

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Snímání fyzikálních veličin plochodrážního
motocyklu

Sezimovo Ústí, 2017

Autor: Jan Zákostelský



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Jan Zákostelský**
Obor studia: **26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy**
Název práce: **Snímání fyzikálních veličin plochodrážního motocyklu**
Anglický název práce: **Reading physical values of speedway motorcycles**

Zásady pro vypracování:

1. Popište obecně motor plochodrážního motocyklu a důležitost kvalitního měření fyzikálních veličin pro jeho správné nastavení.
2. Popište a vyberte jednotlivé elektronické součástky a obvody potřebné ke kvalitnímu měření na plochodrážním motocyklu – GPS modul, IRC snímač, CPU jednotka, radiofrekvenční modul vysílače a přijímače.
3. Navrhněte a popište funkci jednotlivých obvodů hardwaru snímače plochodrážního motocyklu.
4. Navrhněte algoritmy a vytvořte řídicí program pro komunikaci se snímačem plochodrážního motocyklu.
5. Sestavený snímač včetně softwaru prakticky otestujte na závodní dráze a výsledky zdokumentujte. Zhodnoťte dosažené parametry a přínos zařízení pro plochodrážní sport.
6. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

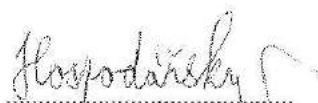
Doporučená literatura:

- [1] VÁŇA, V. *Mikrokontroléry Atmel AVR: programování v jazyce Bascom*. Praha: BEN – technická literatura, 2004. ISBN 80-730-0115-2.
- [2] VODA, Z. *Průvodce světem Arduina*. Bučovice: Martin Stříž, 2015. ISBN 978-80-87106-90-7.
- [3] ZABLER, E. *Snímače v motorových vozidlech*. Praha: Rober Bosch, 2003. Technické vzdělávání. ISBN 80-903-1325-6.


Vedoucí práce: **Bc. et Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí**
Odborný konzultant práce: **Ing. Karel Knotek, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí**
Oponent práce: **Rudolf Uher, Stuha Frames – Kovovýroba Tomáš Uher**

Datum zadání absolventské práce: **1. 9. 2016**

Datum odevzdání absolventské práce: **12. 5. 2017**


Bc. et Bc. Miroslav Hospodářský
(vedoucí práce)




Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Sezimově Ústí dne 23.8.2017



podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu absolventské práce panu Bc. et Bc. Miroslavu V. Hospodářskému za jeho odborné rady a připomínky při vypracovávání technické stránky, velice ochotný přístup a výborné vedení celé práce. Dále děkuji firmě STUHA Frames za poskytnutí technického zázemí a své rodině za podporu po celou dobu studia a při zhotovování absolventské práce.

Anotace

Tato absolventská práce se zabývá vytvořením zařízení pro snímání fyzikálních veličin na plochodrážních motocyklech, které se bude využívat pro potřeby firmy Stuha při seřizování motorů závodních strojů. Součástí práce je obecné popsání motoru závodního speciálu, výběr jednotlivých elektronických součástí potřebných pro kvalitní měření na plochodrážním motocyklu jako jsou GPS modul, IRC snímač, CPU jednotka, radiofrekvenční modul vysílač a přijímač. Dále obsahuje návrh a popis funkcí jednotlivých obvodů hardwaru snímače plochodrážního motocyklu, návržení algoritmů a řídicího programu pro komunikaci se snímačem a v neposlední řadě praktické otestování na závodní dráze se zdokumentovanými výsledky.

Klíčová slova: GPS modul, CPU jednotka, radiofrekvenční modul, plochodrážní motocykl, nastavení motoru, snímač otáček.

Annotation

This graduation thesis deals with creating devices for sensing physical quantities on speedway bikes that will be used for the needs of companies Ribbon when tuning engines racing machines. The work includes a general description of the motor racing special, the selection of individual electronic components needed for quality measurements for speedway motorcycle such as a GPS module, IRC sensor, CPU unit, RF transceiver module. It also includes the design and function of each circuit hardware sensors speedway motorcycle, design of algorithms and control program for communication with the reader and finally a practical test on the racetrack with documented results.

Key words: GPS module, CPU unit, radio frequency module, speedway motorcycle, engine setting, speed sensor.

Obsah

Seznam obrázků	ix
Seznam tabulek	xi
1 Úvod	1
2 Popis plochodrážního motocyklu a jeho motoru	3
2.1 Popis plochodrážního motocyklu	3
2.1.1 Popis motoru plochodrážního motocyklu	5
2.1.2 Zdůvodnění měření fyzikálních veličin na plochodrážním motocyklu	7
3 Návrh hardware a software snímacího zařízení	9
3.1 Výběr elektronických součástek	9
3.1.1 GPS modul Arduino Neo-6M	10
3.1.2 CPU jednotka (ATMEGA8-16PU)	11
3.1.2.1 ATmega8-16 PU Funkce	12
3.1.3 Radiofrekvenční modul vysílač + přijímač 433 MHz	15
3.1.4 Inkrementální rotační snímač IRC 315	18
3.2 Návrh a popis obvodů snímacího zařízení	20
3.2.1 Magnetický snímač otáček kola plochodrážního motocyklu	20
3.2.2 Stabilizátor +5 V/max. 500 mA (1F 021 045)	22
3.2.3 Datový vysílač GPS obvodu (1K 478 791)	23
3.2.4 CPU jednotka rádiového přijímače (1F 628 712)	25
3.2.5 Stabilizátor +5 V/max. 500 mA (1F 021 045)	27
3.3 Algoritmy a řídicí program	28
3.3.1 Vývojový diagram pro vysílač	28
3.3.2 Tvar datagramu NMEA	30
3.3.2.1 Věta GGA	31

3.3.2.2	Věta VTG	32
3.3.3	Vývojový diagram pro přijímač	34
4	Sestavení, montáž měřicího zařízení a testování	37
4.1	Sestavení a montáž měřicího zařízení	37
4.1.1	Montáž na závodní motocykl	41
4.2	Testování	43
5	Závěr	47
	Literatura	49
A	Obsah přiloženého CD/DVD	I
B	Použitý software	III
C	Časový plán absolventské práce	V
D	Program GPS vysílače a přijímače	VII
E	Rozpočet projektu	IX

Seznam obrázků

2.1	Plochodrážní motocykl	4
2.2	Plochodrážní motor	5
2.3	Motor Jawa 8889	6
2.4	Rozložený plochodrážní motor	7
2.5	Plochodrážní motor v průřezu	8
3.1	GPS modul Arduino Neo-6M	10
3.2	Schéma elektrického zapojení Neo-6M	10
3.3	Variant propojení GPS modulu Neo-6M s mikropočítačem Arduino Uno .	11
3.4	Mikroprocesor ATMEGA8-16PU	12
3.5	Blokové schéma ATMEGA8-16PU	13
3.6	Harvardská architektura mikroprocesoru	15
3.7	Radiofrekvenční modul vyílač přijímač	16
3.8	Schéma propojení	17
3.9	Inkrementální čidlo	18
3.10	IRC schéma	19
3.11	Magnetické snímače předního a zadního kola	20
3.12	Umístění magnetů	21
3.13	Výrobní dokumentace magnetického snímače otáček -1	21
3.14	Výrobní dokumentace magnetického snímače otáček -2	22
3.15	Výrobní dokumentace magnetického snímače otáček -3	22
3.16	Schéma stabilizátoru +5 V	23
3.17	Schéma datového vysílače GPS obvodu	24
3.18	Výrobní dokumentace desky zpracovávající telemetrická data 1.0	24
3.19	Výrobní dokumentace desky zpracovávající telemetrická data 1.1	25
3.20	Propojovací schéma	25
3.21	Schéma datového vysílače GPS obvodu	26

3.22	Osazovací plán	26
3.23	3D pohled	27
3.24	Propojovací plán	27
3.25	Schéma stabilizátoru (1F 021 045)	28
3.26	Datový vysílač GPS obvodu	28
3.27	Datový vysílač GPS obvodu	29
3.28	Datový vysílač GPS obvodu	29
3.29	Datový vysílač GPS obvodu	30
3.30	Věty protokolu NMEA přijímané přijímačem Neo-6M	32
3.31	Vysílací protokol datového vysílače	33
3.32	Vývojový diagram datového vysílače	33
3.33	Vývojový diagram datového přijímače	34
3.34	Datový přijímač GPS obvodu.2	35
4.1	GPS modul a deska pro zpracování telemetrických dat	38
4.2	Uložení snímačů	38
4.3	Smontovaná křídí krabice pro desku zpracovávající telemetrická data	39
4.4	Smontované krabice snímačů předního a zadního kola	39
4.5	Montáž snímacího zařízení	40
4.6	Montáž snímače zadního kola	40
4.7	Pohled na smontované měřící zařízení	41
4.8	Uložení na závodním motocyklu	42
4.9	Demontáž zadního kola	42
4.10	Montáž zadního snímače	42
4.11	Montáž desky zpracovávající telemetrická data	43
4.12	Přední snímač a GPS modul na řídkách	43
4.13	Testování na osciloskopu	44
4.14	Nastavení v Bascom	44
4.15	Test průchodnosti	45
4.16	Přijmutá data v prostředí Bascom	45
4.17	Přijatá data ze snímače v detailu	45

Seznam tabulek

3.1	Popis pinů mikroprocesoru ATMEGA8-16PU	14
3.2	Specifikace vysílače	16
3.3	Specifikace přijímače	17
3.4	Popis pinů vysílač	17
3.5	Popis pinů přijímač	18
3.6	Technické údaje	19
E.1	Finanční rozpočet projektu	IX

Kapitola 1

Úvod

Rozdíly mezi jezdci v plochodrážním sportu se rok co rok zmenšují, pomyslná hranice mezi úspěchem a neúspěchem se ztenčila do řádu desetin sekundy. O vítězství nebo prohře rozhodují nejmenší detaily, ze kterých se skládá mozaika rozhodující o úspěchu a neúspěchu. Ať jde o mentální a fyzickou přípravu jezdců či o použití nových materiálů na komponentech závodního stroje jako jsou karbon, titan a uhlíkové materiály nebo použití techniky pro co nejlepší a nejpřesnější seřízení motoru. Alfou a omegou je docílit perfektního nastavení motoru pro start závodu. Na startu rozhodují jak startovní reakce jezdce, tak správné seřízení motoru, rozhoduje každá desetinka. Kdo dokáže kralovat startům a najíždět do první zatáčky z přední pozice bývá úspěšný. Seřízení motoru je práce mechanika, který podle zkušeností, citu a komunikace s jezdce hledá mnohdy zdalouhově to správné nastavení. Správné nastavení zajistí, že motorka má na startu největší možný výkon, zadní kolo zabere s největší možnou účinností, bez toho aniž by se protáčelo naprázdno nebo naopak bez toho, aby motocykl neměl dostatečný výkon. Pomocí usnadnit a zrychlit nalezení správného nastavení může snímač fyzikálních veličin, který dokáže sejmout otáčky na zadním kole při startovacím manévru a díky GPS modulu také kontrolovat otáčky v jednotlivých zatáčkách na okruhu. Díky těmto získaným údajům bude možné motor snáze, rychleji a co nejúčinněji nastavit. Cílem této práce je sestavit, vyladit a otestovat zařízení, které bude schopné snímat fyzikální veličiny z plochodrážního motocyklu a díky získaným údajům usnadní proces nastavování motoru do optimálního stavu.



Kapitola 2

Popis plochodrážního motocyklu a jeho motoru

Tato kapitola se zabývá obecným popisem závodního plochodrážního motocyklu 2.1, popisem motoru a jednotlivých částí, které jsou v motoru obsaženy obrázek 2.4 převzatý z (JAWA, 1996). Dále tato kapitola vysvětluje důvod kvalitního měření fyzikálních veličin, které souvisí se správným nastavením motoru.

2.1 Popis plochodrážního motocyklu

Plochodrážní motocykly se vyrábí převážně v Anglii, České republice a Itálii. Největšími výrobci plochodrážních strojů jsou zejména Wesleke, Godden, Guisepppe Morzotto a v Čechách velmi dobře známa Jawa, kterou teď můžeme vidat pod názvem JRM. Motory závodních strojů mají objem 500 ccm a jsou typické vysokým kompresním poměrem. Jedná se o čtyřventilové, jednoválcové a vzduchem chlazené motory s maximálním výkonem cca 50 kW.

4 KAPITOLA 2. POPIS PLOCHODRÁŽNÍHO MOTOCYKLU A JEHO MOTORU



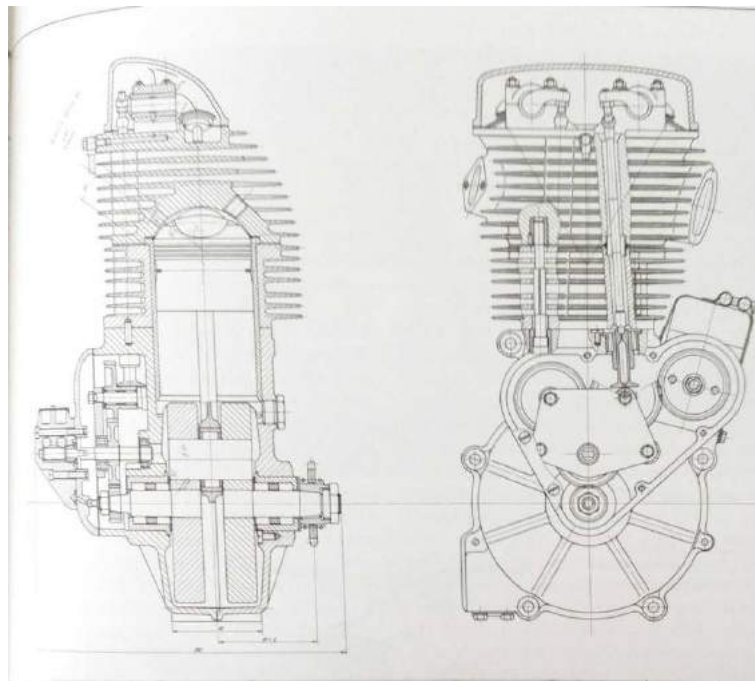
Obrázek 2.1: Plochodrážní motocykl

Palivem pro závodní speciál je směs methylalkoholu, která umožňuje motoru dosahovat vysoké komprese. Palivová nádrž má obsah 2 l, což umožní motocyklu vydržet na dráze přibližně 8 okruhů. Kvůli odvodu tepla pod spalovacím prostorem bývá dno pístu často zesíleno. Pohon z klikové hřídele je přenášén na zadní kolo přes předlohu a spojku. Z tohoto důvodu není tedy potřeba žádná převodovka. Pouze pro závody na dlouhých a na ledových drahách se používá dvourychlostní převodovka. Pohon zadního kola je pak předurčen výběrem motoru a ozubeného převodníku rozety zadního kola. Zapalování se používá Selectra analogové. Mazání je oběhové a nejčastějším používaným olejem je Castrol RSAE40. Mazání motoru probíhá středem ojničního čepu, který maže ojniční ložisko a rozstříkuje olej na píst a válec, druhá část je rozstříkována rozvodovým řetězem do hlavy válce, kde maže vahadla a ventily (DIPL.-KFF. JANA NEUMANNOVÁ, DiS., 2008).

Točivý moment motoru je přenášén krytým primárním řetězem na ozubený věnec vícelamelové suché spojky a sekundárním řetězem z předlohového hřídele na zadní kolo. Přední kolo je větší s rozměry 2,75 x 23 palce a zadní kolo je menší a širší s rozměry 3,5 x 19 palce. Podvozek plochodrážních motocyklů tvoří jednoduchý trubkový rám, vyrobený z pevnostních ocelových trubek, přední vidlice je teleskopická, zadní kolo je neodpérované, sloupek řízení je uložen v pouzdrech a palivová nádrž je uložena pružně. Plochodrážní motocykly nemají žádné brzdy, jelikož se využívá brzdících účinků vysokokompresního motoru. Jezdec používá při startu spojku a pak si po celou jízdu jen přidává a ubírá plyn. Zastavení motoru se provede úplným zavřením plynu. Nejčastějšími poruchami na ploché dráze jsou problémy se zapalováním, karburátorem a spojkou.

2.1.1 Popis motoru plochodrážního motocyklu

Plochodrážní motocykl pohání čtyřventilový jednoválcový motor 2.3 s jedním karburátorem a jednou žhavicí svíčkou o maximálním obsahu 500 ccm, který je poháněn směsí methylalkoholu. Kartery, hlava a válec jsou zhotoveny z hlinkové slitiny, víko rozvodu a zapalování z hořčíkové slitiny. Pracovní plocha válce má úpravu „nikasil“. Ojniční a kliková ložiska jsou jehlová s klecí. Váčkový hřídel je uložen v hlavě na jehlových ložiskách a je poháněn řetízkem z čepu klikového mechanismu. Ventily svírají úhel 35 stupňů, pružiny jsou šroubové, dvě pro jeden ventil, jedna je levotočivá a druhá pravotočivá. Sedla ventilů jsou do hlavy zalisována za tepla. Píst je kovaný z lehké slitiny a má dva pístní kroužky. Mazání motoru je oběžné. Funkce mazání je založena na principu odstředivého čerpadla, které tvoří klikový mechanismus. Olejovou nádrž tvoří prostor ve víku rozvodu s pravou polovinou motorové skříně. Náplň oleje je 0,6 l. U motoru je použit karburátor o průměru 34 mm.



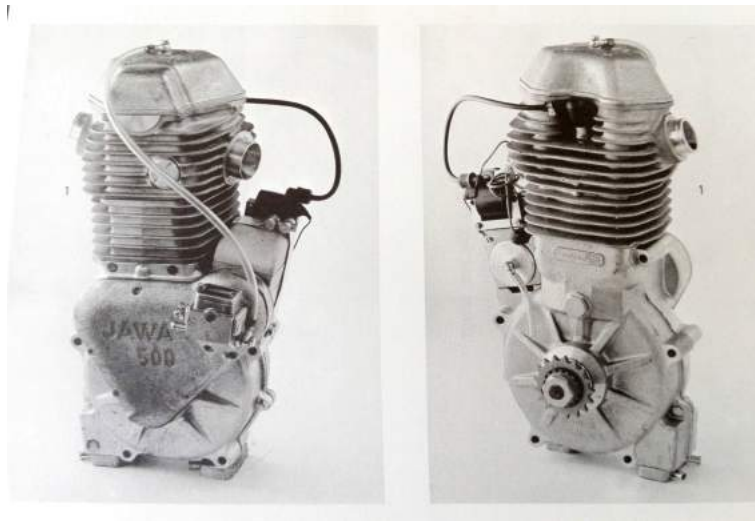
Obrázek 2.2: Plochodrážní motor

Technické parametry motoru Jawa 889:

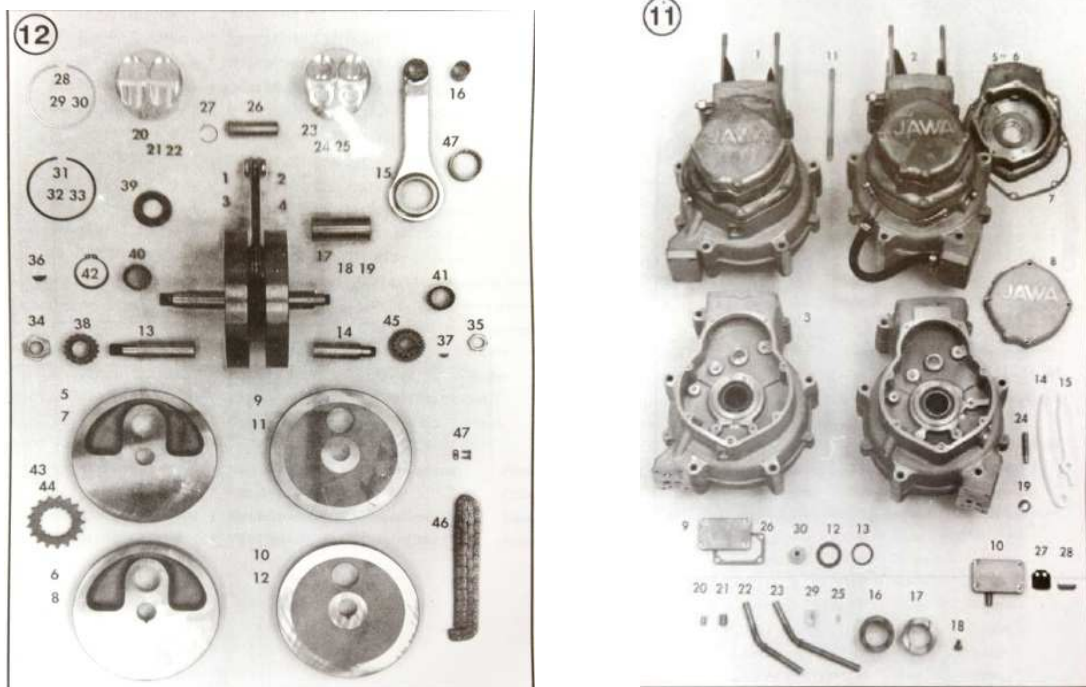
- Motor: OHC 4-ventil
- Vrtání / zdvih: 90 x 77,6 mm

6 KAPITOLA 2. POPIS PLOCHODRÁŽNÍHO MOTOCYKLU A JEHO MOTORU

- Zdvihový objem: 494 ccm
- Výkon: 48-50 kW
- Kompresa: 13,5: 1
- Karburátor průměr: 13,5 – 16:1
- Zapalování: digitální
- Maximální otáčky: 11 000 min
- Motorový olej: Castrol
- Chlazení: vzduchem chlazený
- Hmotnost: 28-30 Kg



Obrázek 2.3: Motor Jawa 8889



(a) Klikové ústrojí

(b) Motorová skříň

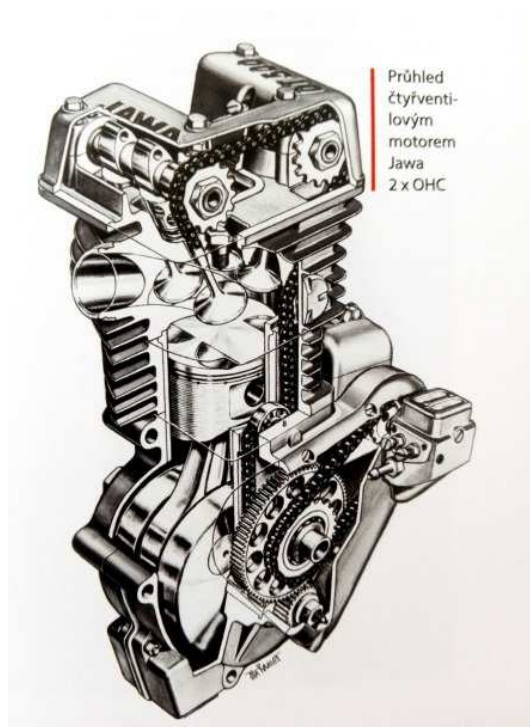
Obrázek 2.4: Rozložené části plochodrážního motoru

2.1.2 Zdůvodnění měření fyzikálních veličin na plochodrážním motocyklu

Měření fyzikálních veličin na plochodrážním motocyklu se provádí kvůli zjištění optimálního prokluzu zadního kola, u kterého se snažíme dosáhnout co nejefektivnějšího záběru, při kterém dochází k největšímu možnému zrychlení od startu. Při plochodrážních závodech je nejdůležitější start a zrychlení při nájezdu do první zatáčky. Start je ovlivněn prokluzem spojky, který se seřizuje přitažením nebo poveláním spojkových pružin. Pro zjištění zrychlování je nutné zjistit obrátky zadního kola, u kterého dochází při startu k prokluzu kola na dráze, proto dochází k seřizování motoru, což ovlivňuje výkon motoru v různých obrátkách. Obrátky zadního kola (otáčky motoru) jsou závislé na množství plynu, kterým zvyšujeme nebo snižujeme otáčky motoru. Počet obrátek zadního kola měníme řetězovým převodníkem na zadním kole. Obrátky motoru jsou závislé na výkonu motoru, který seřizujeme předstihem, kompresním poměrem a časováním ventilů. Optimální nastavení předstihu je 32 stupňů a dalším snižováním předstihu dochází ke snížení

8 KAPITOLA 2. POPIS PLOCHODRÁŽNÍHO MOTOCYKLU A JEHO MOTORU

výkonu motoru. Při zvyšování kompresního poměru dochází k maximálnímu výkonu pouze ve vysokých otáčkách. V nižších otáčkách motor ztrácí na výkonu. Časování ventilů měníme různými typy vaček. Typy vaček jsou podle zdvihu ventilů a šíře otevírání a zavírání ventilů. U nastavení výkonu motoru hraje roli také povrch dráhy. Při velmi tvrdém povrchu dochází k velkému prokluzu a k neefektivnímu přenosu síly na zadní kolo, malému zrychlení a proto u tvrdého povrchu snižujeme výkon motoru. U měkkých povrchů dráhy dochází k většímu přenosu síly zadního kola tím pádem většímu zrychlení, menšímu prokluzu a z tohoto důvodu je třeba zvětšit výkon motoru.



Obrázek 2.5: Plochodrážní motor v průřezu

Kapitola 3

Návrh hardware a software snímacího zařízení

Tato kapitola se zabývá výběrem a popisem potřebných elektronických součástek pro sestavení měřicího zařízení. A dále návrhem a popisem funkcí jednotlivých obvodů hardwaru a následné návržení algoritmu a vytvoření řídicího programu pro komunikaci se snímačem plochodrážního motocyklu.

3.1 Výběr elektronických součástek

Pro sestavení kvalitního měřicího zařízení, které by snímalo veškeré fyzikální veličiny a jehož výstupem by byla data vedoucí k usnadnění a urychlení co možná nejlepšího a nejefektivnějšího nastavení motoru závodního motocyklu pro samotný závod, byly vybrány elektronické součástky, splňující jak technické, tak rozměrové parametry.

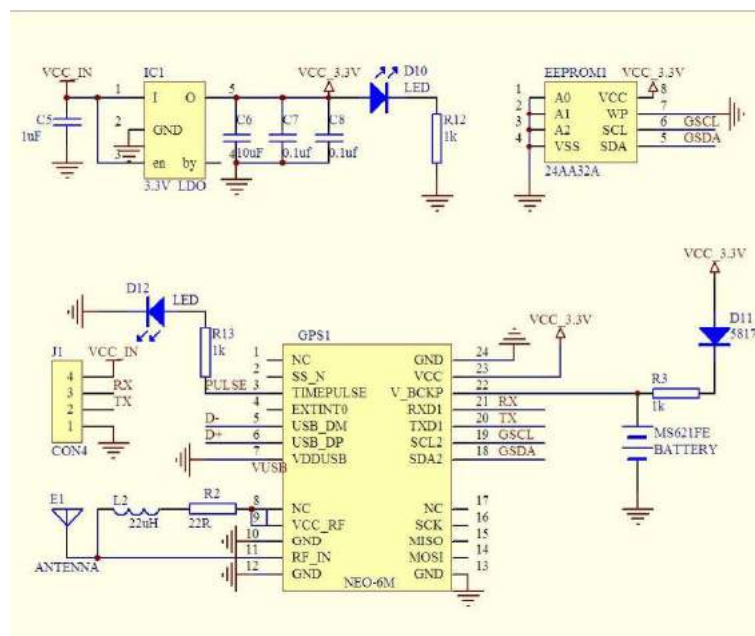
- GPS modul Arduino (ublox/u-blox NEO-6M GPS modul s anténou a vestavěnou EEPROM)
- CPU jednotka (ATMEGA8-16PU)
- Radiofrekvenční modul vysílač přijímač
- IRC snímač (Inkrementální rotační snímač IRC 315)
- Obvod s Hallovou sondou pro snímání otáček

3.1.1 GPS modul Arduino Neo-6M

GPS modul 3.1 od firmy Arduino, typ ublox/u-blox Neo-6M je vstupním modulem, umožňující získávání a zobrazení GPS souřadnic. Odesílání dat je realizováno přes komunikační rozhraní UART. (ARDUINO, 2017). Na snímku 3.2 schéma elektrického zapojení převzaté z (ARDUINO, 2017) .



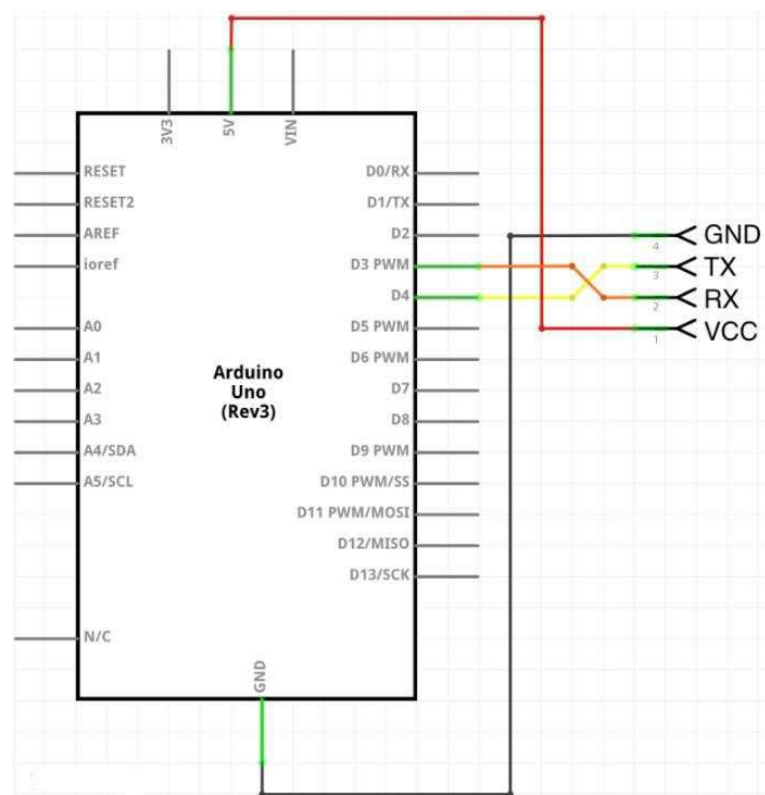
Obrázek 3.1: GPS modul Arduino Neo-6M



Obrázek 3.2: Schéma elektrického zapojení Neo-6M

Arduino GPS modul obsahuje integrovaný obvod Neo-6M. Tento komunikační modul od firmy U-blox komunikuje se svým okolím pomocí rozhraní UART a dokáže pracovat

vat s napájecím napětím pohybujícím se v rozsahu 3 až 5 Voltů. Co se týká komunikace, tak je možné při napájení 5 Volty komunikovat s GPS modulem pomocí Arduina bez převodníků. Výchozí přenosová rychlost je 9600 bps a tento modul je kompatibilní s APM2.5. GPS modul zahrnuje rozhraní RS 232 pracující s úrovními TTL. Načtení prvních souřadnic se v ideálním případě pohybuje kolem 30 sekund od připojení napájení. Velký význam zde má, jaká je viditelnost na oblohu. Při překrytí antény nebo při špatné viditelnosti může načtení prvních souřadnic trvat až několik minut. Propojení GPS modulu 3.3 převzaté z (ATMEL, 2013).



Obrázek 3.3: Variant propojení GPS modulu Neo-6M s mikropočítačem Arduino Uno

3.1.2 CPU jednotka (ATMEGA8-16PU)

Mikroprocesor ATMEGA8-16PU 3.4 kombinuje sadu instrukcí s 32 univerzálními pracovními registry. Všechny registry jsou přímo připojeny k aritmetické logické jednotce (ALU), umožňující přístup k dvěma nezávislým registrům v jedné instrukci provedené v jednom hodinovém cyklu. Výsledná architektura je mnohem efektivnější a dosahuje až

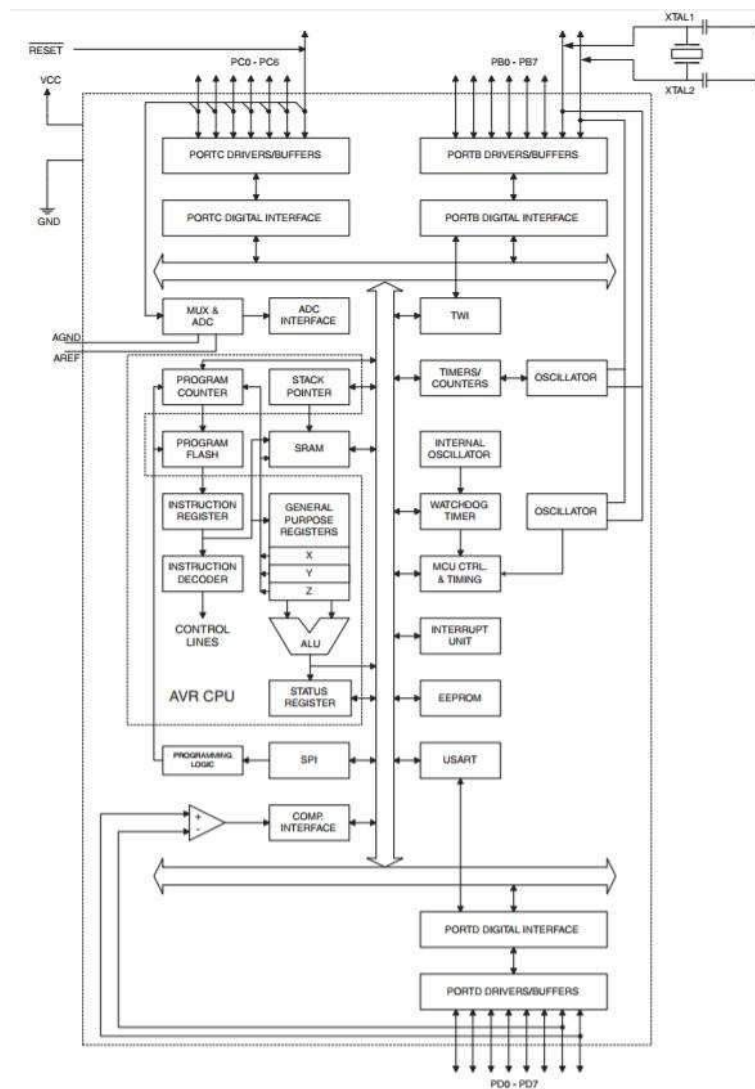
desetkrát rychlejšího výkonu než běžné mikrokontroléry CISC.



Obrázek 3.4: Mikroprocesor ATMEGA8-16PU

3.1.2.1 ATmega8-16 PU Funkce

8 Kbit programovatelné paměti flash v systému s čtecími schopnostmi při zápisu, 512 bajtů EEPROM, 1 Kbite SRAM, 23 univerzálních I/O linek, 32 univerzálních pracovních registrů, tři flexibilní časovače s porovnávanými režimy, interní a externí přerušení, sériově programovatelný USART, bajtově orientované sériové dvou vodičové rozhraní, 6kanálový ADC (osm kanálů v pouzdrech TQFP a QFN / MFL) s rozlišením 10 bitů, programovatelný watchdog timer s interním oscilátorem, sériový port SPI a pět softwarově volitelných režimů úspory energie. Obrázek 3.5, který je převzatý z datasheetu (ATMEL, 2013) zobrazuje blokové schéma.

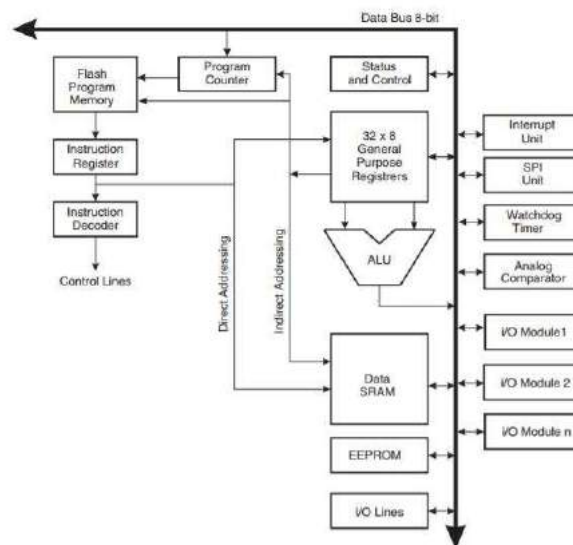


Obrázek 3.5: Blokové schéma ATMEGA8-16PU

Tabulka 3.1: Popis pinů mikroprocesoru ATMEGA8-16PU

PIN	POPIS
VCC	Digitální napájecí napětí
GND	Uzemnění
PORT B	8bitový obousměrný vstupní/výstupní port s vnitřními odpory (vybírání se pro každý bit). Výstupní vyrovnávací paměti portu B mají symetrické charakteristiky pohonu s vysokou propustností a schopností zdroje. Jako vstupy budou konektory portu B, které jsou externě vytaženy, zdrojem proudu, pokud jsou aktivovány odpínače. Porty B jsou označeny třemi, když je aktivována podmínka reset, a to i v případě, že hodiny nejsou spuštěny.
PORT C	7-bitový obousměrný I/O port s vnitřními pull-up odpory (vybrány pro každý bit). Výstupní vyrovnávací paměti portu C mají symetrické charakteristiky pohonu s vysokou propustností a schopností zdroje. Jako vstupy budou piny portu C, které jsou externě vytáhnuty nízkou, zdrojem proudu, pokud jsou aktivovány odpínače. Porty C piny jsou označeny třemi, když je aktivována podmínka resetování, i když hodiny nejsou spuštěny.
PC6/RESET	Pokud je naprogramována pojistka RSTDISBL, PC6 se používá jako pin I/O. Elektrické vlastnosti PC6 se liší od elektrických charakteristik ostatních kolíků portu C. Pokud je pojistka RSTDISBL neprogramována, PC6 se používá jako vstup Reset. Nízká úroveň na tomto pinu, která je delší než minimální délka impulsu, vygeneruje reset, i když hodiny neběží. Kratší impulzy nezaručují, že generují reset.
PORT D	8bitový obousměrný I/O port s vnitřními pull-up odpory (vybrány pro každý bit). Výstupní vyrovnávací paměti portů D mají symetrické charakteristiky pohonu s vysokou propustností a schopností zdroje. Jako vstupy budou piny Port D, které jsou externě vytáhnuty nízkou, zdrojem proudu, pokud jsou aktivovány odpínače. Pole port D jsou označeny třemi, když je aktivována podmínka resetování, a to i v případě, že hodiny nejsou spuštěny.
AVCC	Je kolík napájecího napětí pro převodník A/D, port C (3..0) a ADC (7..6). To by mělo být externě připojené k VCC, i když není použit ADC. Je-li ADC používán, měl by být připojen do VCC přes nízkoprůchodový filtr
AREF	Je analogový referenční kolík pro převodník A/D
ADC7.6	Slouží jako analogové vstupy do převodníku A/D. Tyto kolíky jsou napájeny z analogového napájení a slouží jako 10bitové ADC kanály.
RESET	Resetovat vstup. Nízká úroveň tohoto kolíku, která je delší než minimální délka impulsu, vygeneruje reset, a to i v případě, že hodiny neběží

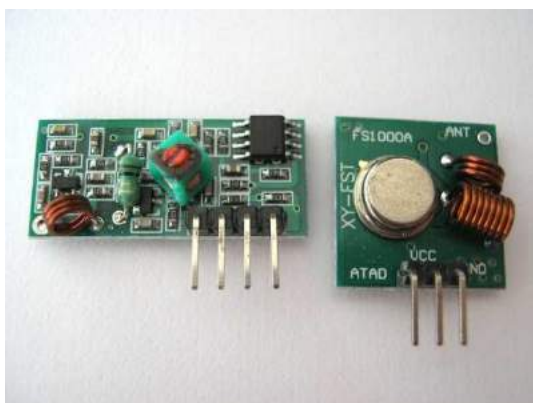
Aby se maximalizoval výkon a paralelismus, AVR používá architekturu Harvard 3.6 s oddělenou pamětí a sběrnici pro program a data. Pokyny v programové paměti se provádějí s jednoproudovým pipelováním. Během provádění jedné instrukce je další instrukce předem načtena z paměti programu. Tato koncepce umožňuje provádět instrukce v každém hodinovém cyklu. Programová paměť je programovatelná flash paměť v systému. (ATMEL, 2013)



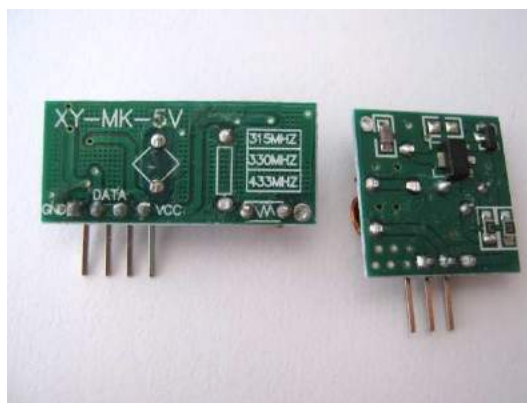
Obrázek 3.6: Harvardská architektura mikroprocesoru

3.1.3 Radiofrekvenční modul vysílač + přijímač 433 MHz

Jedná se o dvojici modulů 3.7(a), které umožňují komunikaci vývojových kytů na vzdálenost až 200 m. Dosah je ovlivněn několika faktory, jako například komunikační frekvencí, napájecím napětím vysílače, použitou anténou a prostředím, ve kterém komunikace probíhá. Lze použít se všemi vývojovými kytami Arduino/Genuino a dalšími. Na obrázku 3.8 je znázorněno jeho schéma propojení převzato z datasheetu (ECLIPSE, 2016).



(a) Přední strana vysílač + přijímač



(b) Zadní strana vysílač + přijímač

Obrázek 3.7: Radiofrekvenční modul vyílač přijímač

Specifikace vysílacího modulu

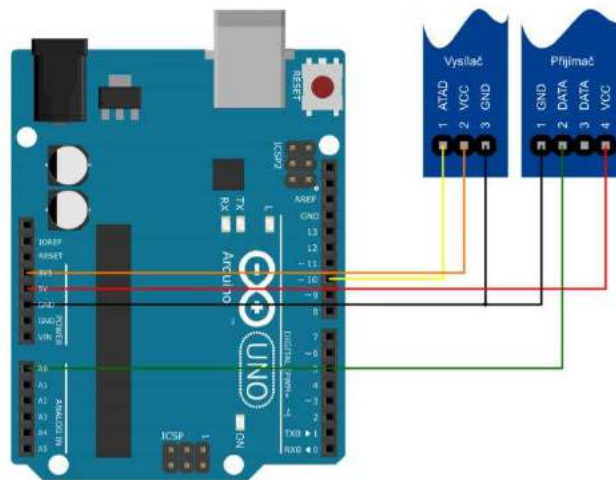
Tabulka 3.2: Specifikace vysílače

Typ přijímače	XY-MK-5V
Provozní napětí	5 VDC
Provozní proud	6 mA
Rozměry	30 x 14 mm
Komunikační frekvence (MHz)	315 nebo 433,92
Citlivost (50 ohmu)	100 dBm
Přenosová rychlost (315 MHz, -95 dBm)	9,6 Kb/s
Max. dosah modulů	20–200 m

Specifikace přijímacího modulu

Tabulka 3.3: Specifikace přijímače

Typ přijímače	XY-FST
Provozní napětí	3–12 VDC
Provozní proud	9–40 mAP
Šířka pásma	2 MHz R
Komunikační frekvence (MHz)	315 nebo 433,92
Vysílací výkon (@ 315 MHz, 12 V)	25 mW
Přenosová rychlost (315 MHz, -95 dBm)	9,6 Kb/s
Rozměry (mm)	19 x 19



Obrázek 3.8: Schéma propojení

Tabulka 3.4: Popis pinů vysílače

PIN	POPIS
1	ATAD (vysílaná data)
2	VCC, napájení 3–12 VDC
3	GND

Tabulka 3.5: Popis pinů přijímač

PIN	POPIS
1	ATAD (GND)
2,3	DATA (přijatá data)
4	VCC, napájení 5 VDC

3.1.4 Inkrementální rotační snímač IRC 315

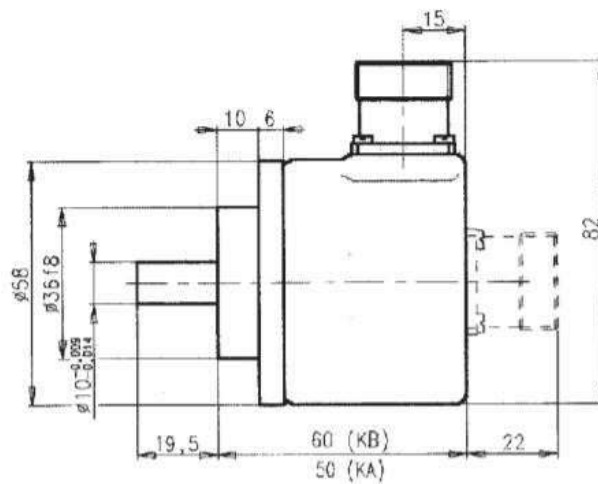
Inkrementální rotační snímače typu IRC 3.9 převzat z product listu (LARM, 2016) s LED-diodou v osvětlovači a ve standardním průmyslovém provedení převádí rotační pohyb na elektrické signály pomocí fotoelektrického snímání rastrů dvou skleněných prvků (statoru a rotoru) 3.10. Jsou určeny pro zprostředkování elektrické informace o vzájemné poloze dvou mechanických celků, úhlovém natočení nebo rotačních pohybech. Typické použití snímačů typu IRC je ve spojení s číslicovými indikacemi nebo řídicími systémy.



Obrázek 3.9: Inkrementální čidlo

Tabulka 3.6: Technické údaje

Otáčky	10 000 min. ⁻¹
Úhlové zrychlení	40000 rad.s ⁻²
Zatížení hřídele IRC	
Axiální 300-305/310-325	20/40 N max.
Radiální 300-305/310-325	50/60 N max.
Krytí	IP65
Hmotnost IRC 310-325	0,25 kg max.



Obrázek 3.10: IRC schéma

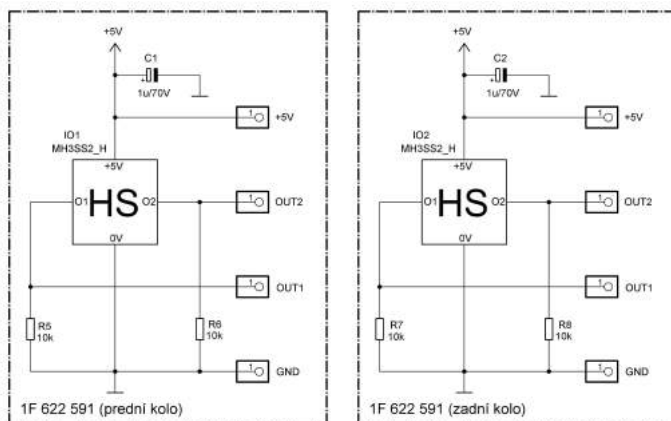
Při montáži IRC snímače bylo zjištěno, že díky jeho konstrukčním rozměrům nelze dokonale připevnit snímač bezpečně na zadní náboj kola plochodrážního motocyklu, jelikož by při průjezdu jednotlivými zatáčkami mohlo dojít ke kolizi buď s jezdcovou nohou nebo se zemí což by mělo za následek ulomení, či poničení celého snímače. Proto byl rotační snímač IRC 315 nahrazen magnetickými snímači otáček, které jsou zabudovány na předním a zadním kole motocyklu a reagují a průlet neodymových magnetů vlisovaných do speciálních přípravků na jednotlivých kolech. Magnety prolétávají okolo snímače ve vzdálenosti do 0,5 cm. Při větší vzdálenosti snímač na průlet magnetů nereagují (LARM, 2016).

3.2 Návrh a popis obvodů snímacího zařízení

Tato podkapitola se zabývá návrhem a popisem obvodů hardwaru snímače plochodrážního motocyklu. Jsou zde popsány části jednotlivých snímačů či modulů, jejich funkce, schématické zobrazení a jejich reálné fotografie. Dále je zde popsána montáž jednotlivých částí snímače na plochodrážní motocykl.

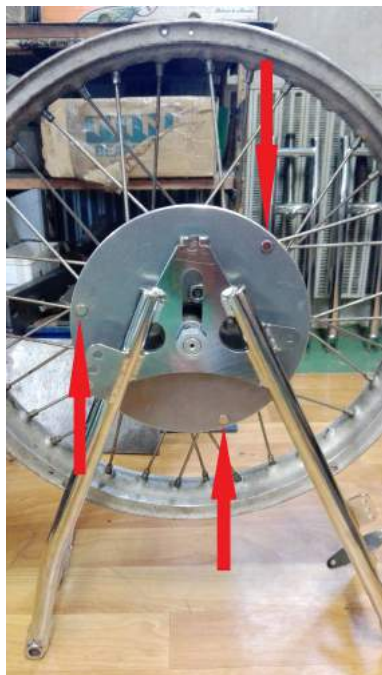
3.2.1 Magnetický snímač otáček kola plochodrážního motocyklu

Funkční jednotka 1F 622 591 3.11 je detektor otáček kola plochodrážního motocyklu, jehož základ tvoří monolytický integrovaný obvod detekující zvýšení magnetického pole vytvářeného průchodem neodymových magnetů umístěných v náboji kola motocyklu. Při průchodu neodymového magnetu okolo citlivé části snímače Tesla MH3SS2 se na výstupech O1 a O2 generují jehlové kladné a záporné impulsy. Rezistory 10 k Ω obvodu snímače jsou snímací rezistory – výstupy O1 a O2 jsou v zapojení s otevřenými kolektory. Axiální hliníkový elektrolytický kondenzátor 1 mF/70 V (typu Tesla TE 988) plní funkci v \check{r} blokování napájecího napětí.

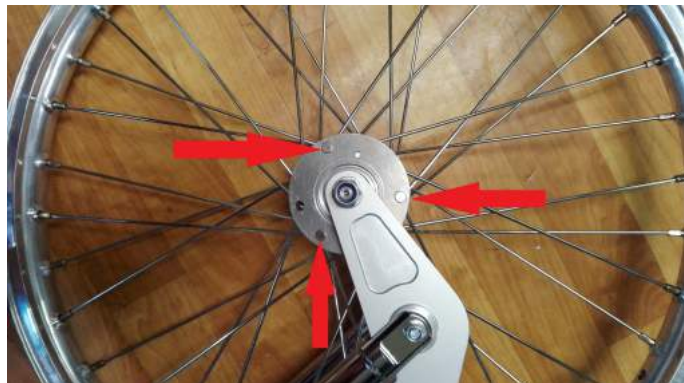


Obrázek 3.11: Magnetické snímače předního a zadního kola

Fotografie neodymových magnetů zalisovaných do přípravků na předním a zadním kole 3.12. Magnety jsou zalisovány po 120 stupních.

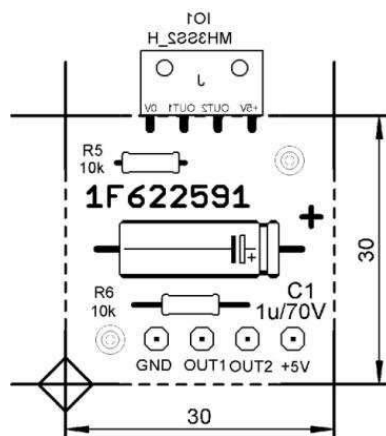


(a) Neodymové magnety uloženy na zadním kole

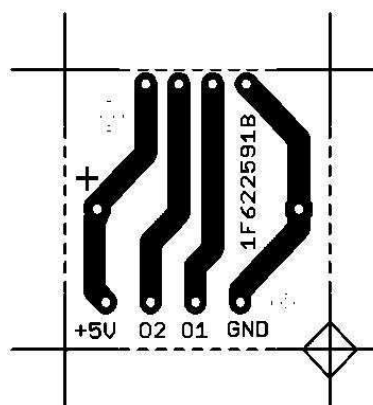


(b) Neodymové magnety uloženy na předním kole

Obrázek 3.12: Umístění magnetů na kolech

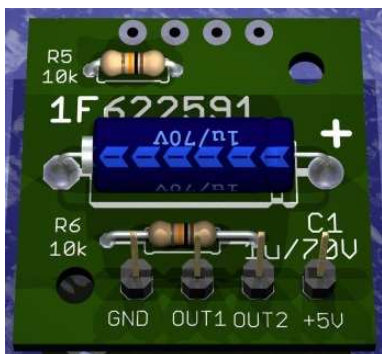


(a) Osazovací plán

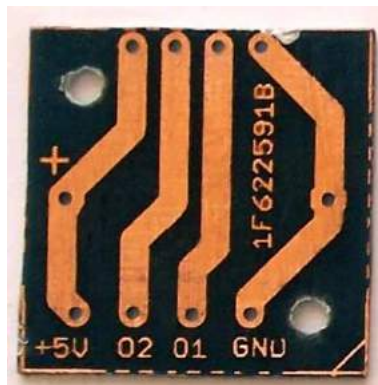


(b) Klišé plošných spojů

Obrázek 3.13: Výrobní dokumentace magnetického snímače otáček -1



(a) 3D pohled

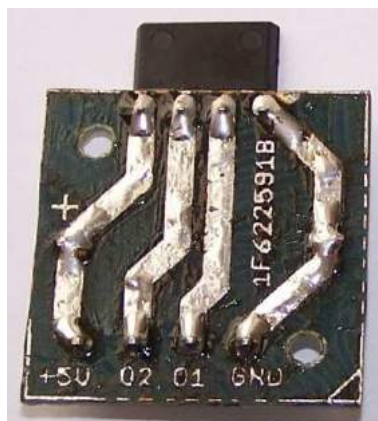


(b) Vyleptaný plošný spoj

Obrázek 3.14: Výrobní dokumentace magnetického snímače otáček -2



(a) Osazená deska - pohled shora



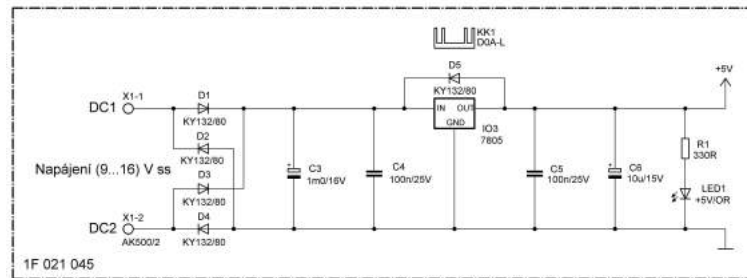
(b) Osazená deska - pohled zdola

Obrázek 3.15: Výrobní dokumentace magnetického snímače otáček -3

3.2.2 Stabilizátor +5 V/max. 500 mA (1F 021 045)

Jedná se o lineární stabilizátor +5 V/max. 500 mA s integrovaným obvodem 7805 zapojeným v klasickém zapojení 3.16. Vstup i výstup integrovaného stabilizátoru 7805 jsou zablokovány keramickými kondenzátory 100 nF proti parazitním vf oscilacím. Na výstupu stabilizátoru je zapojen axiální hliníkový elektrolytický kondenzátor 10 mF/15 V (typ TE 984) pro zlepšení dynamické odezvy celého obvodu. Zpětně polarizovaná dioda D5 typu KY 132/80 chrání integrovaný obvod proti zkratu na vstupu. Vstupní napětí v rozmezí hodnot 9 V až 16 V je filtrováno axiálním hliníkovým elektrolytickým kondenzátorem

1 mF/16 V (typ TF 008). Přívod napájení je ošetřen proti případnému přepólování svorek pomocí diod D1 až D4 typu KY 132/80. Indikace provozu stabilisátoru je provedena pomocí svítivé diody LED1. Obvod 7805 v pouzdře TO-220 je pro lepší odvod tepla namontován na chladič.



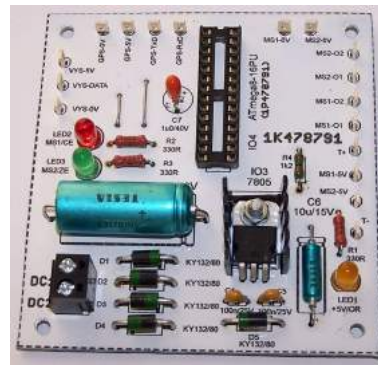
Obrázek 3.16: Schéma stabilizátoru +5 V

3.2.3 Datový vysílač GPS obvodu (1K 478 791)

Kombinovaná funkční jednotka 1K 478 791 3.17 je řídicí jednotka ovládající elektroniku GPS obvodu plochodrážního motocyklu. Jednočipový mikropočítač přijímá impulsy ze snímačů otáček předního a zadního kola plochodrážního motocyklu (jednotky 1F 622 591) a z kmitočtu těchto impulsů programově počítá otáčky a teoreticky ujetou dráhu obou kol motocyklu. Dále mikropočítač přijímá časoměrný a polohový signál z přijímače GPS signálu (jednotka Arduino Neo-6M). Tyto signály se využívají pro zpřesnění výpočtu ujeté dráhy a okamžité rychlosti motocyklu (zejména se provádí korekce na prokluzování zadního kola motocyklu). Vypočítané hodnoty (poloha, ujetá dráha, okamžitá rychlost motocyklu a otáčky kol) se pomocí rádiového vysílače (jednotka FS1000A) předávají bezdrátově přijímacímu obvodu. Veškerá logika řízení je skryta v programu jednočipového mikropočítače ATmega 8-16PU (evidenční číslo programu 1P 478 791). Tlačítko kalibrace slouží k nastavení definovaného počátečního stavu před startem motocyklu. Svítivé diody MS1/CE, MS2/ZE slouží k optické indikaci přijímání impulsů ze snímačů 1F 622 591. Obvody s rychlými diodami Tesla KA 221 slouží k ochraně příslušných vstupních linek mikropočítače před zápornými impulsy přicházejícími z magnetických snímačů. Tantálový kapkový kondenzátor 1 mF/40 V (typu Tesla TE 135) slouží k vř blokovaní napájení mikroprocesorové jednotky.

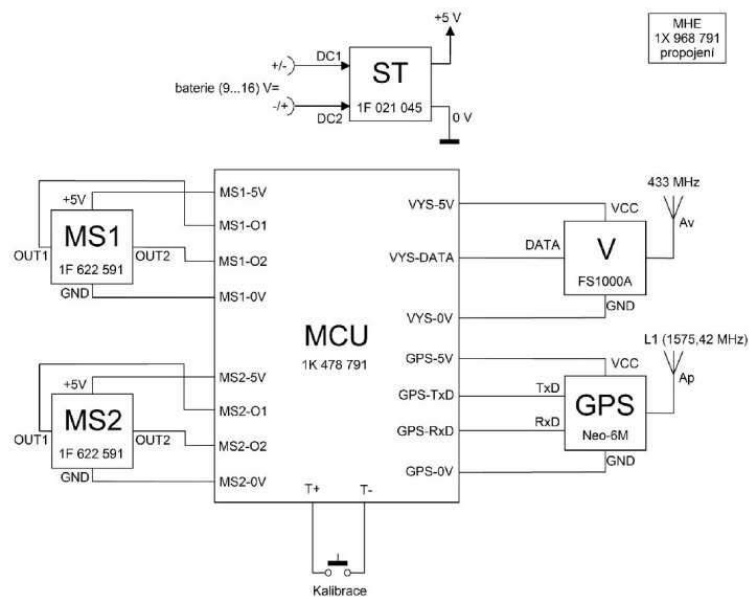


(a) 3D pohled



(b) Osazená deska

Obrázek 3.19: Výrobní dokumentace desky zpracovávající telemetrická data 1.1

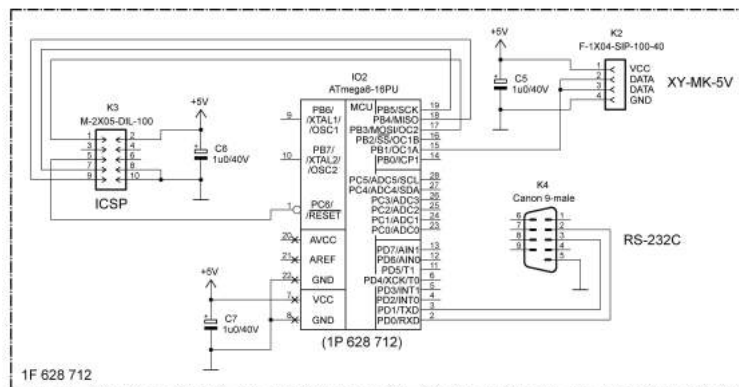


Obrázek 3.20: Propojovací schéma

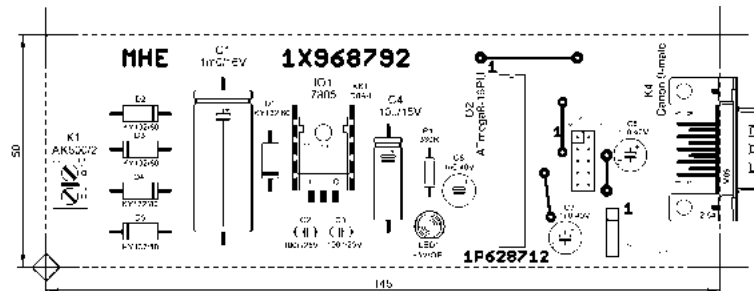
3.2.4 CPU jednotka rádiového přijímače (1F 628 712)

Funkční jednotka 1F 628 712 3.21 je řídicí jednotka ovládající elektroniku přijímače dat z plochodrážního motocyklu (obsahujícího elektronickou sestavu 1X 968 791). Jednočipový mikro počítač přijímá telemetrická data z TTL rádiového přijímače XY MK-5V (otáčky kol motocyklu, ujetou dráhu, okamžitou rychlost motocyklu, UMT čas odměru

dat). Následně tato data odesílá asynchronním způsobem po sériové lince EIA RS-232C (CCITT V.24) do připojeného počítače. Konektor K3 (ICSP) slouží k programování jednočipového počítače v zapojení, bez nutnosti vyjmát obvod z patice. Veškerá logika řízení je skryta v programu jednočipového mikropočítače ATmega 8-16PU (evidenční číslo programu 1P 628 712). Tantalové kapkové kondenzátory C5, C6, C7 o hodnotě 1 mF/40 V (typu Tesla TE 135) slouží k vf blokování napájení rádiového přijímače, programátoru a mikroprocesorové jednotky.



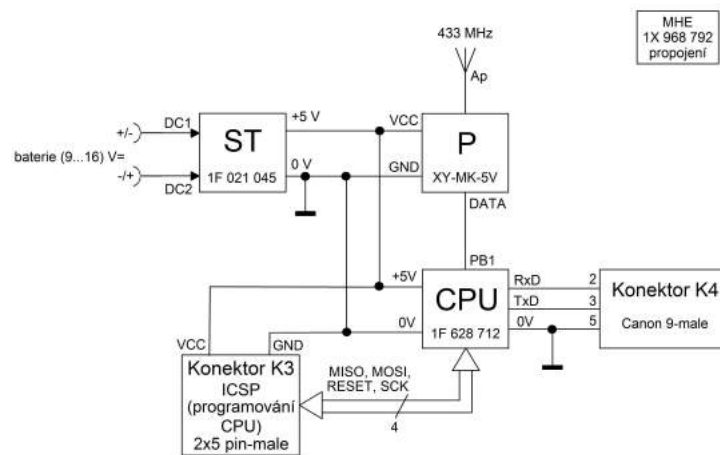
Obrázek 3.21: Schéma datového vysílače GPS obvodu



Obrázek 3.22: Osazovací plán



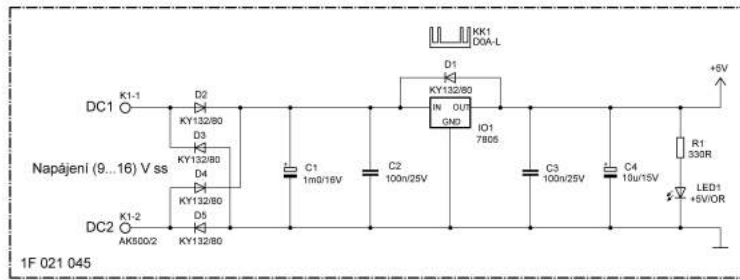
Obrázek 3.23: 3D pohled



Obrázek 3.24: Propojovací plán

3.2.5 Stabilizátor +5 V/max. 500 mA (1F 021 045)

Jedná se o lineární stabilizátor +5 V/max. 500 mA s integrovaným obvodem 7805 zapojeným v klasickém zapojení. Vstup i výstup integrovaného stabilizátoru 7805 jsou zablokovány keramickými kondenzátory 100 nF proti parazitním vf oscilacím. Na výstupu stabilizátoru je zapojen axiální hliníkový elektrolytický kondenzátor 10 mF/15 V (typu Tesla TE 984) pro zlepšení dynamické odezvy celého obvodu. Zpětně polarizovaná dioda D1 typu Tesla KY 132/80 chrání integrovaný obvod proti zkratu na vstupu. Vstupní napětí v rozmezí hodnot 9 V až 16 V je filtrováno axiálním hliníkovým elektrolytickým kondenzátorem 1 mF/16 V (typ Tesla TF 008). Přívod napájení je ošetřen proti případnému přepólování svorek pomocí diod D2 až D5 typu Tesla KY 132/80. Indikace provozu stabilizátoru je provedena pomocí svítivé diody LED1. Obvod 7805 v pouzdře TO-220 je pro lepší odvod tepla namontován na chladič.



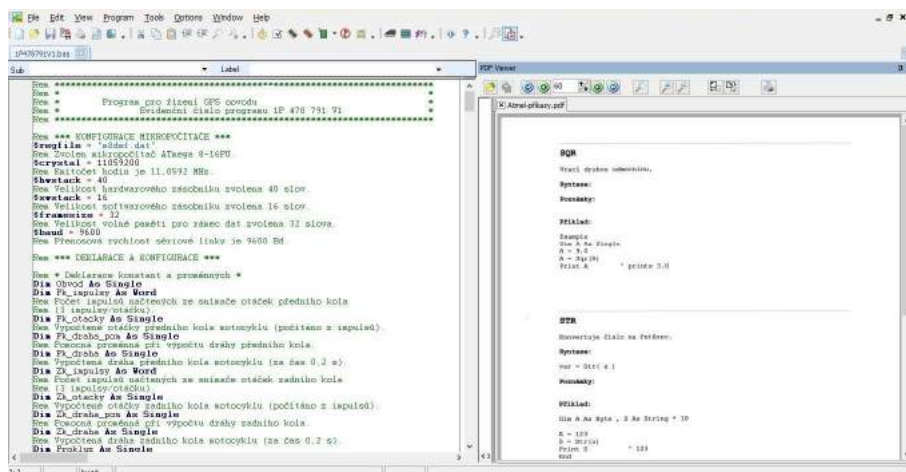
Obrázek 3.25: Schéma stabilizátoru (1F 021 045)

3.3 Algoritmy a řídicí program

Tato podkapitola obsahuje vývojový diagram vysílače snímacího zařízení včetně doplněných návěstí tvar datagramu NMEA s popisem subdatagramů GGA a VTG 3.30. Dále jsou zde obsaženy snímky z vývojového prostředí Bascom. A v poslední řadě program pro vysílač snímače.

3.3.1 Vývojový diagram pro vysílač

Celý zdrojový kód programu GPS vysílače a přijímače je obsažen v příloze D.



Obrázek 3.26: Datový vysílač GPS obvodu

```

Sub
  Rem (7 až 12 znak řetězec Delka_1)
  Rem Vyska_sore_0 = Mid(datagram , 56 , 6)
  Rem Vy řetězec Vyska_sore_0 uloz hodnotovou výšku nad mořem v setrech
  Rem (56 až 61 znak GG4 datagramu)
  End If
  If Hlava_vtg = "SOPFG" Then
  Rem Přijetí VTG datagramu
  Rychlost_1 = Mid(datagram , 22 , 5)
  Rem Měřená rychlostí pohybu po Zemi (v km/h) z VTG datagramu
  Rem (5 znaků od 22. pozice)
  End If
  If Hlava_gga () = "SOPGGA" Then
  If Hlava_vtg () = "SOPVTG" Then
  Goto Gps_kal
  End If
  End If
  Rem Přetvárná hlavička není ve formátu GG4 nebo VTG?
  Rem Ano - skok na návěští GPS_kal a načti nové data z GPS přijímače Nem-0H.
  Rem Ne - pokračuj v programu dšl.
  Set Hs1_ce
  Set Hs2_ze
  Rem Rozsvit diody Hs1/CE, Hs2/ZE.
  Waitms 250
  Rem Zhasni diody
  Reset Hs1_ce
  Reset Hs2_ze
  Rem Zhasni diody Hs1/CE, Hs2/ZE.
  Goto_1
  Call Hsok1_gps
  Rem Načti data z GPS přijímače Nem-0H
  Posice_gps = LastR(datagram , Hlavicka_gga)
  Rem Na proměnné Posice_gps ulož polohu i značku podřetězce Hlavicka_gga
  Rem ("SOPGGA") v řetězci datagramu (přijetí datagramu NMEA)
  Hlavicka_gga = Mid(datagram , Posice_gps , 6)
  Rem z řetězce datagramu přetři od polohy Posice_gga i znaků a ty ulož
  Rem do zátvorky Hlavicka_gga
  Posice_vtg = LastR(datagram , Hlavicka_vtg)
  Rem Na proměnné Posice_vtg ulož polohu i značku podřetězce Hlavicka_vtg
  Rem ("SOPVTG") v řetězci datagramu (přijetí datagramu NMEA)
  Hlavicka_vtg = Mid(datagram , Posice_vtg , 6)
  Rem z řetězce datagramu přetři od polohy Posice_vtg i znaků a ty ulož
  Rem do zátvorky Hlavicka_vtg
  If Hlavicka_gga = "SOPGGA" Then

```

```

SQR
Vrazi dráhu ušmrcení.
Systém:
Pozadí:
Příklad:
Ole A An Systm , 2 An Systm + 10
A = 123
B = 01234
Print A      * příkazy 3.0

SQR
Konverze dráhy na řetězec.
Systém:
Vst: 2161 * I
Pozadí:
Příklad:
Ole A An Systm , 2 An Systm + 10
A = 123
B = 01234
Print A      * příkazy 3.0

```

Obrázek 3.27: Datový vysílač GPS obvodu

```

Sub
  Rem Vy řetězec Delka_hlavick_1 uloz desetinnou část minut východní délky
  Rem (7 až 12 znak řetězec Delka_1)
  Rem Vyska_sore_1 = Mid(datagram , 56 , 6)
  Rem Vy řetězec Vyska_sore_1 uloz hodnotovou výšku nad mořem v setrech
  Rem (56 až 61 znak GG4 datagramu)
  End If
  If Hlava_vtg = "SOPVTG" Then
  Rem Přijetí VTG datagramu
  Rychlost_1 = Mid(datagram , 22 , 5)
  Rem Měřená rychlostí pohybu po Zemi (v km/h) z VTG datagramu
  Rem (5 znaků od 22. pozice)
  End If
  If Hlava_gga () = "SOPGGA" Then
  If Hlava_vtg () = "SOPVTG" Then
  Goto Gps_kal
  End If
  End If
  Rem Přetvárná hlavička není ve formátu GG4 nebo VTG?
  Rem Ano - skok na návěští GPS_kal a načti nové data z GPS přijímače Nem-0H.
  Rem Ne - pokračuj v programu dšl.
  For_1 = 1 To 00 Step 1
  If Hs1_ol = 1 Then
  Set Hs1_ol
  Inor FK_izpulisy
  Else
  Reset Hs1_ol
  End If
  If Hs1_e2 = 1 Then
  Set Hs1_ol
  Inor FK_izpulisy
  Else
  Reset Hs1_ol
  End If
  Rem Je Hs1_ol = 1 nebo Hs1_ol = 1?
  Rem Ano - rozsvit diody Hs1/CE s inkrementuiv proměnnou FK_izpulisy.
  Rem Ne - zhasni diody Hs1/CE.
  If Hs2_ol = 1 Then
  Set Hs2_ol
  Inor ZL_izpulisy
  Else
  Reset Hs2_ol
  End If
  If Hs2_ol = 1 Then

```

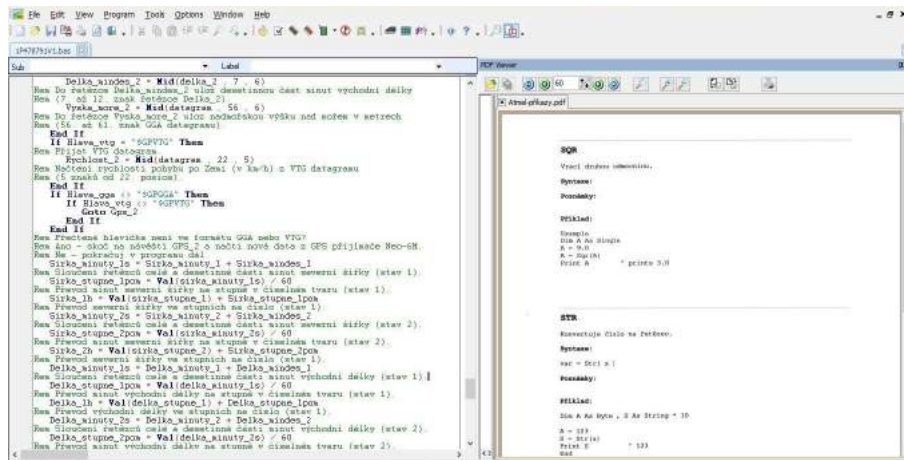
```

SQR
Vrazi dráhu ušmrcení.
Systém:
Pozadí:
Příklad:
Ole A An Systm , 2 An Systm + 10
A = 123
B = 01234
Print A      * příkazy 3.0

SQR
Konverze dráhy na řetězec.
Systém:
Vst: 2161 * I
Pozadí:
Příklad:
Ole A An Systm , 2 An Systm + 10
A = 123
B = 01234
Print A      * příkazy 3.0

```

Obrázek 3.28: Datový vysílač GPS obvodu



Obrázek 3.29: Datový vysílač GPS obvodu

3.3.2 Tvar datagramu NMEA

- Jedná se o tvar datagramu, ve kterém se zpracovávají subdatadramy (věty) GGA a VTG.

Národní asociace pro námořní elektroniku (NMEA) vyvinula specifikaci, která definuje rozhraní mezi různými kusy námořních elektronických zařízení. Tato norma umožňuje námořní elektronice posílat informace do počítačů a do jiných námořních zařízení. Komunikace přijímače GPS je definována v rámci této specifikace. Většina počítačových programů, které poskytují informace o poloze v reálném čase, rozumí a očekávají, že data budou ve formátu NMEA. Tato data zahrnují kompletní řešení PVT (pozice, rychlost, čas) vypočtené přijímačem GPS. Myšlenka NMEA je odeslat řadu dat nazvaných věta, která je zcela samostatná a nezávislá na jiných větách. U tohoto snímače jsou použity datagrama (věty) GGA a VTG.

Každá věta začíná znakem dolaru a končí sekvencí posunu zpět / řádek a nesmí být delší než 80 znaků viditelného textu (plus terminátory řádku). Údaje jsou obsaženy v tomto řádku a datové položky jsou odděleny čárkami. Data sama o sobě je pouze text ascii a může se vyskytovat v několika větách v určitých specializovaných případech, ale obvykle je plně obsažena v jedné větě s proměnnou délkou. Údaje se mohou lišit v množství přesnosti obsažené ve zprávě. Například čas může být označen na desetinné části sekundy nebo může být zobrazeno 3 nebo dokonce 4 číslice za desetinnou čárkou. Programy, které čte data, by měly používat čárky pouze pro určení hranic polí a nezávisí

na pozicích sloupců. Existuje ustanovení o kontrolním součtu na konci každé věty, která může nebo nemusí být kontrolována jednotkou, která čte data. Pole kontrolního součtu se skládá ze znaku '*' a dvou hexadecimálních číslic představujících 8 bitový exkluzivní NEBO všechny znaky mezi, ale bez znaku dolaru a '*'. Kontrolní součet je vyžadován u některých vět.

3.3.2.1 Věta GGA

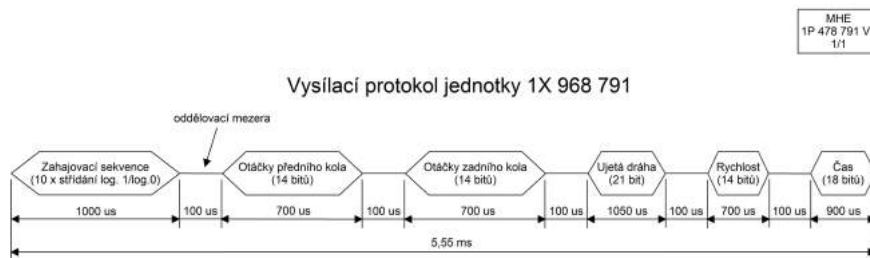
- GGA - základní opravné údaje, které poskytují 3D údaje o poloze a přesnosti.

GPGGA, 123519,4807,038, N, 01131.000, E, 1,08,0,9,545.4, M, 46,9, M1 * 47

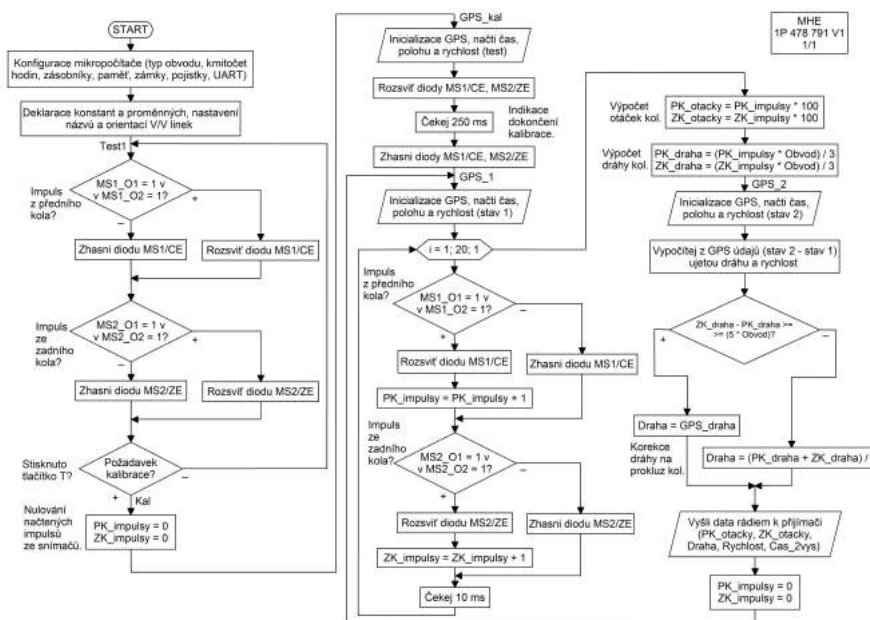
GGA Globální určování polohy systému 123519 oprava přijata v 12:35:19 UTC 4807.038, N Šířka 48 deg 07.038 'N 01131.000, E Zeměpisná délka 11 ° 31.000 'E

Oprava kvality:

- 0 = Neplatná
- 1 = Oprava GPS (SPS)
- 2 = Oprava DGPS
- 3 = PPS fix
- 4 = Kinematic v reálném čase
- 5 = Float RTK
- 6 = Odhad (mrtvý výpočet)
- 7 = Režim ručního zadávání
- 8 = Režim simulace
- 08 Počet sledovaných družic
- 0,9 Horizontální ředění polohy
- 545,4, M Nadmořská výška, metry nad střední hladinou moře
- 46,9, M Výška geoidu (průměrná hladina moře) nad WGS84 Elipsoid
- (Prázdné pole) čas v sekundách od poslední aktualizace DGPS

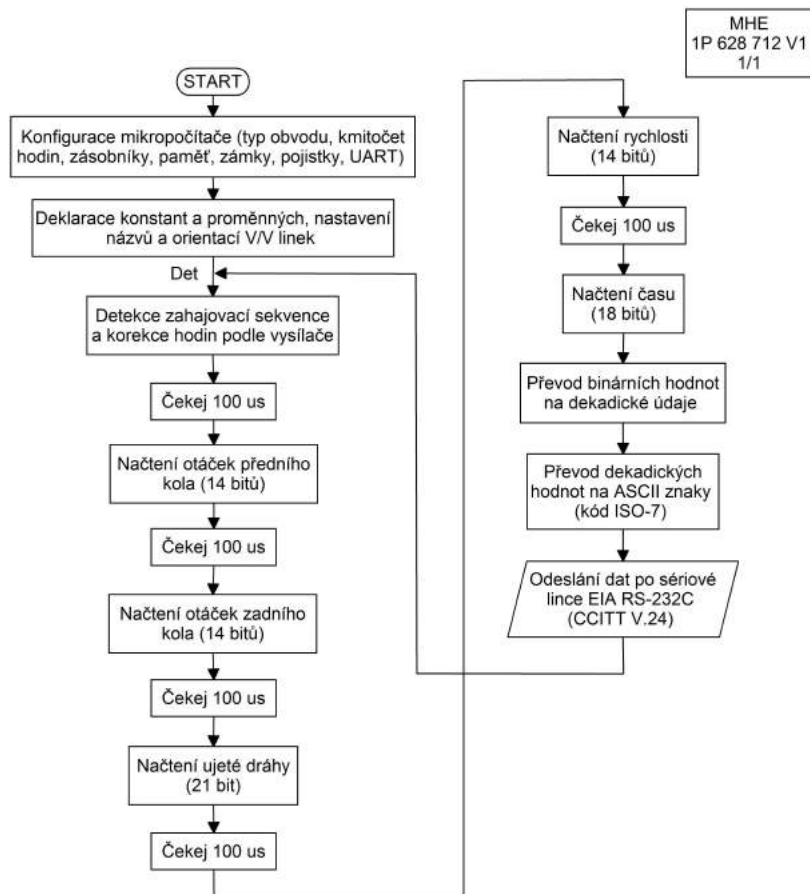


Obrázek 3.31: Vysílací protokol datového vysílače



Obrázek 3.32: Vývojový diagram datového vysílače

3.3.3 Vývojový diagram pro přijímač



Obrázek 3.33: Vývojový diagram datového přijímače

Kapitola 4

Sestavení, montáž měřicího zařízení a testování

Tato kapitola názorně popisuje a dokumentuje sestavení snímacího zařízení a jeho následnou montáž na závodní motocykl 4.8. Jsou zde dále zaznamenáno testování funkčnosti celého zařízení.

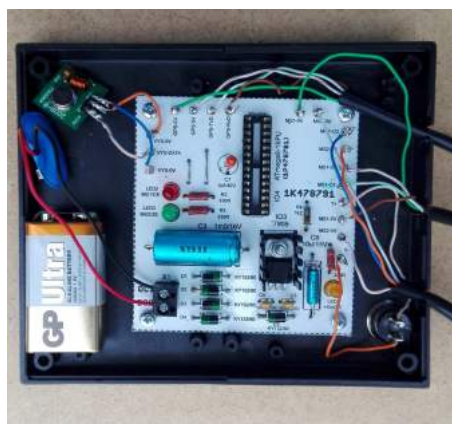
4.1 Sestavení a montáž měřicího zařízení

- Uložení snímačů předního, zadního kola, GPS modulu a řídicí jednotky GPS do krycích boxů a následně do přípravků sloužících k připevnění na motocykl

Veškeré snímače a řídicí jednotka jsou umístěny v plastových boxech 4.3(b) 4.4, které zařízení chrání před vnějšími vlivy a poškozením. Snímače v boxech na předním a zadním kole jsou ke konstrukci motocyklu připevněny pomocí slisovaných a svařovaných přípravků, které chrání celý mechanismus a zabraňují přímému kontaktu se zařízením. GPS modul 4.5 je připevněn na přední stranu řídítek a není zakryt žádným pouzdem, aby nedocházelo k rušení GPS signálu.



(a) Uložení GPS modulu



(b) Uložení desky zpracovávající telemetrická data

Obrázek 4.1: GPS modul a deska pro zpracování telemetrických dat



(a) Uložení snímače zadního kola



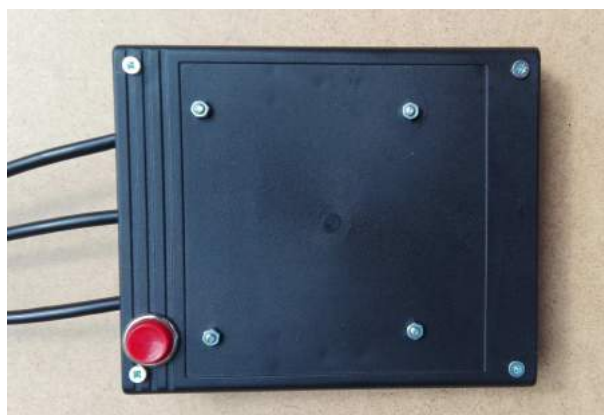
(b) Uložení snímače předního kola

Obrázek 4.2: Uložení snímačů

- Snímače předního a zadního kola opatřené plastovou krytkou s výřezem pro hallovu sondu
- Krabička s deskou zpracovávající telemetrická data s resetovacím tlačítkem

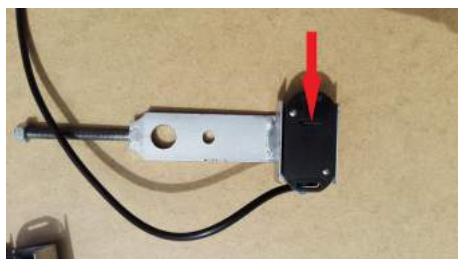


(a) Přední strany krabičky s resetovacím tlačítkem



(b) Zadní strana krabičky

Obrázek 4.3: Smontovaná krabicí krabička pro desku zpracovávající telemetrická data



(a) Zadní snímač



(b) Přední snímač

Obrázek 4.4: Smontované krabičky snímačů předního a zadního kola

- Instalace snímačů a GPS modulu na holý rám „STUHA“



(a) Montáž snímače předního kola



(b) Montáž GPS modulu

Obrázek 4.5: Montáž snímacího zařízení



Obrázek 4.6: Montáž snímače zadního kola



Obrázek 4.7: Pohled na smotovaé měřící zařízení

4.1.1 Montáž na závodní motocykl

Celé snímací zařízení umístěné na motocyklu se skládá ze čtyř částí. Jedná se o dva magnetické snímače otáček. První snímač je umístěn na pomoci duralového přípravku na zadeček zadního kola, druhý snímač je umístěn na hokejce vidlice předního kola. Další částí snímacího zařízení je GPS modul, který je umístěn na řídítkách motocyklu tak aby jeho anténka směřovala vzhůru k nebi a nebyla ničím stíněna. Poslední částí zařízení je krabička obsahující desku zpracovávající telemetrická data, která je umístěna přímo pod sedadlem. Celé zařízení je koncipováno tak aby ho bylo možné snadno namontovat a následně demontovat z jakéhokoliv plochodrážního motocyklu.



Obrázek 4.8: Uložení na závodním motocyklu



Obrázek 4.9: Demontáž zadního kola



(a) Montáž snímače zadního kola



(b) Zadní snímač v detailu

Obrázek 4.10: Montáž zadního snímače



(a) Umístění pod sedlem



(b) Detail pod sedlem

Obrázek 4.11: Montáž desky zpracovávající telemetrická data



(a) Osazená deska - pohled shora



(b) Magnetický snímač na předním kole

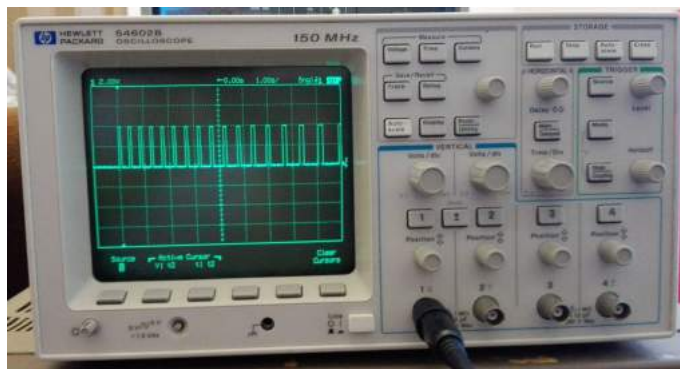
Obrázek 4.12: Přední snímač a GPS modul na řídítkách

4.2 Testování

Testování probíhalo ve dvou fázích. V první fázi se testovalo pouze zda snímače na předním a zadním kole jsou ve dostatečné vzdálenosti a dokáží sejmout jednotlivé impulsy při průletu jednotlivých magnetů.

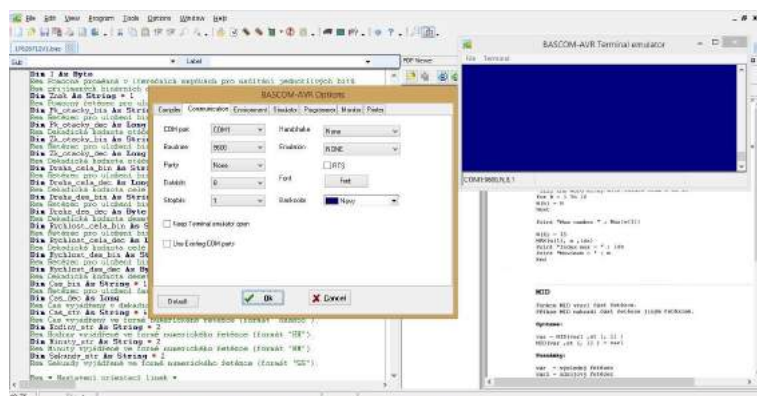
44 KAPITOLA 4. SESTAVENÍ, MONTÁŽ MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ A TESTOVÁNÍ

Z tohoto testování je přiložena fotodokumentace jednotlivých impulsů typické šířky zobrazené na osciloskopu 4.13. Tímto testem byla zaručena správná vzdálenost magnetů od snímačů.



Obrázek 4.13: Testování na osciloskopu

Druhá fáze se zařízení testovalo přímo na závodní dráze, kde se zjišťovalo zda jsem schopni získat žádaná data (otáčky předního kola, otáčky zadního kola, rychlost, čas a ujetou vzdálenost) odeslat a zobrazit v počítači. Testování proběhlo bez problémů a na obrázcích je vidět proces nastavování, test průchodnosti a následná získaná data, která jsou pro nás velmi důležitá.



Obrázek 4.14: Nastavení v Bascom

Kapitola 5

Závěr

V této absolventské práci byly naplněny veškeré požadavky firmy Stuha Frames a byly naplněny všechny cíle, které jsou uvedeny v zadání práce. Autor práce navrhl, sestavil a popsal zařízení snímající potřebné fyzikální veličiny z plochodrážního motocyklu, které bude využíváno pro potřeby firmy Stuha Frames a mechaniky závodních strojů pro které bude stěžejním zařízením při nastavování co nejefektivnějších parametrů motorů závodních speciálů. V práci jsou popsány veškeré elektronické součástky potřebné k sestavení snímacího zařízení, návrh a popis obvodů jednotlivých snímačů a modulů, následné zkonstruování a instalace celého snímacího zařízení na závodní motocykl. Funkčnost zařízení byla řádně otestována na závodním okruhu a naměřená data byla zdokumentována a zapsána v této práci. S ohledem na to, že při návrhu, konstruování a testování snímacího zařízení vyplynuly další požadavky na úpravu a doplnění snímače související se snímáním a zobrazováním dalších dat, bude se snímač nadále modifikovat a upravovat podle daných potřeb.

Literatura

ARDUINO (2017), *Datasheed*, Praha: Arduino.

ATMEL (2013), *Datasheed*, Praha: Atmel.

DIPL.-KFF. JANA NEUMANNOVÁ, DiS. (2008), Plochodrážní motocykly [online].
[cit. 2008-06-08], <http://www.kolemkola.cz/plochodrazni-motocykly.html>.

ECLIPSE (2016), *Datasheed*, Praha: Eclipse.

JAWA (1996), *Katalog*, Divišov: Jawa.

LARM (2016), *Product list*, Netolice: Larm.

Příloha A

Obsah přiloženého CD/DVD

K této práci je přiloženo CD/DVD s následující adresářovou strukturou.

- Absolventská práce v \LaTeX 2_ε
- Fotodokumentace
- Zakostelsky_AP_2016_2017.pdf – absolventská práce ve formátu PDF

Příloha B

Použitý software

L^AT_EX 2_ε [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/)

TeXstudio [⟨http://www.texstudio.org/⟩](http://www.texstudio.org/)

Proteus 8. [⟨http://www.labcenter.com/⟩](http://www.labcenter.com/)

Bascom-AVR. 2.0.7.1 [⟨http://www.mcselec.com/⟩](http://www.mcselec.com/)

Eagle 5.1.0 [⟨http://http://www.eagle.cz/⟩](http://http://www.eagle.cz/)

Diagram designer 1.27 [⟨http://diagram-designer.en.softonic.com/⟩](http://diagram-designer.en.softonic.com/)

Pov-Ray 3.6 [⟨http://http://www.povray.org/⟩](http://http://www.povray.org/)

Microfost Office: Word [⟨http://http://www.microsoft.com/⟩](http://http://www.microsoft.com/)

Software z výše uvedeného seznamu je buď volně dostupný, nebo jeho licenci toho času vlastní Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí, Budějovická 421, kde autor téhož času studoval a vytvořil tuto absolventskou práci.

Příloha C

Časový plán absolventské práce

Činnost	Časová náročnost	Termín ukončení	Splněno
vytvoření zadání absolventské práce	2 týdny	10.8.2016	02.08.2016
objednání elektronických komponent	3 týdny	20.11.2016	04.11.2016
dodání elektronických komponent	2 týdny	30.12.2016	15.12.2016
výkresová dokumentace	2 měsíce	25.03.2017	17.03.2017
návrh plošných spojů	4 týdny	10.06.2017	25.05.2017
výroba a osazení plošných spojů	3 týdny	20.06.2017	05.07.2017
montáž zařízení	3 týdny	30.07.2017	25.07.2017
AP: kompletní text	8 týdnů	18.08.2011	15.08.2017

Příloha D

Program GPS vysílače a přijímače

Příloha E

Rozpočet projektu

Následující tabulka uvádí finanční rozpočet snímacího zařízení zahrnující nákupy jednotlivých součástí a zakázky realizované mimo školu. Ceny jsou uvedeny včetně DPH a obvykle včetně poštovního a balného.

Tabulka E.1: Finanční rozpočet projektu

Položka	Cena celkem
El. součástky	1 051,-
Plošné spoje	70,-
Duralové komponenty	895,-
Neodymové magnety	159,-
Krycí krabičky	99,-
Výroba držáků	1 300,-
Celkem	3 574,-