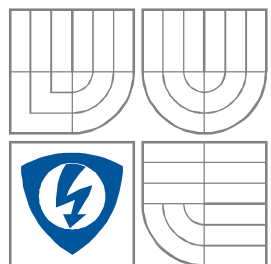


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V
BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A
KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION

DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

BEZDRÁTOVÉ ROZHRANÍ PRO DIGITÁLNĚ ŘÍZENÉ APLIKACE
WIRELESS INTERFACE FOR DIGITALLY-CONTROLLED APPLICATIONS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. MARTIN VALOUCH

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. LUBOMÍR BRANČÍK, CSc.

BRNO, 2012

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na praktickou realizaci bezdrátového rozhraní použitím infračerveného přenosu dat. Tento druh přenosu je použit k měření rychlosti jízdy na motocyklu značky Simson. V práci je uveden způsob realizace digitálního řízení motocyklu prostřednictvím mikrokontrolérů. Digitálním řízením lze snadno vylepšit a rozšířit funkce motocyklu pro lepší obsluhu a jízdu. To umožňuje sběr informací o stavu vybraných částí motocyklu. Potřebné informace mohou být: teplota motoru, stav nabití akumulátoru, ujetá vzdálenost, průměrná rychlost a jiné.

KLÍČOVÁ SLOVA

Bezdrátové rozhraní, mikrokontrolér, infračervený přenos, sériová komunikace, snímače.

ABSTRACT

The thesis aim is in practical realization of wireless interface, which is created by infrared relay in motorcycle Simson. Infrared relay is used for speed measuring. This work describes the realization of digital controlling by microcontrollers. Digital controlling can easily improve and upgrade functions for better driving comfort. It's possible by getting information about condition of selected motorcycle parts. This information can be engine temperature, battery charge, total distance and etc.

KEYWORDS

Wireless interface, microcontroller, infrared relay, serial communication, sensors.

VALOUCH, M. *Bezdrátové rozhraní pro digitálně řízené aplikace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 60 s. Vedoucí práce prof. Ing. Lubomír Brančík, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svůj semestrální projekt na téma Bezdrátové rozhraní pro digitálně řízené aplikace jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího semestrálního projektu a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedeného semestrálního projektu dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením tohoto semestrálního projektu jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu semestrálního projektu prof. Ing. Lubomíru Brančíkovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mého Semestrálního projektu.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

OBSAH

1. ÚVOD.....	7
2. POPIS ČÁSTÍ SYSTÉMU	8
1) MIKROKONTROLÉR	8
2.1.1 Základní dělení	8
2.1.2 Výhody a nevýhody mikrokontrolérů	9
2.1.3 Mikrokontroléry ATmega16 a ATmega8.....	9
2) SNÍMAČ RYCHLOSTI	9
2.2.1 Rozdělení vhodných snímačů	9
2.2.2 Indukční snímače rychlosti.....	10
2.2.3 Magnetické snímače rychlosti	10
2.2.4 Optický princip snímání rychlosti	11
3) SNÍMAČE TEPLoty	12
2.3.1 Rozdělení teplotních snímačů.....	12
2.3.2 Kovové odporové snímače	13
2.3.3 Polovodičové odporové snímače teploty.....	14
2.3.4 Monolitické PN snímače teploty.....	14
2.3.5 Termočlánky.....	15
2.3.6 Upevnění dotykových snímačů teploty	15
2.3.7 Vybrané snímače teploty	16
4) BEZDRÁTOVÉ ROZHRANÍ.....	16
2.4.1 Možnosti realizace bezdrátových rozhraní	16
2.4.2 Infračervený přenos	17
2.4.3 Realizace infračerveného přenosu	17
5) KOMUNIKACE UVNITŘ SYSTÉMU	18
2.5.1 Sériová komunikace	18
2.5.2 LIN sběrnice.....	19
2.5.3 SPI sběrnice	20
2.5.4 Sběrnice I2C	20
2.5.5 Sběrnice CAN.....	21
2.5.6 Sériová linka RS-232	22
3. BLOKOVÉ SCHÉMA SYSTÉMU.....	24
1) BLOKOVÉ SCHÉMA SYSTÉMU	24
4. REALIZACE SYSTÉMU.....	25
1) VYTVOŘENÍ NOVÉ ELEKTROINSTALACE	25
2) NABÍJECÍ ZAŘÍZENÍ.....	25
3) JEDNOTKA SLAVE	27
4.3.1 Napájení Slave	27
4.3.2 Jednotka Slave	28
4) JEDNOTKA MASTER	30
4.4.1 Kontrolní světla.....	30
4.4.2 Jednotka Master.....	31
4.4.3 Infračervený přijímač.....	34
5) INFRAČERVENÝ SNÍMAČ RYCHLOSTI	34
6) SNÍMAČ TEPLoty	36
4.6.1 Volba rezistorů pro teplotní snímač.....	37
7) LED DISPLEJ	38
5. VÝVOJOVÉ DIAGRAMY PROGRAMŮ	39

1)	SNÍMAČ RYCHLOSTI	39
2)	JEDNOTKA SLAVE	40
3)	JEDNOTKA MASTER	42
6.	VYTVOŘENÍ PŘÍSTROJOVÉ DESKY	44
7.	UŽIVATELSKÝ MANUÁL.....	45
1)	TECHNICKÉ ÚDAJE	45
2)	ÚDRŽBA.....	45
3)	OBSLUHA.....	46
7.3.1	<i>Uvedení do chodu</i>	<i>46</i>
7.3.2	<i>Ovládání LCD/LED displeje</i>	<i>46</i>
7.3.3	<i>Ovládání parkovacího světla</i>	<i>46</i>
7.3.4	<i>Kontrolní světla.....</i>	<i>46</i>
7.3.5	<i>Přenos informací.....</i>	<i>47</i>
8.	ZÁVĚR	48

1. ÚVOD

Semestrální projekt se zabývá návrhem a realizací bezdrátového rozhraní pro mikrokontroléry řízený motocykl značky Simson. Jako vhodné rozhraní byl vybrán infračervený přenos, který bude sloužit k přenášení dat mezi snímačem rychlosti a mikrokontrolérem umístěným v nově vytvořené přístrojové desce mezi řídítky. Tento mikrokontrolér (Master) bude dále zajišťovat zpracování dat ze snímače spolu s jejich zobrazením pomocí velkého červeného dvojitého LED panelu umístěného u řídítek. Pod tímto LED panelem bude další zobrazovací jednotka, konkrétně LCD displej. Displej bude sloužit pro zobrazení přehledových informací o stavu vybraných částí motocyklu nebo jiných informací. Mezi tyto informace patří měření teploty motoru, stav nabití akumulátoru, zobrazení data, hodin, počet ujetých kilometrů apod. Řízení zobrazení jednotlivých informací je ovládáno pomocí tlačítka u displeje.

Dále bude tato deska obsahovat hlavní spínač na klíč, který v původní výbavě chybí, LED diody pro rychlý přehled o stavu nabití akumulátoru, kontrolní světla pro směrová světla, parkovací, tlumené nebo dálkové osvětlení. Parkovací osvětlení bude ovládáno pomocí PWM modulace kvůli úspoře energie z akumulátoru. Pro ovládání intenzity podsvícení LCD displeje je použit potenciometr, kterým bude možné zvýšit intenzitu svitu LCD displeje při osvětlení přístrojové desky Sluncem.

Podružný mikrokontrolér (Slave) bude umístěn v přístrojové skříni motocyklu. Jeho úkolem bude získávat data od teplotního snímače umístěného na zadní stěně válce pro měření teploty motoru, uvnitř přístrojové skříně pro měření okolní teploty, zjišťovat stav nabití akumulátoru, PWM modulací řídit osvětlení zadního světla a brzdového světla.

S hlavním řídícím mikrokontrolérem umístěným u řídítek (Master) bude komunikovat prostřednictvím sériové sběrnice. Pro případné nahrání dat o počtu ujetých kilometrů a jiných informací bude v přístrojové skříni přístupný sériový port RS232.

Stávající elektroinstalace motocyklu je 6 V, ale pro lepší využití bude předělána na 12V. Potřebné napájecí napětí bude vytvořeno pomocí integrovaných stabilizátorů na 5V.

2. POPIS ČÁSTÍ SYSTÉMU

1) Mikrokontrolér

2.1.1 Základní dělení

Mikrokontrolér je integrovaný obvod, který na jednom čipu obsahuje řídicí jednotku, paměti, čítače/časovače, vstupně/výstupní porty, komparátory, A/D převodníky, jednotky pro vysílání a příjem dat a mnoho dalších částí [2]. Jejich výhodami jsou nízké náklady na pořízení, nízká spotřeba spolu velkou vnitřní výbavou.

Mikrokontroléry mohou být rozděleny dle těchto pravidel [2]:

- a) Šířka datové sběrnice
- b) Architektura
- c) Instrukční soubory

Šířka datové sběrnice udává počet paralelních vodičů tvořících tuto sběrnici. Datové sběrnice mohou být 8, 16, 32 nebo 64 bitové [2].

Další dělení mikrokontroléru je dle architektury, ta může být von Neumannova nebo Hardwardská. Von Neumannova architektura uvádí z čeho se má celý systém skládat (řídicí jednotka, paměti, vstupně/výstupní porty apod.). Využívá jedné paměti, která je společná pro program a data. Obsahuje sekvenční zpracovávání programu (instrukce jsou zpracovávány postupně za sebou) a změna vykonávání programu je možná pouze podmíněným, nepodmíněným skokem nebo podprogramem. Kvůli tomu je mikrokontrolér schopen zpracovat jakýkoliv úkol, ale neefektivně. Mikrokontrolér je řízen obsahem své paměti [2].

Hardwardská architektura má oddělenou paměť pro program a data [2]. Kvůli tomu je zapotřebí dvou sběrnic, datová a instrukční, ale může být současný přístup do obou pamětí. Kvůli oddělené paměti nemůže dojít k jevu, kdy program přepíše sám sebe. Dále mohou být pro paměti použité různé technologie jako Flash, EEPROM a jiné [2]. Paralelní zpracování instrukcí je možné pouze v operačním systému [2].

Dělení mikrokontrolérů je podle instrukčního souboru [2]. Procesory CISC obsahují mnoho instrukcí pro vykonání programu. Nevýhodou těchto procesorů je jen nepatrná změna funkčnosti u instrukcí. Protože některé instrukce jsou velice málo využívány, tak je mnoho těchto instrukcí zbytečných a také je vysoká složitost těchto procesorů [2].

Snížení počtu instrukcí je provedeno u procesorů RISC [2]. I přes menší počet instrukcí je možno vytvářet operace různými kombinacemi dostupnými instrukcemi. Tímto klesá složitost procesorů, program je delší než u CISC procesorů, ale doba jeho vykonání je kratší, protože instrukce mohou být zpracovávány v jednom hodinovém cyklu [2].

Dalším stupněm procesorů jsou procesory VLIW. Tyto procesory dle [2] umožňují efektivnější vykonávání programu, díky paralelnímu zpracování instrukcí. Instrukce mohou být zpracovány díky většímu počtu funkčních jednotek nebo práci instrukcí nezávisle na sobě. Tyto procesory jsou používány u signálových procesorů [2].

2.1.2 Výhody a nevýhody mikrokontrolérů

Literatura [2] udává tyto výhody a nevýhody mikrokontrolérů. Mezi výhody řadí:

Méně součástek v celém systému a tím levnější výroba DPS

Větší spolehlivost systému

Nízké napájecí napětí

Jednoduchý vývoj a testování

Úprava funkce přeprogramováním

V literatuře [2] je jako nevýhoda uvedena nižší rychlost zpracování instrukcí.

2.1.3 Mikrokontroléry ATmega16 a ATmega8

Jako řídicí mikrokontrolér pro řízení zobrazování údajů na přístrojové desce (Master) byl zvolen mikrokontrolér ATmega16 od firmy Atmel. Mikrokontrolér pro získávání údajů umístěný v přístrojové skříni (Slave) byl vybrán mikrokontrolér ATmega8, také od firmy Atmel. Jde o 8 bitové RISC mikrokontroléry s hardwarovou architekturou [3],[16]. Obsahují paměť typu Flash, EEPROM a SRAM o dostatečných velikostech pro zvolené použití. Pro naprogramování po zapájení lze použít ISP a pro odladění programu rozhraní JTAG [3],[16].

Tyto mikrokontroléry byly zvoleny kvůli dostatečnému počtu I/O periférií, dostatečně velké paměti, možnosti generování PWM modulace v několika možných režimech, možnosti A/D převodu a integrované jednotce pro vysílání a příjem dat USART, malému příkonu, velkému rozsahu použitelných oscilátorů a možnost pro uspaní mikrokontroléru při jeho nevyužití [3],[16].

Napájecí napětí zvolených mikrokontrolérů je v širokých mezích, ale jako nejvhodnější bylo vybráno 5 V. Stávající elektroinstalace na motocyklu Simson je 6 V, ale pro lepší využití bude tato elektroinstalace předělána na 12V. Potřebné napájecí napětí pro mikrokontroléry a jiné podpůrné obvody bude vytvořeno pomocí integrovaných stabilizátorů 7805 v pouzdrech TO220 [14].

2) Snímač rychlosti

2.2.1 Rozdělení vhodných snímačů

Elektronické bezdotykové snímání rychlosti pohybu lze provést pomocí indukčních, magnetických nebo optických snímačů. Všechny tyto principy používají

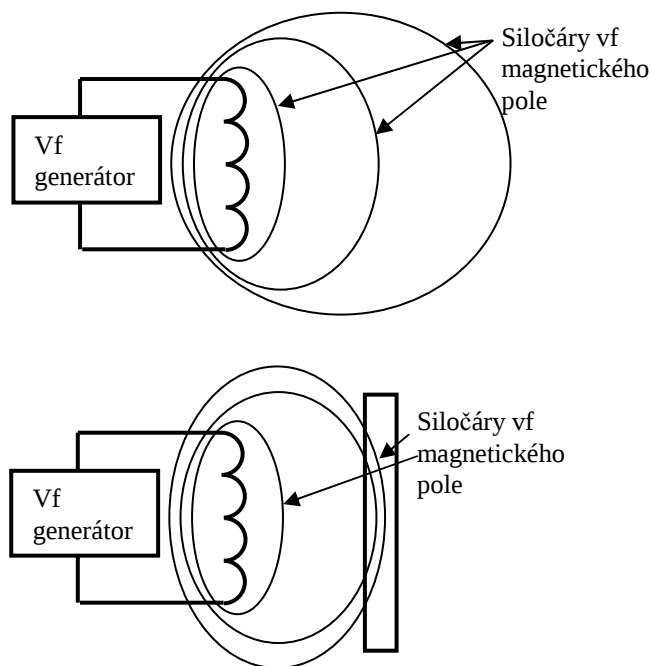
clonku, která je umístěna na otáčejícím se předmětu [4]. Na určeném místě je umístěn snímač, který čítá frekvenci impulzů vzniklých vlivem otáčení clonky. Na základě frekvence těchto impulzů je stanovena rychlost pohybu [4].

2.2.2 Indukční snímače rychlosti

Výhodou těchto snímačů je vysoká spolehlivost a odolnost vlivům prostředí, ve kterém pracují zajištěná, díky uzavřenému pouzdru [4]. Protože jsou konstruovány jako polovodičové prvky, mohou pracovat s vysokými spínacími frekvencemi [4].

Základním prvkem snímačů je cívka navinuta na jádru z feritového materiálu. Tato cívka je napájena vysokofrekvenčním generátorem, aby jí protékal vysokofrekvenční proud, který kolem ní vytvoří magnetické pole [4]. Při přiblížení elektricky vodivého materiálu (clonky) dojde k deformaci magnetického pole cívky vlivem indukování vířivých proudů do vodivého materiálu (clonky) [4]. Tato změna magnetického pole vyvolá změnu elektrické impedance cívky, což vyhodnocuje elektronika snímače [4].

Mezi nevýhody patří velikost cívky, jenž je úměrná spínací vzdálenosti. Dalším problémem je umístění snímače, protože při použití kovových materiálů pro pouzdra dojde ke zvýšení impedance cívky. Další nevýhodou je nutnost vysokofrekvenčního generátoru. Kvůli těmto problémům je použití indukčního snímače na motocykl nemožné.



Obr. 1. Schéma indukčního snímače rychlosti.

2.2.3 Magnetické snímače rychlosti

Využívají magnetického pole trvalého magnetu, který je spojen s otáčejícím se předmětem nebo je součástí snímače [4]. Magnetické pole je deformováno

feromagnetickou clonkou a výsledná deformace tohoto pole je měřena pomocí Hallovy sondy, magnetorezistivními prvky nebo snímacími cívkami s přesycovaným jádrem [4].

U Hallovy sondy je využíváno kolmého působení magnetického pole na protékající proud. Při tomto působení je na protějších stranách Hallovy sondy vytvořeno napětí úměrné velikosti působícího magnetického pole [4]. Při měření otáček je trvalý magnet umístěn jako clonka na otáčejícím se předmětu. Pomocí statického snímače, tvořeného Hallovou sondou, jsou získávány napěťové impulzy. Frekvence impulzů odpovídá rychlosti otáčení. Dalším možným konstrukčním uspořádáním je použití feromagnetické destičky jako clonky. Snímače s trvalým magnetem jsou statické a konstrukčně za sebou. Při přiblížení clonky ke snímači s magnetem dojde k deformaci magnetického pole magnetu a tím následnému poklesu napětí na snímači. Frekvence těchto napěťových impulzů odpovídá rychlosti otáčení [4].

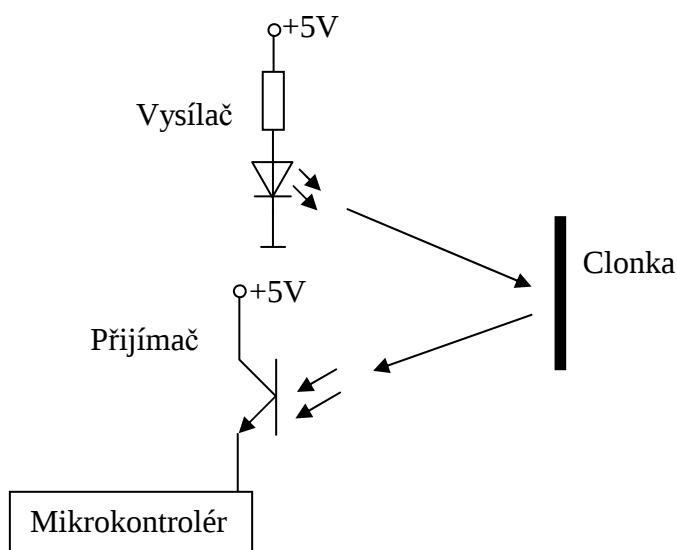
Magnetorezistivní prvky mění svůj odpor při použití v magnetickém poli. Jde o polovodičové materiály, kterými prochází proud a bez přítomnosti magnetického pole mají svoji definovanou hodnotu odporu [4]. Při působení magnetického pole dochází ke zvýšení odporu vlivem změny průchodu proudu [4]. Naopak u feromagnetického materiálu dochází při působení magnetického pole ke snížení jeho elektrického odporu [4].

2.2.4 Optický princip snímání rychlosti

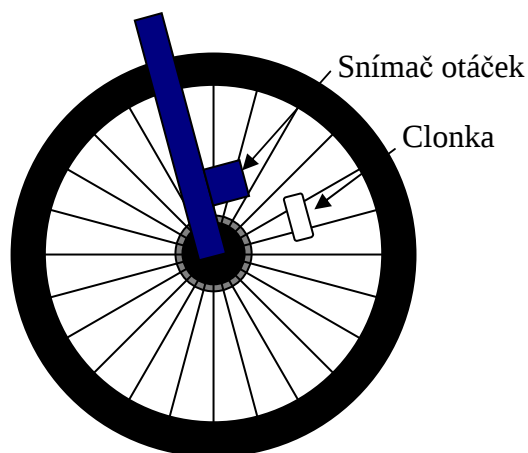
Pro měření rychlosti předmětu je nejvhodnější použít difúzní způsob měření, kdy vysílač paprsku je umístěn ve stejné jednotce jako přijímač paprsku. Vyslaný paprsek je odražen od odrazné plochy clonky, která je upevněna na otáčejícím se předmětu [4]. Tato clonka přerušovaně odráží trvalý světelný paprsek z vysílače paprsku do přijímače paprsku v závislosti na rychlosti otáčení. V přijímači se na základě frekvence přijatých impulzů stanoví rychlost otáčení předmětu [4]. Vysílaný paprsek může být v podobě laseru, viditelné nebo infračervené oblasti světelného spektra.

Pro vytvoření optického snímače na motocyklu lze jako vysílač paprsku použít LED diodu, laserovou LED diodu nebo infračervenou LED diodu. Jako přijímač může být použit fototranzistor, fotodioda nebo PIN dioda [1]. Dále musí být obsažen v optickém snímači zesilovač přijatého signálu spolu s vyhodnocovacím obvodem. Funkcí tohoto vyhodnocovacího obvodu je výpočet rychlosti otáčení ze získaných průběhů měření a vyslání naměřené rychlosti otáčení prostřednictvím rozhraní infračerveného přenosu.

Jako vyhodnocovací obvod může být použit mikrokontrolér ATtiny2313 od firmy Atmel, který obsahuje jednotku USART pro příjem a vysílání dat.



Obr. 2. Schéma optického difúzního snímače rychlosti.



Obr. 3. Schéma umístění snímače otáček.

3) Snímače teploty

2.3.1 Rozdělení teplotních snímačů

Teplota určuje stav teplotní rovnováhy tělesa nebo soustavy těles a musí být stejná ve všech částech tohoto systému. Měření teploty je nepřímé, využívá se jiných veličin pro měření teploty dané soustavy [5].

Snímače měřící teplotu představují počátek měřicího systému, protože se většinou přímo dotýkají měřeného předmětu [5]. Snímač se skládá z aktivní části – čidla a vyhodnocovací části. Aktivní část (čidlo) slouží pro neustálé sledování teploty měřeného předmětu. Vyhodnocovací část snímače provádí úpravu signálu z čidla pro následné zpracování následujícími částmi měřicího a vyhodnocovacího řetězce [5].

V literatuře [5] jsou teplotní snímače rozděleny dle principu na odporové, termoelektrické, polovodičové s PN přechodem, dilatační, optické, radiační a jiné. Literatura [5] dále rozděluje teplotní snímače na dotykové a bezdotykové nebo podle jejich energetického chování výstupu na aktivní nebo pasivní. Aktivní snímače jsou zdrojem energie úměrné měřené teplotě, pasivní energii pouze spotřebovávají. Nejznámějším zástupcem aktivních snímačů je termočlánek, pasivních termistor [5].

Kvůli neustálým změnám teploty v čase je důležité vědět dynamické vlastnosti teplotních snímačů. Ty mohou být v podobě diferenciálních rovnic nebo grafické, což je přechodová charakteristika, která ukazuje odezvu snímače na jednotkový skok, nebo rychlostní charakteristika, která udává rychlost reakce snímače na změnu teploty [5]. V elektronice jsou nejčastěji používány kovové odporové snímače, polovodičové, monolitické s PN přechodem a termoelektrické.

2.3.2 Kovové odporové snímače

U kovových odporových snímačů teploty je využíváno teplotní závislosti odporu kovu na teplotě [5]. Tato závislost je udána teplotním součinitelem odporu α . Pro teploty od 0 °C do 100 °C lze odpor snímače vyjádřit vztahem [5]:

$$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t) \quad (2.1)$$

kde R_t je odpor při vybrané teplotě, R_0 je odpor čidla při teplotě 0 °C, α je teplotní součinitel odporu.

Literatura [5] uvádí jako další parametr těchto snímačů poměr odporu snímače při 100 °C ku odporu snímače při teplotě 0 °C. Nejčastější materiály kovových odporových snímačů [5] jsou:

- Platina
- Nikl
- Měď

Platinové teplotní snímače jsou chemicky odolné, časově stálé a mají vysokou teplotu tání. Tyto snímače teploty se dělí do dvou základních tříd [5]. Třída A je určena pro teploty od -200 °C do 650 °C, třída B je v rozmezí -200 °C do 850 °C. Časová stabilita se u platinových snímačů pohybuje kolem 0,05 % /1000 h [5]. Výrobní hodnoty platinových snímačů jsou 50, 100, 200, 500, 1 000, 2 000 Ω .

Niklové snímače teploty jsou vyráběny tenkovrstvou technologií. Jejich výhodou je vysoká citlivost, rychlá odezva a malé rozměry. Mezi jejich nevýhody patří omezený teplotní rozsah, nelinearita, horší dlouhodobá stabilita spolu s menší odolností proti prostředí [5]. Výrobní řady niklových snímačů jsou podobné jako u platinových snímačů [5].

Měď má menší rezistivitu a snadno oxiduje. Toto je hlavní důvod, proč měděné snímače teploty nejsou běžně vyráběny. Používají se pro teploty v rozsahu od -50 °C do +150 °C.

Kovové odporové snímače teploty jsou vyráběny drátkovou technologií, tenkovrstvou nebo tlustovrstvou technologií [5]. Drátková technologie spočívá v navinutí odporového drátku na tělísko ze skla nebo keramiky. Tenkovrstvá a tlustovrstvá technologie spočívají v napařování odporového materiálu na podložku z korundové keramiky. Vývody snímačů jsou ze slitin platiny, stříbra a mědi [5].

2.3.3 Polovodičové odporové snímače teploty

Také využívají změny odporu s teplotou jako odporové snímače teploty. Jejich závislost odporu s teplotou je nelineární, ale lze ji linearizovat. Teplotní součinitel termistorů může být záporný – negastory (NTC) nebo kladný - pozistory (PTC) [5].

Jejich výhodami jsou velká teplotní citlivost, malé rozměry, snadný převod odporu s možností přímého měření [5].

Negastory jsou vyráběny z prášku oxidů kovů s následným slinováním při vysokých teplotách. Jejich teplotní rozsah se pohybuje od $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Základní vlastností je pokles odporu při zvyšující se teplotě [5].

Pozistory jsou vyráběny ze speciální keramiky. Vlastností těchto součástek je nárůst odporu s rostoucí teplotou. Nejčastěji jsou používány jako tepelné ochrany nebo omezovače proudu v elektronických obvodech [5].

Monokrystalické snímače teploty jsou nejčastěji vyrobeny z křemíku, germania nebo india [5]. Monokrystalické křemíkové snímače jsou používány pro teploty v rozsahu $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jsou založeny na nevlastním polovodiči typu N [5]. Velikost odporu je závislá na pohyblivosti elektronů, při zvýšení teploty dojde ke zmenšení pohyblivosti elektronů vlivem rozptylu na krystalické mřížce [5].

2.3.4 Monolitické PN snímače teploty

Tento typ snímačů využívá závislosti napětí na PN přechodu v propustném stavu na teplotě. Jsou určeny pro teploty v rozmezí $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$ [5]. Jako základní části snímačů mohou být využity diody nebo bipolární tranzistory, ale tyto snímače jsou nejčastěji v monolitické podobě.

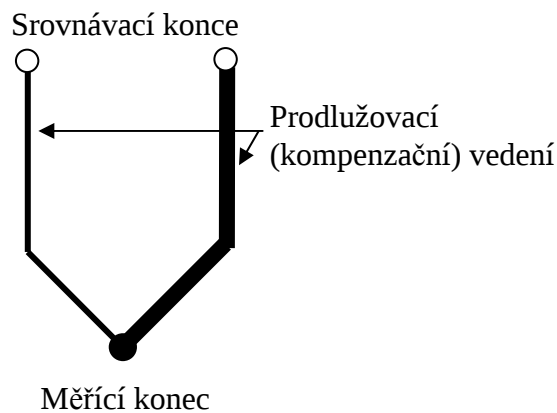
Pro diody je typická exponenciální závislost saturačního proudu diody v závěrném směru na teplotě a tím pokles napětí na PN přechodu diody. Průběh této závislosti je téměř exponenciální [5]. U bipolárních tranzistorů je využívána změna napětí v propustném směru PN přechodu mezi bází a emitorem. V literatuře [5] je ale dále uvedena parazitní proudová závislost na teplotě. Monolitická podoba těchto snímačů obsahuje snímač teploty spolu s elektronickým obvodem v jednom prvku [5]. Nejčastěji je ve funkci snímače teploty použito dvojice bipolárních tranzistorů, které jsou napájeny z proudových zdrojů. Jako výrobní technologie jsou používány CMOS nebo CMOS s PN přechody [5].

2.3.5 Termočlánky

Termočlánek vznikne spojením 2 materiálů s různými tepelnými závislostmi. Jsou založeny na převodu tepelné energie na elektrickou energii. Tento jev je také nazýván Seebeckův jev [5]. Důvodem přeměny energií je větší energie nosičů náboje v teplejší větvi termočlánku a jejich následný pohyb do studenější části termočlánku, který je větší než pohyb nosičů náboje ze studenější části do teplejší. Proto lze na rozpojených koncích termočlánku měřit vzniklé napětí úměrné teplotě měřicího konce [5]. Dále je u těchto snímačů určen Thomsonův koeficient, udávající změnu teploty podél objemu vodiče vlivem procházejícího proudu.

Pro termočlánky jsou používány materiály zajišťující malou nelinearitu vzniklého termoelektrického napětí na teplotě, odolné proti korozi, chemickým látkám a se stabilními vlastnostmi [5]. Jednotlivé typy termočlánků jsou označeny velkým písmenem. Pro měření teploty válce motoru na motocyklu je vhodný typ N. Teplotní charakteristika tohoto termočlánku je stabilní do vysokých hodnot a je vhodný pro cyklickou změnu teploty.

Nevýhodou termočlánků je vzniklá systematická chyba měření, pokud srovnávací konce mají odlišnou teplotu než měřící konec. Tento nedostatek lze odstranit uložením do kompenzační krabice nebo použitím srovnávacího termočlánku umístěného v prostředí se stálou teplotou. Další nevýhodou je velmi nízké výstupní napětí na měřicích koncích a následné použití kvalitního lineárního zesilovače s potlačením jiných rušivých vlivů [5].



Obr. 4. Schéma termočlánku.

2.3.6 Upevnění dotykových snímačů teploty

V literatuře [5] jsou uvedeny tyto zásady správného umístění teplotních snímačů pro dotykové měření teploty:

- Vytvořit minimální tepelný odpor mezi snímačem a měřeným tělesem při měření tuhých těles
- Vytvořit maximální prostupnost tepla mezi snímačem a měřeným tělesem při měření v tekutinách

- Minimalizovat ztrátový tepelný tok ze snímače do okolí
- Nenarušovat tepelné pole v místě měření

Při měření teploty tuhého tělesa je obvykle nutné vyvrtat do měřeného tělesa otvor, čímž může dojít k narušení jeho mechanické pevnosti. Tepelná vodivost tělesa také ovlivňuje hloubku umístění snímače teploty. Kvůli těmto důvodům je nejlepší již při výrobě vytvořit příslušné místo pro snímač [5]. Toto není možné aplikovat na stěnu válce motoru u demonstračního příkladu v podobě motocyklu. Proto bude snímač umístěn na povrchu stěny válce mezi žebrováním. Z tohoto důvodu musí být styčná plocha teplotního snímače co nejmenší.

2.3.7 Vybrané snímače teploty

Jako snímací čidlo teploty válce motoru a okolí bylo zvoleno odporové teplotní čidlo s pozitivním teplotním koeficientem KTY81-110 [19],[23]. Teplotní snímač je vytvořen ze zapojení teplotního čidla v můstku se 3 dalšími odpory o velikosti $1\text{k}\Omega$ a napěťový rozdíl v hlavní diagonále můstku je zesílen operačním zesilovačem s nesymetrickým napájením v neinvertujícím zapojení dle [22].

Kvůli vlivu proudícího vzduchu kolem válce a tím možnému ovlivňování naměřené teploty bylo zvoleno místo na zadní straně válce mezi žebrováním. Pro napájení a výstupní signál byl zvolen 3 žilový vodič vedoucí do skříně uprostřed motocyklu, kde bylo zvoleno umístění DPS obsahující mikrokontrolér ATmega8 ve funkci Slave.

Pro měření teploty okolí bylo jako nejvhodnější zvoleno umístění v pravé části skříně uprostřed motocyklu, kde je umístěno napájecí zařízení a mikrokontrolér ATmega8 ve funkci Slave. Připojení je realizováno pomocí 3 žilového vodiče.

4) Bezdrátové rozhraní

2.4.1 Možnosti realizace bezdrátových rozhraní

Jde o spojení na určitou vzdálenost pomocí elektromagnetických vln, optického záření nebo infračerveného záření, které jsou šířeny volným prostředím [1]. Většinou se jedná o spoje typu bod-bod nebo bod-více bodů [6]. V případě demonstračního příkladu se jedná o typ spoje bod-bod. Bezdrátové rozhraní je využito pro předávání informací o rychlosti jízdy motocyklu.

Komunikace prostřednictvím elektromagnetických vln na velmi krátké vzdálenosti je problematická. Je třeba použít antény, které by navzájem zachytávaly vlastní šum na krátké vzdálenosti, dále musí být volná 1. Frenelova zóna a také vlastní výroba těchto modulů je náročná [6]. Lze sice použít již zhotovené továrně vyráběné moduly, ale přesto je třeba vytvořit vlastní anténu. Anténa může být vyrobena z prutu měděného drátu stočeného do šroubovice, prutu Cu drátu nebo smyčka na DPS [1]. Tento způsob bezdrátové komunikace je vhodný pro delší vzdálenosti. Protože u demonstračního

použití bezdrátové komunikace na motocyklu je vzdálenost mezi vysílačem a přijímačem velmi malá, byl jako nejvhodnější zvolen infračervený přenos dat.

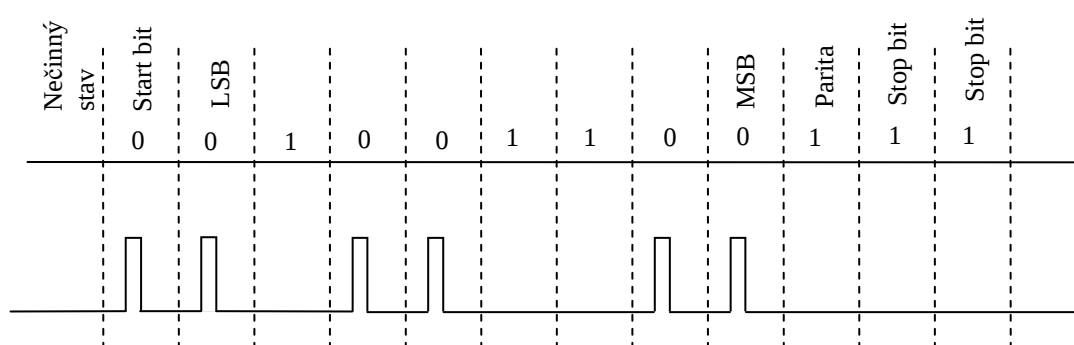
2.4.2 Infračervený přenos

Je to optická komunikace prostřednictvím neviditelného infračerveného záření. Jako vysílač je možné použít infračervenou LED diodu a jako detektor vzniklého záření fototranzistor nebo PIN diodu. Při vysílání je využíváno 100 % jasové modulace, kvůli možnému vzniku chyb od jiných světelných a tepelných zdrojů [1].

Data jsou vysílána v podobě impulzů s frekvencí desítek kilohertzů s využitím 100 % jasové modulace při použití asynchronního přenosu. Impulsní vysílání je kvůli snazšímu zesílení na straně přijímače. Lepší potlačení vyšších harmonických složek a také impulsní průběh signálů umožňuje použít větší proudy pro větší výkon vysílače [1].

Vytvořeny jsou 2 normy, lišící se pouze použitými přenosovými rychlostmi. Označeny jsou IrDA 1.0 a IrDA 1.1. U normy IrDA 1.0 je využíváno přenosových rychlostí do 115,2 kb/s s možným dosahem 1 m. Vysílání je prostřednictvím RZI kódu, kdy logická 1 je realizována nízkou úrovní. Logická 0 je realizována impulzem, který trvá malou část bitové periody [2]. Norma IrDA 1.1 využívá kódování pomocí RZI nebo 4PPM. RZI kódování je používáno do rychlosti 1,152 Mb/s a oproti normě IrDA 1.0 je impuls delší. 4PPM je modulace, která využívá kódování 2 bitů jedním impulzem, čímž je snížen počet impulzů na polovinu [2].

Vysílací rámec je složen ze START bitu o logické úrovni 0, který zahajuje přenos dat. Po tomto bitu jsou vysílány informační bity od nejméně významného bitu (LSB) až po nejvíce významný bit (MSB). Následovat může sudá nebo lichá parita pro zabezpečení přenosu proti vzniku chyb. Celý přenos je ukončován 1 nebo 2 STOP bity v úrovni logická 1 [2].



Obr. 5. Průběh kódu RZI.

2.4.3 Realizace infračerveného přenosu

Vlastní realizace infračerveného přenosu dat je složena z vysílače umístěného na pravé vidlici předního kola, spolu se snímačem rychlosti, a místo pro přijímač bylo

zvoleno na nově vzniklé přístrojové desce, kde byly umístěny další součásti celého systému pro zobrazování informací a ovládání motocyklu. Pro realizaci byly původně zvoleny integrované infračervené vysílače/přijímače Agilent HSDL-3612. Kvůli nevhodnosti pro ruční pájení byly vyměněny za infradiodu L53F3C a infratranzistor L53P3BT. Napájecí napětí bylo zvoleno 5 V a je vytvořeno z napájecí soustavy pomocí integrovaného stabilizátoru 7805.

5) Komunikace uvnitř systému

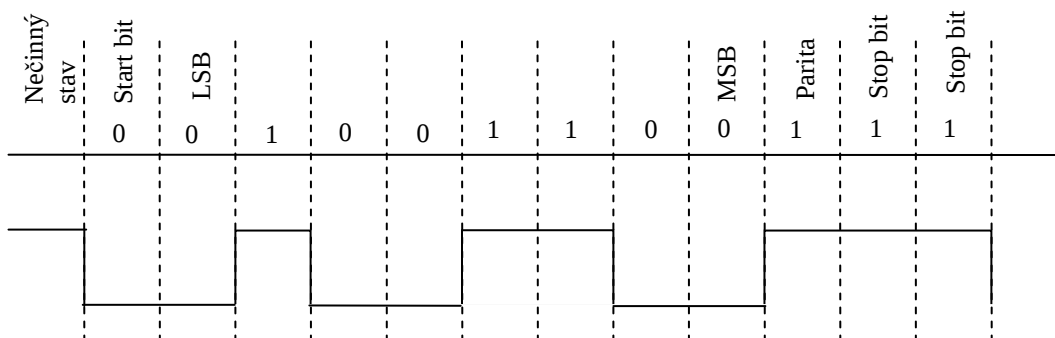
2.5.1 Sériová komunikace

Sériová komunikace může být synchronní nebo asynchronní. Při synchronní je zapotřebí mít zasynchronizovaný vysílač spolu s přijímačem. Vysílání dat probíhá neustále. Data jsou vysílána po určitých blocích a jsou oddělena synchronizačními impulzy. Pokud vysílač nemá žádná data pro vysílání, tak jsou vysílány jen synchronizační impulzy [2].

Asynchronní přenos dat spočívá v náhodném okamžiku vysílání dat. Data jsou vysílána po 1 Bajtu v nastaveném rámci. Tento rámec se skládá ze startovacího bitu (START), který je ve stavu logické 0. Následují informační bity od nejméně významného bitu (LSB) po nejvíce významný bit (MSB). Následuje ochranný bit přenosu v podobě liché nebo sudé parity. Celý přenosový rámec je ukončen jedním nebo dvěma ukončovacími bity (STOP) [2].

U mikrokontroléru ATmega16 je využito k sériové komunikaci jednotky pro vysílání a příjem dat – USART. Tato jednotka obsahuje vysílač, přijímač, dále vyrovnávací paměti určené pro převod paralelních dat na sériová u vysílače a opačný převod u přijímače [3]. Umožňuje také plně duplexní provoz s možností využití dvojnásobné přenosové rychlosti. Rámec dat může být složen z 5 až 9 informačních bitů, hardwarem vytvořené liché nebo sudé parity a 1 až 2 ukončovacích STOP bitů. Při komunikaci s více zařízeními lze využít více-procesorový komunikační mód [3].

Více-procesorový komunikační mód je určen pro komunikaci s více procesory, které jsou určeny jako Slave. Při tomto typu komunikace musí být nejprve vyslána adresa zařízení se kterým se má komunikovat. Přítomnost adresy je detekována prvním STOP bitem při použitém rámci skládajícím se z 5 až 8 datových bitů. Po vyslání adresy následuje vyslání rámce s informací pro dané zařízení. Pokud zpráva neobsahuje adresu, tak je tato zpráva zahozena [3].



Obr. 6. Průběh asynchronního přenosu dat.

2.5.2 LIN sběrnice

Mezi často používané komunikační sběrnice patří LIN, SPI, 1-wire, I2C. Všechny umožňují komunikaci mezi mikrokontroléry, kdy jeden je zvolen jako Master a ostatní jako Slave. Master vždy zahajuje komunikaci a komunikační rámec se skládá nejprve z adresy a po adrese následují vyslaná data.

LIN sběrnice vychází z USART, je to jednovodičová sběrnice, která dokáže obsloužit jedno zařízení ve funkci Master a až 16 zařízení ve funkci Slave [7]. Kvůli jednovodičové struktuře je tato sběrnice náchylná na elektromagnetické rušení a je omezena rychlost přenosu. Fyzicky je sběrnice realizována jako jeden vodič, zakončený pull-up rezistorem o velikosti 1 k Ω v Master uzlu a rezistorem o velikosti 30 k Ω u Slave. Napájení je o velikosti +8 V až +18 V [7].

Komunikace je řízena Master zařízením a Slave zařízení nepotřebují vlastní časování. V linkové vrstvě jsou data kódována po Bajtech s jedním Start a Stop bitem. Je zde obsažena také synchronizační pauza. Celý komunikační rámec je složen ze dvou rámců. První rámec obsahuje adresu daného zařízení a ve druhém je obsažena vlastní zpráva.

První rámec (hlavičkový), který obsahuje adresu zařízení, je složen ze synchronizační pauzy, pole synchronizačních impulzů a identifikátoru. Synchronizační pauza slouží pro zachycení zprávy jednotkami Slave, synchronizační impulzy jsou z důvodu synchronizace hodinového signálu v jednotkách Slave. To je důvod, proč jednotky Slave nemusí obsahovat vlastní hodinový signál. Identifikátor obsahuje údaj o velikosti rámce, následuje vlastní adresa zařízení a rámec je ukončen paritními bity [7].

Druhý rámec (datový) obsahuje vlastní data, chráněná kontrolním součtem [7].

Synchronizační pauza	Synchronizační impulzy	Identifikátor	Mezera	Data	Kontrolní součet
Hlavičkový rámeček			Datový rámeček		
Rámeček LIN sběrnice					

Obr. 7. Schéma rámečku LIN sběrnice

2.5.3 SPI sběrnice

Tato sériová komunikace slouží také ke komunikaci jednoho Master zařízení a několika Slave zařízeními. Hodinový signál je také vytvářen jednotkou Master [7]. Platná data jsou na sběrnici jen v okamžiku přechodu hodinového signálu z vysoké do nízké úrovně nebo opačně [7]. Tato komunikace také slouží pro programování mikrokontrolérů přímo ve vyvíjeném zařízení. Není tedy nutno mikrokontrolér vyjmout ze zařízení. V katalogu pro mikrokontrolér jsou jednotlivé vývody označeny MISO, MOSI, SCK. Protože je komunikace obousměrná, lze číst přijatá data až po kompletním přenosu. K detekci kompletního přenosu je určen registr SPSR [7].

2.5.4 Sběrnice I2C

Jedná se o dvouvodičovou simplexní sběrnici, tvořenou datovým vodičem a vodičem s hodinovým signálem. V klidovém stavu je sběrnice ve vysoké úrovni kvůli pull-up rezistorům. Možností je připojení jednoho zařízení Master a až 128 možných zařízení Slave, která mají svoji individuální 7 bitovou adresu [7].

Komunikace probíhá pouze prostřednictvím Master zařízení, které ji začíná, ukončuje a vysílá jednotlivé požadavky na Slave zařízení. Komunikační zpráva je vždy složena ze dvou rámečků. První rámeček obsahuje adresu Slave zařízení, druhý obsahuje instrukci. Správný příjem instrukce je vždy potvrzen zařízením Slave signálem označovaným jako ACK [7]. Existují 4 módy v nichž může probíhat komunikace. Těmito módy jsou MT – Master vysílá, MR – Master přijímá, ST – Slave vysílá a SR – Slave přijímá.

Adresní rámeček je složen ze Start bitu, následuje 7 bitová adresa zařízení, která je vysílána od nejvýznamnějšího bitu po nejméně významný bit. Následuje jeden řídicí bit R/W!, potvrzovací bit ACK. Adresní rámeček je ukončen Stop bitem [7].

Datový rámeček obsahuje Start bit, poté je vysláno 8 bitů dat, vždy od nejvíce významného bitu k nejméně významnému. Dalšími bity jsou bit ACK a rámeček je opět ukončen Stop bitem [7].

Start bit	7 adresních bitů	R/!W!	ACK	Stop bit	Start bit	8 datových bitů	R/!W	ACK	Stop bit
Adresní rámeček					Datový rámeček				
Rámeček I2C sběrnice									

Obr. 8. Schéma rámce I2C sběrnice

2.5.5 Sběrnice CAN

Tato sběrnice byla vytvořena přímo pro automobilový průmysl. Mezi její výhody patří [8]: vysoká rychlost přenosu (1 Mbit/s při vzdálenosti 40 m), spolehlivost a odolnost v náročných podmínkách. Vlastní sběrnice je tvořena 2 vodiči, které jsou na koncích spojeny přes rezistory o hodnotě 120 Ω . K těmto 2 vodičům jsou připojovány jednotlivá zařízení komunikující po této sběrnici, kterých může být 110. Vodiče jsou označeny CAN_H a CAN_L [8].

Sběrnice pracuje ve dvou stavech, aktivní (dominantní) představuje logickou 0 a pasivní (recesivní) určuje úroveň logické 1. Aktivní stav sběrnice je dán alespoň 1 zařízením v aktivním stavu. V tomto stavu je na vodiči CAN_L napětí v rozmezí 0 V až +1,5 V, na vodiči CAN_H je napětí mezi +3,5 V až +5 V. Při pasivním stavu jsou všechna připojená zařízení v pasivním stavu a mezi vodiči CAN_H a CAN_L je nulové napětí [8].

Komunikace může být mezi více zařízeními ve funkci Master nebo při komunikaci jednoho Master zařízení a více zařízení Slave. Zpráva obsahuje identifikátor vysílacího uzlu, který určuje obsah zprávy spolu s prioritou pro přístup na sběrnici. Synchronizace při přenosu je prováděna změnami úrovně signálu [8]. Pro komunikaci se využívají 4 typy rámců, které jsou pojmenovány datový rámeček, žádost o data, chybový rámeček a rámeček přeplnění [8].

Datový rámeček přenáší informaci z vysílajícího zařízení do ostatních zařízení, skládá se z dalších 8 částí pro zabezpečení přenosu informace. Patří mezi ně Start of frame, Arbitration field, Control field, Data field, CRC field, Acknowledge field, End of frame, Intermission field s Bus idle [8].

Pole Start of frame je jednobitové, obsahuje dominantní hodnotu. Arbitration field je složeno z identifikátoru a bitu, který určuje datový rámeček nebo žádost o vysílání, podle jeho hodnoty je určena priorita zprávy. Kontrol field obsahuje bit k určení základního nebo rozšířeného formátu, další bit je rezervní a poslední 4 bity slouží pro určení počtu bajtů datového pole [8]. Data field slouží pro přenos dat do velikosti 8 bajtů, CRC field obsahuje 15 kontrolních bitů, Acknowledge field obsahuje 2 potvrzovací bity. End of frame slouží k oznámení konce rámce pomocí 7 bitů, další 3 bity jsou určeny pro uklidnění vysílačů [8]. Intermission field s Bus idle jsou pro oddělení jednotlivých zpráv [8].

Rámec žádosti o data je podobný datovému rámci bez datového pole. Slouží pro žádost zařízení k jinému zařízení pro vyslání datového rámce, který obsahuje stejný identifikátor jako v žádosti [8].

Chybový rámec je používán ke zjištění chyb v přijímaném rámci. Při zjištění chyby vysílá bity, kterými poruší přijímaný rámec [8].

Rámec přeplnění je obdobný jako chybový rámec. Je vyslán, pokud zařízení potřebuje čas pro zpracování předchozí informace [8].

Komunikační protokol CAN sběrnice			
Datový rámec	Rámec žádosti	Chybový rámec	Rámec přeplnění

Obr. 9. Složení komunikačního protokolu CAN sběrnice.

Datový rámec							
Start of frame	Arbitration field	Control field	Data field	CRC field	Acknowledge field	End of frame	Intermission field a Bus idle

Obr. 10. Složení Datového rámce.

2.5.6 Sériová linka RS-232

Jde o sériovou linku pro připojení typu bod-bod. Informace je přenášena v sériovém formátu, kdy je nejprve vyslán start bit, poté následují informační bity od LSB po MSB, následuje paritní bit a nakonec stop bity. Stav logické 1 odpovídá zápornému napětí, logické 0 odpovídá kladné napětí. Přenos může probíhat synchronně nebo asynchronně [28].

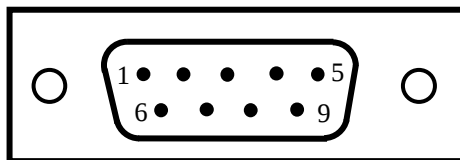
V klidu je linka ve vysoké úrovni. Start bit je udán záporným impulzem a slouží pro synchronizaci vysílače s přijímačem. Užitečná informace je vysílána postupně od LSB po MSB. K jednoduché ochraně dat slouží parita, ta může být lichá nebo sudá. Vysílání je ukončeno 1 nebo 2 stop bity ve vysoké úrovni [28]. Jednotlivé logické úrovně jsou fyzicky reprezentovány +12 V a -12 V. Často používané přenosové rychlosti jsou následující [28]: 2400 bit/s; 4800 bit/s; 9600 bit/s; 19200 bit/s. Přenosové rychlosti mohou být také uváděny v jednotkách Baud/s. Jeden Baud/s se rovná jednomu bitu/s.

Pro synchronní přenos dat je třeba použít další synchronizační vodič, který potvrzuje platnost vyslaných dat. U asynchronního přenosu jsou data přenášena v sekvencích, která jsou uvozena startovací sekvencí [28].

Vlivem rozdílných logických úrovní nelze spolu přímo propojit mikrokontrolér, s výstupními napětíovými úrovněmi 0 V a 5 V, a linku RS-232 [28]. Proto je nutno použít převodník napětíových úrovní. Pro příklad může být použit obvod MAX232.

Připojení s mikrokontrolérem je velice jednoduché, z jednotky USART použijeme piny RXD, TXD a zem. Tyto připojíme na příslušné piny obvodu [28].

Zařízení mohou být připojena pomocí konektoru Cannon s 9 nebo 25 piny [28].



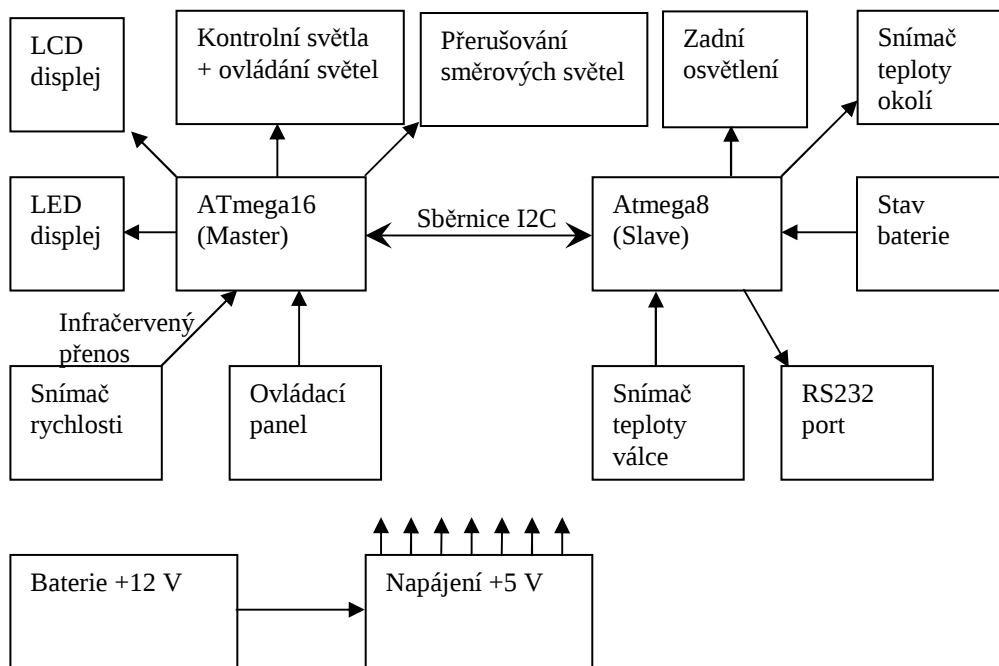
Obr. 11. Obrázek konektoru Cannon s 9 piny.

Tab. 1. Význam jednotlivých pinů konektoru Cannon s 9 piny [28].

Číslo pinu	Označení pinu	Význam pinu
1	CD	Detekce nosného kmitočtu
2	RXD	Příjem dat
3	TXD	Vysílání dat
4	DTR	Připravenost ke komunikaci
5	GND	Signálová zem
6	DSR	Oznámení připravenosti ke komunikaci
7	RTS	Označení volné komunikační cesty z terminálu
8	CTS	Označení volné komunikační cesty do terminálu
9	RI	Identifikace signálu zvonění

3. BLOKOVÉ SCHÉMA SYSTÉMU

1) Blokové schéma systému



Obr. 11. Blokové schéma celého systému.

4. REALIZACE SYSTÉMU

1) Vytvoření nové elektroinstalace

Stávající napěťová soustava v motocyklu je 6 V. Protože v současných motocyklech je použita 12 V elektroinstalace, bylo rozhodnuto o jejím vytvoření. Přestavba spočívá ve výměně akumulátoru za nový o velikosti napětí 12 V/12 Ah, vytvořením jediné nabíjecí cívky ze 2 současných světelných cívek o výkonu 21 W a 35 W pro získání dostatečného výkonu pro nabíjení nového akumulátoru. Spojení obou cívek bylo realizováno připojením svorky 59 z 35 W cívky na světelnou cívku 21 W a odběrem napětí ze stávající svorky 59b. Vzniklé napětí je vedeno do nového nabíjecího zařízení [9].

Další změnou je připojení osvětlení motocyklu na nový akumulátor a výměna žárovek za 12 V. Tímto krokem je dosaženo stálého svitu zejména předního reflektoru nezávisle na otáčkách motoru, ale nutnost soustavného dobíjení akumulátoru. Zadní osvětlení je ovládáno PWM modulací Slave mikrokontrolérem k dosažení co největší úspory energie.

Zbývající části původní elektroinstalace jako zapalovací cívka, řídící díl zapalování, zapalovací cívka a svíčka, jsou zachovány.

2) Nabíjecí zařízení

Úkolem nově vytvořeného nabíjecího zařízení je soustavně během chodu motoru dobíjet nově zvolený 12 V akumulátor. Tento akumulátor je zdrojem elektrické energie pro osvětlení a nové elektronické instalace. Díky této volbě je svit předního světlometu nezávislý na rychlosti jízdy.

Přivedené střídavé napětí na vstupu je přivedeno přes ochranou pojistku, uloženou v pojistkovém držáku PTF78. Jeho amplituda je omezena na 20 V pomocí 2 zenerových diod ZD1, ZD2, následně je přivedeno na integrovaný diodový můstek D1 [12]. Zenerova dioda ZD3 slouží pro omezení vzniklého pulzujícího stejnosměrného napětí na 18 V. Vzniklé pulzující stejnosměrné napětí je filtrováno 4 filtračními elektrolytickými kondenzátory C1, C2, C3, C4. Každý kondenzátor má hodnotu kapacity 2200 uF/35 V. Velikost filtračních kondenzátorů je určena ze vztahu uvedeném v literatuře [13]:

$$C = \frac{k \cdot I}{U_{BR}} \text{ [uF; mA, V]} \quad (4.1)$$

Kde k je činitel zvlnění výstupního proudu, I velikost výstupního proudu a U_{BR} je zvlnění výstupního napětí ve voltech.

Pro návrh velikosti kondenzátoru bylo uvažováno zvlnění výstupního napětí 15%, čemuž odpovídá zvlnění výstupního napětí 2,25 V a velikost činitele zvlnění 8,2 [13]. Výstupní proud je o velikosti 2,4 A. Získaná hodnota kapacity byla zvětšena pro snadnější realizaci výsledné kapacity filtračních kondenzátorů.

Poté je přivedeno na stabilizační blok. Ten je tvořen integrovaným stabilizátorem 7815, posilujícím tranzistorem BD243C a filtračními keramickými a elektrolytickými kondenzátory C5,C6,C7. Všechny součásti stabilizačního bloku jsou zapojeny dle doporučeného zapojení uvedeného v literatuře [14]. Obě součástky jsou v pouzdru TO220 a kvůli zahřívání tranzistoru je použit hliníkový chladič CHL35/25 s tepelným odporem 7,5 W/K [19]. Hodnota jeho tepelného odporu byla stanovena podle literatury [15] pro maximální teplotu okolí 30°C. Je k němu připevněn tranzistor i stabilizátor a tepelný kontakt je zlepšen pomocí teplovodné pasty. Chladič je prostřednictvím zemního kontaktu napěťového stabilizátoru spojen se zemí. Tento postup je doporučován v literatuře [10], aby se chladič nechoval jako vysílací anténa a nevyzařoval do okolí. Tranzistor je od chladiče izolován slídovou podložkou.

Výstupní napětí ze stabilizačního bloku je sníženo pomocí usměrňovací diody D3 o velikost jejího prahového napětí na přibližnou velikost 14,4 V. Následuje sériové zapojení 4 zenerových diod ZD4, ZD5, ZD6, ZD7 pro vytvoření maximálního potřebného výstupního napětí 14,4 V. Jako připojovací konektory byly zvoleny zahnuté konektory faston, které jsou použity u původní elektroinstalace. Funkčnost nabíjecího zařízení je indikována pomocí zelené LED diody.

Umístění desky nabíjecího zařízení šikmo v pravé části stávají přístrojové skříně. Součástky jsou rozloženy, aby rozměrově vyšší součástky byly umístěny co nejbližší okraji desky, kde je umístěn i chladič s připojeným stabilizátorem a posilujícím tranzistorem.

Tab. 2. Seznam součástek pro Nabíjecí zařízení.

Součástka	Typ	Hodnota	Počet
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 2200M/35V	2200M/35V	4
Keramický kondenzátor	TK 330n	330n	1
Keramický kondenzátor	TK 100n	100n	1
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 1M/50V	1uF	1
Usměrňovací můstek	KBU8J		1
Usměrňovací dioda	1N4007		1
Usměrňovací dioda	P600B		1
Pojistkový držák	PTF78		1
Vytahovač pojistky	BS232 KRYT		1
Napěťový stabilizátor	7815	15V	1
FASTON	FASTON VRP 6.3 x 0.8		4
Tlumivka	RSD42V3260	1,8mH	1
LED dioda	L53SGC		1
Transistor	BD243C		1
Metalizovaný rezistor	R0207 560R	560R	1
Metalizovaný rezistor	R0207 3R9	3R9	1
Zenerova dioda	BZX85/20V	20V	3
Zenerova dioda	BZX85/3,6V	3,6V	4
Kovový distanční sloupek	Q-DA5M3x10		6
Chladič	CHL35A/25		1

3) Jednotka Slave

Jednotka Slave a její podpůrné obvody jsou rozděleny na 2 deskách plošných spojů. Jedna deska obsahuje jen napájecí obvod pro celou jednotku Slave. Druhá deska obsahuje mikrokontrolér ATmega8, obvod pro úpravu napětových úrovní MAX232 a jiné podpůrné obvody. Naprogramování je přes konektor MLWO6. Program je napsán v jazyku C.

4.3.1 Napájení Slave

Tento napájecí obvod má za úkol vytvořit potřebné napájecí napětí pro správnou funkci mikrokontroléru. Jeho vstupní napětí je napětí baterie. Velikost výstupního napětí je 5 V. Vstupní kontakty byly zvoleny zahnuté kontakty faston, které byly použity v původní elektroinstalaci. Následuje tavná pojistka uložena v pojistkovém pouzdru DP08H. Za pojistkou následuje vstupní vyhlazovací filtr složený z keramického a elektrolytického kondenzátoru C9, C10 dle doporučení z literatury [10]. Za tímto vstupním filtrem následuje další filtr složený z C7, C11 pro napětový stabilizátor [14]. Napětový stabilizátor je použit obvod 7805 v pouzdru TO220 umístěný v horizontální poloze a je vodivě spojen se zemní vrstvou. Důvodem je použití zemní vrstvy pro chlazení stabilizátoru bez použití chladiče. Na výstupu je další filtr C8, C12 potřebný pro správnou funkci stabilizátoru [10],[14]. Stabilizátor je také chráněn proti zkratu usměrňovací diodou D2, dle doporučení [10]. Výstupní napětí 5 V je dále udržováno zenerovou diodou D1. Přítomnost výstupního napětí je indikováno pomocí zelené LED diody.

Umístění celé Slave jednotky je v horní části pravé přístrojové skříně. Z důvodu malého prostoru je třeba co nejnížší výšky celého systému. Proto byly zvoleny zahnuté konektory faston a pojistkové pouzdro DP08H. Deska pro úpravu napětí je umístěna nad deskou s mikrokontrolérem na 2 distančních sloupcích Q-DA5M3x10. Napájecí napětí je k mikrokontroléru přivedeno dvou vodičovými vedením.

Tab. 3. Seznam součástek pro Napájení Slave.

Součástka	Typ	Hodnota	Počet
Keramický kondenzátor	TK 330n	330 n	1
Keramický kondenzátor	TK 100n	100 n	2
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 10M	10 uF	2
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 22M	22 uF	1
Zenerova dioda	BZX85/5V1	5V1	1
LED dioda	L53SGC		1
Metalizovaný rezistor	R0207 150R	150 R	1
Usměrňovací dioda	1N4007		1
Pojistkové pouzdro	DP08H		1
Napětový stabilizátor	7805	5V	1
Faston	Faston VRP 6,3x0,8		2
Tavná pojistka	PP5 F500mA	500mA	1
Kovový distanční sloupek	Q-DA5M3x10		2
Kontakt pro PFH02	PFF02-01F		2
Vidlice zahnutá	PSH02-2W		1
Zásuvka přímá	PFH02-2P		1

4.3.2 Jednotka Slave

Napájecí napětí o velikosti 5 V je přivedeno z napájecího obvodu umístěného nad deskou jednotky Slave. Napájecí konektor byl zvolen typu PSH02-02W. Za tímto napájecím konektorem následuje vstupní filtr tvořený keramickým a elektrolytickým kondenzátorem C9, C10 dle doporučení z literatury [10].

Na desce plošného spoje je umístěn mikrokontrolér ATmega8 ve funkci Slave. Jeho napájecí napětí je také blokováno kombinací elektrolytického a keramického kondenzátoru C1, C16 dle literatury [10]. Dalšími jeho nutnými částmi jsou elektrolytický kondenzátor C3 připojený na referenční pin AREF, filtr tvořený tlumivkou L1 a keramickým kondenzátorem C4 pro pin AVCC [16]. Pin AREF slouží jako napěťová reference pro A/D převodník a pin AVCC je napájecí pin převodníku. Dále je taktovací frekvence získána z externího krystalu o frekvenci 12 MHz. U tohoto krystalu jsou dle doporučení katalogu [16] umístěny 2 keramické kondenzátory C5, C6. Další součástí je programovací konektor MLW06. U tohoto konektoru je napájecí napětí blokováno pomocí dvojice kondenzátorů – elektrolytického a keramického C14, C15 [10]. Kvůli důležitosti umístit tyto součástky co nejbližší mikrokontroléru byly keramické kondenzátory zvoleny v SMD pouzdru velikosti 1206 a elektrolytické kondenzátory s tlumivkou jsou v THT provedení. Literatura [10] také doporučuje umístit spoje krystalu co nejbližší k sobě.

Dále je desce plošného spoje umístěn odporový dělič tvořený rezistory R3, R14, který je použit k úpravě napětí na akumulátoru pro měření vestavěným A/D převodníkem. Pro přivedení napětí k převodu je využit konektor PSH02-02P. Velikost hodnot rezistorů tvořících odporový dělič volena, aby 16 V na baterii přibližně odpovídalo 5 V pro A/D převodník a také aby zbytečně nezatěžoval akumulátor. A/D převodník je dále použit pro převod výstupního napětí z obou snímačů teploty. U těchto napětí je použit jednoduchý filtr typu dolní propust tvořený keramickým kondenzátorem C18 (C19) proti zemi s rezistorem R4 (R6). Oba snímače jsou připojeny pomocí konektoru PSH02-03P. Napájecí napětí je blokováno pomocí páru elektrolytického kondenzátoru C31 (C33) s keramickým C30 (C32) a je určeno pro napájení snímačů teploty.

Pro spuštění poslání dat o vlastnostech zařízení je použito mikrotlačítko. Případné zátky jsou ošetřeny softwarově i hardwarově. Pro hardwarové ošetření je použit keramický kondenzátor C20. Další tlačítko je pro restartování mikrokontroléru při výskytu poruchy, která je indikována. Na desce plošného spoje je v popředí právě tlačítko pro spuštění přenosu dat po sériové lince. V pozadí, vedle tohoto tlačítka je tlačítko pro restartování mikrokontroléru. Obě tato tlačítka jsou zahnutá v úhlu 90° pro snazší přístup uživatele. Přenos dat je prostřednictvím sériové sběrnice RS – 232. Pro převod napěťových úrovní je použit převodník MAX232. Tento obvod je zapojen dle doporučeného zapojení dle katalogu [17] a je umístěn v patici. K blokování jeho napájecího napětí je využita kombinace keramického kondenzátoru s elektrolytickým – C28, C29. Elektrolytické kondenzátory C21, C22, C23 spolu s C24 slouží jako zásobníky energie pro převod napěťových úrovní vhodných pro přenos sběrnic. K funkci je využit jen vysílací pin číslo 12. Vstupní signál z tohoto obvodu je poslán prostřednictvím 3 vodičů zapojených do konektoru PSH02-03P z desky plošného spoje

do standardizovaného konektoru CANNON s 9 piny. Tento konektor je zabudován v pravé části přístrojové skříně motocyklu.

Ke spínání brzdových světel slouží koncové spínače, pro přední a zadní brzdu. K desce plošného spoje jsou připojeny pomocí konektorů PSH02-02P. Jejich případné zátky jsou odstraněny softwarově i hardwarově pomocí keramických SMD kondenzátorů C25, C26. Rozsvícení zadního světla s brzdovým je řízeno PWM modulací z mikrokontroléru Slave dle úrovně aktuálního nabití akumulátoru. PWM modulace spíná bipolární tranzistory T1, T2, které připojují světla na napájecí napětí. Oba tranzistory jsou umístěny v horizontální pozici. Propojení se světly je prostřednictvím konektorů PSH02-02P.

Pro určování stavu zařízení slouží 3 LED diody: červená, žlutá, zelená. Tyto LED diody jsou napájeny přes ochranné rezistory o velikostech 150 R. Kvůli rozložení vodivých cest na desce plošného spoje jsou THT technologie. Protože LED diody jsou umístěny na opačné straně než jsou tlačítka, bylo zvoleno vytvořit jednoduchý indikační panel z ohnutého plechu, ve kterém jsou umístěny tyto 3 LED diody. Propojeny jsou pomocí drátků. Zelená LED dioda určuje bezporuchový stav, žlutá určitý výstražný stav. Červená LED indikuje poruchu. Porucha mohla vzniknout při přenosu dat přes sériové sběrnice nebo u A/D převodníku. Jeden z nevyužitých pinů mikrokontroléru může být využit pro případné připojení malého ventilátoru za účelem lepšího chlazení výkonových součástek. Je připojen přes spínací tranzistor T3 a připojen konektorem PSH02-02W. Jeho umístění je na druhé straně oproti napájecímu konektoru.

Pro komunikaci mikrokontroléru s nadřazeným mikrokontrolérem Master je využito I2C sběrnice. Byla zvolena kvůli její implementaci přímo na čipu mikrokontroléru. Je připojena k pinům 27, 28. Slouží pro přenos informací o stavu nabití akumulátoru, teplotách válce, okolí. V nevyužitém stavu je ve vysoké úrovni pomocí 2 pull-up rezistorů [16]. Připojení je realizováno přes konektor PSH02-02P.

Osazení desky plošného spoje je smíšená montáž. Elektrolytický kondenzátor C17 slouží pro odfiltrování napěťových rázů šířících se po desce. Z tohoto důvodu je zapojen co nejdále od napájecího konektoru [10].

Tab. 4. Seznam součástek pro Napájení Slave.

Součástka	Typ	Hodnota	Počet
Keramický kondenzátor	C1206 100n	100n	11
Tantalový kondenzátor	SMD TA 10M/10V	10u	2
Keramický kondenzátor	C1206 22p	22p	2
Keramický kondenzátor	C1206 220n	220n	2
Keramický kondenzátor	TK 100n	100n	1
Keramický kondenzátor	TK 220n	220n	1
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 10M	10u	6
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 1M	1u	4
Tlumivka	TL-EC24-10uH	10uH	1
Krystal	XT/M 12.0000MHz U4	12MHz	1
Metalizovaný rezistor	R0207 1k	1k	3
Metalizovaný rezistor	R0207 68k	68k	1
Metalizovaný rezistor	R0207 33k	33k	1
Metalizovaný rezistor	R1206 1k	1k	2
Metalizovaný rezistor	R0207 150R	150R	3
Metalizovaný rezistor	R1206 1k8	1k8	2

Metalizovaný rezistor	R1206 10k	10k	1
LED dioda	L53SRD-E		1
LED dioda	L53YC		1
LED dioda	L53SGC		1
Vidlice přímá	PSH02-03P		2
Zásuvka přímá	PFH02-03P		2
Vidlice přímá	PSH02-02P		7
Zásuvka přímá	PFH02-02P		7
Vidlice zahnutá	PSH02-02W		2
Zásuvka přímá	PFH02-02P		2
Kontakt pro PFH02	PFF02-01F		24
Tranzistor	BC546		1
Tranzistor	BD243C		2
Mikrotlačítko	PHAP3362A		2
Konektor	MLW06		1
Mikrokontrolér	ATmega8		1
Převodník úrovně	MAX232N		1
Kovový distanční sloupek	Q-DA5M3x10		4

4) Jednotka Master

Tento mikrokontrolér je určen pro zobrazování dat na nově vytvořené přístrojové desce umístěné mezi řídítky motocyklu. Slouží pro zpracování a zobrazení informace o rychlosti jízdy, kterou získá prostřednictvím infračerveného přenosu ze snímače rychlosti. Dále je využit pro zobrazení užitečných informací na LCD displeji, rozsvěcování příslušných kontrolních světel. Další jeho funkcí je vytvoření přerušování směrových světel a ovládání parkovacího světla pomocí PWM modulace. Se Slave mikrokontrolérem komunikuje pomocí I2C sběrnice. Tento mikrokontrolér je naprogramován přes konektor MLW06. Program je napsán v jazyce C. Na hlavní desce plošného spoje je umístěna přímo jednotka Master. Na druhé 2 desce jsou umístěna kontrolní světla.

4.4.1 Kontrolní světla

Tato deska plošného spoje rozdělena na 2 části, které jsou od sebe odlišeny značkami L a P na straně spojů. Tyto desky plošných spojů jsou tvořeny LED diodami v potřebných barvách – zelená, oranžová, červená, modrá. Dále jsou použity 2 konektory PSH02-05W pro připojení k jednotce Master.

Tyto desky plošných spojů jsou umístěny vedle po obou stranách LED panelu s LCD displejem. Připevněny jsou pomocí distančních sloupků.

Tab. 5. Seznam součástek pro Kontrolní světla.

Součástka	Typ	Hodnota	Počet
LED dioda	L5GRE6000		5
LED dioda	EL333-2UYC		1
LED dioda	L5RED4200		1
LED dioda	LED 5MM BLUE 1100/60° CREE		1
Vidlice zahnutá	PSH02-05W		2
Zásuvka přímá	PFH02-05P		2
Kontakt pro PFH02	PFF02-01F		10
Kovový distanční sloupek	Q-DA5M3x10		4

4.4.2 Jednotka Master

Napájecí napětí je vytvořeno z přivedeného napětí akumulátoru pomocí konektoru faston. Polarita napětí je ochráněna usměrňovacími diodami D2, D4. Jako proudová ochrana je použita tavná pojistka umístěná v pouzdru PTF78. Za ní následuje vstupní filtr tvořený z keramického kondenzátoru C9 s elektrolytickým C10 [10]. Dále následuje blok stabilizátoru tvořený elektrolytickými, keramickými kondenzátory C11, C1, C2, C12 a integrovaným stabilizátorem 7805 v pouzdře TO220 [10]. Tento stabilizátor je také zapojen dle doporučeného zapojení uvedeného v [10], [14]. Dioda D3 slouží jako ochrana stabilizátoru při zkratu [10]. Zelená LED dioda je použita pro kontrolu přítomnosti napájecího napětí. Výstupní napětí je na výstupu stabilizačního bloku stabilizována zenerovou diodou D1.

Mikrokontrolér ATmega16 je zapojen dle doporučeného zapojení [3]. Jeho napájecí napětí je filtrováno párem keramického kondenzátoru C4 s elektrolytickým C20 [10]. Pracovní kmitočet mikrokontroléru byl zvolen 12 MHz a je získán z externího krystalu. U krystalu jsou umístěny 2 keramické kondenzátory C5, C6 [3]. Dále je elektrolytický kondenzátor C7 připojený na referenční pin AREF, filtr tvořený tlumivkou L1 a keramickým kondenzátorem C8 pro pin AVCC [16]. Pin AREF je napěťová reference pro A/D převodník a pin AVCC je napájecí pin převodníku. Mikrokontrolér lze resetovat pomocí mikrotlačítka umístěného vedle programovacího konektoru MLW06. Tento konektor slouží pro naprogramování mikrokontroléru. Napájecí napětí, které může být přivedeno z programátoru je filtrováno párem keramického kondenzátoru C14 s elektrolytickým kondenzátorem C15.

Pro komunikaci s jednotkou Slave slouží zabudovaná sběrnice I2C přímo na čipu mikrokontroléru. Pro zapojení této sběrnice jsou využity příslušné piny SDA a SCL. K vodičům sběrnice jsou připojeny také pull-up rezistory R9, R10 o velikosti 1kΩ [3].

K zobrazování rychlosti jízdy slouží LED displej, který je umístěn na samostatné desce plošného spoje pro lepší a snazší umístění v nově vytvořené přístrojové desce. Informace o rychlosti je získána z mikrokontroléru pomocí jednotky USART do ovladače LED displeje M5482B7. Tento obvod slouží pro ovládání LED displeje a vstupní informace je přivedena v sériovém formátu. Tento obvod ze vstupní informace získá velikost rychlosti a tu zobrazí prostřednictvím LED displeje [20]. Také tento obvod je zapojen dle doporučeného zapojení získaného z příslušného datasheetu [20],

[10]. Velikost napájecího napětí je 5 V, je blokováno dvojicí keramického kondenzátoru C13 s elektrolytickým kondenzátorem C16 [10]. Řízení jasu LED displeje je ovládáno pomocí potenciometru připojeného prostřednictvím konektoru PSH02-03P. Pro filtrování vzniklého šumu z potenciometru je použit keramický kondenzátor C17. Rychlost je převedena ze sériového formátu na paralelní. Spojení s LED displejem je pomocí 2 konektorů PSH02-08P. Pomocí nich je k LED displeji přivedeno napájecí napětí, které je blokováno elektrolytickým a keramickým kondenzátorem C28, C30 [10].

Další zobrazovací jednotkou je LCD displej. Tento displej je užít pro zobrazování následujících informací: stav nabití akumulátoru, průměrná rychlost, průměrná spotřeba paliva, teplota válce motoru, teplota okolí, datum, čas. Pro lepší montáž do přístrojové desky bude na DPS mikrokontroléru umístěn pouze připojovací konektor. Napájecí napětí je také 5V blokováno keramickým kondenzátorem C25 (C27) s elektrolytickým C24 (C26). Komunikace mikrokontroléru s LCD displejem probíhá za použití 4 informačních bitů z důvodu snížení počtu potřebných pinů mikrokontroléru. Mikrotlačítko slouží pro přepínání jednotlivých zobrazovaných funkcí. Jeho zákmity jsou ošetřeny hardwarově keramickým kondenzátorem a softwarově.

Další mikrotlačítko slouží pro spínání parkovacího světla. Zákmity jsou ošetřeny softwarově i hardwarově keramickým kondenzátorem. Přepínání dálková/tlumená světla a levé/pravé směrové světlo je pomocí původních přepínačů umístěných na řídítkách motocyklu. K jednotce Master jsou připojeny pomocí 2 konektorů PSH02-03P. Přerušování blikání je řízeno softwarově mikrokontrolérem a spínání jednotlivých směrových světel je pomocí spínacích tranzistorů T2, T3. Tyto tranzistory přerušované připojují napětí akumulátoru na žárovky směrových světel. Parkovací světlo je také spínáno pomocí tranzistoru, konkrétně T1.

Další funkcí Master mikrokontroléru je rozsvěcování příslušných kontrolních světel pro indikaci funkce. K tomuto účelu jsou použity LED diody umístěné na dvou deskách plošných spojů propojených s jednotkou Master pomocí konektorů. Tyto desky jsou umístěné na levé a pravé straně vedle LCD a LED displeje. Na levé straně jsou umístěné kontrolní LED pro napětí akumulátoru a na pravé kontrolní světla pro světla. Zelené LED diody jsou určeny pro kontrolu směrových světel, potkávacích světel, správného napětí na akumulátoru a rozsvícení parkovacího světla. Modrá LED dioda zobrazuje rozsvícení dálkových světel. Zbývající červená a oranžová dioda zobrazují úroveň napětí na akumulátoru. Na obou těchto deskách plošných spojů jsou také umístěny ovládací tlačítka pro spínání parkovacích světel a pro ovládání LCD displeje.

Na desce mikrokontroléru je dále připojen konektor PSH02-03P pro připojení IR přijímače, který je také na jiné DPS kvůli snazšímu nasměrování na IR vysílač snímače.

Kondenzátor C19 je pro filtrování případných napěťových vln šířících se po desce plošného spoje [10]. Proto je umístěn co nejdále od napájecích konektorů [10].

Tab. 6. Seznam součástek pro jednotku Master.

Součástka	Typ	Hodnota	Počet
Keramický kondenzátor	TK 330n	330n	1
Keramický kondenzátor	TK 100n	100n	2
Keramický kondenzátor	C1206 100n	100n	7
Keramický kondenzátor	C1206 220n	220n	2
Keramický kondenzátor	C1206 22p	22p	2
Keramický kondenzátor	C1206 1n5	1n5	2
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 10M/50V	10uF	11
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 100M/16V	100uF	1
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 22M/16V	22uF	1
Metalizovaný rezistor	R0207 150R	150R	9
Metalizovaný rezistor	R0207 470R	470R	1
Metalizovaný rezistor	R1206 470R	470R	2
Metalizovaný rezistor	R1206 1k8	1k8	2
Metalizovaný rezistor	R1206 3R9	3R9	1
Metalizovaný rezistor	R1206 10k	10k	1
Usměrňovací dioda	1N4007		3
Zenerova dioda	BZX85/5V1	5V1	1
Tlumivka	TL-EC24-330uH	330uH	1
Krystal	XT/M 12.0000 MHz U4	12MHz	1
LED dioda	L53SGC		1
Univerzální tranzistor	BDP949		3
Mikrotačítka	TM050		1
FASTON	FASTON VRP 6.3 x 0.8		2
Napěťový stabilizátor	7805	5V	1
Pojistkový držák	PTF78		1
Vytahovač pojistky	BS232 KRYT		1
Tavná pojistka	PP5 F500mA	500mA	1
Vidlice přímá	PSH02-03P		5
Zásuvka přímá	PFH02-03P		5
Vidlice přímá	PSH02-02P		6
Zásuvka přímá	PFH02-02P		6
Vidlice přímá	PSH02-06P		1
Zásuvka přímá	PFH02-06P		1
Vidlice přímá	PSH02-08P		2
Zásuvka přímá	PFH02-08P		2
Vidlice přímá	PSH02-10P		1
Zásuvka přímá	PFH02-10P		1
Kontakt pro PFH02	PFF02-01F		59
Kovový distanční slupek	Q-DA5M3x10		4
Konektor	MLW06G		1
LED driver	M5481B7		1
Mikrokontrolér	ATmega16		1

4.4.3 Infračervený přijímač

Původně měl být realizován infračerveným vysílačem/přijímačem HSDL-3612-008 od firmy Agilent. Důvod jeho náhrady je jeho nevhodnost pro ruční pájení mikropájkou kvůli malým pájecím ploškám vnitřního obloukového profilu. Proto byl nahrazen infratranzistorem L53P3BT [26]. Ten slouží pro vytvoření infračerveného přenosu o přenosové rychlosti 9,6 kbit/s. Přivedené infračervené záření na bázi tranzistoru spíná napětí 5V na příslušném pinu přijímače jednotky USART. Tímto spínáním je reprodukována vyslána informace o rychlosti jízdy. Informace je následně z přijímacího registru vyčtena, zkontrolována a zobrazena na LCD displeji. Spojení s mikrokontrolérem je realizováno pomocí konektoru PSH02-03W.

Kontrola hodnoty rychlosti spočívá v odstranění případných špatných hodnot velikosti rychlosti porovnáváním s předchozími hodnotami. Tímto postupem je zamezeno zobrazení nereálných rychlostí během jízdy, kdy je nepravděpodobné, aby se rychlost během 1 až 2 s změnila o více než 20 km/h.

Tab. 7. Seznam součástek pro IR přijímač.

Součástka	Typ	Hodnota	Počet
Keramický kondenzátor	C1206 100n	100n	1
Metalizovaný rezistor	R0207 220R	220R	1
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 1M	1u	1
Vidlice zahnutá	PSH02-03W		1
Zásuvka přímá	PFH02-03P		1
Kontakt pro PFH02	PFF02-01F		3
IR dioda	L53F3C		1
Kovový distanční sloupek	Q-DA5M3x10		2

5) Infračervený snímač rychlosti

Je vytvořen pomocí mikrokontroléru ATtiny 2313 od firmy Atmel. Zapojen je podle doporučeného zapojení získaného v datasheetu [18]. Přivedené napětí je přivedeno z akumulátoru a připojeno na konektor PSH02-02W. Jeho správná polarita je ochráněna pomocí usměrňovací diody D3. Následně je filtrováno pomocí keramického a elektrolytického kondenzátoru C1, C2 dle doporučení [10]. Napájecí napětí je 5 V, je vytvořeno pomocí integrovaného stabilizátoru 7805 v pouzdru TO220. Stabilizátor je také zapojen dle doporučeného zapojení získaného z datasheetu a literatury [14],[10]. Pro jeho správnou funkci jsou použity keramické kondenzátory s elektrolytickými C3, C4, C5, C6 [10]. Důležité je umístit C5 co nejbližší vývodům stabilizátoru [10]. K indikaci přivedeného napájecího napětí je využito zelené LED diody. Výstupní napětí ze stabilizačního bloku je dále stabilizováno zenerovou diodou D1. Dioda D2 chrání stabilizátor při případném zkratu [10].

Napájecí napětí pro mikrokontrolér je filtrováno pomocí keramického a elektrolytického kondenzátoru C10, C11 dle doporučení [10]. Taktovací frekvence je 12 MHz získaná pomocí externího krystalu. U krystalu jsou dále umístěny 2 kondenzátory C7, C8 [10]. Pro indikaci stavu celého snímače je využito 2 LED diod. Červená LED dioda je pro poruchový stav, zelená LED dioda slouží pro správný stav

celého snímače. Poruchovým stavem může být problém s jednotkou USART pro vysílání informace o rychlosti jízdy.

Dále měl být snímač tvořen dvěma infračervenými vysílači/přijímači HSDL – 3612 - 008 firmy Agilent. Jeden z nich měl sloužit jako optická závora pro získávání impulzů, pomocí kterých bude počítána rychlost jízdy. Z toho důvodu je ve výpletu předního kola umístěna lesklá kovová destička, aby přerušovaně odrážela IR záření z vysílače do přijímače. Rychlost jízdy bude počítána pomocí mikrokontroléru ATtiny2313. Prostřednictvím druhého infračerveného vysílače/přijímače HSDL – 3612 - 008 měla být informace o rychlosti jízdy vysílána Master mikrokontroléru. Master mikrokontrolér ji poté zobrazí na LED displeji.

Při stavbě bylo zjištěno, že vybrané vysílače/přijímače HSDL-3612-008 firmy Agilent nejsou vhodné pro ruční zapájení mikropájkou z důvodu velmi malých pájecích plošek vnitřního obloukového profilu. Proto bylo rozhodnuto tyto integrované vysílače/přijímače nahradit vysílací infradiodou L53F3C a přijímacím infratranzistorem L53P3BT. Takto vytvořený infračervený spoj pracuje na vlnové délce 940 nm [25],[26]. Infradioda je zapojena trvale na napájecí napětí tak, aby její propustné napětí bylo přibližně 1,2 V. Pomocí lesklé kovové destičky umístěné ve výpletu předního kola je toto záření odraženo do fototranzistoru. Přijímací fototranzistor pracuje jako spínač, který po zachycení infračerveného záření zkratuje příslušný výstupní pin mikrokontroléru na zem, a mikrokontrolér takto vzniklý napěťový impuls zachytí a zpracuje.

Zpracovaná informace o rychlosti jízdy je vysílána sériovou linkou z jednotky USART mikrokontroléru infračerveným vysílačem tvořeným infradiodou L53F3C. Infračervený vysílač je umístěn na další desce plošného spoje a s mikrokontrolérem je spojen pomocí konektoru PSH02-03P. Je tvořen vysílací infradiodou L53F3C. Jeho umístění na jiné desce plošného spoje je kvůli lepšímu nasměrování na přijímací fototranzistor jednotky Master.

Vyhodnocení rychlosti spočívá ve znalosti obvodu předního kola, konkrétně 1730 mm. Vyhodnocování probíhá každou 1 s a během této doby jsou počítány vzniklé impulzy na příslušném pinu. Rozdělení vyhodnocování v tyto časové okamžiky je z důvodu zachycení změn v rychlosti motocyklu. Po získání daného počtu impulzů určíme ujetou vzdálenost v mm. Poté je tato vzdálenost vypočtena ze vzorce z literatury [27]:

$$v = \frac{s}{t} \quad [\text{mm/s; mm, s}] \quad (4.2)$$

Výsledkem je vypočtená rychlost v mm/s, kterou vydělením 10000 převedeme na rychlost v m/s. Následným vydělením číslem 36 s získáme rychlost v km/h.

Naprogramování mikrokontroléru je pomocí upraveného konektoru oproti standardnímu konektoru MLW06. Důvodem je co nejmenší velikost snímače rychlosti. Obslužný program je vytvořen v jazyku C.

Tab. 8. Seznam součástek pro snímač rychlosti.

Součástka	Typ	Hodnota	Počet
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 100M	100uF	1
Keramický kondenzátor	C1206 100n	100n	3
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 10M	10uF	2
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 1M	1uF	2
Keramický kondenzátor	C1206 330n	330n	1
Keramický kondenzátor	C1206 20p	20p	2
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 22M	22uF	1
Keramický kondenzátor	C1206 22n	22n	1
LED dioda	L53SGC		2
LED dioda	L5RED4200		1
Metalizovaný rezistor	R1206 150R	150R	3
Metalizovaný rezistor	R1206 220R	220R	1
Usměrňovací dioda	1N4007		2
Zenerova dioda	BZX85 5V1	5V1	1
Krystal	XT/M 12 MHz U4	12 MHz	1
Mikrokontrolér	ATtiny2313		1
Stabilizátor	7805	5V	1
Vidlice zahnutá	PSH02-02W		1
Zásuvka přímá	PFH02-02P		1
Vidlice přímá	PSH02-03P		1
Zásuvka přímá	PFH02-03P		1
Vidlice přímá	PSH02-06P		1
Zásuvka přímá	PFH02-06P		1
Kontakt pro PFH02	PFF02-01F		11
Infradioda	L53F3C	490nm	1
Fototranzistor	L53P3BT	490nm	1

6) Snímač teploty

Je vytvořen můstkovým zapojením [24] odporového teplotního čidla KTY81-110 s pozitivním koeficientem odporu [23] a 3 rezistorů o velikosti odporu 1 k Ω . Napájení můstku je 5 V. Toto napětí blokují keramický C6 a elektrolytický kondenzátor C4. Rozdílové napětí na hlavní diagonále je zesilováno pomocí operačního zesilovače s nesymetrickým napájením zapojeného jako neinvertující zesilovač [12]. Ten je zapojen dle doporučeného zapojení dle [22]. Jeho napájecí napětí je blokováno dvojicí keramického C1 a elektrolytického kondenzátoru C3. Velikost potřebného zesílení je určena rezistory R1, R2 v zapojení zpětné vazby zesilovače [12]. Operační zesilovač s nesymetrickým napájením byl zvolen kvůli snazší realizaci napájecího napětí, kdy může být napájen přímo z desky jednotky Slave bez dalších obvodů nutných pro vytvoření symetrického napětí.

Napájecí napětí je 5 V a je přivedeno pro oba snímače z desky plošného spoje mikrokontroléru ATmega8 zapojeného jako Slave. Výstupy teplotních snímačů jsou přivedeny na vstupy A/D převodníku mikrokontroléru. Mikrokontrolér převádí toto napětí na svých pinech do digitální podoby a poté je vyhodnocuje a informaci posílá po sběrnici I2C do mikrokontroléru ATmega16 ve funkci Master, který je zobrazuje na

LCD displeji.

Snímače se liší pouze velikostmi odporů R_1 a R_2 , které určují výsledné napět'ové zesílení použitého operačního zesilovače. Snímač teploty okolí je dimenzován od 0°C do maximální teploty 60°C , snímač teploty válce je dimenzován od 0°C do maximální teploty 120°C .

4.6.1 Volba rezistorů pro teplotní snímač

Pro výpočet zesílení operačního zesilovače je potřeba brát v úvahu maximální vzniklé napětí na hlavní diagonále měřicího můstku. Toto napětí musí být zesíleno na potřebnou úroveň k plnému vybuzení A/D převodníku.

Pro snímač okolní teploty je maximální napětí na diagonále můstku pro 60°C $U_g = 0,3251\text{V}$. Toto napětí je určeno pomocí vzorce [24].

$$U_g = U \cdot \left(\frac{R + \Delta R}{2R + \Delta R} - \frac{R}{2R} \right) \quad [\text{V}] \quad (4.3)$$

Kde R je hodnota rezistorů ve vyváženém můstku, ΔR je změna odporu teplotního čidla a U je velikost napájecího napětí.

Vztah pro výpočet zesílení neinvertujícího napět'ového zesilovače [12].

$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad [-] \quad (4.4)$$

Pro příklad snímače okolní teploty je $U = 5\text{ V}$, $R = 1\text{ k}\Omega$ a ΔR pro 60°C odpovídá velikosti odporu teplotního čidla $1299\ \Omega$ dle [23]. Aby byl A/D převodník plně vybuzen, je potřeba napět'ové zesílení $K_u = 15,37$. Tato hodnota byla určena z podílu referenčního napětí pro A/D převodník přivedeného na vstup A_{ref} a maximálního napětí na můstku U_g .

Dále ze vzorce pro napět'ové zesílení [12] určíme potřebný poměr velikostí rezistorů ve zpětné vazbě. Podle tohoto poměru byly vybrány hodnoty obou rezistorů ve zpětné vazbě. Obdobným způsobem byly zvoleny hodnoty rezistorů pro snímač teploty válce motocyklu.

Tab. 9. Hodnoty jednotlivých částí snímačů.

Snímač okolní teploty						
Max. teplota	Rč [Ω]	U_g [V]	Potřebné zesílení	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	Získané zesílení
60°C	1299	0,3251	15,4	3k9	56k	15,36
Snímač teploty válce						
Max. teplota	Rč [Ω]	U_g [V]	Potřebné zesílení	R_1 [Ω]	R_2 [Ω]	Získané zesílení
120°C	1915	0,7847	6,4	2k2	12k	6,5

Tab. 10. Seznam součástek pro teplotní snímač.

Součástka	Typ	Hodnota	Počet
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 10M	10M	2
Keramický kondenzátor	C1206 100n	100n	3
Metalizovaný rezistor	R1206 1k	1k	3
Metalizovaný rezistor	R1206 10k	10k	1
Metalizovaný rezistor	R1206	Dle teplotní verze snímače	2
Vidlice přímá	PSH02-02P		1
Vidlice zahnutá	PSH02-03W		1
Zásuvka přímá	PFH02-02P		1
Zásuvka přímá	PFH02-03P		1
Kontakt pro PFH02	PFF02-01F		5
Kovový distanční sloupek	Q-DA5M3x10		1
Operační zesilovač	TLC271CP		1

7) LED displej

LED displej je tvořen 2 sedmi segmentovými LED displeji KW1 – 1001AOA o výšce číslice 25 mm. Na bočních stranách vytvořené desky plošného spoje jsou dva zahnuté konektory PSH02-08W pro připojení k jednotce Master, konkrétně k LED driveru M5482B7. Napájecí napětí je blokováno pomocí elektrolytického a keramického kondenzátoru C28, C30 o doporučených hodnotách uvedených v literatuře [10]. Na spodní straně desky je obvod složený z SMD součástek. Konkrétně jde o tranzistor T3, rezistor R1 a zenerovu diodu D1. Tento obvod dle literatury [20] zajišťuje konstantní napájecí napětí a napětí na jednotlivých segmentech LED displeje. Ztrátový výkon driveru M5482B7 poté záleží na počtu aktivních segmentů LED displeje.

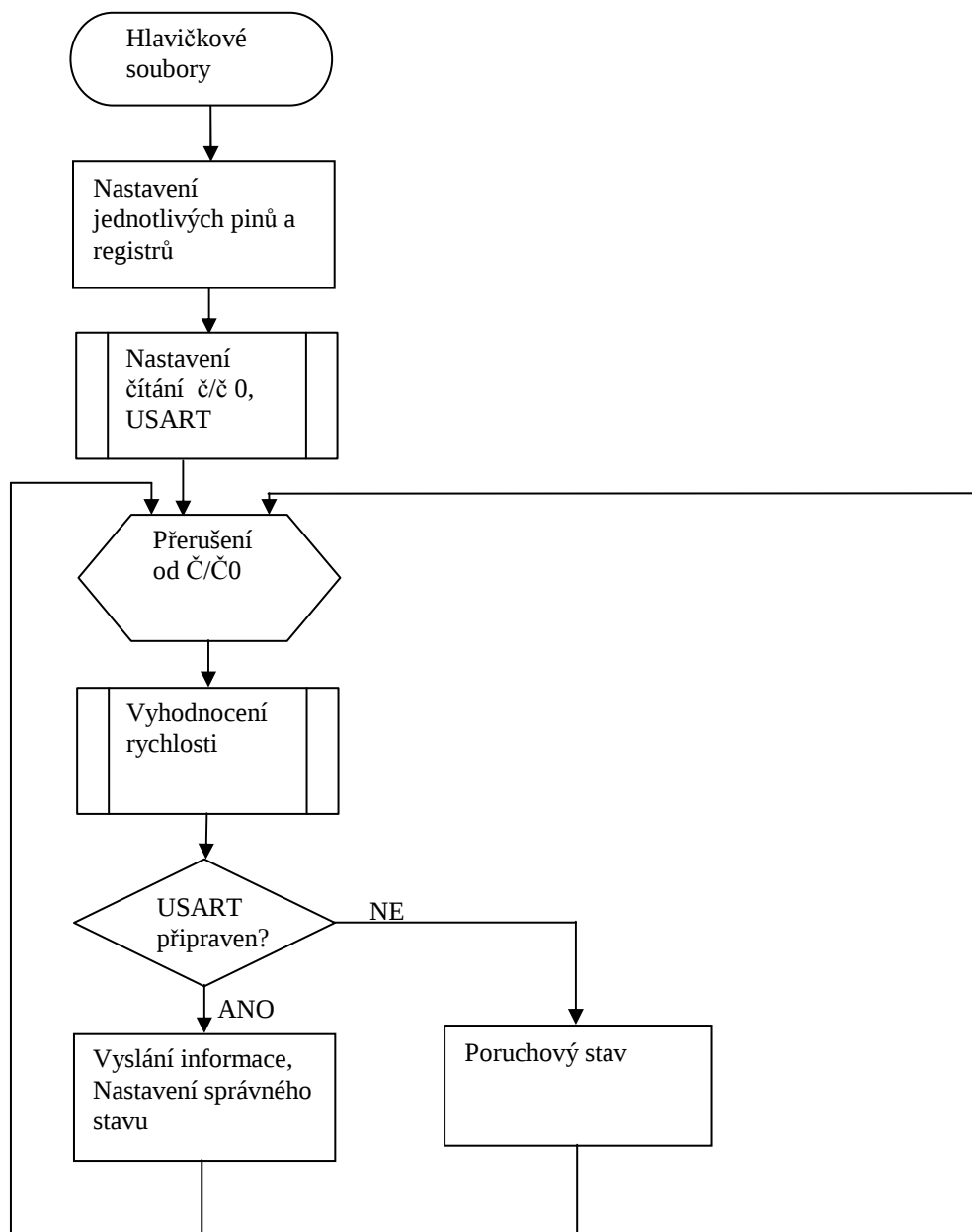
Deska plošného spoje je rozvržena pro snadné připevnění k nové přístrojové desce pomocí distančních sloupků a šroubků M3 a s jednotkou Master je propojena 2 plochými vodiči.

Tab. 11. Seznam součástek pro LED displej.

Součástka	Typ	Hodnota	Počet
Elektrolytický kondenzátor	ELRA 10M/35V	10M/35V	1
Keramický kondenzátor	C1206 100n	100n	1
Zenerova dioda	BZX84C2V7	2V7	1
Vidlice zahnutá	PSH02-08W		2
Zásuvka přímá	PFH02-08P		2
Kontakt pro PFH02	PFF02-01F		16
LED displej	KW1-1001AOA		2
Metalizovaný rezistor	R1206 30R	30R	1
Tranzistor	BDP949		1
Kovový distanční sloupek	Q-DA5M3x10		4

5. VÝVOJOVÉ DIAGRAMY PROGRAMŮ

1) Snímač rychlosti



Obr. 12. Blokové schéma programu snímače.

Na začátku programu jsou vloženy standardní knihovny potřebné pro funkci mikrokontroléru. Následuje nastavení jednotlivých pinů na všech branách mikrokontroléru. Dále jsou nastaveny potřebné registry pro čítač/časovač 0. Jeho hodnota je při čítání neustále porovnávána s hodnotou v komparačním registru. Následuje nastavení jednotky USART pro vysílání informace o rychlosti. Vysílání je v asynchronním módu, datový rámec je složen z osmi datových bitů, liché parity a jednoho stop bitu. Datová rychlost je nastavena na 9600 b/s.

Při rovnosti obsahu čítacího registru s porovnávacím registrem je vytvořeno přerušení. V přerušení je další čítací cyklus pro čítací dobu dlouhou 1 s. Během této smyčky je sledován příslušný pin, na který je připojen přijímací infratranzistor. Když je zachycen impuls infračerveného záření, dojde ke zkratování napětí na pinu. Mikrokontrolér počítá takto vzniklé impulzy. Dále následuje skok do funkce, kde jsou tyto impulzy vyhodnoceny a je získána informace o rychlosti motocyklu. Při návratu z funkce je tato informace vyslána prostřednictvím jednotky USART a infračervené diody jako zářiče.

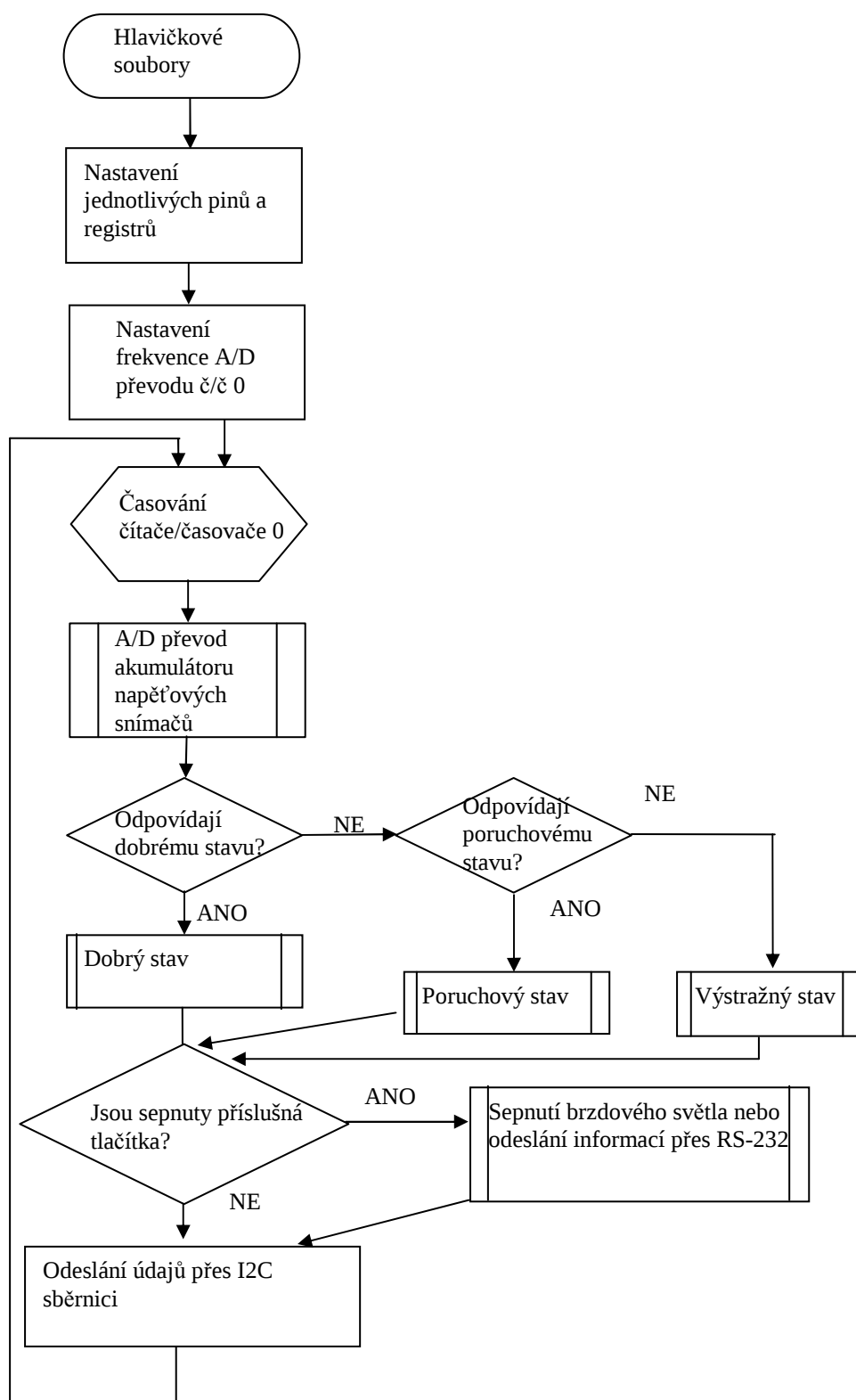
Při výskytu poruchy dojde ke skoku do funkce, která rozsvítí příslušnou červenou LED diodu. Pokud jsou všechny součásti v pořádku, je trvale rozsvícena zelená LED dioda.

2) Jednotka Slave

Program začíná vložení potřebných hlavičkových souborů. Následuje nastavení příslušných pinů mikrokontroléru a registrů. Je nastaven A/D převodník, čítač/časovač 0 pro časování, čítač/časovač 1 pro generování PWM modulace, jednotka USART a I2C sběrnice.

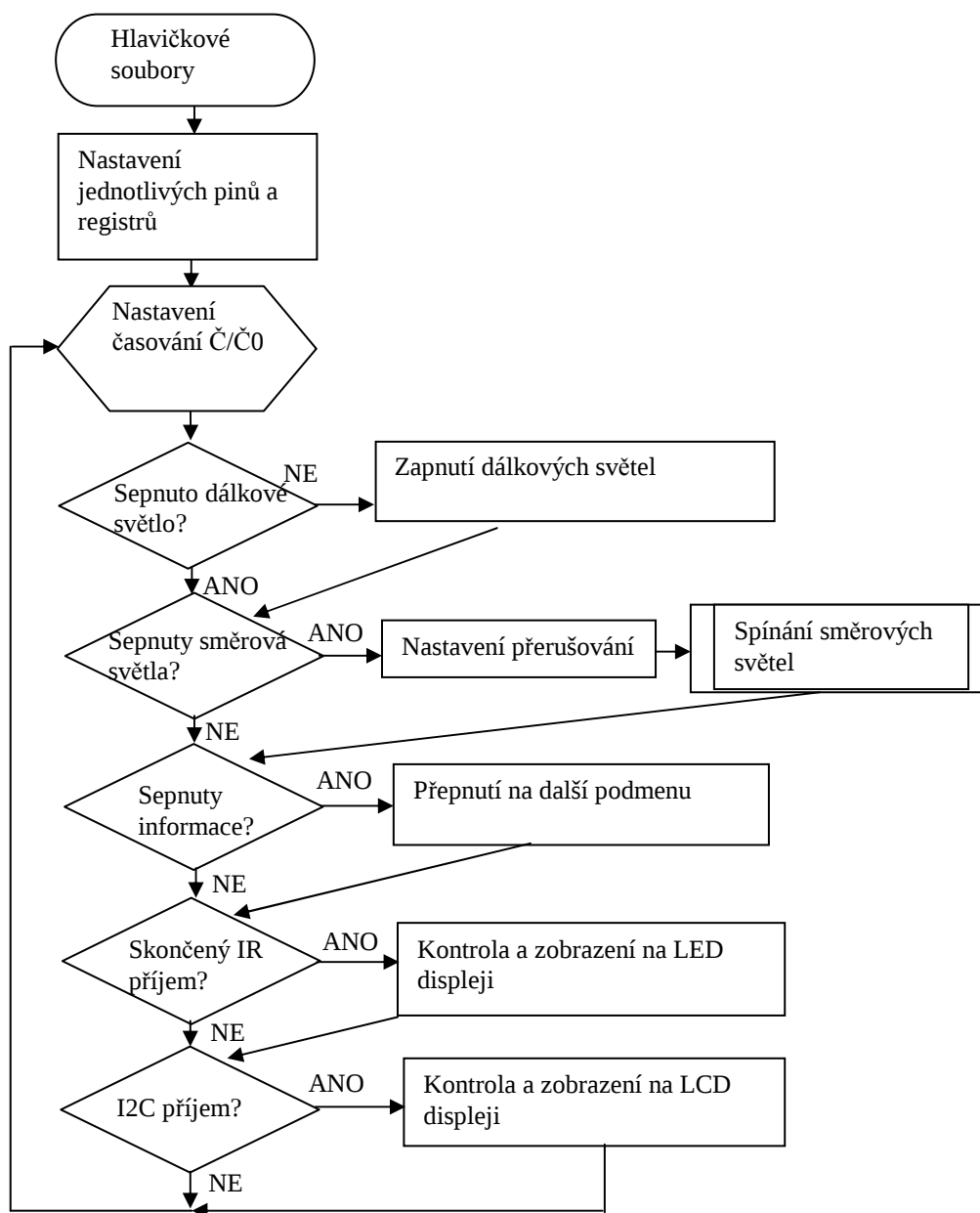
Při shodě čítače/časovače 0 s jeho komparačním registrem je vyvoláno přerušení. V něm je spuštěn A/D převod napětí akumulátoru, napětí na výstupech teplotních snímačů. Tyto údaje jsou ihned vyhodnoceny. Podle jejich velikostí jsou rozsvíceny příslušné LED diody. Zelená pro bezpečný stav, žlutá pro výstražný stav a červená pro poruchový stav.

Dále probíhá detekce stisku spínače pro brzdové světlo a mikrotlačítka pro přenos informace sériovou linkou RS-232. Při sepnutí spínačů je rozsvíceno brzdové světlo podle úrovně napětí akumulátoru. Při stisku mikrotlačítka dojde k odeslání informace o stavu vybraných částí motocyklu. Následuje odeslání o stavu motocyklu přes sběrnici I2C do jednotky Master.



Obr. 13. Blokové schéma programu jednotky Slave.

3) Jednotka master



Obr. 14. Blokové schéma programu jednotky Master.

Program začíná vložení příslušných hlavičkových souborů, nastavením jednotlivých pinů mikrokontroléru. Dále jsou nastaveny registry jednotlivých periférií pro jejich funkci. Pro funkci je využit čítač/časovač 0 ve funkci časování, čítač/časovač 1 pro tvorbu PWM modulace, I2C sběrnice, inicializován LCD displej a nastavena jednotka USART pro posílání informace.

Pro ovládání LCD displeje je využita knihovna od Petera Fleuryho, ta je dostupná na jeho internetových stránkách <http://homepage.hispeed.ch/peterfleury/index.html> . Komunikace s LCD displejem je pomocí 4 datových vodičů a 3 řídících vodičů. Tyto vodiče jsou připojeny na PORT A.

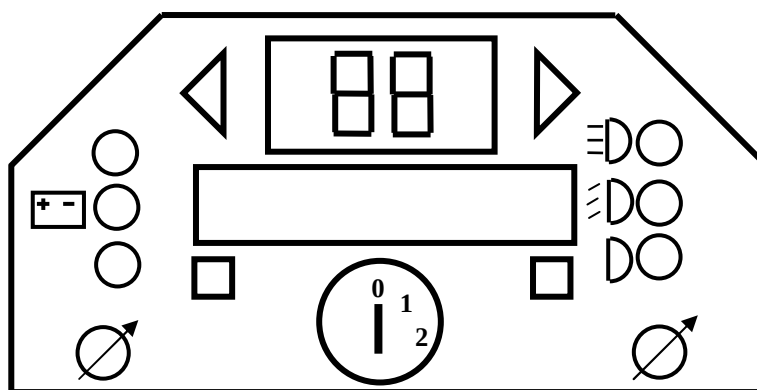
Po potřebném nastavení je vyvoláno přerušení při rovnosti obsahu registru čítače/časovače 0 s obsahem jeho komparačního registru. V přerušení je kontrolován stav příslušných tlačítek a spínačů spolu s vyvoláním příslušné akce. Akcí je rozsvícení příslušného kontrolního světla na přístrojové desce a vlastní akcí je např. rozsvícení parkovacího světla, přerušování svitu směrových světel, zobrazení informace na LCD displeji.

Následuje přijetí informace o rychlosti ze snímače, po její kontrole je tato informace odeslána sériovou linkou do LED driveru, který ji následně zobrazí na LED displeji.

6. VYTVOŘENÍ PŘÍSTROJOVÉ DESKY

Na nové přístrojové desce budou umístěny tyto prvky: rychloměr, LCD displej, kontrolní světla pro směrová světla, parkovací světlo, tlumené světlo, dálkové světlo a jednoduchý bargraf pro zobrazení stavu nabití akumulátoru. Dalšími prvky jsou potenciometry pro regulaci svitu rychloměru a LCD displeje. Tlačítko slouží pro zobrazení vybrané informace. Dále zde bude zabudován hlavní spínač na klíč.

Při poloze spínače 0 bude elektronika vypnutá, v poloze 1 bude elektronika zapnutá, ale nebude fungovat motor. Ten bude moci běžet při poloze 2 spínače.



Obr. 12. Rozvržení jednotlivých prvků na přístrojové desce.

Přístrojová deska má být umístěna mezi řidítka. Upevněna pomocí šroubů, které upevňují řidítka. Vyrobená má být z pozinkovaného plechu. Jednotlivé komponenty jsou vyrobeny pro upevnění pomocí šroubů M3 spolu s distančními sloupky. U LCD displeje je třeba použít šrouby M2. Barva přístrojové desky by měla být černá. Vhodné je i vytvoření jednoduchého stínítka bránění přímému dopadu slunečních paprsků. Tyto paprsky mohou způsobit neviditelnost údaje na rychloměru tvořeného LED displejem.

7. UŽIVATELSKÝ MANUÁL

1) Technické údaje

Bezdrátové rozhraní slouží k rozšíření funkcí malého motocyklu značky Simson S51 vyrobeného v bývalé NDR. Přímá realizace je na modelu S51 B2-4/2. Tento motocykl je 60 km/h varianta s maximálním výkonem 3,7 kW při 5500 ot/min [9]. Elektrická instalace je složena ze zapalovací cívky a jedné nabíjecí cívky. Tyto cívky jsou umístěny v pravé části bloku motoru. Nabíjecí cívka je přivedena na vstup nabíjecího zařízení. Toto nabíjecí zařízení upravuje střídavé napětí z cívky na stejnosměrné o velikosti 14,4 V. Tímto napětím je nabíjen akumulátor o parametrech 12 V/12 Ah.

Akumulátor je zdrojem elektrické energie pro celou elektroinstalaci tvořenou jednotkou Master, Slave a infračerveným snímačem rychlosti. Napájecí napětí elektroniky je 5 V. To je vyrobeno pomocí stabilizátorů z napětí akumulátoru.

2) Údržba

Lhůty podrobné údržby závislé na počtu ujetých kilometrů jsou uvedeny podrobně v dílenské příručce [9]. Zde jsou uvedeny jen informace k elektronice.

Správná funkce jednotlivých částí je indikována zelenými LED diodami. Pokud motocykl delší dobu stál, je doporučeno proměřit napětí na akumulátoru, zda nekleslo pod 12 V. Toto je zvláště potřebné u akumulátorů starších více než 2 roky. Pokud je napětí menší než 12 V, nabijte je nabíječem se stejným jmenovitým napětím. Měření lze provést jakýmkoliv stejnosměrným voltmetrem.

Dále uveďte elektroniku do provozu otočením klíče zapalování do polohy 1. Zkontrolujte, zda svítí všechny zelené LED diody. Pokud nesvítí, zkontrolujte připojení napájení k napájecím konektorům. Pokud je napájení správně přivedeno a zelená LED stále nesvítí, zmáčkněte příslušné resetovací tlačítko asi po dobu 1 s.

Funkci brzdového světla vyzkoušejte pomocí nožního a ručního spínače. Pokud při sešlápnutí nebo zmáčknutí brzdy nedojde ke rozsvícení světla, zkontrolujte kontakty brzdových spínačů u zadního kola a u páčky přední brzdy.

3) Obsluha

7.3.1 Uvedení do chodu

Pro uvedení elektroniky do chodu slouží klíč, pomocí něhož lze v přístrojové desce volit 2 pracovní režimy. Režim I slouží pouze k rozsvícení parkovacích světel. Nejde spustit motor. Tento režim slouží pro osvětlení stojícího motocyklu po nezbytně nutnou dobu za snížené viditelnosti. V tomto pracovním režimu není dobíjen akumulátor a při dlouhodobém zapnutí parkovacích světel může dojít k jeho úplnému vybití. Po úplném vybití je nutno akumulátor dobít pomocí vhodného dobíjecího zařízení.

V režimu II je zapnuta elektronika, světla a lze spustit motor pomocí nožního spouštěče. Během chodu motoru je akumulátor automaticky dobíjen z nabíjecí cívky. Není doporučeno nechávat stát motocykl bez spuštěného motoru se zapnutým osvětlením. Může dojít k vybití akumulátoru.

7.3.2 Ovládání LCD/LED displeje

Svit obou displejů lze ovládat pomocí dvou potenciometrů umístěných na spodní části přístrojové desky. Levý potenciometr je pro ovládání svitu LED displeje ve funkci rychloměru, pravý ovládá svit informačního LCD displeje.

Tlačítko pod LCD displejem na levé straně slouží pro pohyb v informačním menu na LCD displeji.

7.3.3 Ovládání parkovacího světla

Pro zapnutí parkovacího světla je třeba klíč uvést do polohy I a stisknout příslušné tlačítko na přístrojové desce. Toto tlačítko se nachází pod LCD displejem na pravé straně. Není doporučeno používat po dlouhou dobu zapnuté parkovací světlo. Důvodem je možnost vybití akumulátoru.

7.3.4 Kontrolní světla

Na bocích přístrojové desky jsou umístěny dva panely s kontrolními světly. Tyto světla informují uživatele o stavu nabití akumulátoru (levá část) a zapnutém osvětlení (pravá část).

Na bocích rychloměru jsou umístěna kontrolní světla pro směrová světla. Zapnutí příslušných směrových světel je indikováno přerušovaným blikáním kontrolního směrového světla zelené barvy.

Zelené kontrolní světlo na levé straně informuje o správné úrovni napětí na akumulátoru, tomu odpovídá rozpětí 12,5 V až 14 V. Žlutá LED odpovídá napětí 12,0 V až 12,5 V a 14 V až 15 V. Červená LED dioda upozorňuje na velmi nízké napětí na akumulátoru. To může být také způsobené nedobíjením akumulátoru při běhu motoru nebo dlouhodobým rozsvícením světel bez zapnutého motoru.

Na pravé straně jsou kontrolní světla indikující sepnutí příslušného osvětlení motocyklu. Modré světlo znamená sepnutí dálkového světla pomocí přepínače umístěném na levém řídítku, prostřední zelené pro určení sepnutého tlumeného světla. Toto osvětlení je sepnuto pomocí stejného přepínače, ale v jiné poloze. Spodní zelené kontrolní světlo oznamuje zapnutí parkovacího světla.

Každá deska elektroniky je vybavena LED diodami, které slouží ke kontrole jejího stavu. Zelené LED diody určují bezporuchový stav, žluté určují případný výstražný stav a červené LED jsou pro určení poruchového stavu.

7.3.5 Přenos informací

K přenosu informací mezi jednotlivými částmi elektroniky slouží metalické vedení. Při výskytu případné poruch zkontrolujte správné připojení těchto vedení, neporušenost izolací vedení a správný kontakt mezi jednotlivými částmi.

Pro přenos informace o rychlosti je využito infračerveného přenosu. Udržujte v čistotě lesklou kovovou plošku umístěnou ve výpletu kola. Pokud by byla znečištěna hrozí přerušení sběru informace o rychlosti. Dále udržujte v čistotě infračervený vysílač s přijímačem, aby bylo zaručeno bezchybného přenosu informace o rychlosti.

8. ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na vytvoření a realizaci bezdrátového rozhraní pro digitální aplikaci. Systém je určen pro použití na motocyklu Simson. Nejdříve bylo nutné vytvořit kompletní digitálně řízenou aplikaci, která je složena z hlavní řídicí jednotky (Master), vedlejší řídicí jednotky (Slave) a periférií. Těmito perifériemi jsou snímač teploty válce motoru, snímač okolní teploty, snímač rychlosti. Tyto periferie byly vybrány ke zjišťování základních informací o vytvořeném systému.

Jako řídicí jednotky byly zvoleny dva 8 bitové mikrokontroléry ATmega16 a ATmega8 od firmy Atmel. První z nich je určen pro ovládání zobrazovacích jednotek, hlášení o stavu a ovládání osvětlení motocyklu včetně přerušování směrových světel. Dále je určen pro získávání dat o rychlosti motocyklu. Jeho umístění bylo zvoleno u řídítek, kde bude vytvořena nová přístrojová deska. Další mikrokontrolér je určen pro měření stavu nabití akumulátoru, a pro získávání informací o teplotě válce motoru a okolní teplotě. Další jeho funkcí byla zvolena komunikace s osobním počítačem přes sériovou linku RS-232. Umístění tohoto mikrokontroléru, který byl vybrán jako Slave, bylo zvoleno uprostřed motocyklu v přístrojové skříni. Ke komunikaci mezi oběma mikrokontroléry byla vybrána sériová sběrnice I2C.

Pro bezdrátové rozhraní byl vybrán infračervený přenos. Tento přenos slouží k vysílání informace o rychlosti jízdy. Infračervený přenos byl zvolen pro jeho nenáročné použití spolu s malými rozměry oproti přenosu prostřednictvím elektromagnetických vln. Přenos elektromagnetickými vlnami byl zamítnut kvůli malé vzdálenosti mezi vysílačem a přijímačem, protože při použití antén by docházelo k zachytávání vlastního šumu antén.

Dále byla vytvořena kompletní schémata všech součástí celého systému. Bylo rozhodnuto o předělání stávající elektroinstalace z 6V na 12V při výměně určitých součástí elektroinstalace. Použit bude také hlavní spínač na klíč. Byl vytvořen návrh na novou přístrojovou desku umístěnou mezi řídítky. Přepínač světel a směrových světel budou zachovány původní.

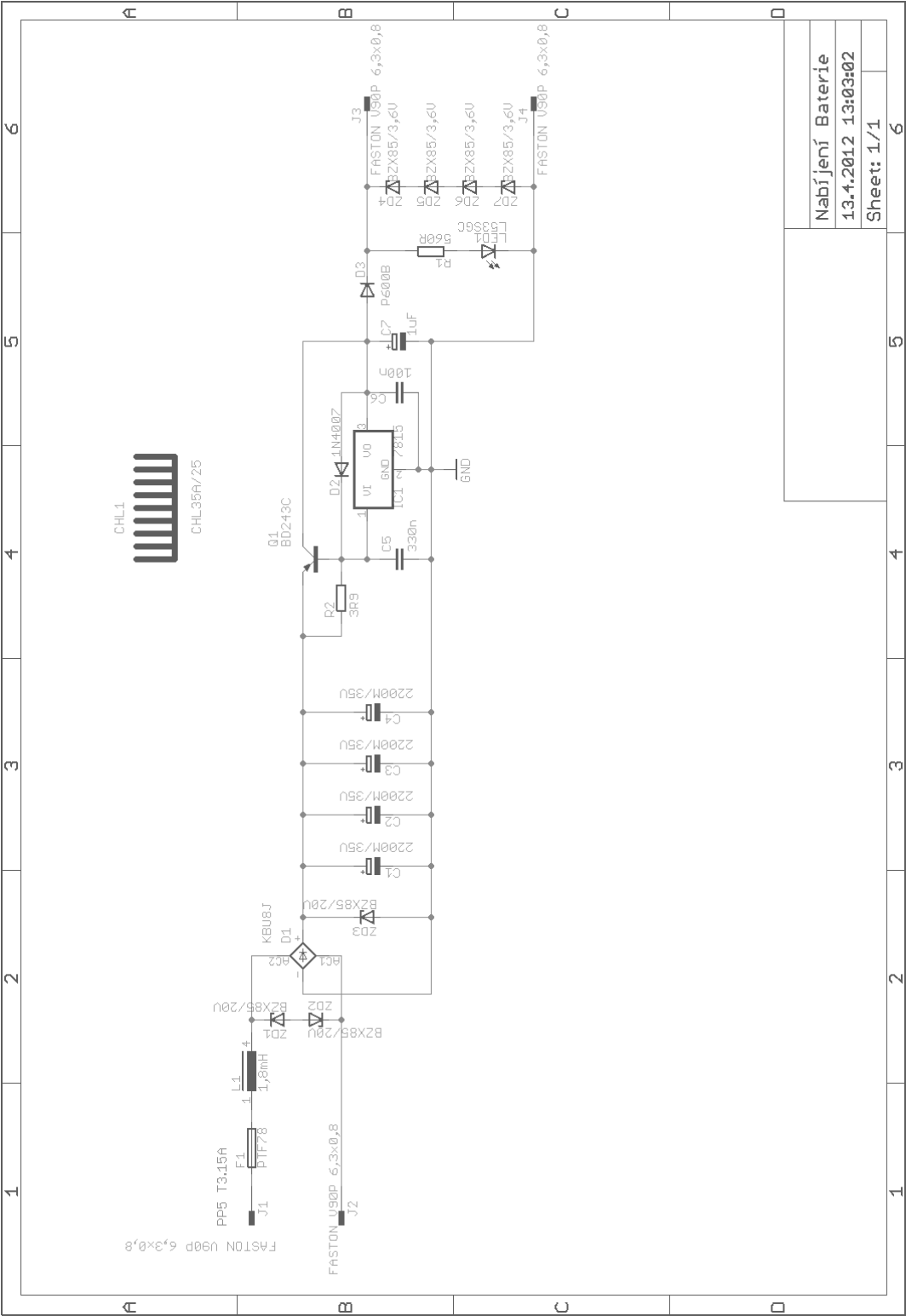
V poslední části byly vytvořeny příslušné desky plošných spojů. Následně byly jednotlivé prvky odzkoušeny a naprogramovány v prostředí AVR studio programovacím jazykem C. Při odzkoušení funkčnosti systému byly zjištěny problémy s bezdrátovým rozhraním tvořené infračerveným snímačem. Odrazná kovová destička je velmi náchylná na znečištění, čímž může docházet k přerušení získávání informace o rychlosti jízdy. Odstranění nedostatku může spočívat ve výměně infračerveného optického spoje za indukční princip měření. Indukční princip by neměl být náchylný i na silná znečištění. Další problém byl ve zprovoznění infračerveného spoje mezi snímačem a jednotkou Master. Proto doporučuji vytvořit přenos informace metalickým vedením. Dalšími problémy bylo neúspěšné zprovoznění komunikace po sběrnici I2C. Během potřebné doby pro vytvoření práce nebyly tyto problémy úspěšně odstraněny.

LITERATURA

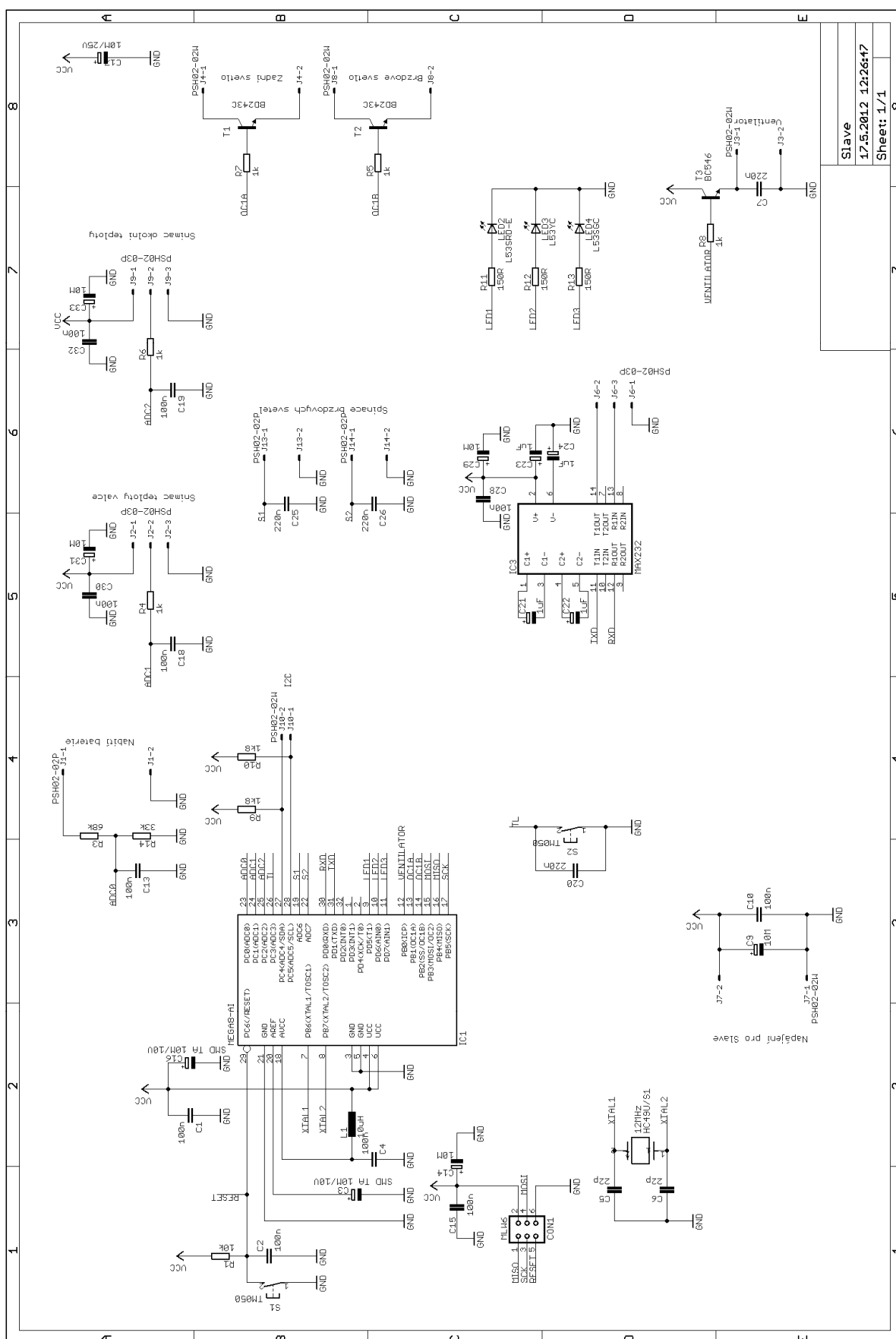
- [1] HRBÁČEK, J. *Komunikace mikrokontroléru s okolím*. Praha: BEN-technická literatura, 2000.
- [2] FRÝZA, T. *Řízení sériové komunikace*. Přednáška 7. Brno: FEKT VUT v Brně, 2009.
- [3] Datasheet mikrokontroléru ATmega16 [online]. Dostupné na [www: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8154.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8154.pdf)
- [4] MARTINEK, R. *Senzory v průmyslové praxi*. Praha: BEN-technická literatura, 2004.
- [5] KREIDL, M. *Měření teploty-senzory a měřicí obvody*. Praha: BEN-technická literatura, 2005.
- [6] KASAL, M. *Směrové a družicové spoje*. Elektronické skriptum. Brno: FEKT VUT v Brně, 2003.
- [7] FEDRA, Z. *Mikrokontroléry pro přístrojové aplikace*. Přednáška. Brno: FEKT VUT v Brně, 2011.
- [8] TARABA, R. *Datová komunikační síť CAN*. Praha: HW server, 2004 – [cit. 9. listopadu 2004]. Dostupné na [www: http://hw.cz/rozhrani/ART1173-Aplikovani-sbornice-CAN.html](http://hw.cz/rozhrani/ART1173-Aplikovani-sbornice-CAN.html).
- [9] Dílenská příručka pro motocykly SIMSON S51, S70 a SR50, SR80.
- [10] ZÁHLAVA, V. *Návrh a konstrukce desek plošných spojů – principy a pravidla praktického návrhu*. Praha: BEN-technická literatura, 2010.
- [11] ARENDÁŠ, M., RUČKA, M. *Nabíječky a nabíjení*. Praha: BEN-technická literatura, 1999.
- [12] BRANČÍK, L., *Analogové elektronické obvody*. Skriptum. Brno: FEKT VUT v Brně, 2007.
- [13] Filtrační kondenzátor [online]. Dostupné na [www: http://www.dMaster.wz.cz/postupy/filtr/filtr.htm](http://www.dMaster.wz.cz/postupy/filtr/filtr.htm)
- [14] Datasheet integrovaného stabilizátoru 7805 [online]. Dostupné na [www: http://www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com)
- [15] ŠEBESTA, J. *Chlazení napájecích zdrojů*. Přednáška 11. Brno: FEKT VUT v Brně, 2008.
- [16] Datasheet mikrokontroléru ATmega8 [online]. Dostupné na [www: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf)
- [17] Datasheet duálního převodníku MAX232. [online]. Dostupné na [www: http://www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com)
- [18] Datasheet mikrokontroléru ATtiny 2313 [online]. Dostupné na [www: http://www.atmel.com/dyn/products/product_card.asp?part_id=3229](http://www.atmel.com/dyn/products/product_card.asp?part_id=3229)

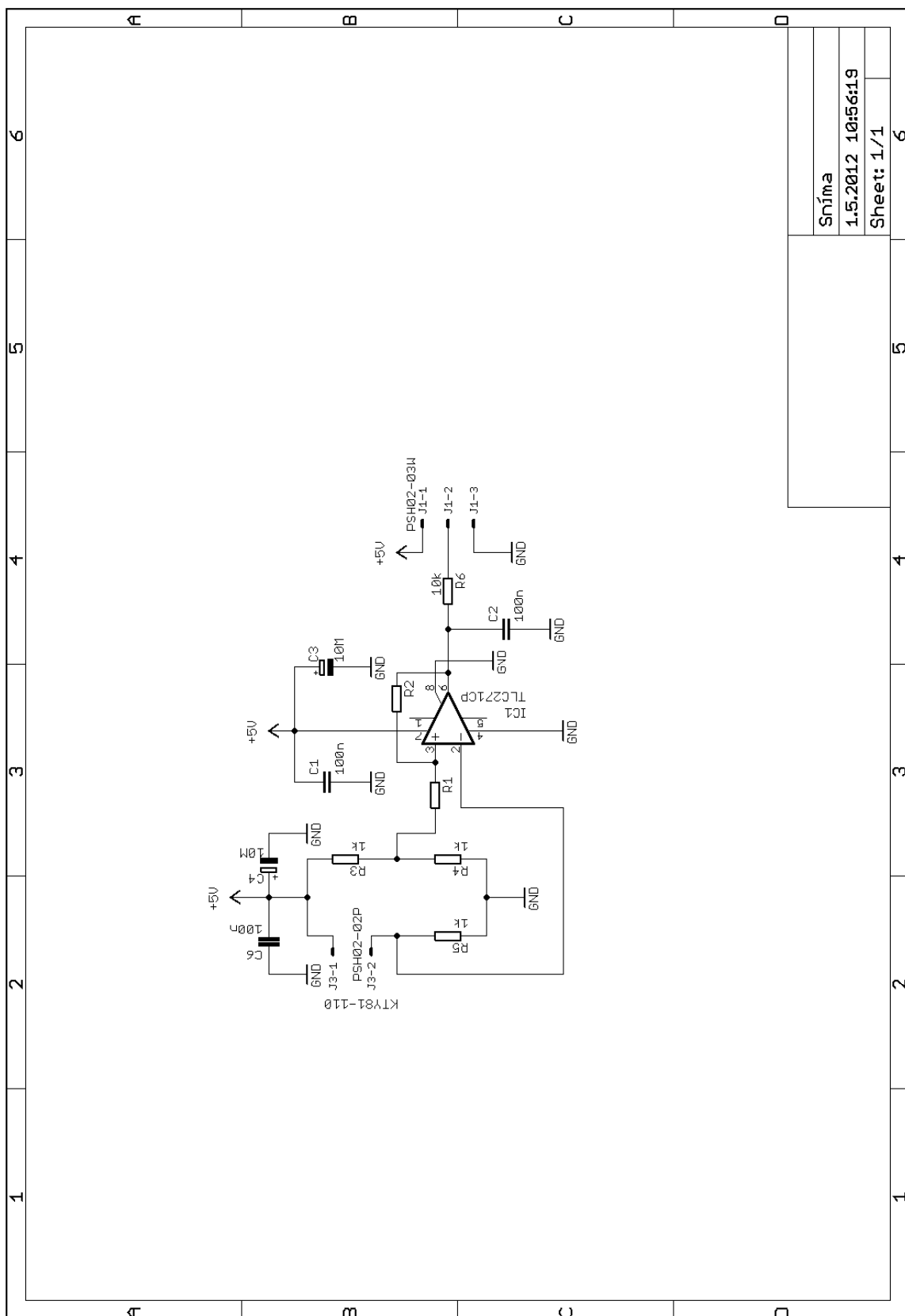
- [19] Katalog EZK [online]. Dostupné na [www: http://www.ezk.cz/katalogy.htm](http://www.ezk.cz/katalogy.htm)
- [20] Datasheet LED display driveru M5482B7 [online]. Dostupné na [www: http://www.alldatasheets.com](http://www.alldatasheets.com)
- [21] Datasheet IR přijímače Agilent HSDL-3612-008 [online]. Dostupné na [www: http://www.alldatasheets.com](http://www.alldatasheets.com)
- [22] Datasheet operačního zesilovače TLC271CP [online]. Dostupné na [www: http://www.alldatasheets.com](http://www.alldatasheets.com)
- [23] Datasheet odporového teplotního čidla KTY81-110 [online]. Dostupné na [www: http://www.alldatasheets.com](http://www.alldatasheets.com)
- [24] Gescheidtová, E., Rez, J., Steinbaurer, M., *Měření v elektrotechnice*. Brno: FEKT VUT v Brně, 2002.
- [25] Datasheet IR diody L53F3C. [online]. Dostupné na [www: http://www.alldatasheets.com](http://www.alldatasheets.com)
- [26] Datasheet IR fototranzistoru L53P3BT. [online]. Dostupné na [www: http://www.alldatasheets.com](http://www.alldatasheets.com)
- [27] MIKULČÁK, J., KLIMEŠ, B., ŠIROKÝ, J., ŠŮLA, V., ZEMÁNEK, F. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky*. Praha 1988. ISBN 978-80-7196-345-5
- [28] Sériová linka RS-232 [online]. Dostupné na [www: http://www.hw.cz/rozhrani/hw-server-predstavuje-seriova-linka-rs-232.html#LOOPBACK](http://www.hw.cz/rozhrani/hw-server-predstavuje-seriova-linka-rs-232.html#LOOPBACK)

PŘÍLOHY

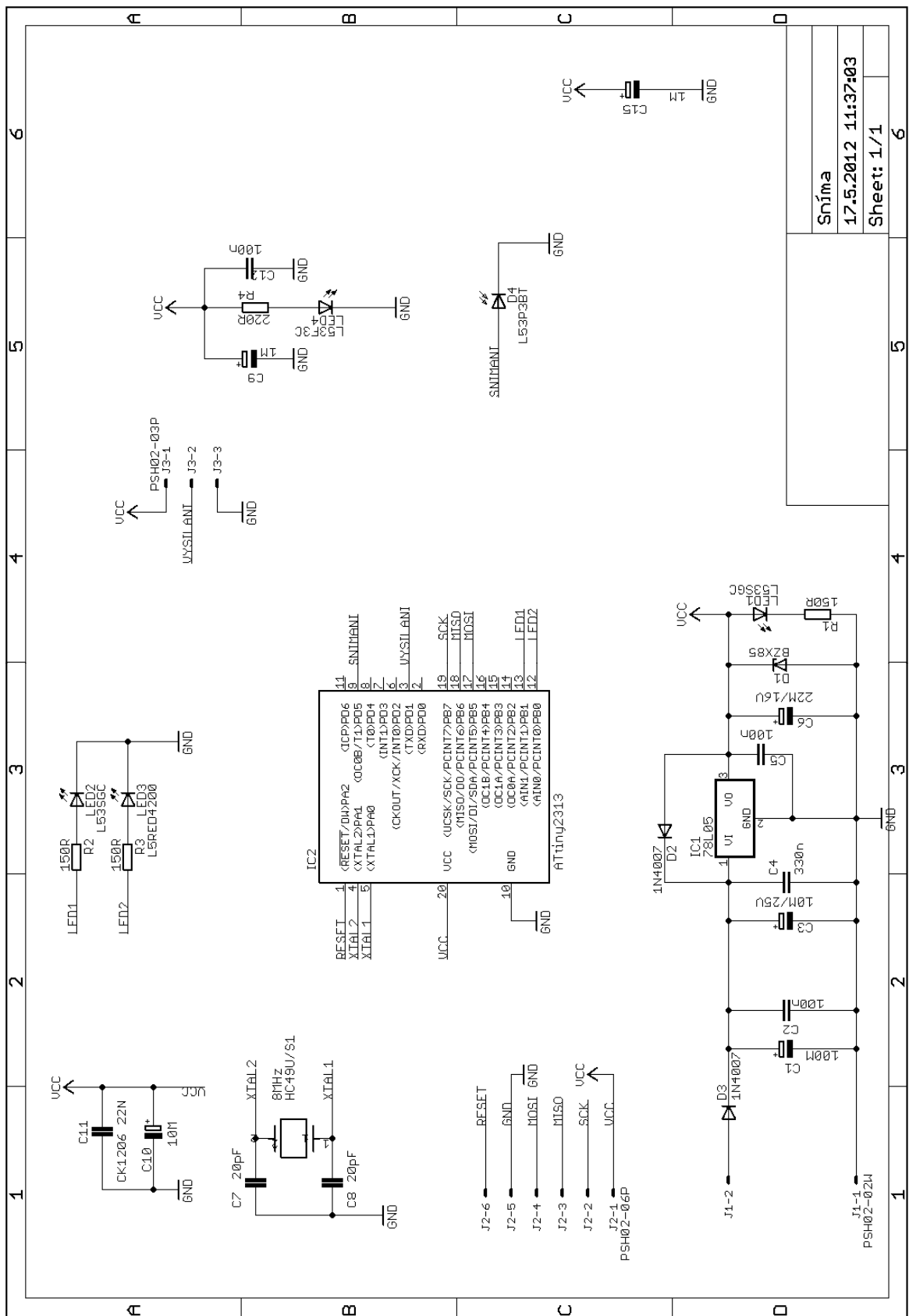


Obr. 13. Schéma nabíjecího zařízení akumulátoru.



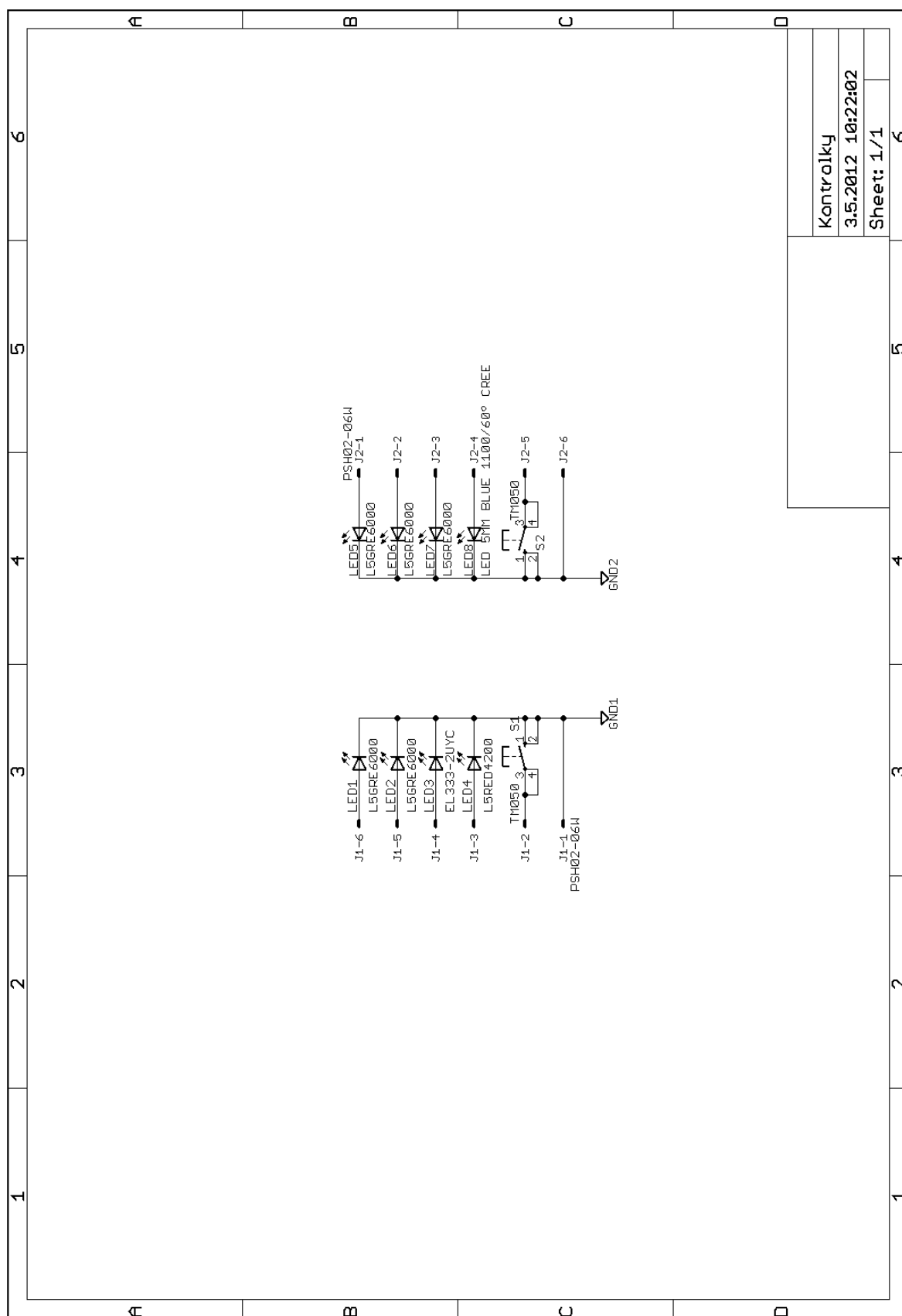


Obr. 16. Teplotní snímač.

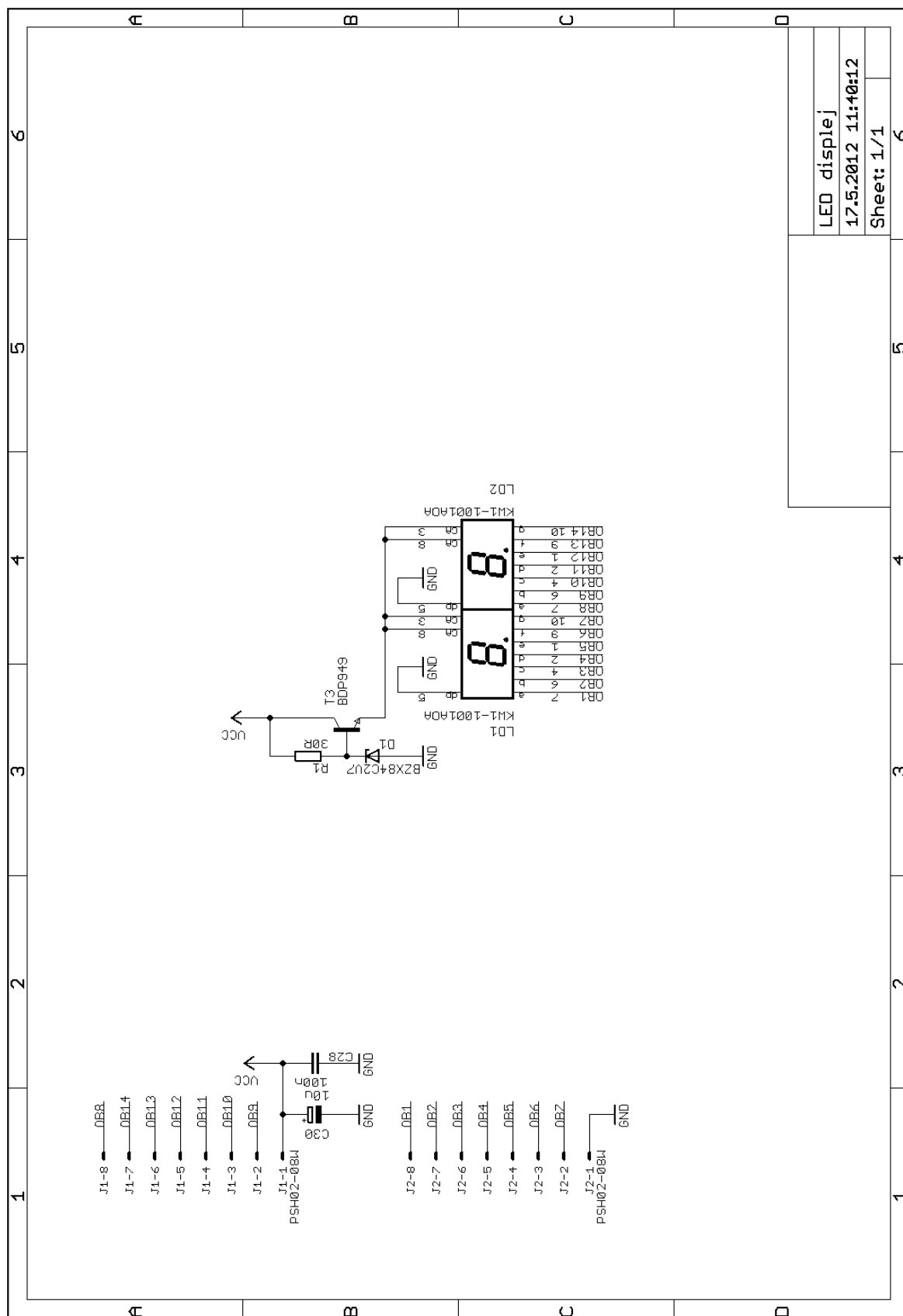


Obr. 17. Snímač rychlosti.

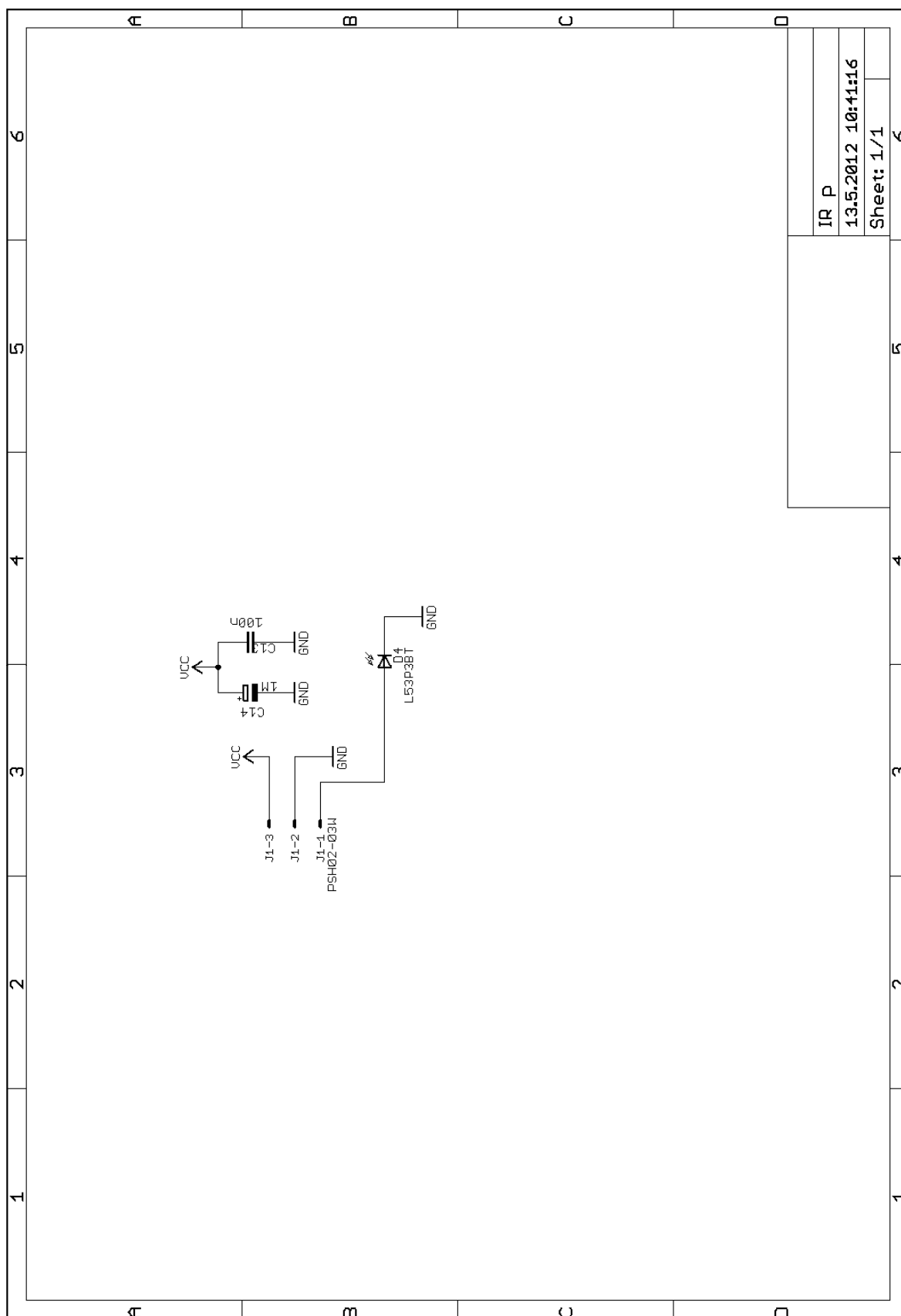
Obr. 18. Jednotka Master.



Obr. 19. Kontrolní světla.



Obr. 20. LED displej.



Obr. 22. IR přijímač.