

Model vznášedla řízený mikropočítačem

Microcomputer-controlled model of hovercraft

Petr Štuler

Bakalářská práce
2012

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr ŠTULER**
Osobní číslo: **A08271**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **Model vznášedla řízený mikropočítačem**

Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte koncepci modelu vznášedla s možností autonomního řízení pomocí mikropočítače.
2. Zvolte vhodné komponenty a vytvořte funkční prototyp zařízení.
3. Navrhněte a realizujte zapojení obvodu s řídicím mikropočítačem.
4. Vytvořte základní programové vybavení a ověřte jeho funkci.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tiskárenská/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004, 159 s. ISBN 80-730-0110-1.
2. MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMEGA AVR a MSP430, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky. Vyd. 1. Praha: BEN, 2003, 279 s. ISBN 80-730-0077-6.
3. CATSOULIS, John. Designing embedded hardware. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly, 2005, 377 s. ISBN 05-960-0755-8.
4. HUMLHANS, Jan. Zajímavá zapojení. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 175 s. ISBN 80-730-0152-7.

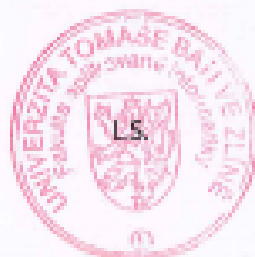
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Dolinay, Ph.D.**
Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce: **24. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **8. června 2012**

Ve Zlíně dne 24. února 2012


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem práce bylo sestavit model vznášedla poháněný modelářskými motory, který bude možno ovládat pomocí dálkové vysílačky. Další možností bude automatické řízení pomocí mikro počítače. Teoretická část práce je zaměřena na popis používaných technologií. Praktická část se zabývá stavbou modelu vznášedla.

Klíčová slova: Mikro počítač, modelářské motory, vznášedlo

ABSTRACT

The aim of this bachelor was building a model of hovercraft powered by modeller engines, which will be operated by remote transmitter. Another possibility is automatic control by microcomputer. The theoretical part is aimed to describe the underlying technology. The practical part deals with the construction of the model of hovercraft.

Keywords: Microcomputer, modeller engines, model of hovercraft.

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce, kterým byl Ing. *Jan Dolinay*, Ph.D. za odborné rady a vedení. Děkuji také svému blízkým rodičům za podporu a vytvoření ideálních studijních podmínek pro dobu celého studia.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledky obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v písemné knižní podobě v knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejména § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně navrženy a vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popříj. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdáním této součásti u mězbytá úvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použítou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VZNÁŠEDLO	11
1.1 DĚLENÍ VZNÁŠEDEL.....	12
1.1.1 Komerční vznášedla.....	12
1.1.2 Záchranářská vznášedla.....	12
1.1.3 Vojenská vznášedla.....	12
2 HISTORIE	13
2.1 PRVNÍ ZMÍNKY.....	13
2.2 TEORETICKÉ ZÁKLADY.....	13
2.3 POVÁLEČNÝ VÝZKUM.....	13
2.4 AVROCAR.....	14
2.5 CHRISTOPHER COCKERELL.....	15
3 MIKROKONTROLER	16
4 POHON VZNÁŠEDLA	17
4.1 POHONNÉ MOTORY.....	17
4.1.1 MIG4007.2V.....	17
4.1.2 MIG2806V.....	17
4.2 REGULÁTORY.....	18
4.2.1 JETIJS045.....	18
4.2.2 JETIJS012.....	19
5 SERVOMOTORY	21
II PRAKTICKÁ ČÁST	22
6 CÍLPRAKTICKÉ ČÁSTI	23
7 KONSTRUKCE VZNÁŠEDLA	24
7.1 PALUBA.....	24
7.2 DRŽÁK SUKNE.....	25
8 NAPÁJENÍ	26
8.1 LI-POLBATERIE.....	26
8.1.1 Li-PolRAYGOLD.....	26
8.1.2 Pelikán RayGold 3s 1p/11.1V 1100mAh.....	27
8.2 PANASONIC 2032 3V.....	27
9 DVAREŽIMY	28
9.1 MANUÁLNÍ REŽIM.....	28
9.2 AUTOMATICKÝ REŽIM.....	29
9.2.1 1. automatický režim.....	29

9.2.2	2. automatický režim.....	29
9.2.3	Deskaplošný spoj ů.....	29
9.2.3.1	Deskaplošný spoj ů (v programu EAGLE).....	30
9.2.3.2	Deskaplošný spoj ů.....	31
10	PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ.....	32
	ZÁVĚR.....	33
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	34
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	35
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	37
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	38
	SEZNAM TABULEK.....	39
	SEZNAM PŘÍLOH.....	40

ÚVOD

Když jsem se rozhodoval, jakou práci zvolit, snažil jsem se vybrat takovou, která splní účel bakalářské práce, ale také mě bude bavit na ní pracovat a později bude mít tato práce využití, ať už pro budoucí studenty jako vyučovací pomůcka v seminářích programování mikropočítačů, které jsou částí studijního plánu této fakulty, nebo pro odborníky v oboru Informační a řídicí technologie, nebo pro mé osobní využití jako programovatelná „hračka“, protože samotné ovládání vznášedla je velká zábava.

Ptáte se, proč vznášedlo? Kdo z nás někdy nesnil o tom, že by mohl létat. Tentosen jedíky vznášedlo splněno, netak úplně, ale pravdou je, že se přece jen vznášíte. Nemusíte se starat o to, jestli máte pod nohama sněh, nebo led, písek nebo vodu. Prostě se vznášíte. Vznášedlo mně tedy také zaujalo svou flexibilitou a proto jsem se rozhodl zkonstruovat jeho model, abych si mohl věřit jeho chování navšečetěchtopovrších.

Toby byl tedy důvod výběru práce, nyní bych se rád zaměřil na to, co vznášedlo opravdu je. První věc, kterou si musíme uvědomit při řízení vznášedla je to, že vznášedlo nelétá, ale vznáší se malý kousek nad zemí. Je nadnášeno vzduchovým polštářem, který vytváří zdvihový motor tak, že vhání vzduch pod vznášedlo. Vzduch je udržován pod vznášedlem takzvanou sukňí. Je to gumová manžeta obepnutá kolem celého trupu a udržuje vzduch pod vznášedlem tak, aby se mohlo vznášet. Směr a rychlost jsou poté určeny pomocí hnacích motorů, které jsou na zadní části vznášedla, jak je to u takém modelu. Tyto motory slouží vznášedlu jako kormidla.

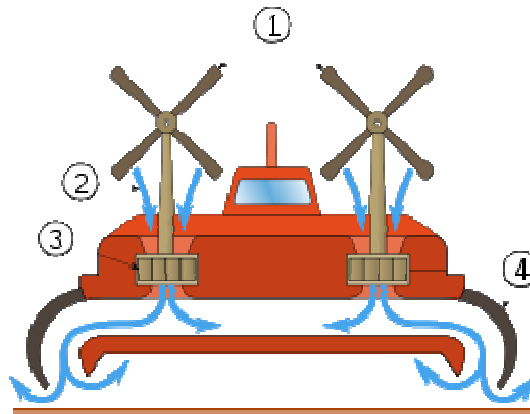
V teoretické části této práce jsem se tedy zabýval tím, co přesně vznášedlo je, jak se pohybuje, jeho historii a možnosti řízení malého modelu pomocí mikrokontroleru.

V praktické části práce jsem se zabýval návrhem a realizací modelu vznášedla a programu pro ovládání modelu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VZNÁŠEDLO

Vznášedlo je dopravní prostředek, který se pohybuje na vzduchovém polštáři nad zemí, nelétá. Dmychadla vytvářejí vzduchový polštář tak, že vhánějí vzduch pod vznášedlo a vytvářejí trup. Vznášedlo má po celém obvodu sukni, která se naplňuje vzduchem a brání rychlému unikání vzduchu v háněného pod vznášedlo. Pod vznášedlem vzniká díky tomu trvalý přetlak, který udržuje vznášedlo nad zemí. Pohyb vznášedla zajišťují mohutné hnací motory. Vznášedla nebyla v minulosti moc rozšířená z důvodu vysokých výrobních nákladů a také kvůli příliš vysokým nákladům na provoz. Vývoj moderních pohonných jednotek o vysokém výkonu při nižší spotřebě paliva a rozsáhlé využití nových lehkých materiálů přivedlo k vývoji levnějších a méně nákladných provozních nákladů. [1]



Obrázek 1: Vznášedlo [7]

1. Pohonné motory
2. Vzduch
3. Zdvihové motory
4. Pohyblivá sukň

1.1 Dělení vznášedel

Vznášedla jsou rozdělována do několika kategorií podle svého využití.

1.1.1 Komerční vznášedla

V roce 1965 byla zahájena přeprava cestujících pomocí vznášedel, tehdejší typ S R.N6, kterým mohl nést pouze 38 cestujících, později AP1-88 pro 98 pasažérů a v roce 2007 bylo uvedeno do provozu BHT130 pro 130 pasažérů. Více než 20 milionů lidí již využilo přepravu pomocí vznášedel.[1]

1.1.2 Záchranná vznášedla

Vznášedlo také zachraňuje životy. Díky schopnosti vznášet se nad zemí, na dřeným ledem i nad vodou je univerzálnějším záchranným prostředkem, jakýsilze představit. Propluje bezpečně tam, kam se žádný jiný záchranný prostředek nedostane. Díky tomu nachází své využití při záchranných operacích na řekách, jezerech a oceánech, ale také na ledu, v mokřinách, rašeliništích, močálech či na písku. Vznášedlo Vás doveze, kam si budete přát jakýkoliv povrch.[1]

1.1.3 Vojenská vznášedla

Vojenské vznášedlo je vždy plně obojživelné a často silně vyzbrojené. Může aktivně působit z nepřipravených postavení na pláži a velmi rychle se přiblížit k cíli bez ohledu na stav moře, přílivu i pobřeží. Protože není vůbec ponořeno pod hladinou, je prakticky nezranitelné klasickými podvodními zbraněmi, jako jsou akustické či magnetické miny nebo torpéda.

Nejrozsáhlejší flotila vznášedel má v současné době americké námořnictvo, které má ve výzbroji přes 90 výsadekových vznášedel typu LCAC (Landing Craft Air Cushion) postupně zaváděných do služby v letech 1984 až 1997. Tato vznášedla mohou přepravovat náklad až do hmotnosti 60 tun (při přetížení až 75 tun). LCAC má po celém obvodu typickou pružnou manžetu, která mu dovoluje rychlý a hladký pohyb i na souši s terénními překážkami až do výšky 120 cm.[1]

2 HISTORIE

2.1 První zmínky

První zmínky v historických záznamech o principech vznášení a vznášedlech jsou od švédského vědce Emanuela Swedenborga z roku 1716. V roce 1915 rakušan Dagobert Müller postavil jakoprvní nasvětlovaný vzdušný vůz, který vznášel člověka nad zemí. Jeho vzdušný vůz byl poháněn čtyřmi leteckými motory a pátým, který foukal vzduch pod plavidlo ke zvýšení tlaku vzduchu pod ním. Moderní vznášedla však využívají tlakové nádrže vzduchu a křídla.

2.2 Teoretické základy

Teoretické základy pro pohyb na vzdušném polštáři byly definovány Konstantinem Eduardovičem Tsiolkovskim v roce 1926 a 1927. První návrh, který by byl uznán jako skutečné vznášedlo byl navržen finským aeroinženýrem T.J. Kaario v roce 1931. Kaarioův design obsahoval turbínu, která foukala vzduch pod vznášedlo a tím zajišťovala vznesení. Jeho první prototyp, který postavil se jmenoval: Pintaliitajä (Moderní), v roce 1937. Kaario nikdy nedostal finanční prostředky na vybudování svého Pintaliitajä. Jeho úsilí bylo pečlivě sledováno a Vladimír Levkov v Sovětském svazu navrhnul a postavil velké množství podobných plavidel během třicátých let 20. století, a jeho L-5 útočné nádrže dosáhla 70 kN (130 km/h) v testování. Nicméně začátek druhé světové války znamenal konec Levkovových výzkumů.

2.3 Poválečný výzkum

Když válka skončila, mnoho skupin začalo vývoj vznášedla znovu. Sověti, konkrétně Rostislav Alexeyev a jeho Design Bureau, se vrátili k návrhu, který propagoval Levkov a později produkoval širokou škálu těchto lodí nebo letadel v průběhu příštích 30 let. Nicméně, Alexeyevovy systémy byly vždy experimentální, a nikdy nezavedli sériovou výrobu. Nejslavnější z nich je Netvor Kaspického moře,



Obrázek 2: Netvor Kaspického moře [8]

Jak se mu říkalo na západě, masivní stroj byl poháněn osmi proudovými motory. Tento lodí máleobvykle chyběl turbína. [2]

2.4 Avrocar

John Carver Meadows Frost v Avro v Kanadě začal experimentovat s Coandovým efektem a tato práce vedla k vývoji Avrocar. Později se obrátil ke Spojeným státům kvůli dalšímu financování rozvoje. Avrocar byl více podobný moderním vznášedlům v tom, že používal zdvihový motor, který foukal přímo dolů, ale narozdíl od těchto vzorů čekal, že Avrocar bude moci létat ve vysokých rychlostech a nadmořských výškách. Při testování se však vznášedlo projevilo jako neschopné létat víc než několik stop nad zemí a při rychlostech větších než cca 45 km/h, a po dlouhém období testování programu bylo upuštěno v roce 1961. [2]



Obrázek 3: Avrocar [9]

2.5 Christopher Cockerell

Myšlenka moderního vznášedla je nejčastěji spojována se Sirem Christopherem Cockerellem. Cockerell narazil na klíčový prvek při studiu proudění vzduchu v roce 1953, kdy byl vysoce stlačený vzduch vháněn do prstencového prostoru mezi dvěma plechovkami a zjistil, že jeho teorie může fungovat. Po několika letech sestrojil model vznášedla z balzy a patentoval si ho. To vedlo Národní ústav pro výzkum k jeho zaměstnání a na podzim roku 1958 sestrojil první velké vznášedlo. To bylo vyrobeno firmou Saunders-Roe licencí Národního výzkumného ústavu. [2]

3 MIKROKONTROLER

Když byl vybírán mikrokontroler, přihlédl jsem k faktu, že na těchto mikrokontrolerech jsme se učili programovat v hodinách mikropočítačů v zimním semestru tohoto ročníku. Byl tedy vybrán mikrokontroler Freescale MC9S08QE8 20 pin Soic (Small-outline integrated circuit) package. Tento mikrokontroler je osmibitový mikrokontroler, který má 8kB paměti flash a 512B paměti RAM. Tyto parametry pro mě potřeby tedy bohatě dostačují. Dalším důvodem a velkou výhodou bylo, že je ve škole k dispozici programátor k tomuto mikrokontroleru.

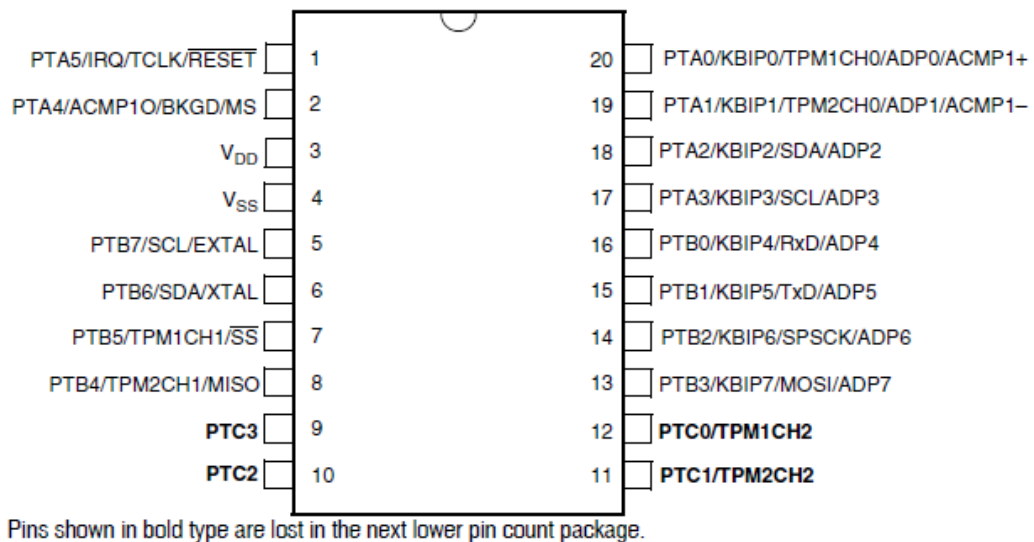


Figure 2-3. MC9S08QE8 Series In 20-Pin SOIC Package

Obrázek4:MC9S08QE820pin[10]

4 POHON VZNÁŠEDLA

V reálných zrcích se používají vznášedla dmychadla navhánění vzduchu do sukně a hnací motory jsou benzínové nebo dieselové, tyto motory uvádějí vznášedlo do pohybu. Pro můj model všem postačí 2 elektromotory MIG400 a MIG280, tyto motory se zapojují v sérii s regulátory otáček od firmy JETI mode JES045 a 012. Jako kormidlo jsem použil servomotor Zebra ZS-S1113.

4.1 Pohonné motory

4.1.1 MIG400 7.2V

stejnou směrný motor MIG400 7,2V je odrušen uvnitř dvěma kondenzátory, otáčky motoru naprázdno jsou 15700 ot/min. Motor je vybaven zesíleným magnetickým pláštěm, který zvyšuje účinnost tohoto motoru. Je určen k tomu, aby hnal vzduch do sukně a tím tak vytvářel podtlak pod modelem.[3]



Obrázek 5: MIG400 [3]

4.1.2 MIG280 6V

Tento motor je také odrušen dvěma kondenzátory, otáčky naprázdno jsou 14400 ot/min. Motor je upevněn na zádi modelu, slouží jako pohon v předzárovní jako kormidlo, což je umožněno tím, že sní otáčky servomotor [3]



Obrázek 6: MIG280 [3]

4.2 Regulátory

Regulátory otáček se v základu dělí podle připojeného motoru a to pro stejnosměrné motory (DC – komutátorové) a tzv. střídavé (AC – bezkomutátorové) motory. Další roli při výběru regulátoru hraje rozsah napětí pohonného akumulátoru, odebíraný proud motorem a způsob napájení říjímače a serv.

Regulátory standardně nabízejí tepelnou ochranu, ochranu akumulátorů proti přílišnému vybití a proudové omezení. Některé typy regulátorů mají integrovaný zdroj stabilizovaného napětí pro napájení říjímače a serv tzv. BEC (Battery Eliminator Circuit). Typy regulátorů, které tento obvod nemají, jsou označeny OPTO a pro napájení říjímače a serv je nutné použít samostatný zdroj např. akumulátor 4x NiXX článků, nebo externí stabilizátor napětí např. MAXBEC. Opto regulátory jsou navrženy tak, aby bylo zabezpečeno galvanické oddělení silové části pohonu (motor, regulátor, pohonné akumulátory) od říjímače a serv. Regulátory Opto doporučujeme použít v takových případech, kdy nedostačuje BEC obvod Vašim požadavkům (při napájení vyššího počtu serv, kde je nutné použít pro napájení jiný zdroj) a u modelů s větším proudovým odběrem avyšším napájecím napětím. [3]

Mikroprocesorové regulátory pro stejnosměrné motory JETI byly navrhovány s plným využitím možností nejmodernější polovodičové techniky dovolující nabízet řadu nadstandardních funkcí. [3]

4.2.1 JETI JES045



Obrázek 7: JETI JES045 [3]

Parametry Jes045:

Hmotnost	12/30g
Rozměry	33x25x8mm
Brzda	volitelně
Akumulátory NiXX/LiXX	6-12/2-3
Proud/max.30s	45/50A

Tabulka 1: Parametry JES045 [3]

Regulátor může pracovat ve 4 módech. Volba módu se provádí pomocí zkratovací propojky (jumperu), což maximalizuje jednoduchost obsluhu.

Mód 1 Nc/NH/Br.ON aktivována brzda, pohonný akumulátor typ NiCd/NiMh. Vypínání skokově podosažením min. napětí 4V, nebo 0,70V/článek.

Mód 2 Nc/NH/Br.OFF pohonný akumulátor typ NiCd/NiMh, neaktivní brzda. Vypínání postupným zmenšováním výkonu až do klidového stavu. Minimální napětí 4V, nebo 0,70V/článek.

Mód 3 Li/Br.ON pohonný akumulátor typ Li (poly nebo ion), aktivována brzda. Vypínání postupným zmenšováním výkonu až do klidového stavu. Nejnižší napětí pro 2 články je 5,2V, pro 3 články 8V. Výběr počtu článků je automatický. [3]

Mód 4 Li/Br.OFF pohonný akumulátor typ Li (poly nebo ion), neaktivní brzda. Vypínání postupným zmenšováním výkonu až do klidového stavu. Nejnižší napětí pro 2 články je 5,2V, pro 3 články 8V. Výběr počtu článků je automatický.

4.2.2 JETI JES012



Obrázek 8: JETI JES012 [3]

Parametry Jes012:

Hmotnost	10/25g
Rozměry	28x22x6mm
Brzda	volitelně
Akumulátory NiXX/LiXX	6-12/2-3
Proud/max.30s	12/14A

Tabulka 2: Parametry JES012 [3]

Mód 1 Nc/NH/Br.ON aktivována brzda, pohonný akumulátor typ NiCd/NiMh. Vypínání skokově podosažením min. napětí 4V, nebo 0,70V/článek.

Mód 2 NiCd/Ni-Mh pohonný akumulátor typ NiCd/Ni-Mh, neaktivní brzda. Vypínání postupným zmenšováním výkonu až do klidového stavu. Minimální napětí 4V, nebo 0,70V/článek.

Mód 3 Li-ion pohonný akumulátor typ Li (poly nebo ion), aktivovaná brzda. Vypínání postupným zmenšováním výkonu až do klidového stavu. Nejnižší napětí pro 2 články je 5,2V, pro 3 články 8V. Výběr počtu článků je automatický.

Mód 4 Li-ion pohonný akumulátor typ Li (poly nebo ion), neaktivní brzda. Vypínání postupným zmenšováním výkonu až do klidového stavu. Nejvyšší napětí pro 2 články je 5,2V, pro 3 články 8V. Výběr počtu článků je automatický.[3]

5 SERVO MOTORY

Servomotor zkráceně servo je motor pro pohony (většinou elektrické, ale existují také hydraulická, pneumatická či dokonce parní serva), u kterých lze na rozdíl od běžného motoru nastavit přesnou polohu natočení osy. Ovládají se jím například posuvy u CNC strojů, nastavení čtecí hlavičky u pevného disku. Všechny RC (Radio control) modely používají malá modelářská serva. Servo také častěji pracuje na podstatně menších otáčkách, než je prodáný typ stroje obvyklé. V širším slova smyslu je servomotorem jakýkoliv motor sloužící k motorickému řízení polohy nahrazující práci člověka.

Můžou být: elektromagnet, elektromotor, pneumatický či hydraulický píst, nebo i topný odporový drát na bimetalu. Servomotor může za řízení polohovat do dvou nebo více diskretních poloh, nebo i plynule mezi krajními polohami. [15]

Servo je řízeno třemi vodiči: země, báze a ovládání. Pohybuje se podle pulsu odeslaných přes ovládací kabel, které stanoví úhel polohy ramene. Servo očekává impuls každých 20 ms s cílem získat správné informace o úhlu natočení. Šířka pulzu určuje rozsah natočení hřídele.

Puls, který má 1,5 ms šířku obvykle nastaví servo na střed.

Servomotor Zebra ZS-S1113



Obrázek 9: Zebra ZS-S1113 [11]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍLPRAKTICKÉ ČÁSTI

V této části práce je úkolem navrhnout, vytvořit a provést model vznášedla, které bude ovládané dvěma způsoby, první způsob bude pomocí RC vysílačky a druhý způsob automatickým režimem nahraným v mikrokontroleru. Tato práce by měla sloužit jako pomůcka v hodinách mikroprocesorů.

7 KONSTRUKCE VZNÁŠEDLA

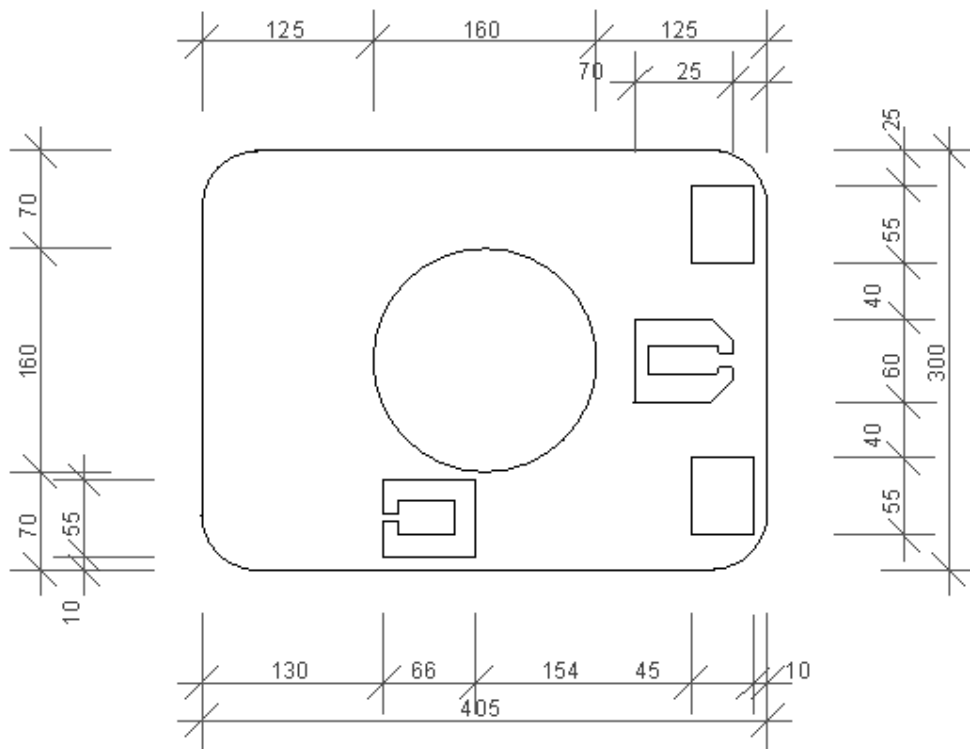
Nejdříve bylo nezbytné zvolit materiál. Po promyšlení a poradě s modelářem jsem dospěl k rozhodnutí vyrobit kostru vznášedla z polystyrenu. Z toho důvodu, že pro mé potřeby splňuje veškeré předpoklady, tvrdost, odolnost a zejména hmotnost. Na sukni jsem použil rozstříhanou pláštěnku.

Kostru sestává z několika částí, kterými jsou paluba, držák sukničky a suknička.

7.1 Paluba

Paluba je 405 mm dlouhá, 300 mm široká a 20 mm vysoká, obsahuje veškeré zařízení vznášedla, jsou na ní upevněny plošné spoje, dva motory, servo, baterie, RC přijímač a vyrovnávací závaží.

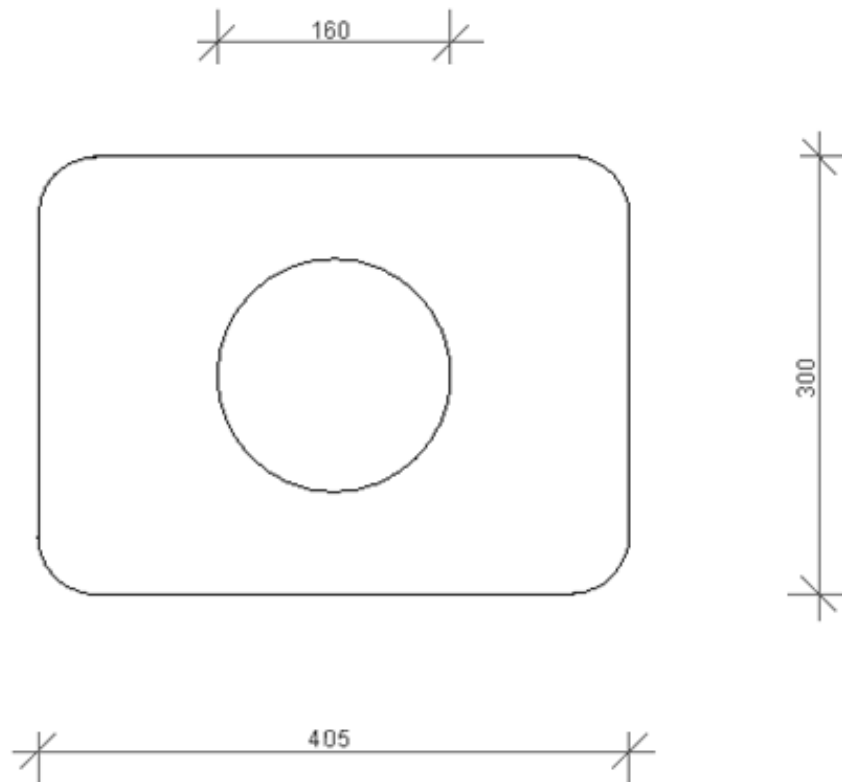
Navržení paluby je uspořádáno s ohledem na vyvážení celého modelu, v zadní části jsou umístěny dvě olověné závaží, aby vyvážíly baterii a desku plošných spojů a desku s regulátory.



Obrázek 10: Paluba

7.2 Držák sukňe

Držák sukňe má stejné rozměry jako paluba, tedy 405 mm dlouhá, 300 mm široká a pouze 5 mm vysoká a slouží k uchycení sukňe k modelu. K palubě je držák připevněn pomocí šesti šroubů a sukňe kolem něho je benuť a přilepena lepící páskou.



Obrázek 11: Držák sukňe

8 NAPÁJENÍ

Napájení na tomto modelu je řešeno pomocí 3 článkové Li-pol baterie Pelikán 3s1p a napětí 11.1V. Je to klasická modelářská baterie s kapacitou 1100mAh a je schopná udržet model v provozu po 10-15 minut podle výkonu motorů.

8.1 Li-Pol baterie

Li-Pol baterie jsou druhy elektrochemických článků, které se úspěšně používají v mobilních telefonech, kamerách, fotoaparátech, notebookech a dalších portabilních zařízeních.

Tato technologie byla vyvinuta z Lithium ionových článků a tudíž jmenovité napětí jednoho článku je také 3,6V. Výhodou těchto článků je jejich prizmatický tvar (hranol), malá hmotnost, vysoká kapacita, velká výkonnost a velmi malé samovybití. Díky svým vlastnostem se stále více prosazují, jsou neustále vyvíjeny a řídicím systémem je zvyšována jejich kapacita a výkonnost a brzy zcela nahradí starší akumulátory.

Nevýhodou těchto akumulátorů je nutnost používání elektronické ochrany jednotlivých článků při nabíjení a vybití. Při jejich nabíjení a vybití nesmí být překročeny výrobcem stanovené hodnoty, v opačném případě dojde k poškození článků. Toto poškození je ve většině případů nevratné a proto je při nabíjení Li-Pol akumulátorů třeba používat pouze nabíječe, které jsou pro tyto články určeny. Jednou z nevýhod těchto akumulátorů je jejich křehkost a „zranitelnost“. Obal článku je tvořen kovovou fólií, která je minimálně mechanicky odolná a při jejím poškození hrozí nebezpečí požáru a poškození zdraví.

Funkčností těchto akumulátorů je, což se týká provozní teploty, množství cyklů, vybíjecí a nabíjecího napětí, obdoba jakou akumulátory Li-Ion. [15]

8.1.1 Li-Pol RAYGOLD

Lithium-polymerové akumulátory RAY GOLD s proudovou zatížitelností max. 33C jsou určeny pro náročnější aplikace v modelech letadel a vrtulníků pro klasickou i 3D akrobacii, v modelech poháněných dmychadlem. Vysoká proudová zatížitelnost zaručuje maximální využití výkonu motoru a dovoluje razantní styl létání při zachování velmi dobré dlouhodobé životnosti. [4]

8.1.2 Pelikán Ray Gold 3s1p/11.1V 1100mAh

Pro můj model jsem použil baterii Pelikán Ray Gold 3s1p/11.1V s kapacitou 1100mAh

Jmenovitá kapacita (mAh)	1100
Uspořádání	3s
Jmenovitá napětí (V)	11,1
Max. vybíjecí proud	33C/33A
Rozměry (mm)	72x37x26,5
Hmotnost (g)	116

Tabulka 3: Parametry Pelikán Ray Gold 3s1p/11.1V [6]

Touto baterií je napájen jak zdvihový, tak i hnací motor a servo. Dále je tato baterie připojena naplošný spoj mikrokontrolerem.



Obrázek 12: Pelikán Ray Gold 3s1p/11.1V

8.2 Panasonic 2032 3V

Druhým zdrojem napětí na mém modelu je knoflíková baterie Panasonic CR 2032 3V. Může být také použita jako zdroj napájení řídicí elektroniky. Při řepínání napájení je zajištěno zkratovacím řepínačem, tzv. jumperem. Touto napájením je použito



Obrázek 13: Panasonic 2032 3V [12]

9 DVAREŽIMY

Model vznašedlajemožné říditdv ěmazp ůsoby. Jsoutorežimy manuální a automatický.

Přepínání mezi režimy je uskutečněno pomocí plošného spoje

9.1 Manuální režim

Tento režim funguje na principu klasického modelářského ovládání, pomocí ovladače Zebra4FM PRO



Obrázek 14: Zebra4FM PRO [13]

Zebra4FM PRO

je vysílá česdv ěmak řížovýmiovlada či, mechanickýmitrimryap řepínačismysluyýchylek (umístěny v prostoru pro baterie) pro každý kanál. Vysílá čje opat řenzásuvkouu čitel-žák (jack 3,5 mm), která dovolu je ZEBRU 4 FM používat j ako žákovský vysílá čvespojení s vysílači Hitec nebo Multiplex nebo pro ovládání RC simulát oru prost řednictvím USB kabelu Hitec kat. č. 8318.

Pro uvedení vysílá čedoprovozujepot řebovat 6 AA akumulátor ů, které je možno nabíjet bez vyjmutí z vysílá če prost řednictvím nabíjecího konektoru.

Díky tomuto vysílá čijetedy možno kalibrovat ovládání podle pot řebu uživatele. Model je konstruován tak, aby oba horizontální trimry byly v ělevo a oba vertikální trimry dole. Pomocí levého k řížového ovlada če ovládáme kormidlo modelu. Zleva doprava ovládáme natočení servomotoru a zespoda nahoru ovládáme otá čky hnacího motoru MIG280. Pravým k řížovým ovlada čempak regulujeme otá čky zdvihového motoru MIG400. [6]

9.2 Automatický režim

Automatický režim je realizován pomocí deskyplošný ch spoj ů mikrokontrolerem. Tento režim reprezentuje možnost autonomního ovládní modelu pomocí programu v mikrokontroleru. Pro demonstraci jsem do mikrokontroleru nahrál jednoduchý program, ve kterém jsou 2 automatické režimy. Při pínání mezi automatickými režimy je řešen pomocí vratného tlačítka, které generuje p řerušení vnit řního mikrokontroleru.

9.2.1 1. automatický režim

Je čistě demonstra ční. Tento režim funguje tak, že se nejprve zdvih ový motor, ten se rozjede na 50% výkonu a po 2 vte řinovém časovém intervalu se spustí hnací motor také na 50% výkonu a tím se model rozjede vp řed, hnací motor bude spušt ěn po dobu 3 vte řin a poté se vypne, aby byl možn ě model p ředvéstiv menší místnosti, po dalším 2 vte řinovém časovém intervalu se vypne i zdvihový motor, tím je ukon čena činnost prvního automatického režimu.

9.2.2 2. automatický režim

Tento režim p ředvede manévrování modelu pomocí nastavení polohy servomotoru, který na modelu slouží jako kormidlo, p ři nato čení servomotoru a zároveň spušt ěném hnacím motoru se model začne natá čet. Režim tedy prob ěhne tak, že p ři zapnutí režimu se rozb ěhne zdvihový motor na 50% výkonu, servomotor se nato čí doprava a po 2 vte řinách se spustí i hnací motor a tím vlná sedlo vykrouží kruh. Po ukon čení kruhu se zastaví oba motory a servomotor se vyrovná do p ůvodní polohy.

9.2.3 Deskaplošný ch spoj ů

Napájecí nap ětí jsou v zapojení využity dvě, a to 3V p ři bateriovém režimu stabilizátoru LP2950CZ-3.0. Mezi těmito dvěma režimy lze p řepínat pomocí jumperu JP1.

Pro pot řebu programování je zapojen šestipinový konektor X1 , k němuž je možn ě p řipojit BDM programátor.

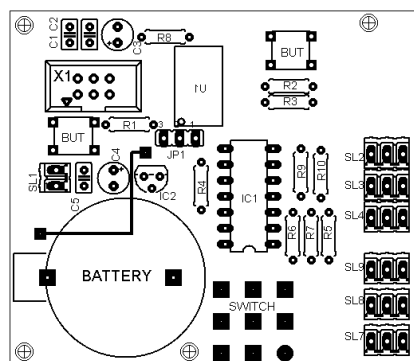
Podle doporu čení výrobce je zapojeno resetovací tlačítko BUT1 a vstup RSTO opat řen derivačním členem tvo řeným rezistorem R1 a kondenzátorem C2.

Vstupem mikrokontroler je pin PTA2, na něj je připojen vratná tlačítka BUT2.

Výstupní porty PTA0,1 a PTB4. Jež jsou určeny pro řízení serva a regulátorů motorů. K tomu je ale zapotřebí 5V TTL logika a proto jsou výstupní řivedeny přes 10k ohm odporů na neinvertující vstup operačního zesilovače LM339N, jenž je zapojen jako napěťový komparátor. Referenční napěťová úroveň 2V, jež je spodní úrovní logické 1, je získána z napěťového děliče tvořeného odpory R9 a R10. Na výstupu operačního zesilovače, který je typu otevřený kolektor, získáváme dvě možnosti stavů - stav vysoké impedance nebo GND. Pro získání 5V úrovně stavů vysoké impedance jsou pro navýšení výstupní připojeny pull-up rezistory R5 až R7. Konečným prvkem výstupního zapojení umístěného na DPS je přepínač (SWITCH), který je tří-pólový se dvěma různými stavy. Slouží pro přepínání automatického a manuálního režimu - přepíná signál přiváděný na vstup regulátorů motorů a serva. Celá výstupní část zapojení je napájena 5V BEC napěťovým regulátorem motorů.

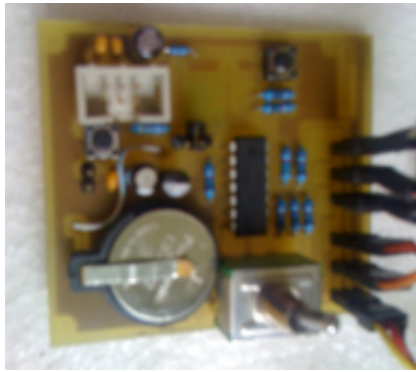
Deska plošných spojů je stejná jako schéma navržená v programu EAGLE a je vyráběna chemickou cestou. Schéma obvodu je obsaženo v příloze (příloha 1).

9.2.3.1 Deska plošných spojů (v programu EAGLE)



Obrázek 15: Deska plošných spojů (EAGLE)

9.2.3.2 Deskplošných spojů



Obrázek 16: Deskplošných spojů

10 PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ

Celý automatický režim je založen na mikrokontroleru MC9S08QE8 20 pin Soic. Kna programování mikrokontroleru jsem použil vývojové prostředí CodeWarrior a programoval jsem ho v jazyku C. CodeWarrior verze "special edition" je dostupná zdarma od firmy Freescale. Celý program je přiložen (příloha 2).

Program funguje tak, že by nejprve nastaveny registry, poté jsou zapnuty přerušovací program čeká na volbu režimu. Po výběru režimu se již spouští samotné vykonávání ovládacího modelu. Program funguje pomocí PWM modulace, díky které je možné ovládat jednotlivé motory a nastavovat jejich otáčky na elektromotorech, nebo natočení na servomotoru. Jednotlivé programy jsou tedy založeny na nastavování časovačů a čítačů na správné hodnoty ve správné době tímto celým modelem ovládan.

ZÁVĚR

Hlavní myšlenkou této bakalářské práce bylo ukázat, jak je možné navrhnout, sestavit a také provozit model dálkově, nebo automaticky ovládaného vznášedla.

Samotný obsah teoretické části této práce tedy zahrnuje historii vznášedla, dále vysvětlení co vznášedlo je a jak funguje. Výběr vhodného mikrokontroleru, zdůvodnění výběru a jeho přednosti. V této části také bylo rozebíráno, jaké jsou vhodné pohony vznášedel jak reálných, tak by také zdůvodnění výběru motorů pro model a také co jsou servomotory a řešení řízení modelů pomocí nich.

V druhé části práce bylo řešeno, jak prakticky navrhnout kostru modelu, jeho ovládání pomocí RC ovladače a také automatické režimy pomocí mikropočítače a dále byl zdůvodněn výběr možnosti napájení modelu.

Díky seminářům mikropočítačů bylo programování mikrokontroleru celkem jasné a proběhlo v pořádku. Jediné problémy nastaly při hledání krajních hodnot jednotlivých motorů a to zdůvodnění nastavení výkonu hnacího elektromotoru a natočení servomotoru. Nakonec se mi podařilo nastavit vše podle plánu a tak se mi povedlo splnit všechny cíle práce celý model je plně funkční jak v manuálním, tak automatickém režimu a připraven k předvedení.

Při zpracování této práce jsem zjistil, že nejdůležitější u vznášedel je dobré vyvážení, dostatečně silný zdvihový motor a zejména zpracování tzv. suků. Také jsem se seznámil s reálným využitím programování mikrokontroleru v praxi.

ZÁVĚR V ANGLI ĚTINĚ

The main idea of this thesis was showing how it is possible to design, construct and establish a model of hovercraft remotely or automatically controlled.

The content of the theoretical part of this work includes a history of hovercraft, explaining what is and how are hovercraft's working. Choosing a microcontroller and a justification of its choice and preference. This section also explaining, what are the appropriate drive hovercraft in real and also was justified the choice of engines for my model as well as actuators and management solution model using them.

In the second part was solved practical framework to propose a model, its control with RC controller and automatic modes using microcomputers and the reasons for selection and proposed options model.

With seminar of microcomputers was programming of microcontroller clear and went fine. The only problems encountered in finding the extreme values of each engine due to the setting of performance driving electric actuator and rotation. Eventually I managed to set everything according to plan, so I succeeded at all objectives of the work and the whole model is fully functional in both manual and automatic mode and ready to demonstration.

In preparing this work I found that most of the hovercraft is well balancing it, and strong enough cylinder engine and in particular the treatment called skirt. I also met with a real programming using microcontrollers in practice.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BULLARD, Lisa. Hovercraft. Minneapolis, MN 55401 U.S.A : Lerner publications company, 2007. 32 s.
- [2] YUN, Liang. Theory and design of air cushion craft. Linancehouse, Jordanhill, Oxford OX28DP: Arnold, 2000. 632 s.
- [3] JETI model [online]. [citováno 28.5.2011]. Dostupný z WWW:
<<http://www.jetimodel.cz/index.php?page=products&old=0&category=13>>
- [4] RCHeliShop [online]. [citováno 28.5.2011]. Dostupný z WWW:
<http://www.rchelipohotovost.cz/eshop/?p=p_27&sName=baterie>
- [5] Modeláček [online]. [citováno 28.5.2011]. Dostupný z WWW:
<<http://www.modelacek.cz/gold-ray-li-pol-1100mah-11-1v-3s1p-33c-airplane.html>>
- [6] RCShop [online]. [citováno 28.5.2011]. Dostupný z WWW:
<<http://www.rcshop.eu/hitec-zebra-4fm-40-mhz-1x-std-servo-p-3120.html>>
- [7] Vznášedlo [online]. [citováno 28.5.2011]. Dostupný z WWW:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Vzn%C3%A1%C5%A1edlo>>
- [8] Caspianseamonster [online]. [citováno 28.5.2011]. Dostupný z WWW:
<http://davidszondy.com/future/Flight/KM_ekanroplan.gif>
- [9] Avrocar [online]. [citováno 28.5.2011]. Dostupný z WWW:
<<http://www.virtuallystrange.net/ufo/mufonontario/avro/avrocar01.jpg>>
- [10] Freescale datasheet [online]. [citováno 29.5.2011]. Dostupný z WWW:
<http://cache.freescale.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/MC9S08QE8RM.pdf>
- [11] ModelSportUK [online]. [citováno 29.5.2011]. Dostupný z WWW:
<http://www.modelsport.co.uk/?product_id=38259>
- [12] onlybatteriesUK [online]. [citováno 29.5.2011]. Dostupný z WWW:
<<http://www.onlybatteries.com/showitem.asp?ItemID=15296>>

[13] Zebra-rc[online]. [citováno 29.5.2011]. Dostupný z WWW:

<<http://www.zebra-rc.de/store/product.php?productid=11>>

[14] Servomotor[online]. [citováno 29.5.2011]. Dostupný z WWW:

<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Servomotor>>

[15] Bateria[online]. [citováno 29.5.2011]. Dostupný z WWW:

<<http://www.bateria.cz/stranky3/zabava--pouceni/jak-to-funguje-/lithium-polymerovy-akumulator-li-pol.htm>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

LCAC Landing Craft Air Cushion.

SOIC Small-outline integrated circuit.

RC Remote Control.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 3: Vznášelo [7].....	11
Obrázek 1: Netvor Kaspického moře [8].....	14
Obrázek 2: Avrocar [9].....	14
Obrázek 4: MC9S08QE820 pin [10].....	16
Obrázek 5: MIG400 [3].....	17
Obrázek 6: MIG280 [3].....	17
Obrázek 7: JETIJES045 [3].....	18
Obrázek 8: JETIJES012 [3].....	19
Obrázek 9: Zebra ZS-S1113 [11].....	21
Obrázek 10: Paluba.....	24
Obrázek 11: Držák suknič.....	25
Obrázek 12: Pelikán Ray Gold 3s1p/11.1V.....	27
Obrázek 13: Panasonic 20323V [12].....	27
Obrázek 14: Zebra 4FM PRO [13].....	28
Obrázek 15: Deskplošných spojů (EAGLE).....	30
Obrázek 16: Deskplošných spojů.....	31

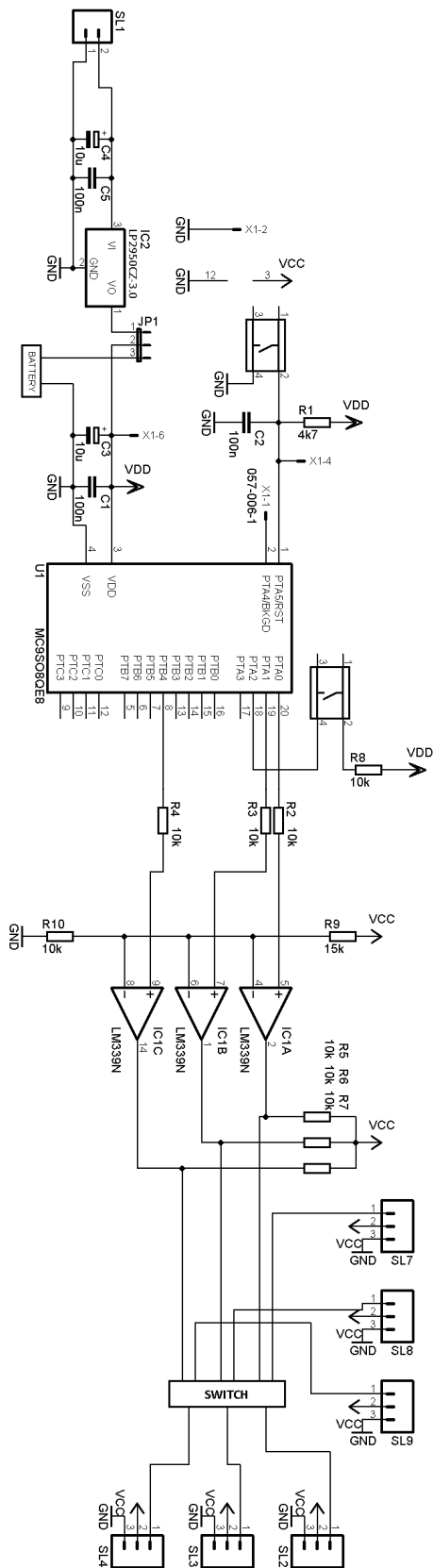
SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Parametry JES045[3].....19
Tabulka 2: Parametry JES012[3].....19
Tabulka 3: Parametry Pelikán Ray Gold 3s 1p/11.1V[6]27

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Schéma deskyplošných spojů.....	41
Příloha 2: Zdrojový kód.....	46
Příloha 3: Hotový model vznášedla.....	47

PŘÍLOHA 1: SCHÉMA ZAPOJENÍ DESKY PLOŠNÝCH SPOJ Ů



Příloha 1: Schémadeskyplošnýchspoj ů

PŘÍLOHA II: OVLÁDACÍ PROGRAM MIKROPOČÍTAČE

```
#include <hides.h> /*for EnableInterrupts macro*/
```

```
#include "derivative.h" /*include peripheral declarations*/
```

```
int volba; // promena urcuje icipocetstisku
```

```
void cekej() { // definice caso vych intervalu- blize nedefinovanych
```

```
    unsigned int j;
```

```
    for(j=0; j<0xa000; j++)
```

```
        __RESET_WATCHDOG();
```

```
}
```

```
void cekej1() {
```

```
    unsigned int j;
```

```
    for(j=0; j<0x0fff; j++)
```

```
        __RESET_WATCHDOG();
```

```
}
```

```
void cekej2() {
```

```
    unsigned int j;
```

```
    for(j=0; j<0x00ff; j++)
```

```
        __RESET_WATCHDOG();
```

```
}
```

```
void cekej3() {
```

```
    unsigned int j;
```

```
    for(j=0; j<0x0155; j++)
```

```

__RESET_WATCHDOG();
}

interruptvoidKBI(void){//obsluhapreru      seniodtlacitka
KBISC_KBACK=1;//smazanioznam      enipreruseni
if(PTAD_PTAD2==1){//podminkasti      skutlacitkanaportuA2
volba=volba+1;//inkrementacevo      lby
}
}

void(*constobsluha1)(void)@0xFFDA=KBI;//vektor      preruseni

voidmain(void){//hlavniprogra      m
EnableInterrupts;//zapnutiprerus      eni
ICSC1=0x06;//nastaveniregi      struICSC1
ICSC2=0xC0;//nastaveniregi      struICSC2
while(!ICSSC_IREFST){//kontrolnismyc      kanastavenireferenci
}
ICSSC=0xE0;//kontrolnismy      ckarychlostiCPU
while((ICSSC&0xC0)!=0x00){
}
KBISC=0x02;//nastaveniKBI      -aktivacepreruseni
KBIPE=0x04;//zapnutipull-      upportA2
KBIES=0x04;//detekcehrany      naportuA2
for(;;){//nekonecnasmyck      a
volba=0;//odstraneni pre      dchozivolby
cekej();//cekani-behem      tedodobyprobihavolbarezimu
cekej();
}

```

```

cekej();

cekej();

cekej();

cekej();

cekej();

cekej();

if(volba==1){//vetveniprogram          upodlevolby,pokudvolba=0,zadnaakce

TPM1SC=0x00;//vypnuticasov          ace1

TPM1C0SC=0x28; //nastavenistr          edniPWMcasovace1-kanalu0skladnym
pulzem

TPM1C0V=0x0700U;//nastavenihodn          otycasovace1,kanalu0-natoceniserva

TPM1MOD=0x6000U;//nastavenimod          ulacasovace1

TPM1SC=0x08;//nastavenicas          ovace1-zdrojapulzusbernice,delic1

TPM2SC=0x00;//vypnuticasov          ace2

TPM2C0SC=0x28; //nastavenistr          edniPWMcasovace2-kanalu0skladnym
pulzem

TPM2C0V=0x395U;//nastavenihod          notycasovace2,kanalu0-STOPhodnota
spodnihomotoru

TPM2C1SC=0x28; //nastavenistr          edniPWMcasovace2-kanalu0skladnym
pulzem

TPM2C1V = 0x0395U; //nastaveni hod          noty casovace2, kanalu 1 - STOP
hodnotazadnihomotoru

TPM2MOD=0x6000U;//nastavenimod          ulacasovace2

TPM2SC=0x08;//nastavenicas          ovace2-zdrojapulzusbernice,delic1

cekej();//aplikaceceka          cismycky

TPM2C1V=0x464U; //zmenahodnoty          ,citacecasovace2kanalu1-roztoceni
zadnihomotoru

```

```

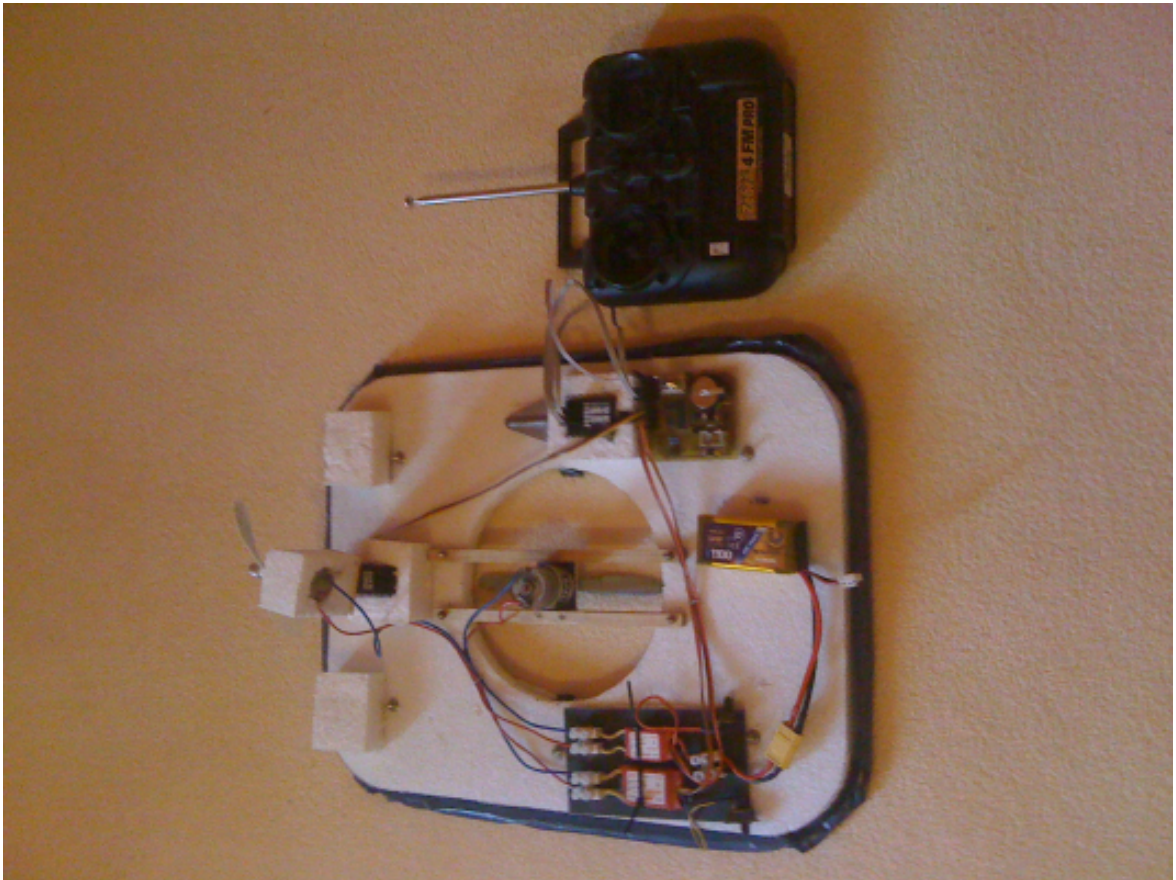
cekej1();//aplikacecekac          ismycky
TPM2C0V=0x4EAU; //zmenahodnoty          ,citacecasovace-roztocenispodniho
motoru
cekej2();//aplikaceceka          cismycky
TPM2C1SC=0x00;//zastavenizad          nihomotoru
cekej();//aplikaceceka          cismycky
TPM2SC=0x00;//zastavenispo          dnihomotoru
}
if(volba==2){ //analogierezi          mu1,pouzezmenysouvisejiciscasovanima
spoustenimmotoru
TPM1SC=0x00;
TPM1C0SC=0x28;
TPM1C0V=0x0b00U;
TPM1MOD=0x6000U;
TPM1SC=0x08;
TPM2SC=0x00;
TPM2C0SC=0x28;
TPM2C0V=0x395U;
TPM2C1SC=0x28;
TPM2C1V=0x0395U;
TPM2MOD=0x6000U;
TPM2SC=0x08;
cekej();
TPM2C1V=0x464U;
cekej1();
TPM2C0V=0x4EAU;

```

```
cekej2();  
TPM2C1SC=0x00;  
cekej();  
TPM2SC=0x00;  
}  
}  
}
```

Příloha2:Zdrojovýkód

PŘÍLOHA III: FOTOHOTOVÉHO MODELU



Příloha 3: Hotový model v zášedla