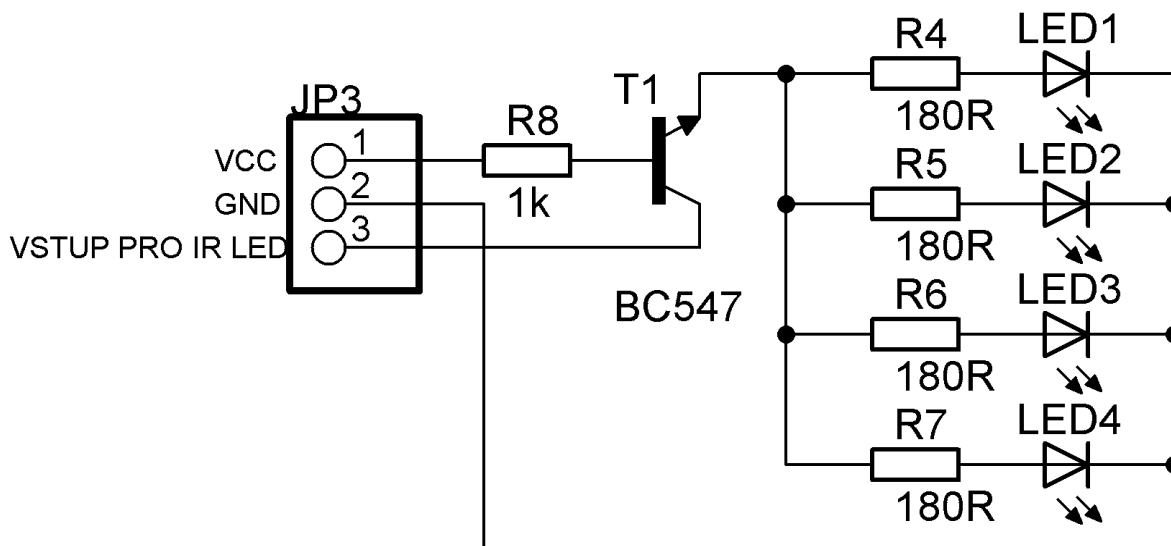
(Obr. 5.3) Hotový oscilátor ve smršťovací bužírce



(Obr. 5.4) Simulace oscilátoru v programu Multisim

5.1.2 Vysílací IR LED diody

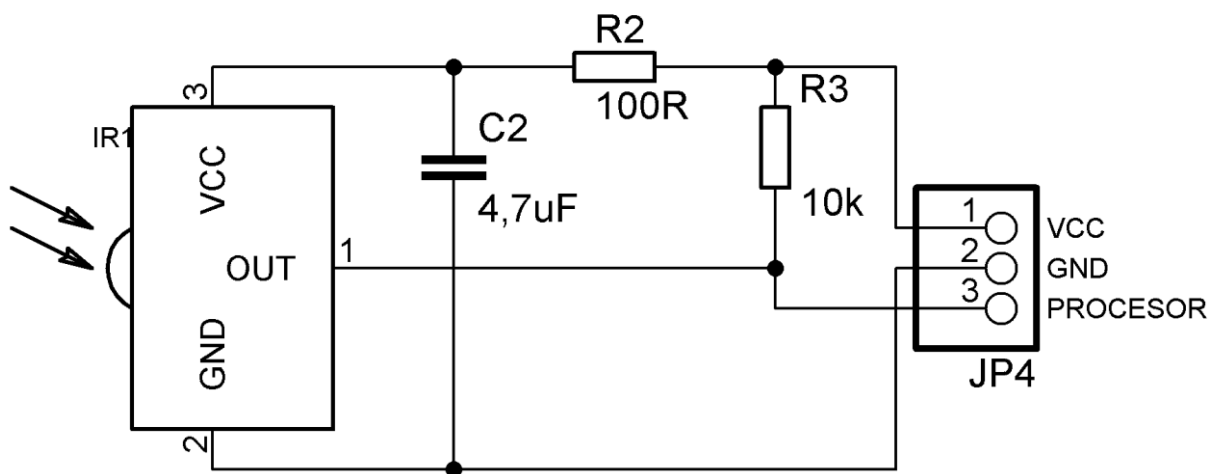
Na výstup časovače 555 je připojen NPN tranzistor, který spíná 4 IR LED diody (obr. 5.5) umístěné po obvodu těla robota těsně vedle IR přijímačů. Zapojení je napájeno napětím 5V z oscilátoru.



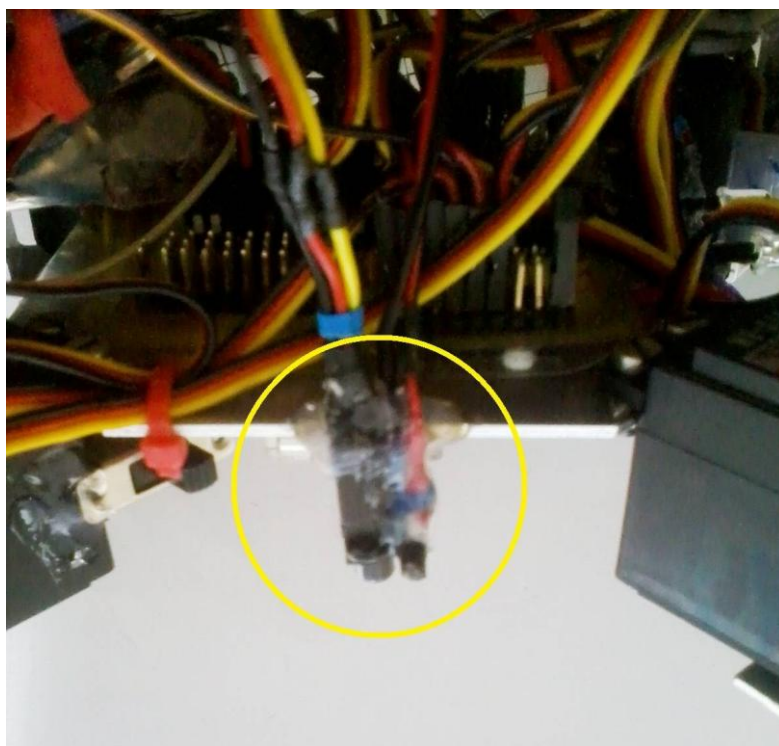
(Obr. 5.5) Schéma - vysílací IR LED diody

5.1.3 IR přijímač pro 38 kHz

Pro příjem odrazu IR záření vyslaného IR LED diodami byly použity 4 IR přijímače SFH5110 – 38 napájené napětím 5V. Tyto přijímače jsou umístěny po obvodu robota hned vedle vysílacích IR LED diod. Přijímač posílá procesoru informaci o zachycení (na výstupu se objeví log. 0) či nezachycení (na výstupu se objeví log. 1) odraženého záření od překážky.



(Obr. 5.6) Schéma IR přijímače s SFH5110 – 38



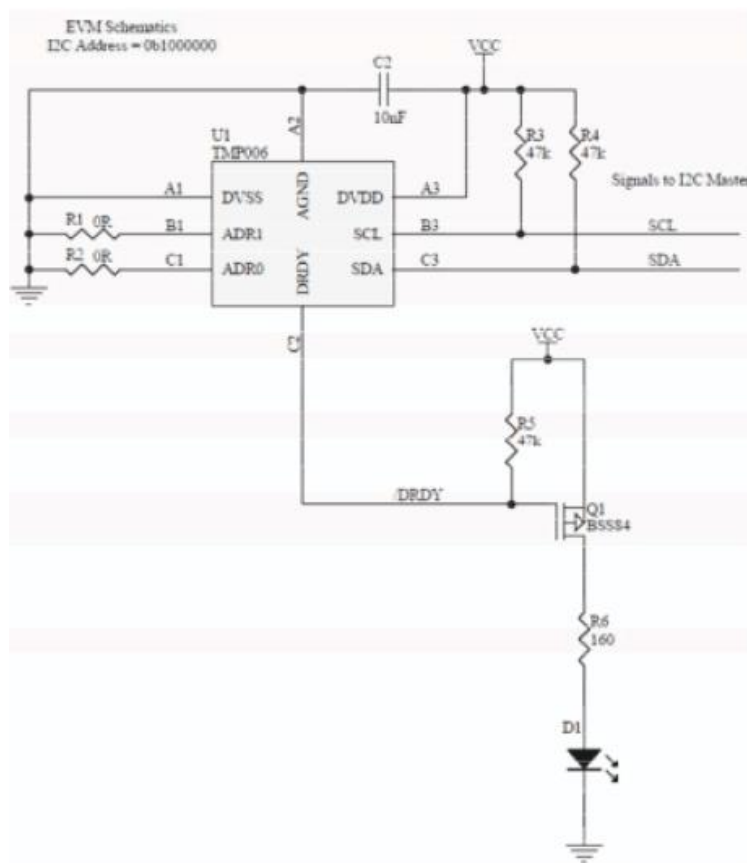
(Obr. 5.7) Zprava: IR přijímač SFH5110-38, IR LED dioda

5.2 SENZOR TEPLOTY

Teplotní senzor je realizován za použití integrovaného obvodu TMP006. Jedná se o pasivní infračervený (IR) senzor s technologií MEMS pro bezkontaktní měření teploty povrchů. S mikroprocesorem ATmega-32 komunikuje přes I2C sběrnici. Je napájen napětím 5V.

Zachycuje tepelné infračervené záření, které běžně vyzařují všechny předměty. Údaj o tomto zachyceném záření převede na 16 bitové číslo, které odešle přes I2C sběrnici do

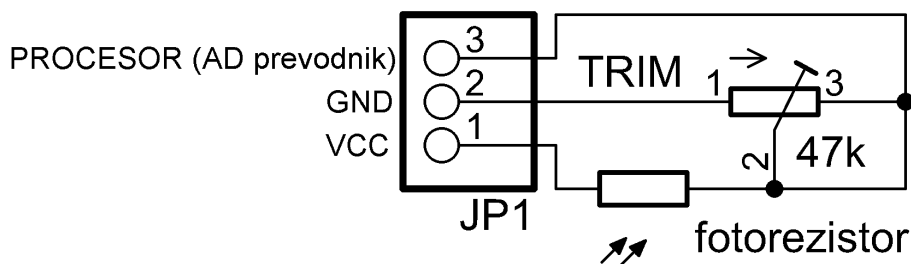
mikroprocesoru. Mikroprocesor z tohoto čísla vypočítá dekadické číslo, odpovídající naměřené teplotě.



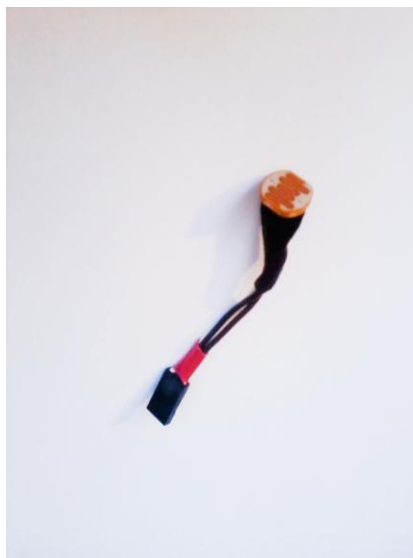
(Obr. 5.8) Schéma teplotního senzoru s TMP006

5.3 SENZOR INTENZITY OSVĚTLENÍ

Pro detekci intenzity osvětlení v okolí robota jsem si zvolil použití fotorezistoru, který je připojený k pinu AD převodníku mikroprocesoru. Trimr slouží pro nastavení citlivosti senzoru (obr. 5.9). AD převodník měří a převádí hodnotu úbytku napětí na fotorezistoru na číslo odpovídající intenzitě osvětlení. Úbytek napětí na fotorezistoru je téměř přímo úměrně závislý na intenzitě okolního osvětlení, ale vzhledem k tomu, že tato závislost není dokonale lineární, dochází k jisté odchylce, díky které může tento senzor sloužit pouze jako orientační.



(Obr. 5.9) Schéma senzoru intenzity osvětlení



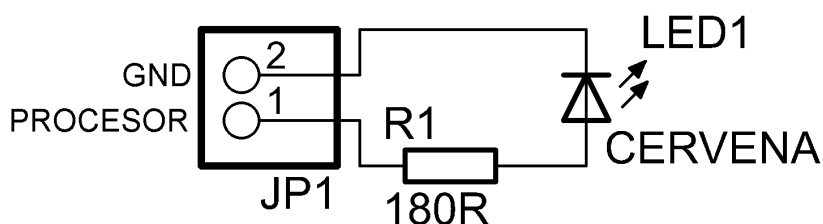
(Obr. 5.10) Senzor intenzity osvětlení

6 DALŠÍ VÝSTUPNÍ PRVKY

Jako další výstupní prvky mohou být použity např. LED diody, reproduktor, LCD displej atd.

6.1 SIGNALIZAČNÍ LED

Signalizační LED dioda slouží k signalizaci stavu vybití baterie (bliká o frekvenci 5Hz) nebo vzniku nějakého jiného problému v běhu programu (bliká s frekvencí 20Hz) např. detekce překážek na všech stranách robota a nemožnost jít dál. Její napájení zajišťuje pin mikroprocesoru, což znamená, že napájecí napětí je 5V. Odběr el. proudu se pohybuje okolo 17mA



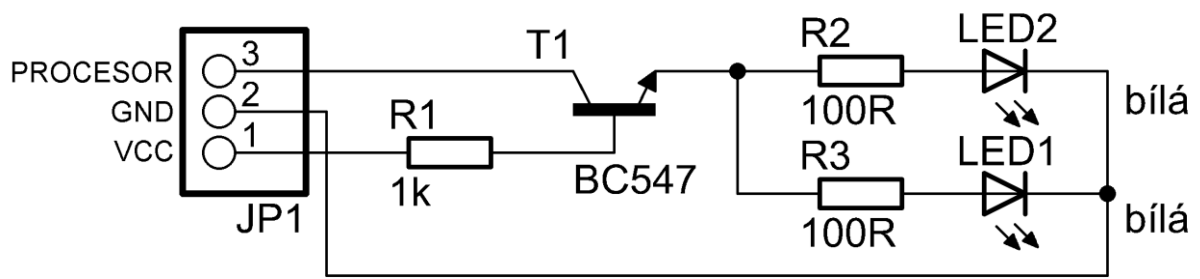
(Obr. 6.1) Schéma zapojení signalizační LED diody



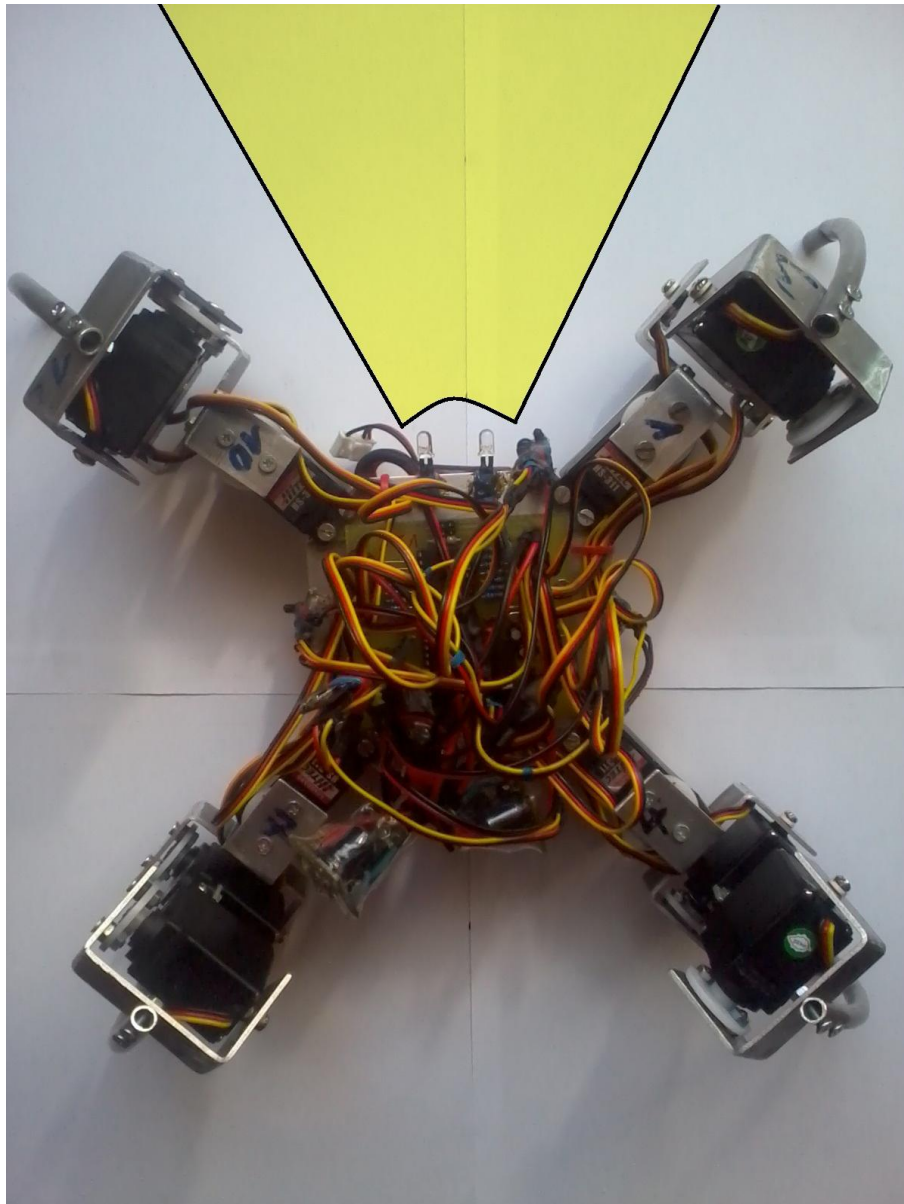
(Obr. 6.2) Signalizační LED dioda

6.2 LED SVĚTLOMETY

Jako LED světlometry pro osvětlení prostoru před robotem jsem zvolil dvě vysoce svítivé, bílé 5mm LED diody. Jejich spínání zajišťuje jeden NPN tranzistor řízený mikroprocesorem. Odběr činí 40mA při napětí 5V. Tyto LED diody byly pomocí tavné pistole připevněny na duralový rám – tělo robota (obr. 6.4).



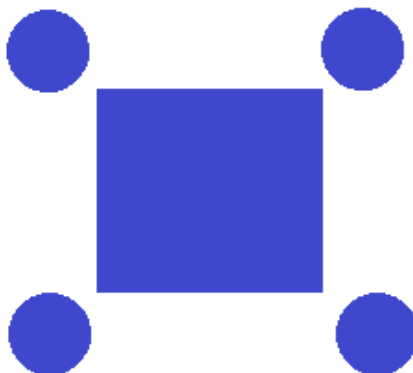
(Obr. 6.3) Schéma zapojení LED světlometů



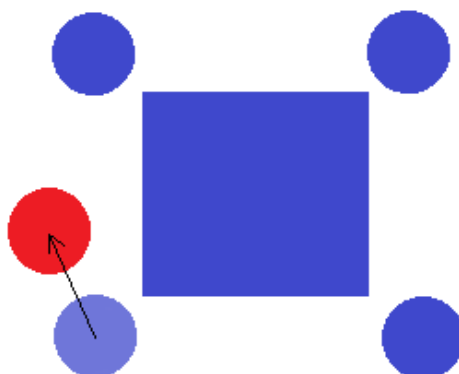
(Obr. 6.4) Znáznornění přibližné směrovosti svitu LED světlometů

7 CHŮZE ROBOTY

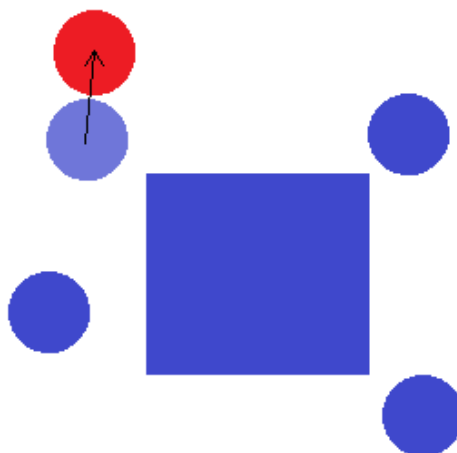
Robotova chůze se skládá ze čtyř kroků, které popisují následující obrázky pod tímto odstavcem. Čtverec na obrázcích označuje tělo a kružnice označují nohy roboty. Modře – původní poloha, červeně – nová poloha.



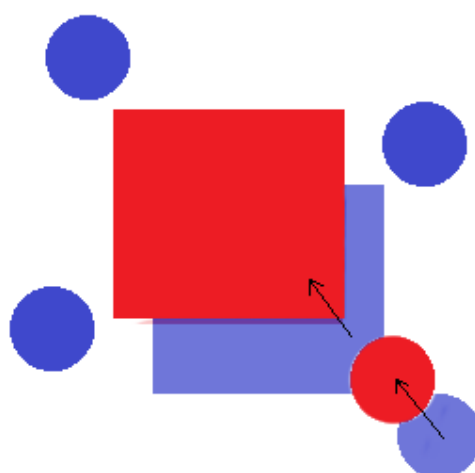
(Obr. 7.1) Výchozí poloha nohou roboty



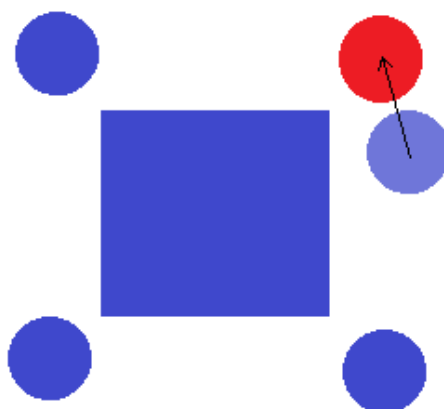
(Obr. 7.2) Přesun levé zadní nohy dopředu



(Obr. 7.3) Přesun levé přední nohy dopředu



(Obr. 7.4) Posunutí těla a pravé zadní nohy dopředu

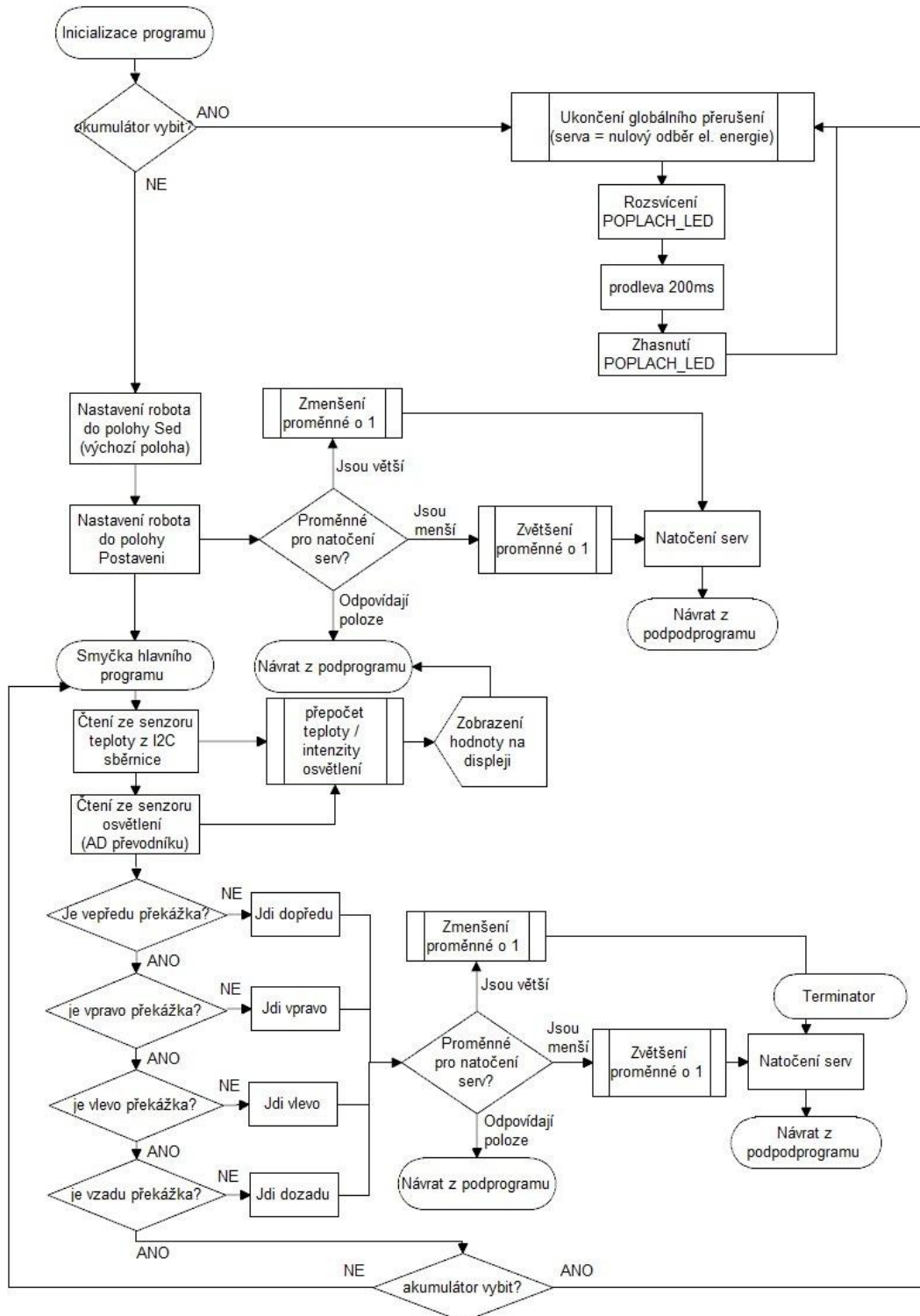


(Obr. 7.5) Posunutí pravé přední nohy dopředu (výchozí poloha)

8 PROGRAMOVÁNÍ ROBOTY

Programování samotného mikroprocesoru ATmega-32, vybaveného dostatečnou kapacitou 32 kB flash paměti a 1 kB EEPROM paměti, je prováděno pomocí překladače BASCOM ve vyšším programovacím jazyce BASIC. K programování lze využít sériový port počítače, nebo jako v tomto případě USB – ASP programátor připojený k USB portu počítače.

8.1 VÝVOJOVÝ DIAGRAM PROGRAMU ROBOTY



8.2 UKÁZKA PROGRAMU V BASCOMU

8.2.1 Ovládání servomotorů

```
-----sednutí si-----  
  
Sub Sed:  
  Servo(1) = B  
  Servo(4) = B + 7  
  Servo(7) = B  
  Servo(10) = B  
  Servo(2) = C - 3  
  Servo(5) = C  
  Servo(8) = C - 7  
  Servo(11) = C  
  Servo(3) = E + 2  
  Servo(6) = E - 7  
  Servo(9) = E - 7  
  Servo(12) = E + 1  
  If E < 117 Then Gosub E_plus:  
  If C < 143 Then Gosub C_plus:  
  If E = 117 AND C = 143 Then End Sub Sed:  
Goto Sed:  
  
-----postavení se-----  
  
Sub Postaveni:  
  Servo(1) = B  
  Servo(4) = B + 7  
  Servo(7) = B  
  Servo(10) = B  
  Servo(3) = E + 2  
  Servo(6) = E - 7  
  Servo(9) = E - 7  
  Servo(12) = E + 5  
  Servo(2) = C - 3  
  Servo(5) = C  
  Servo(8) = C - 7  
  Servo(11) = C  
  If C > 95 Then C_minus:  
  If C > 125 Then Goto Postaveni  
  If E > 95 Then E_minus:  
  If E = 95 AND C = 95 Then End Sub Postaveni:  
Goto Postaveni:  
  
' přiřazení proměnných servův  
' pokud je E < 117 skoč na E_plus  
' pokud je C < 143 skoč na C_plus  
' po splnění podmínek ukončí podprogram  
  
' přiřazení proměnných servův  
' pokud je C > 125 skoč na C_minus  
' čekání na dorovnání, než půjde dál  
' pokud je E > 95 skoč na E_minus  
' po splnění podmínek ukončí podprogram
```

(Obr. 8.1) Přiřazení proměnných servům

Jak je vidět na ukázce programu na obrázku, program je založen převážně na skocích na jednotlivé podprogramy (obr. níže) a návratu na další příkaz po jejich vykonání. Proměnné B, E, C se přiřazují jednotlivým servomotorům (kterých je celkově 12) a udávají polohu jejich natočení. Kompenzace výrobní odchylky servomotorů se provádí odečítáním nebo přičítáním dané hodnoty k proměnné, která je danému servomotoru přiřazena. Smyčka Sed nebo Postaveni se opakuje tak dlouho, dokud není splněna podmínka pro ukončení programu a skok na návěstí, kde je určeno, co program vykoná jako další úkol.

8.2.2 Práce s proměnnými servomotorů

```
-----počty s proměnnými-----  
  
Sub B_plus:  
  Incr B  
  Waitms Doba  
End Sub B_plus: ' B + 1, počkej pár ms a skoč zpět  
  
Sub B_minus:  
  Decr B  
  Waitms Doba  
End Sub B_minus: ' B - 1, počkej pár ms a skoč zpět  
  
Sub C_plus:  
  Incr C  
  Waitms Doba  
End Sub C_plus: ' C + 1, počkej pár ms a skoč zpět  
  
Sub C_minus:  
  Decr C  
  Waitms Doba  
End Sub C_minus: ' C - 1, počkej pár ms a skoč zpět  
  
Sub E_plus:  
  Incr E  
  Waitms Doba  
End Sub E_plus: ' E + 1, počkej pár ms a skoč zpět  
  
Sub E_minus:  
  Decr E  
  Waitms Doba  
End Sub E_minus: ' E - 1, počkej pár ms a skoč zpět  
  
Sub F_plus:  
  Incr F  
  Waitms Doba  
End Sub F_plus: ' F + 1, počkej pár ms a skoč zpět  
  
Sub F_minus:  
  Decr F  
  Waitms Doba  
End Sub F_minus: ' F - 1, počkej pár ms a skoč zpět
```

(Obr. 8.2) Počty s proměnnými

Podprogramy zajišťují zvětšení nebo zmenšení dané proměnné o 1 a vyčkání několik ms (zajišťuje proměnná Doba – obvykle 3ms, pokud není nastaveno jinak). Tímto se dosáhne efektu zpomalení běhu servomotorů a předejde se tím pádům a zakopávání nohou v důsledku vysoké rychlosti chůze robota a problémům se setrvačností.

ZÁVĚR

Úspěšně se mi povedlo navrhnout, postavit a naprogramovat celého robota. Práce pro mě byla velmi naučná jak z pohledu návrhu schémat a desek plošných spojů, tak i programování, což mi pomohlo proniknout hlouběji do samotné problematiky mikroprocesorové techniky a rozhodně se tímto tématem hodlám zabývat i nadále. Mám spoustu dalších nápadů na vylepšení robota pomocí gyroskopu, akcelerometru a dálkového ovládání pomocí některého z bezdrátových modulů, které jsou v dnešní době k sehnání na trhu.

SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY:

Zbyněk Winkler; řízení servomotorů

<http://robotika.cz/guide/servo/cs>

Wikipedie - Otevřená encyklopedie; časovač NE555

http://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Casova%C4%8D_555

Jaroslav Kutěj; příkazy BASCOM

http://www.mp222.wz.cz/Bascom/Soubory/bascom_instr.htm

Pandatron.cz – elektrotechnický magazín; IR teplotní čidlo s technologií MEMS

http://pandatron.cz/?2730&ir_teplotni_cidlo_s_technologii_mems

Katalogové listy použitých integrovaných obvodů:

Datasheet ATmega-32

Datasheet LM2576- ADJ

Datasheet LM555

Datasheet LM7805

Datasheet TMP006