



MATURITNÍ PRÁCE

Model řízený mikrokontrolerem

Radek Švec

Obor: EZI
Třída: ZI4A

Školní rok: 2017/2018



ZADÁNÍ MATURITNÍ PRÁCE

školní rok	jméno žáka a vlastnoruční podpis	třída	obor
2017/18	Radek Svec <i>Svec</i>	ZI4A	EZI

název práce
Model řízený mikrokontrolerem

zaměření práce
Info / elektro– HW+SW

konkretizace zadání:

Práce bude zaměřena na návrh a zhotovení dálkově ovládaného modelu.
K tomu bude zpracována rešerše možných, případně realizovaných řešení:

- dle druhu modelu
- dle řídicí platformy
- dle způsobu dálkového ovládání

Na základě rešerše bude navrhnut a realizován model řízený mikrokontrolérem.

jednotlivé cíle práce:

- vybrat předlohu nebo vytvořit vlastní návrh modelu
- vybraný návrh realizovat
- pro model navrhnut a realizovat dálkové ovládání

Výstupem práce bude funkční model řízený mikrokontrolérem s dálkovým ovládáním.

Další formální náležitosti zadání práce podle platného znění vyhlášky MŠMT č. 177/2009 Sb. jsou k dispozici na www adrese: <https://www.roznovskastredni.cz/maturitni-prace>

V Rožnově pod Radhoštěm dne: 12.10.2017

J. Král
Ing. Jiří Král
vedoucí práce

ABSTRAKT

Tato maturitní práce je zaměřena na návrh a zhotovení dálkově ovládaného modelu. První, teoretická část, se věnuje obecným informacím o RC modelech a popisu konkrétních modelů, dále popisu některých mikrokontrolerů a bezdrátové komunikaci. Druhá, praktická část, se zabývá samotnou konstrukcí a úpravou modelu, vlastnímu zapojení jednotlivé elektroniky a tvorbou softwaru. V této části je také úsek věnující se modelu z uživatelského pohledu.

Klíčová slova: RC model, ESP8266, Wi-Fi, Micropython

Chtěl bych poděkovat svým kamarádům, kteří mi dokázali poradit, když jsem si s něčím nevěděl rady. Díky patří také vedoucímu práce Ing. Jiřímu Králi za skvěle napsané zadání maturitní práce, pomocí kterého mohl být zvolen libovolný typ modelu, ovládání i mikrokontroleru.

Prohlašuji, že odevzdaná verze dokumentace maturitní práce a verze elektronická, nahraná do systému MATPRAC, jsou totožné. Při zpracování jsem vycházel z informačních zdrojů uvedených v seznamu na konci dokumentace a také prohlašuji, že je tato práce původní.

V Rožnově pod Radhoštěm

podpis žáka

OBSAH

ÚVOD.....	8
I TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1 RC MODELÝ	10
1.1 OBECNĚ O RC MODELU	10
1.2 VÝVOJ.....	10
1.3 POZEMNÍ MODELÝ	11
1.3.1 Traxxas Slash 1:16 TQ RTR	11
1.4 VODNÍ MODELÝ	12
1.4.1 Voracity Type E 36 Deep-V BL RTR.....	12
1.5 VZDUŠNÉ MODELÝ	13
1.5.1 T-28 Trojan S RTF.....	13
2 ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY	14
2.1 ESP8266.....	14
2.2 ARDUINO UNO R3	14
2.3 RASPBERRY PI.....	15
3 BEZDRÁTOVÁ KOMUNIKACE.....	16
3.1 TYPY KOMUNIKACE.....	16
3.2 BEZDRÁTOVÁ KOMUNIKACE V TECHNICE	16
3.2.1 Wi-fi	17
3.2.2 Bluetooth	17
II PRAKTICKÁ ČÁST	18
4 HARDWAROVÁ ČÁST MODELU.....	19
4.1 PODVOZEK A KAROSERIE.....	19
4.2 MOTOR.....	20
4.3 ZATÁČENÍ.....	21
4.4 ELEKTRONIKA	22
4.4.1 Řídící jednotka	22
4.4.2 Převodník USB.....	22
4.4.3 Napájení	23
4.4.4 Ovládání motoru.....	24
4.4.5 Zapojení.....	24
5 SOFTWAREVÁ ČÁST MODELU	28
5.1 HLAVNÍ PROGRAM.....	30
5.2 WEBOVÁ APLIKACE.....	30
6 MODEL Z POHLEDU UŽIVATELE	32
6.1 SPUŠTĚNÍ.....	32
6.2 NAPÁJENÍ	32
ZÁVĚR	33
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	34
SEZNAM OBRÁZKŮ	36

SEZNAM PŘÍLOH.....	37
---------------------------	-----------

ÚVOD

Autor se rozhodl pro zhotovení dálkově ovládaného modelu auta v měřítku 1:38. Inspirací pro něj byly modely v měřítku 1:64, na které narazil při brouzdání internetem, a tak se rozhodl pro vlastní model, ale ve větším měřítku. Požadavkem autora byla identičnost s původním vzhledem a skrytí elektroniky pod karoserii.

Autor na základě místa uvnitř modelu volil tu nejmenší možnou, cenově dostupnou elektroniku. Model je ovládán mikrokontrolerem ESP8266-12E a pro lepší kompatibilitu byla pro ovládání zvolena webová stránka a ne aplikace. Jako ovladač je pak možno použít jakékoli zařízení s možností připojení Wi-Fi a dotykovou obrazovkou.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 RC MODELÝ

1.1 Obecně o RC modelu

Pojem RC model (z anglického radio controlled = rádiem řízený) označuje zmenšeninu nebo napodobeninu dopravního prostředku nebo technického stroje, které jsou ovládány na dálku. V dnešní době jsou dostupné nejrůznější varianty od těch určených především pro děti až po profesionální modely, které mohou být poháněny elektrickým nebo spalovacím motorem.

Ovládání se skládá z vysílače, který je v ovladači, a přijímače, ten se nachází v modelu samotném. Komunikace mezi těmito prvky probíhá na určité frekvenci – v České republice je to 27 MHz pro jednodušší modely, 35 MHz pro letecké modely a 40 MHz pro všechny typy modelů. Tyto frekvence jsou již zastaralé a při jejich používání docházelo k rušení signálu. Dnes se používá pásmo 2,4 GHz. To umožňuje použití tzv. kanálů, které slouží k provozování více modelů na jednom místě.[1]

1.2 Vývoj

1898 - Nikola Tesla navrhl a sestavil první pár dálkově řízených lodí (Obr.1.2.). Ty demonstroval šokovanému davu na Madison Square Garden (New York). Tesla nazval své lodě jako "teleautomatony."

1937 - Walter Good se svým bratrem Williamem sestrojil a zprovoznil první plně funkční RC letadlo. Toto historické letadlo je nyní vystaveno v instituci Smithsonian (USA).

1950 - Dálkově ovládané modely získávají popularitu během padesátých let, ale jsou omezeny kapacitou akumulátorů a musí být často nabíjeny až do vynálezu tranzistoru.

1967 - Počátek RC závodních automobilů a výroba RC "souprav". Průkopníci vyrábí autopříslušenství o velikosti 1:8 a dokonce i dvoutaktní motory pro letecké modely.

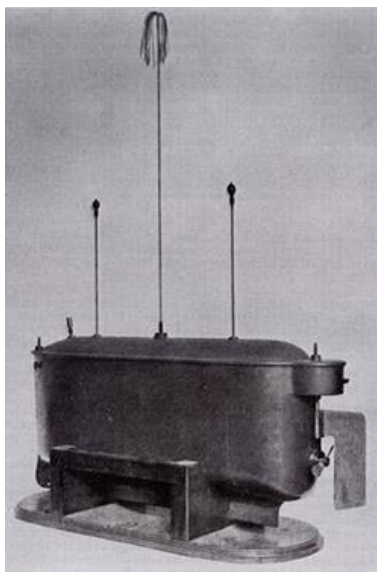
1968 - Dr. Dieter Schluter, inženýr ze západního Německa, vyrobil první plně kontrolovatelný RC model vrtulníku.

1970 - Společnosti začínají uvádět terénní RC vozidla. Tamiya Rough Rider zásadně změnil závodění kvůli svému odpružení a velkým gumovým pneumatikám pro terénní oblasti. To způsobilo zrození tzv. Buggy modelů.

1993 - Elektrická auta v měřítku 1:10 získávají na popularitě a výkonu. To způsobuje zvýšení ceny motorů, baterií a pneumatik. Pro lepší cenovou dostupnost dílů byly obnoveny závody na parkovištích.

2008 - Na Floridě se konala největší světová soutěž RC letadel. Během soutěžní doby pěti dnů se zúčastnilo celkem 125 soutěžících.

2010 - NASA po šesti letech úspěšného průzkumu Marsu předvedla 24. března RC průzkumové rovery (vozidla schopna zdolat těžký terén) Spirit a Opportunity.[2]



Obr. 1.1. Dálkově ovládaná loď Nikoly Tesly [3]

1.3 Pozemní modely

Patří sem modely určené k provozu na pevném povrchu, jako jsou auta a různé technické stroje. Tato kategorie je asi nejrozšířenější.

1.3.1 Traxxas Slash 1:16 TQ RTR

Tento RC truck v měřítku 1:16 je poháněn elektrickým stejnosměrným motorem, má náhon na všechna 4 kola, olejem plněné tlumiče, diferenciály naplněny silikonovým olejem, kuličková ložiska, voděodolnou elektroniku, servořízení a 6-člávkovou NiMH baterii. Díky své konstrukci není problém s tímto modelem jezdit po terénu nebo na sněhu.[4]



Obr. 1.2. Traxxas Slash 1:16 TQ RTR [4]

1.4 Vodní modely

Rozumí se jimi modely vhodné do vodního prostředí, které by měly být vodotěsné, aby nedošlo ke zkratu a následné poruše. Jsou to lodě nebo ponorky.

1.4.1 Voracity Type E 36 Deep-V BL RTR

Voracity je velký a silný rychlostní člun poháněn střídavým, vodou chlazeným motorem, díky kterému loď dosahuje rychlost až 80 km/h (při použití 6-člákové LiPol baterie). Trup o délce 914mm je vyroben z laminátu, jeho optimalizovaný tvar zajišťuje maximální rychlost, výborně drží směr, rychle akceleruje ze zatáčky a má vysokou stabilitu. Zatáčení je zhotoveno pomocí hliníkového kormidla ovládaného voděodolným servomotorem.[5]



Obr. 1.3. Voracity Type E 36 Deep-V BL RTR [5]

1.5 Vzdušné modely

Pod tento pojem spadají různá letadla, vrtulníky a drony. Drony se používají spíše za účelem pořizování videozáběrů z ptáčích perspektiv. Kameru však mohou mít i letadla nebo vrtulníky.

1.5.1 T-28 Trojan S RTF

Je to zmenšená replika cvičného letounu armády USA, užívaného v letech 1950 - 1970. K pohonu tohoto modelu slouží stejnosměrný elektromotor. Ovládání směrovky, výškovky a křidélek zajišťují serva. Model má dostupné 3 režimy: Začátečník - omezení náklonu letadla, regulace otáček motoru, ustálení letadla do vodorovné polohy při puštění pák. Pokročilý - zapnutí stabilizace AS3X a omezení extrémních letových poloh. Expert - bez omezení letových poloh a bez asistence.[6]



Obr. 1.4. T-28 Trojan S RTF [6]

2 ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY

2.1 ESP8266

ESP-12E WiFi modul je vyvíjen firmou Ai-thinker Team. Podporuje různé sady pro vývoj softwaru, například: NodeMCU - firmware založený na jazyku Lua; Arduino - založeno na jazyku C++, tento firmware umožňuje programování ESP8266 jako Arduino zařízení; Micropython - implementace Pythonu pro jednoúčelové, vestavěné systémy. Díky svým malým rozměrům a nízké spotřebě je vhodný pro přenosná zařízení. V modulu je použit 32bit mikroprocesor Tensilica L106 s taktováním 80MHz nebo 160MHz. K dispozici jsou 4MB paměti pro uživatelské programy. Další vlastnosti: podpora RTOS, integrovaná WiFi s anténou na desce, 22 GPIO pinů, 3.3V logika.[7]



Obr. 2.1. ESP8266-12E [8]

2.2 Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 je vývojová deska založena na mikroprocesoru ATmega328P. Je vhodná pro úplné začátečníky díky své jednoduchosti. Má 14 digitálních vstupně výstupních pinů (z nichž 6 lze použít jako výstupy PWM), 6 analogových vstupů, krystal o frekvenci 16 MHz, USB připojení, napájecí konektor, záhlaví ICSP a tlačítko reset. Pro použití se jednoduše připojí k počítači pomocí kabelu USB. Deska má vyměnitelný čip, který lze při zničení nahradit novým.[9]



Obr. 2.2. Arduino Uno R3 [10]

2.3 Raspberry Pi

Raspberry Pi je nízkonákladový počítač o velikosti kreditní karty, který se připojuje k monitoru nebo televizi a používá standardní USB klávesnici a myš. Na tomto počítači běží operační systém nainstalovaný na Micro SD kartě. Raspberry Pi 3 Model B je osazen 64bit procesorem o frekvenci 1.2GHz (4 jádra) a 1GB RAM pamětí. Rozhraní desky: Micro USB pro napájení, Ethernet port, 4x USB 2.0 porty, 3.5mm Audio Jack, HDMI, CSI kamerový port pro připojení Raspberry Pi kamery, DSI display port pro připojení Raspberry Pi dotykového displeje, Micro SD slot a 40 GPIO pinů.[11]



Obr. 2.3. Raspberry pi 3 Model B [11]

3 BEZDRÁTOVÁ KOMUNIKACE

3.1 Typy komunikace

„Optická komunikace (světlo):

- laserová pojítka
- infračervené spoje – periferie k počítačům, dálková ovládání, čidla
- signální komunikace – světelným paprskem, vlajková komunikace, posunky, řeč těla v námořní dopravě, mezi hluchoněnými, v uzavřených komunitách atp.

Rádiová komunikace (rádiové vlny):

- periferie k počítačům, datové mosty, dálková ovládání, vysílačky, televizní přenos atp.

Sonická komunikace (zvuk):

- ultrazvuková pojítka – ponorky
- verbální komunikace – mezilidská komunikace“[12]

3.2 Bezdrátová komunikace v technice

Bezdrátová komunikace je přenos informací nebo napájení mezi dvěma a více body, které nejsou propojeny elektrickým vodičem. Bezdrátové technologie nejčastěji běží na rádiových vlnách. S použitím rádiových vln mohou být vzdálenosti krátké několik metrů (například pro Bluetooth) nebo dlouhé až milióny kilometrů (komunikace družic v kosmickém prostoru). Bezdrátovou komunikaci využívají různé typy pevných a mobilních zařízení, jako jsou mobilní telefony, PDA, bezdrátové sítě a dvousečné radiostanice (vysílačky). Mezi další příklady aplikace rádiové bezdrátové technologie patří jednotky GPS, otvírače garážových vrat, bezdrátové počítačové myši, klávesnice a náhlavní soupravy, sluchátka, radiopřijímače, satelitní televize a bezdrátové telefony.[13]

3.2.1 Wi-fi

„WiFi je způsob komunikace mezi bezdrátovými zařízeními. WiFi čili Wireless Fidelity (bezdrátová věrnost), je název organizace Wi-Fi Alliance označující určitý standard neboli protokol používaný k bezdrátové komunikaci.

WiFi Alliance (www.wi-fi.org) je nezisková organizace, která certifikuje interoperabilitu bezdrátových zařízení odpovídajících standardu 802.11. Cílem WiFi Alliance je podporovat vzájemnou spolupráci mezi zařízeními vycházejících ze standardu 802.11 a následně podporovat a vylepšovat i tento standard.

Na rozdíl od řady jiných bezdrátových standardů běží 802.11 na volné tzv. nelicencované části radiového spektra. To znamená, že pro vysílání a komunikaci pomocí 802.11 není zapotřebí žádné licence. Standard 802.11 zahrnuje fyzickou vrstvu nové generace s modulací signálu omezující interference mezi zařízeními pracujícími v témže spektru.

Mimo fyzické vrstvy má každé zařízení standardu IEEE 802.11 i vrstvu řízení přístupu. Ta specifikuje, jak jedno zařízení WiFi komunikuje s jiným zařízením WiFi, jako například přenosný počítač a Access Point (přístupový bod).“[14]

3.2.2 Bluetooth

„Bluetooth pracuje v ISM pásmu 2,4 GHz (stejném jako u Wi-Fi). K přenosu využívá metody FHSS, kdy během jedné sekundy je provedeno 1600 skoků (přeladění) mezi 79 frekvencemi s rozestupem 1 MHz. Tento mechanismus má zvýšit odolnost spojení vůči rušení na stejné frekvenci. Je definováno několik výkonových úrovní (1 mW, 10 mW, 100 mW), s nimiž je umožněna komunikace do vzdálenosti 1–100 m. Udávané hodnoty ovšem platí jen ve volném prostoru. Pokud jsou mezi komunikujícími zařízeními překážky (typicky například zdi, tělo uživatele), dosah rychle klesá. Většinou ovšem nedochází ke skokové ztrátě spojení, ale postupně se zvyšuje počet chybně přenesených paketů.

Přenosová rychlost se pohybuje okolo 720 kbit/s (90 KiB/s) a je možné vytvořit datový spoj symetrický, případně asymetrický, kdy přenosová rychlost při příjmu (downlink) je vyšší než při odesílání (uplink). Jednotlivá zařízení jsou identifikována pomocí své adresy BD_ADDR (Bluetooth Device Address) podobně, jako je MAC adresa u Ethernetu.“[15]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 HARDWAROVÁ ČÁST MODELU

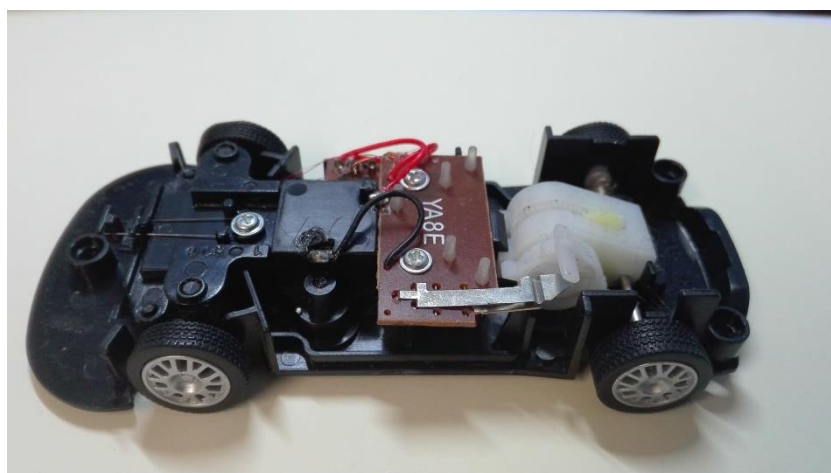
V následující části je popsána stavba modelu. Autor se rozhodl pro model v měřítku 1:38, který je zmenšeninou skutečného sportovního automobilu Ferrari F430 Scuderia. Vzhledem ke své velikosti a nízkému podvozku je dálkově ovládané auto určeno k provozu především na hladkém, čistém povrchu, aby nedošlo k poškození. Model má poměrně tvrdé a nepřilnavé pneumatiky, takže často dochází k „zahrabání“.



Obr. 4.1. Model před úpravami

4.1 Podvozek a karoserie

Originální model (Obr. 4.1) byl v minulosti dostupný na čerpacích stanicích Shell. Jako pohon u něj sloužil natahovací motorek. Na podvozku se nacházely šipky, jimiž šlo nastavit, kterým směrem auto pojede. Zatáčení umožňovaly dvě cívky a magnet. Bylo tedy nutností odstranit z auta původní elektroniku a motorek (Obr. 4.2).



Obr. 4.2. Původní podvozek s elektronikou

K tomu došlo odebráním baterií, sejmutím horního krytu, jenž je připevněn dvěma šrouby ze spodní strany modelu, dále odšroubováním základní desky, ustříhnutím drátků, vytáhnutím cívek a magnetu pro zatačení a nakonec vycvaknutím motorku. Výsledkem byl samotný podvozek, na kterém zůstal jen přepínač pro zapnutí a vypnutí.

Následovalo odstranění přebytečných plastů, aby vzniklo uvnitř modelu co nejvíce místa pro potřebnou elektroniku. Jelikož byl úhel natočení předních kol příliš malý, muselo se kolem nich vyříznout více místa pro dosažení lepšího řízení. S tím je spojeno i rozšíření podběhů na karoserii, bez kterého by docházelo k zasekávání a dření kol. V podvozku je ještě vyříznuta jedna díra pro nabíjecí konektor a druhá pro ozubené kolo, které se nachází na ose zadních kol. Otvor vzniklý po odmontování šipek je zalepen černou plastovou folií.

4.2 Motor

Původní natahovací motorek byl rozebrán a upraven tak, aby zabíral co nejméně místa a držel osu se zadními koly. Poté bylo na osu připevněno ozubené kolo se 42 zuby, které bylo získáno z natahovacího motorku. Po přilepení zadní nápravy následovalo připevnění malého DC motoru, na němž je ozubené kolo se 12 zuby. Jelikož byl tento motor odebrán z jiné hračky, nejsou přesně známy jeho parametry, ale autor jej zvolil kvůli ideálním rozměrům. Převodový poměr těchto dvou kol je 1:3,5. Tím došlo ke zpomalení otáček a zvětšení síly na hnaném kole. Tato převodovka je zakrytována čirou plastovou folií, aby nedošlo k případnému zaseknutí drátků do ozubených kol. Dále je zde malý půlkruh z dvojité vrstvy plastové folie, protože zadní osa nebyla vyrovnaná a na jedné straně bylo kolo více vpředu než na straně druhé, což způsobovala větší vůle. Díky tomuto malému půlkruhu se podařilo kola vyrovnat. Model není osazen složitější převodovkou, odpružením nebo diferenciálem z důvodu nedostatku místa a nedostupnosti takových součástek. Z toho vyplývá horší ovladatelnost, kdy při plné rychlosti dochází k přetáčivému smyku.

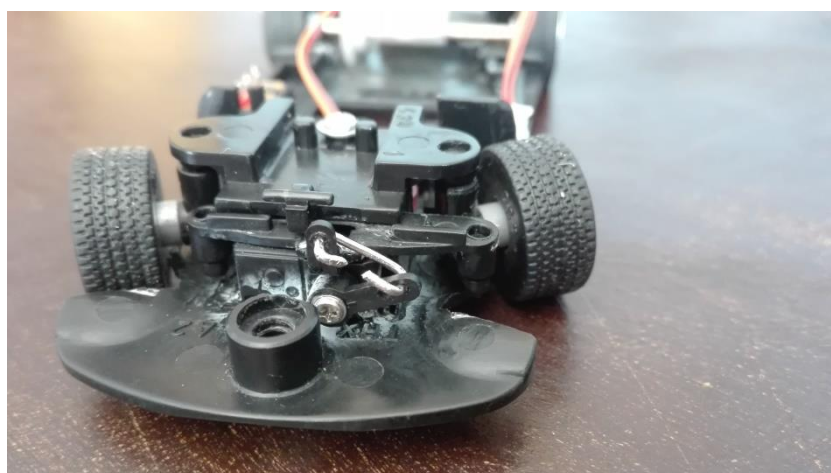


Obr. 4.3. Motor s převodovkou

4.3 Zatáčení

Pro současné zatáčení předních kol byla potřeba vyjmutí cívek, magnetu a odstranění nepotřebných kousků plastu tak, aby se na místo, kde se cívky nacházely, vešel elektrický servomotor. Hlavním parametrem, na který se autor zaměřil, je velikost. Proto bylo zvoleno co nejmenší servo s rozměry 14*6.2*17.9mm a operačním napětím 2.8V-4.2V.

První se muselo servo vměstnat do místa vzniklého mezi předními koly. Na servu tedy byly uříznuty plasty pro přišroubování. Aby servomotor pevně držel na svém místě, došlo k jeho připevnění pomocí vteřinového lepidla. Pak následovala realizace způsobu přenesení síly z ramena serva na táhlo předních kol. Toho bylo dosaženo pomocí spojovací tyče vyrobené z kancelářské sponky a jejím zahnutím tak, aby nedocházelo k vypadávání (Obr. 4.4).



Obr. 4.4. Servo s táhlem

4.4 Elektronika

4.4.1 Řídící jednotka

Autor zvolil jako hlavní ovládací prvek modelu mikrokontroler ESP8266-12E, jenž má velmi malé rozměry, které činí 16*24*3mm. Jelikož je v něm už zabudované bezdrátové rozhraní Wi-Fi, není důvod přidávat další modul pro dálkové ovládání. Z toho vyplývá ušetření místa a menší spotřeba. Další podstatná věc je odebíraný proud mikrokontroleru, ten je při hostování Wi-Fi přístupového bodu okolo 100mA. Důležitou vlastností je také dostatečný počet použitelných GPIO pinů. Další nepřehlédnutelnou informací je, že ESP8266 má logiku 3.3V a větší napětí jak 4.2V by čip mohlo poškodit. Řídící jednotka v modelu není nijak uchycena nebo připevněna.

4.4.2 Převodník USB

Pro nahrání programu do samotného ESP8266 je nutností převodník USB/UART, který umožní komunikaci mikrokontroleru s počítačem. Autor zvolil převodník osazený čipem CP2012 kvůli cenové dostupnosti. Z tohoto modulu je vyvedeno 6 pinů, z nichž byly použity pouze 4, a to GND a 3.3V pro napájení, TX a RX pro příjem a odesílání dat. Piny 5V a DTR zůstaly nepoužité. Na modulu se nachází ještě dalších 8 pinů, které autor pro své potřeby využívat nemusel.



Obr. 4.5. Převodník USB CP2012 [16]

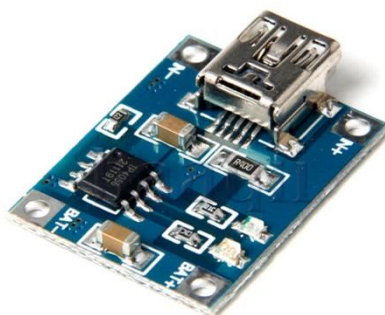
4.4.3 Napájení

Model je osazen Lithium Polymer baterií o kapacitě 400mAh s napětím 3.3V až 4.2V. Autor vybral tento typ baterie pro možnost vyššího odběru proudu, uspokojivou kapacitu a minimálnímu nárazovému poklesu napětí, díky čemuž nedochází například k nechtěnému restartu mikrokontroleru. To je jediný zdroj napájení, který je v modelu obsažen. Zajišťuje napájení řídicí jednotky, serva a H-můstku.



Obr. 4.6. Li-Pol baterie 400mAh

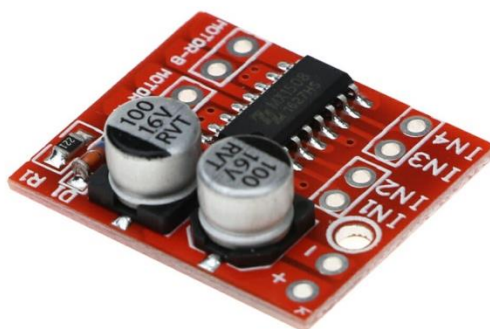
V modelu je zabudován obvod pro nabíjení jednočlánekových Li-Pol baterií, jelikož odšroubovávat kryt pokaždé, kdy je potřeba dobít baterii, by bylo zdlouhavé. Ze spodní strany modelu se pak nachází mini USB konektor. Integrovanou nabíječkou se ušetří více času a nedochází ke zbytečnému opotřebení šroubků a konektoru na baterii.



Obr. 4.7. Nabíjecí obvod baterií [17]

4.4.4 Ovládání motoru

Aby nedošlo k překročení maximální proudové zatížitelnosti pinů mikrokontroleru a jeho zničení, musel být pro řízení motoru použit H-můstek. Nutností je také možnost rotace motoru v opačném směru a změna rychlosti. Byla tedy zvolena deska osazena integrovaným obvodem L298N, která má rozměry 24.7*21*5mm. V modelu je umístěna přímo nad samotným motorem, uchycena kolmo k nabíjecímu modulu. Vstupní napětí je zde 2-10V a výstupní proud 1,5A až 2,5A, což je krajní hodnota. Deska podporuje ovládání dvou stejnosměrných motorů s možností řízení pomocí signálu PWM, díky čemuž lze měnit rychlost motoru. Jelikož je model poháněn jedním motorem, jsou piny pro druhý motor nevyužity.



Obr. 4.8. H-můstek [18]

4.4.5 Zapojení

Použitý mikrokontroler má dva spouštěcí režimy označené jako UART a Flash Boot. Jejich zvolení závisí na zapojení pinů GPIO15, GPIO2 a GPIO0. UART mód slouží pro nahrání nového firmwaru a Flash Boot se používá pro spouštění systému nebo programu z programové paměti. V tabulce lze vidět správné zapojení pinů pro určitý mód (0 jako GND a 1 jako +3.3V):

Tab. 4.1. Zapojení pinů pro zvolení spouštěcího módu

Mód	GPIO15	GPIO0	GPIO2
UART	0	0	1
Flash Boot	0	1	1

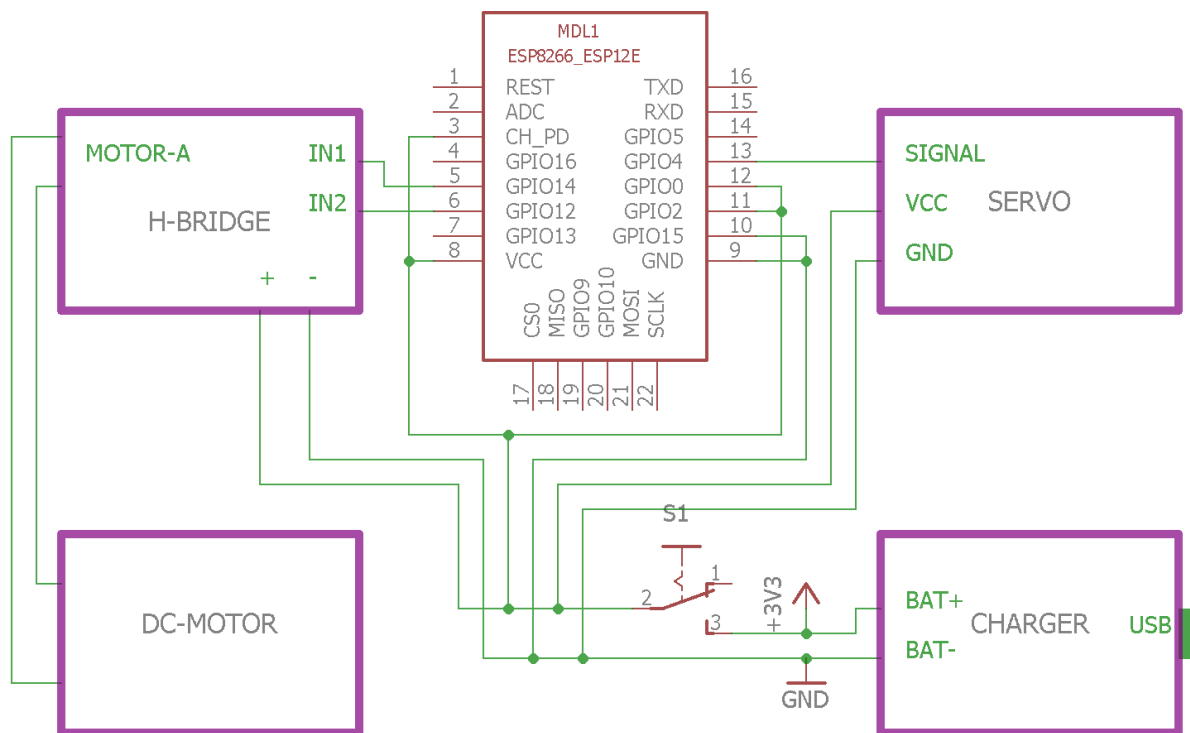
Z tabulky je možné zjistit, že zvolení módu závisí hlavně na pinu GPIO0. Proto tento pin není v modelu připájen napevno, aby se případně mohl přehrát jiný firmware nebo aktualizovat ten stávající.

Autor zvolil samotný mikrokontroler bez žádné rozšiřující desky, takže aby bylo možné vůbec spustit, musí se některé piny připojit buď na napětí, nebo na zem. Propojení pinů je tedy takové: pin EN (označován také jako CH_PD, slouží pro povolení čipu, je aktivní v logické jedničce) je pomocí drátu spojen s pinem VCC (napájení), GPIO15 je připájen přímo na GND (zem) a GPIO2 je také připojen drátem na VCC. GPIO0 je pak spojen s pinem nacházejícím se na pájivém poli. S takovýmto zapojením je už možné s mikrokontrolerem pracovat. Pro propojení s počítačem a následným nahráním firmware nebo programu je potřebný USB/UART převodník. Propojení s převodníkem je ukázáno v tabulce 4.1.

Tab. 4.1. Zapojení pinů převodníku a mikrokontroleru ESP8266

Pin na převodníku	Pin na mikrokontroleru
3.3V	VCC
GND	GND
TX	RX
RX	TX

Pro celkovou funkčnost musely být všechny komponenty mezi sebou správně propojeny. Výchozím bodem je zde použité ESP8266-12E. Zapojení jednotlivé elektroniky lze vidět ve schématu 4.1.

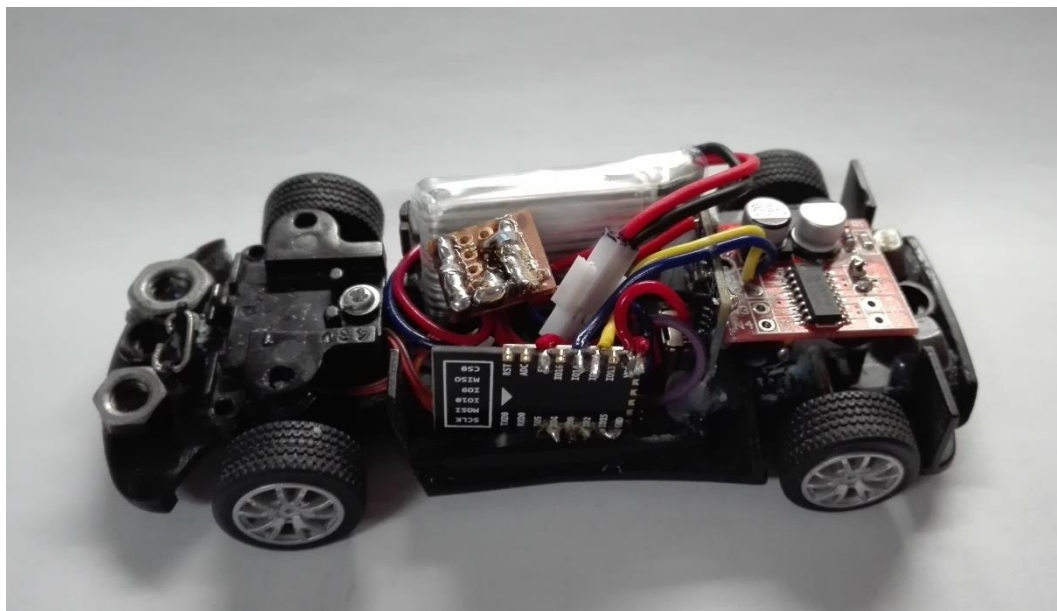


Sch. 4.1. Schéma zapojení

Ze servomotoru jsou vyvedeny tři dráty a to hnědý, červený a oranžový. Dráty jsou zakončeny konektorem. Jelikož jsou barvy drátů na druhé části konektoru jiné, než dráty vedené ze serva, nedalo se podle nich řídit. Podle barvy drátů vedoucích přímo ze serva je spojený hnědý drát se zemí, červený s napájením a oranžový, signálový, je připojený na pin GPIO4.

Na H-můstku jsou piny + a - spojeny s napájením. Piny s názvem MOTOR-A spojují dva dráty, modrý a žlutý, se samotným motorem. Na druhé straně se nachází piny s popisem IN1 a IN2. Pin IN1 je propojen modrým drátkem s pinem GPIO14 na mikrokontroleru a pin IN2 je propojen žlutým drátkem s pinem GPIO12.

Baterie je spojena přes konektor s nepájivým polem. Opačná strana konektoru je pak připojena s nabíjecím prvkem napevno a se zbytkem obvodu pomocí vypínače, aby byla možnost obvod vypnout bez nutnosti odpojení baterie. Jednotlivé moduly jsou připájeny tak, že napájení je propojeno paralelně na pájivém poli.



Obr. 4.9. Vlastní elektronika uvnitř modelu



Obr. 4.10. Vzhled hotového výrobku

5 SOFTWAREVÁ ČÁST MODELU

Pro mikrokontroler ESP8266 je poměrně dost dostupných systémů podporujících různé programovací jazyky. Jako firmware byl tedy vybrán Micropython.

Autor při nahrávání firmwaru postupoval podle dokumentace na internetu. Instalace proběhla následujícím způsobem. Nejdříve muselo proběhnout správné propojení s počítačem a instalace stažené verze systému Micropython (verze 1.9.3). Nezbytným nástrojem pro nahrání systému je nástroj esptool, který byl získán pomocí příkazového řádku Windows, a to příkazem - `pip install esptool`. K dispozici jsou i jiné nástroje pro přehrání firmwaru, autor však zvolil tuto možnost. Nahrání samotného firmwaru proběhlo tímto příkazem:

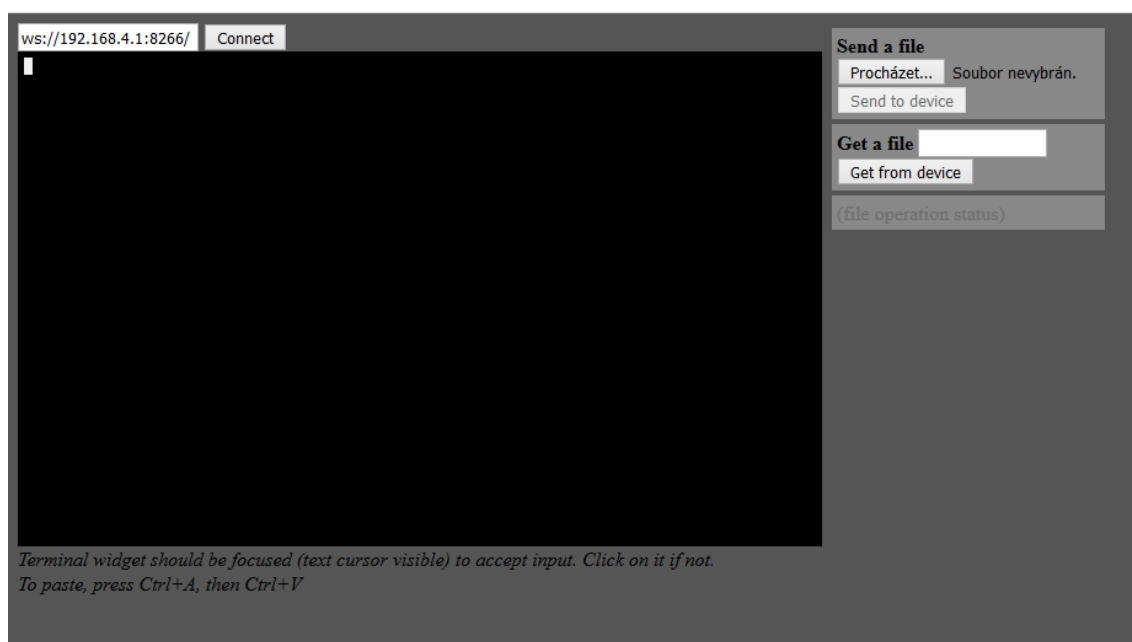
```
esptool.py --port COM6 --baud 115200 write_flash --flash_size=detect -fm dio 0 esp8266-1.9.3.bin
```

Po dokončení bylo možné zkontrolovat, jestli vše proběhlo v pořádku a modul funguje správně. K tomu došlo pomocí programu pro emulaci terminálu, v tomto případě Putty. V nastavení připojení byl zvolen sériový port COM6 a rychlost 115200. Typ připojení byl nastaven na Serial. Po takovém nastavení už je možno s modulem komunikovat a připravit pro bezdrátové používání.

Pro bezdrátovou komunikaci je nutné nastavit mód, v jakém Wi-Fi modul bude pracovat a to buď AP, STA, nebo AP_STA mód.

- Pokud je zařízení nastaveno v módu AP, funguje jako přístupový bod (host) a je možné k němu připojit další zařízení (klienty). Tento mód je momentálně použit v zařízení, tudíž funguje jako server, na který se připojí zařízení.
- Jestliže pak je nakonfigurováno jako STA, funguje jako klient, a je možné se s ním připojit k jinému přístupovému bodu.
- AP_STA mód znamená, že zařízení se připojí k jinému přístupovému bodu a současně vytvoří svůj vlastní přístupový bod.

Následně proběhla konfigurace bezdrátového příkazového řádku, zvaného WEBREPL, pro usnadnění příštího přístupu k zařízení. K tomuto rozhraní se lze dostat přes odkaz dostupný na webové stránce s oficiální dokumentací micropythonu.



Obr. 5.1. WEBREPL

Autor původně zamýšlel pracovat s vývojovým prostředím Arduino IDE, které tuto desku podporuje. Jelikož už s tímto prostředím měl zkušenosti, jevílo se to jako ideální řešení. Tato možnost nevyžaduje žádnou instalaci operačního systému, stačí pouze ve vývojovém prostředí zvolit správnou vývojovou desku, její parametry a správnou rychlost pro nahrání programu, což je v tomto případě 115200 baudů. Jenže u tohoto způsobu řešení se vyskytly drobné komplikace. Další nevýhodou je nemožnost nahrávat programy a přistupovat ke konzoli bezdrátově, tudíž by se pro drobné změny v programu musel vždy odšroubovat horní kryt a připojit mikrokontroler přes použitý převaděč k počítači. Tím pádem by nahrávání upraveného programu trvalo o mnoho déle a bylo mnohem více náročné. Proto bylo přistoupeno k instalaci a použití systému Micropython.

5.1 Hlavní program

Hlavní program byl zhotoven ve vývojovém prostředí IDLE (Python 3.4). V tomto programu dochází k připojení klienta (ovládací zařízení, např. smartphone) se serverem (mikrokontroler) a odesláním html stránky na stranu klienta. Poté server přijímá požadavky a hledá v nich důležité hodnoty, odesílané z posuvníků na ovládacím rozhraní, pro rychlost a směr motoru a pro zatáčení.

```
while True:
    vcc = machine.ADC(1).read()/1024
    if vcc < 3.2:
        speed(0)
        time.sleep(10)
    cl, addr = s.accept()
    request = cl.recv(1024)
    request = str(request)
    ix = request.find('X')
    iy = request.find('Y')
    iz = request.find('Z')
    if ix > 0:
        cl.sendall('HTTP/1.1 200 OK\r\nConnection: close\r\n\r\n')
        ie = request.find(' ', ix)
        ValX = int(request[ix+1:iy])
        ValY = int(request[iy+1:iz])
        servo.duty(ValX)
        speed(ValY)
    else:
        cl.sendall('HTTP/1.1 200 OK\r\nConnection: close\r\nContent-Type: text/html\r\n\r\n')
        html = open('html.html', 'r')
        cl.sendall(html.read())
        html.close()
        del html
        time.sleep_ms(500)
    cl.close()
```

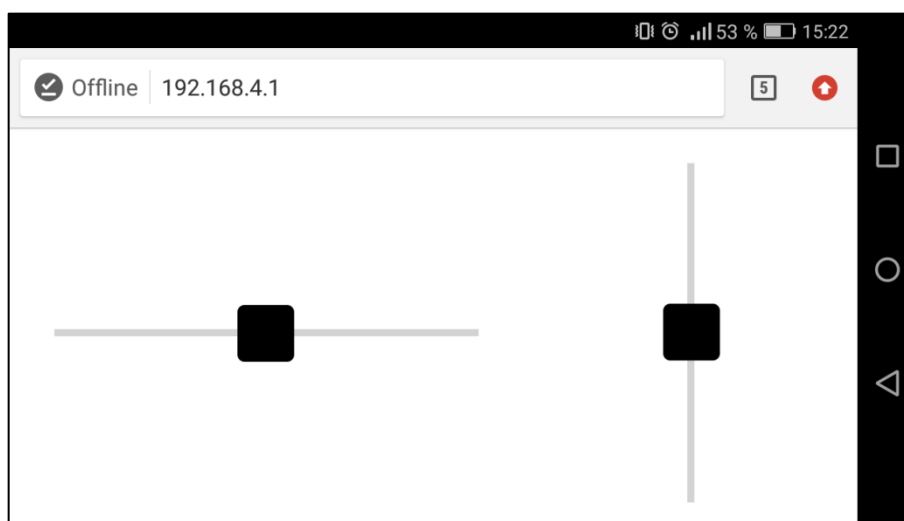
Obr. 5.3. Ukázka kódu hlavního programu

5.2 Webová aplikace

Internetová stránka obsahuje dva posuvníky. Posuvník umístěn vlevo je otočen horizontálně a slouží pro zatáčení kol. Druhý, vertikální, který se nachází vpravo, ovládá rychlost a směr motoru. Pomocí funkce „myFunction“ se čtou jejich hodnoty a ty se pak odesílají na server (ESP8266). Tato funkce se provádí každých 150ms. Další dvě funkce s názvem „resetX“ a „resetY“ slouží pro obnovení původní polohy posuvníků po jejich puštění.

```
34     <script>
35
36     function myFunction(){
37         var x = document.getElementById("sliderX").value;
38         var y = document.getElementById("sliderY").value;
39         var xmlhttp=new XMLHttpRequest();
40         xmlhttp.open("PUT","Val=X" + x + "Y" + y + "Z",true);
41         xmlhttp.send();
42     }
43     setInterval(myFunction, 150);
44
45     function resetX(){
46         document.getElementById("sliderX").value = 81;
47     }
48
49     function resetY(){
50         document.getElementById("sliderY").value = 0;
51     }
52     </script>
```

Obr. 5.4. Ukázka kódu webové aplikace



Obr. 5.5. Vzhled webového rozhraní

6 MODEL Z POHLEDU UŽIVATELE

6.1 Spuštění

Pro připojení je potřeba nejprve model zapnout přepnutím vypínače na podvozku do polohy I. Nyní musí proběhnout spojení ovládacího zařízení, nejlépe chytrého telefonu, s řídicí jednotkou uvnitř modelu. Toho se docílí zapnutím WiFi a připojením k síti se jménem ESPcar. Síť vyžaduje heslo, které je na řídicí jednotce nastaveno. Když je síť připojena, uživatel otevře webový prohlížeč (webová stránka je odladěna pro Google Chrome) a jako URL napíše adresu 192.168.4.1. Následně proběhne načtení stránky se dvěma posuvníky, levý pro zatáčení a pravý pro rychlost, pomocí kterých uživatel může auto ovládat.

6.2 Napájení

Baterie je vybitá v momentě, kdy se auto samo na 10 sekund zastaví. Pro nabíjení modelu se musí vypnout napájení přepnutím vypínače na podvozku do polohy 0. Poté se může propojit auto s 5V nabíječkou nebo s počítačem pomocí kompatibilního USB kabelu. Pokud vedle nabíjecího konektoru svítí červené světlo, znamená to, že se baterie nabíjí. Pokud modré světlo, pak je baterie nabitá. Nabíjení trvá asi jednu hodinu.

Model dokáže při plném nabití baterie být v provozu okolo 30 minut v kuse, ale autor doporučuje dělat alespoň krátké přestávky po 5–7 minutách, jelikož se motor začne zahřívat kvůli těžkému převodu a vyššímu odběru proudu.

ZÁVĚR

Autorovi se podařilo splnit zadání sestavením funkčního RC modelu. Jelikož autor chtěl, aby byla zachována i vizuální stránka modelu, musely se úpravy na karoserii provádět opatrně. K úpravám byl většinou používán zalamovací nůž pro odřezávání přebytečných plastů, což vyžadovalo jemnou motorickou činnost a manuální zručnost autora. Nejtěžší bylo vyrobení táhla z kancelářské sponky pro zatáčení, k čemuž byly použity kombinované kleště. K celkovému zapojení elektroniky a programování softwaru autor využíval dokumentace a návody na internetu, zabývající se podobnou problematikou.

Při testování modelu autor zaznamenal horší ovladatelnost, a tak na podvozek připevnil kovové matice pro zvýšení hmotnosti modelu a zlepšení trakce. Dále zjistil, že celková kompatibilita není úplně dokonalá, jelikož při ovládání současným autorovým mobilem dochází po asi 2 minutách k přerušení ovládání a model si zapamatuje poslední přijaté instrukce, což způsobí nemožnost ovlivnění rychlosti nebo směru jízdy. Autor vyzkoušel ovládání se starším mobilem a u toho se chyba nevyskytla. Bohužel se tato závada nepovedla vyřešit a opravit. Práce byla pro autora přínosná a v určitém směru i zábavná. Hotový výrobek lze vidět na obrázku 4.10.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1]Rádiem řízený model. *Wikipedie* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1diem_%C5%99%C3%ADzen%C3%BD_model
- [2]History of RC Timeline. *Xenonproject* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <http://www.xenonproject.com/blog/history-of-rc-timeline/>
- [3]Tesla-boat-250.jpg. *Aolcdn* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://s.aolcdn.com/hss/storage/adam/f9fd97f1469988b460787b77638660b1/tesla-boat-250.jpg>
- [4]Traxxas Slash 1:16 TQ RTR, nab. *PECKA-MODELÁŘ* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.peckamodel.cz/produkt/rc-modely-a-prislusenstvi/rc-auta-auta-na-dalkove-ovladani/rc-auta-elektro/short-course/tra70054-1-traxxas-slash-1-16-tq-rtr-nab>
- [5]Voracity Type E 36 Deep-V BL RTR. *PECKA-MODELÁŘ* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.peckamodel.cz/produkt/rc-modely-a-prislusenstvi/rc-lode-a-prislusenstvi/kompletni-sety-lodi/prb08018i-voracity-type-e-36-deep-v-bl-rtr>
- [6]T-28 Trojan S RTF. *PECKA-MODELÁŘ* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.peckamodel.cz/produkt/rc-modely-a-prislusenstvi/rc-letadla/rc-letadla-pro-zacatecniky/hbz5600-t-28-trojan-s-rtf-safe>
- [7]ESP8266. *Wikipedie* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/ESP8266>
- [8]Esp8266. *Banggood* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://img.banggood.com/thumb/water/oaupload/banggood/images/A3/F5/d49e5c66-ac46-4391-b8e3-126fcb573917.jpg>
- [9]Arduino Uno Rev3. *Arduino* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>
- [10]Arduino_Uno_4. *Elektronicavoorjou* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: https://www.elektronicavoorjou.nl/wp-content/uploads/sites/2/2017/06/Arduino_Uno_4.jpg
- [11]Raspberry Pi 3 Model B - Raspberry Pi. *Raspberrypi* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [12]Bezdrátová komunikace - Wikipedie. *Wikipedie* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bezdr%C3%A1tov%C3%A1_komunikace
- [13]Wireless - Wikipedia. *Wikipedia* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless>
- [14]Co je to WIFI - Eprin.cz. *Eprin* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.eprin.cz/co-je-to-wifi.html>
- [15]Bluetooth - Wikipedie. *Wikipedie* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

[16]Prevodnik-6pin-usb-ttl-uart-cp2102-dtr-pin.jpg. *Laskarduino* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: https://laskarduino.cz/1296-large_default/prevodnik-6pin-usb-ttl-uart-cp2102-dtr-pin.jpg

[17]A866-1.jpg. *Baaqii* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://www.baaqii.com/promanage/productimage/Baaqii/A/A866-1.jpg>

[18]Dual_H_Bridge.jpg. *Netdna-ssl* [online]. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: https://6bdb5fcd3ff598235d309de8-8yz2lfs9i.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/11/Free_Shipping_2_DC_Motor_Drive_Module_Reversing_PWM_Speed_Dual_H_Bridge_Stepper_Motor_Mini_Victory_L298N_3054640418.jpg

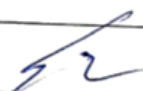
SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1. Dálkově ovládaná loď Nikoly Tesly [3]	11
Obr. 1.2. Traxxas Slash 1:16 TQ RTR [4]	12
Obr. 1.3. Voracity Type E 36 Deep-V BL RTR [5]	12
Obr. 1.4. T-28 Trojan S RTF [6]	13
Obr. 2.1. ESP8266-12E [8]	14
Obr. 2.2. Arduino Uno R3 [10]	15
Obr. 2.3. Raspberry pi 3 Model B [11]	15
Obr. 4.1. Model před úpravami	19
Obr. 4.2. Původní podvozek s elektronikou	19
Obr. 4.3. Motor s převodovkou	21
Obr. 4.4. Servo s táhlem	21
Obr. 4.5. Převodník USB CP2012 [16]	22
Obr. 4.6. Li-Pol baterie 400mAh	23
Obr. 4.7. Nabíjecí obvod baterií [17]	23
Obr. 4.8. H-můstek [18]	24
Tab. 4.1. Zapojení pinů pro zvolení spouštěcího módu	24
Tab. 4.1. Zapojení pinů převodníku a mikrokontroleru ESP8266	25
Sch. 4.1. Schéma zapojení	26
Obr. 4.9. Vlastní elektronika uvnitř modelu	27
Obr. 4.10. Vzhled hotového výrobku	27
Obr. 5.1. WEBREPL	29
Obr. 5.3. Ukázka kódu hlavního programu	30
Obr. 5.5. Vzhled webového rozhraní	31
Obr. 5.4. Ukázka kódu webové aplikace	31

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: Konzultace

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY

	Datum	Podpis vedoucího práce
Konzultace č. 1	1.12.2014	
Konzultace č. 2	26.1.2018	