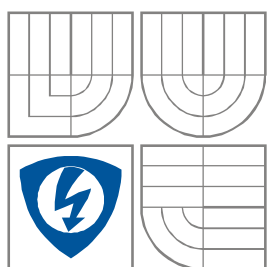


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A
KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV RADIOELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND
COMMUNICATION
DEPARTMENT OF RADIO ELECTRONICS

CYKLOPOČÍTAČ S VÝŠKOMĚREM

CYKLOCOMPUTER WITH ALTIMETER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Tomáš Čech

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Jiří Hermany

BRNO 2010

zadání BP

LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Tomáš Čech
Bytem: Blížkovice 302, 671 55
Narozen/a (datum a místo): 9. ledna 1985 v Třebíči

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
se sídlem Údolní 53, Brno, 602 00
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
prof. Dr. Ing. Zbyněk Raida, předseda rady oboru Elektronika a sdělovací technika
(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
 - ☐ diplomová práce
 - ☒ bakalářská práce
 - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Cyklopočítač s výškoměrem

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Jiří Hermany

Ústav: Ústav radioelektroniky

Datum obhajoby VŠKP: _____

VŠKP odevzdal autor nabyvateli*:

- ☒ v tištěné formě – počet exemplářů: 2
- ☒ v elektronické formě – počet exemplářů: 2

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.

3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.

4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

* hodící se zaškrtněte

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☒ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy
(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 28. května 2010

.....
Nabyvatel

.....
Autor

Abstrakt

Cílem projektu je seznámit se s parametry magnetických senzorů pro měření impulsů a snímačů atmosférického tlaku. Dále je potřeba vybrat vhodný mikrokontrolér a LCD k zobrazování měřených hodnot. Později navrhnout a sestavit zařízení pro cyklistiku, které bude zobrazovat údaje o jízdě a také ujeté převýšení. Všechny údaje se ukládají do paměti.

Projekt také zahrnuje komunikaci mikrokontroleru s PC pomocí USB a přenos dat z paměti.

Klíčová slova: výškoměr, mikrokontrolér, LCD, programování mikroprocesorů, komunikace USB, magnetický senzor.

Abstract

The target of the project is to get acquainted with parameters of magnetic sensors for impulse measurements and of atmospheric pressure sensors. Furthermore there is necessary to choose a proper microcontroller and LCD for measured values displaying. The equipment for bicycling will be projected and constructed afterwards. It will allow to display information on moved distance and also on its superelevation. All data will be stored in the memory.

The project also includes microcontroller-PC communication by USB and data transmission from the memory.

Keywords:

altimeter, microcontroller, LCD (liquid crystal display), programming of microprocessors, USB communication, magnetic sensor.

Čech, T. Cyklopočítač s výškoměrem. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav radioelektroniky, 2010. 60 s., 7 s. příloh. Bakalářská práce. Vedoucí práce: Ing. Jiří Hermany

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Cyklopočítač s výškoměrem jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce 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 uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 28.května 2010

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Hermanymu za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne 28. května 2010

.....
podpis autora

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	11
SEZNAM TABULEK.....	12
ÚVOD.....	13
ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	13
CÍLE.....	13
1 ROZBOR ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	14
1.1 MAGNETICKÉ SENZORY	14
1.2 SNÍMAČE ATMOSFÉRICKÉHO TLAKU	14
1.3 MIKROKONTROLÉR.....	14
1.4 LCD	15
1.5 SBĚRNICE USB.....	15
1.6 SBĚRNICE SPI.....	15
2 OBECNÝ ROZBOR ZAŘÍZENÍ.....	16
2.1 CHARAKTERISTIKA ZAŘÍZENÍ	16
2.2 BLOKOVÉ SCHÉMA	16
3 VÝBĚR KOMPONENT	17
3.1 MIKROKONTROLÉR 89S52.....	17
3.2 ZOBRAZOVÁNÍ - LCD DISPLEJ GM12321	18
3.3 ČIDLO ATMOSFÉRICKÉHO TLAKU MPXH6115	20
3.4 MAGNETICKÝ SENZOR	22
3.5 TEPLOTNÍ ČIDLO KTY82	23
3.6 A/D PŘEVODNÍK MCP3208.....	23
3.7 NAPÁJECÍ A NABÍJECÍ OBVODY	25
3.8 PAMĚŤ 45DB16.....	29
3.9 OBVOD REÁLNÉHO ČASU DS1302	30
3.10 PŘEVODNÍK USB ⇔ UART FT232	32
3.11 AKUMULÁTOR.....	33
4 NÁVRH ZAŘÍZENÍ	34
4.1 NAPÁJENÍ	34
4.2 MIKROKONTROLÉR AT89S52	34
4.3 A/D PŘEVODNÍK MCP3208.....	34
4.4 OBVOD REÁLNÉHO ČASU DS1302	34
4.5 LCD DISPLEJ GM12321	35
4.6 TLAKOVÉ ČIDLO MPXA6115A	35
4.7 TEPLOTNÍ ČIDLO KTY82	35
4.8 PAMĚŤ 45DB16.....	35
4.9 PŘEVODNÍK USB ⇔ UART FT232.....	35
5 NÁVRH DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ	38
5.1 DESKA PLOŠNÝCH SPOJŮ CYKLOPOČÍTAČE	38
5.2 DESKA PLOŠNÝCH SPOJŮ KOMUNIKAČNÍHO MODULU	39
6 NÁVRH PROGRAMU PRO MIKROPROCESOR.....	40

6.1	BLOKOVÉ SCHÉMA HLAVNÍ SMYČKY	40
6.2	POPIS HLAVNÍ SMYČKY	41
6.3	BLOKOVÉ SCHÉMATA PŘERUŠENÍ	42
6.4	POPIS PŘERUŠENÍ	42
6.5	UKÁZKA KÓDU	43
7	POPIS KOMUNIKACE A ZPRACOVÁNÍ DAT.....	47
7.1	POPIS USB KOMUNIKACE	47
7.2	ZPRACOVÁNÍ DAT	48
8	ZÁVĚR A ZHODNOCENÍ.....	49
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	50
	SEZNAM ZKRATEK	52
	SEZNAM PŘÍLOH.....	53

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1.	ZÁKLADNÍ SLOŽENÍ SNÍMAČE ATMOSFÉRICKÉHO TLAKU [14]	14
OBRÁZEK 2.	SPI KOMUNIKACE JEDNOHO ŘÍDÍČÍHO (MASTER) A TŘECH PODŘÍZENÝCH (SLAVE) ZAŘÍZENÍ.....	15
OBRÁZEK 3.	BLOKOVÉ SCHÉMA CYKLOPOČÍTAČE.....	16
OBRÁZEK 4.	ROZMÍSTĚNÍ PINŮ 89S52 [8]	17
OBRÁZEK 5.	INSTRUKCE PRO GM12321 [20]	19
OBRÁZEK 6.	PRŮBĚH KOMUNIKACE S DISPLEJEM GM12321 [20].....	19
OBRÁZEK 7.	VÝSTUP TLAKOVÉHO ČIDLA [15].....	21
OBRÁZEK 8.	ZÁVISLOST CHYBY NA TEPLITĚ [15]	21
OBRÁZEK 9.	ZÁVISLOST ODPORU NA TEPLITĚ PRO KTY82-110 [17].....	23
OBRÁZEK 10.	SPI KOMUNIKACE A/D PŘEVODNÍKU MCP3208 [18].....	24
OBRÁZEK 11.	TYPICKÉ ZAPOJENÍ LT1308 [12].....	26
OBRÁZEK 12.	ZAPOJENÍ OBVODU ICL7660 JAKO NAPĚŤOVÉHO INVERTORU [11]	27
OBRÁZEK 13.	NABÍJECÍ CYKLUS MC34673 [10]	28
OBRÁZEK 14.	PRŮBĚH NABÍJENÍ MC34673 [10]	28
OBRÁZEK 15.	TYPICKÉ ZAPOJENÍ LTC4002 [22]	29
OBRÁZEK 16.	TYPICKÉ ZAPOJENÍ RTC DS1302 [16].....	31
OBRÁZEK 17.	PRŮBĚH KOMUNIKACE S OBVODEM REÁLNÉHO ČASU DS1302 [16].....	31
OBRÁZEK 18.	DATOVÉ USPOŘÁDÁNÍ V OBVODU REÁLNÉHO ČASU DS1302 [16]	32
OBRÁZEK 19.	BLOKOVÉ SCHÉMA FT232 [19].....	32
OBRÁZEK 20.	SCHÉMA ZAPOJENÍ OBVODU CYKLOPOČÍTAČE	36
OBRÁZEK 21.	SCHÉMA ZAPOJENÍ OBVODU KOMUNIKAČNÍHO MODULU	37
OBRÁZEK 22.	NÁVRH SPOJŮ A ROZMÍSTĚNÍ SOUČÁSTEK NA HORNÍ VRSTVĚ DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ CYKLOPOČÍTAČE.....	38
OBRÁZEK 23.	NÁVRH SPOJŮ A ROZMÍSTĚNÍ SOUČÁSTEK NA SPODNÍ VRSTVĚ DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ CYKLOPOČÍTAČE.....	38
OBRÁZEK 24.	NÁVRH SPOJŮ A ROZMÍSTĚNÍ SOUČÁSTEK NA HORNÍ VRSTVĚ DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ KOMUNIKAČNÍHO MODULU.....	39
OBRÁZEK 25.	NÁVRH SPOJŮ A ROZMÍSTĚNÍ SOUČÁSTEK NA SPODNÍ VRSTVĚ DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ KOMUNIKAČNÍHO MODULU.....	39
OBRÁZEK 26.	BLOKOVÉ SCHÉMA HLAVNÍ SMYČKY PROGRAMU MIKROPROCESORU	40
OBRÁZEK 27.	BLOKOVÉ SCHÉMA PŘERUŠENÍ PROGRAMU MIKROPROCESORU	42
OBRÁZEK 28.	KOMUNIKACE USB (SÉRIOVÝ KANÁL) A POPIS JEDNOTLIVÝCH BITŮ...	47
OBRÁZEK 29.	PŘÍKLAD ZPRACOVÁNÍ DAT	48

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1.	PŘIDĚLENÍ PAMĚTI UKLÁDANÝM HODNOTÁM.....	29
TABULKA 2.	PŘIDĚLENÍ PAMĚTI UKLÁDANÝM STATICKÝM HODNOTÁM.....	29
TABULKA 3.	PŘÍKLAD FORMÁTU ZÁPISU DAT DO PAMĚTI.....	30
TABULKA 4.	PŘEHLED SPOTŘEBY JEDNOTLIVÝCH SOUČÁSTEK.....	33

Úvod

Zadání bakalářské práce

Seznamte se s parametry magnetických senzorů pro měření impulsů a snímačů atmosférického tlaku. Porovnejte je s ohledem na možnost použití pro návrh cyklopočítače (tachometru) s výškoměrem. Vyberte vhodný mikrokontrolér a navrhnete zařízení pro měření rychlosti, ujeté vzdálenosti, nadmořské výšky a dalších funkcí s možností ukládání naměřených hodnot a připojení k PC.

Realizujte navržený cyklopočítač, oživte jej a otestujte. Sepište jednoduchý manuál.

Cíle

Cílem projektu je navrhnout a sestavit funkční cyklopočítač s výškoměrem, který bude použitelný v praxi. Dále bude obsahovat nadstandardní funkce a parametry. Výškoměr bude pracovat na principu změny atmosférického tlaku v závislosti na nadmořské výšce. Cyklopočítač neměří nadmořskou výšku, ale pouze ujeté převýšení. Toto převýšení, se stejně jako všechny hodnoty, bude ukládat do paměti a z těchto informací je možné v PC zobrazit profil zajetí trati a další hodnoty.

1 Rozbor zadání bakalářské práce

1.1 Magnetické senzory

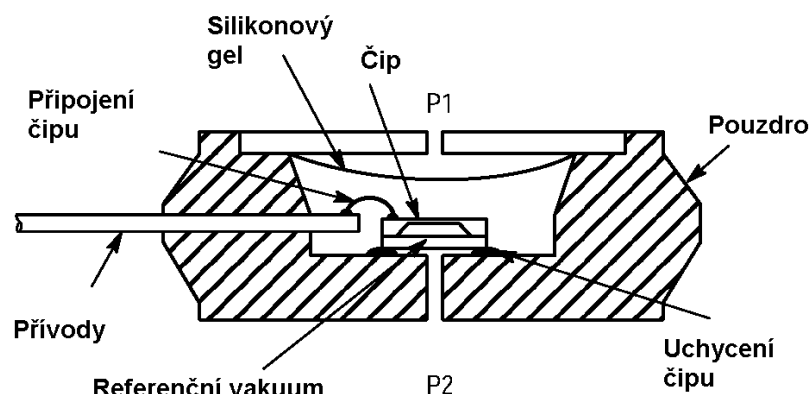
Magnetické senzory reagují na magnetické pole. Pokud se magnetický senzor nachází v magnetickém poli, tak se jeho okruh uzavře a je v sepnutém stavu. Pokud se magnetické pole přeruší, senzor se rozezne. Tyto senzory se hojně využívají v zabezpečovací technice (kontrola otevření dveří, oken atd.), dále pak v cyklistice, v měřicí technice (měřič otáček) apod.

Největší výhodou je jejich jednoduchost a nezávislost na napájení.

Nevýhoda je nepřesnost, náchylnost na různé magnetické pole a pouze malá možnost frekvence změny.

1.2 Snímače atmosférického tlaku

Snímače atmosférického tlaku fungují na principu porovnávání tlaku ve vakuu tedy nulového a tlaku v měřeném prostředí. Podle tohoto rozdílu mění výstupní velikost napětí. V základě se vlastně neměří přímo tlak, ale jeho silový účinek. Užití nejčastěji nacházejí v meteorologii a v měřicí technice. Nejdostupnější senzor na trhu nabízí firma Motorola, která vyrábí mnoho variant těchto senzorů.



Obrázek 1. Základní složení snímače atmosférického tlaku [14]

1.3 Mikrokontrolér

Mikrokontroléry neboli tzv. jednočipové počítače se dělí dle architektury, podle které jsou navrženy. A to buď architektura Von Neumannova, nebo Hardvardská architektura. Von Neumannova architektura má společnou paměť pro data i program, naopak Hardvardská má data a program oddělena. V dnešní době je používanější Hardvardská architektura [5].

Výhodou jednočipových počítačů je integrace většiny periférií na jeden čip s procesorem např. čítače, časovače, A/D převodníky, sběrnice, logické vstupy a výstupy. Dále také jejich pořizovací cena a celková jednoduchost.

Nevýhodou je samozřejmě menší početní výkon.

Na trhu je nespočet typů mikrokontrolérů např. ATmega, AVR, MSP4300, 8051 atd. Nejpoužívanější mikrokontroléry dnes vyrábí firma Atmel, dále pak Freescale Semiconductor a Texas Instruments [5].

1.4 LCD

LCD využíváme na zobrazování informací. LCD z anglického Liquid Crystal Display fungují na principu tekutých krystalů. Tyto displeje se skládají ze zobrazovacích bodů, které jsou poskládány do matice.

Základní LCD se dělí na:

- Sedmisegmentové
- alfanumerické maticové
- grafické

Další parametr LCD displeje je přítomnost nebo absence řadiče.

Displeje mohou být buď s podsvícením či bez něj. V dnešní době tento typ displejů patří k nepoužívanějším. Využívá se např. v mobilních telefonech, v kalkulačkách, v měřicích zařízeních a samozřejmě ve výpočetní technice.

Mezi výhody LCD patří nízká energetická náročnost a cenová dostupnost.

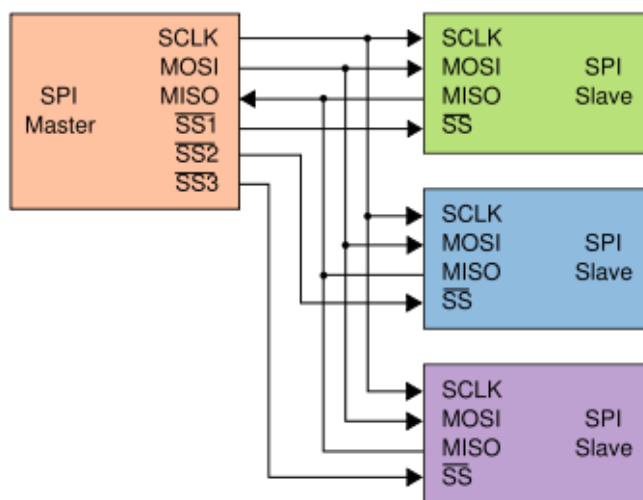
1.5 Sběrnice USB

USB z anglického Universal Serial Bus vzniklo v roce 1995 za spolupráce několika firem (Compaq, HP, Intel, Lucent, NEC, Microsoft a Philips), aby nahradilo zastaralé porty. Snažili se vyvinout univerzální seriovou sběrnici pro připojení běžných periférií k PC. USB se stalo nepoužívanějším portem také díky technologii Plug&Play, která umožňuje připojení či odpojení periférie za chodu počítače. USB se začalo používat ve verzi 1.1, v roce 2000 přišla druhá generace 2.0 a v roce 2007 byla zatím jen představena verze 3.0 [7].

1.6 Sběrnice SPI

SPI je sériové periferní rozhraní. Toto rozhraní se využívá pro komunikaci mezi více zařízeními, jako například mezi mikrokontrolérem a dalšími integrovanými obvody. Výhoda této komunikace je vyžívání jedné sběrnice pro více obvodů. Výběr obvodu, se kterým chceme komunikovat, probíhá za pomoci zvláštního vodiče (SS).

Zařízení jsou rozdělena na master (řídící) a slave (podřízená) zařízení. Master řídí komunikaci a pomocí hodinového signálu (SCLK) určuje, kdy má slave vysílat. Piny MOSI a MISO slouží přímo pro komunikaci [21].



Obrázek 2. SPI komunikace jednoho řídícího (master) a třech podřízených (slave) zařízení [21]

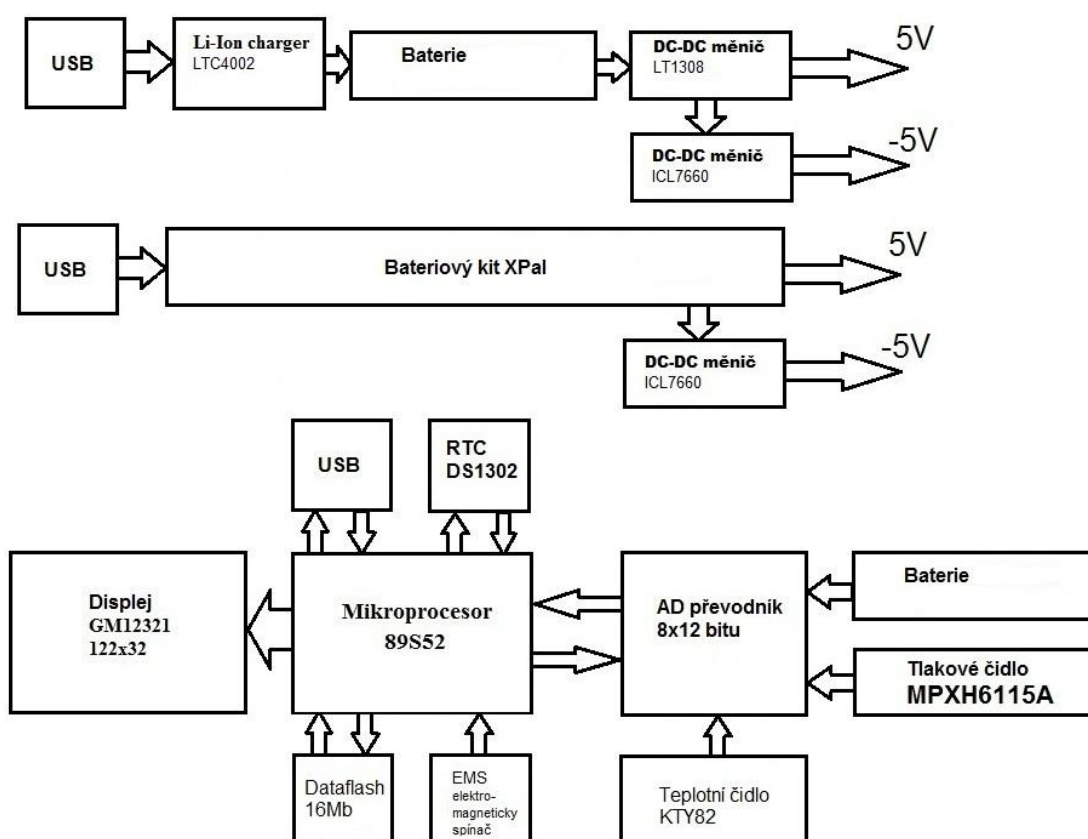
2 Obecný rozbor zařízení

2.1 Charakteristika zařízení

Od cyklopočítače očekáváme jednoduchou obsluhu pro použití v praxi a intuitivní ovládání. Zařízení by mělo být schopno měřit aktuální rychlost, průměrnou rychlost, ujetou vzdálenost, převýšení od výchozího bodu a součet celkového převýšení. Dále by mělo zobrazovat čas, dobu jízdy, popřípadě i datum. Všechny tyto hodnoty se jednou za 2 sekundy zapíší do paměti pro nahrání do počítače.

Pro použití v běžném životě je důležitá také volba napájení u takového zařízení, pro tento případ je nejvhodnější vnitřní nabíjecí akumulátor, který se dobíjí při připojení k USB. Tato možnost je také nej pohodlnější pro uživatele, který nemusí baterie měnit.

2.2 Blokové schéma



Obrázek 3. Blokové schéma cyklopočítače

Blokové schéma naznačuje, jak by mělo zařízení fungovat. Základem je mikrokontrolér, který dostává informace z A/D převodníku o velikosti napětí na tlakovém čidlu, o nabití baterie a o teplotě. Pro měření rychlosti se využívá elektromagnetický spínač a pro přesný čas obvod reálného času. Aby se nám mohly později naměřené hodnoty přenášet do počítače, je potřeba mít externí paměť, protože do mikrokontroléru by se nám uložil jen krátký úsek, a samozřejmě port USB.

Z důvodu relativní složitosti zapojení máme pro napájení oddělené schéma. Zdrojem energie je li-ionový akumulátor s napětím 3,6 V. Toto napětí se musí za pomoci DC měničů změnit pro většinu součástí na 5 V a pro displej i na -5 V. Dále je zde i nabíjecí obvod, který baterii nabíjí při připojení do USB. Toto řešení značně zjednodušíme, pokud použijeme bateriový kit XPAL.

3 Výběr komponent

3.1 Mikrokontrolér 89S52

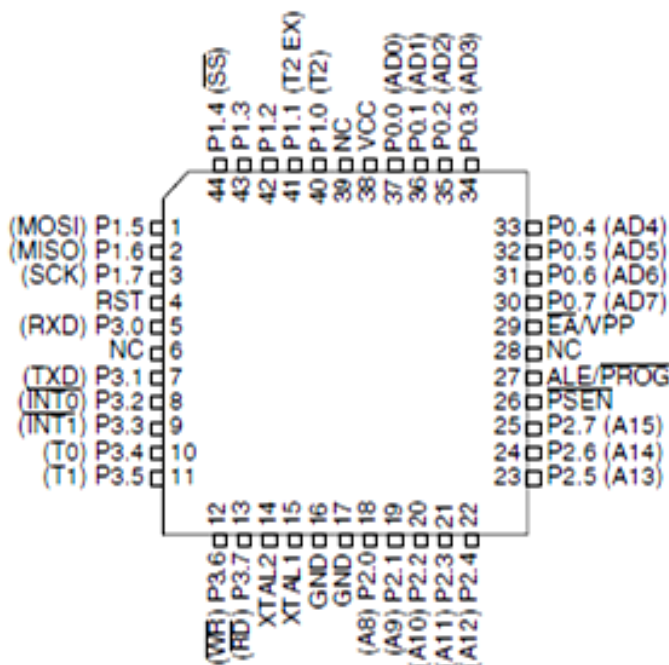
Na trhu je velmi mnoho různých mikrokontrolérů, které jsou vhodné pro různé aplikace. Mají velmi mnoho odlišných funkcí, různé rychlosti a jiné parametry. K tomuto projektu byl vybrán mikrokontrolér 89S52, protože tento mikrokontrolér se programuje v jazyce assembler a v minulosti byly za pomoci tohoto mikrokontroléru realizované i další projekty.

3.1.1 Charakteristika mikrokontroléru 89S52

Mikrokontrolér 89S52 vychází z jádra 8051 představeného v roce 1980 firmou Intel. Jedná se o 8-bitový jednočipový počítač. Je založen na smíšené Von Neumannovské a Harvardské architektuře, takže má pro program a data různé paměti, ale instrukce i data jsou ve stejném formátu. V současnosti jeho mutace vyrábí mnoho firem, ale nejvýznamnější je firma Atmel, která také provedla mnoho vylepšení až k dnešní verzi [3],[8],[9].

3.1.2 Základní parametry 89S52

- 12 K bajtů paměti pro program
- SPI programování
- 2 K bajtů paměti pro data
- 256 x 8-bitů vnitřní RAM paměti
- Tři 16-bitové časovače
- Devět přerušení atd. Také má nízkou spotřebu která se dá ještě snížit pomocí tzv. power down modu [8]



Obrázek 4. Rozmístění pinů 89S52 [8]

3.2 Zobrazování - LCD displej GM12321

Běžně prodávané cyklopočítače mají většinou speciálně navrhnuté LCD displeje pouze pro tento typ zařízení. Firmy vyrábějící několikatisícové série výrobků si tento krok mohou dovolit. Pro naše zařízení, ale musíme použít běžně dostupný LCD displej. Kritéria pro náš displej jsou jasná. Musíme zobrazovat pokud možno co nejvíce informací na co nejmenší ploše a zároveň musí být data dobře čitelná a přehledná.

První možnost je použít běžný alfanumerický maticový displej 16x2, popřípadě 8x2. Na tomto displeji ale nezobrazíme všechny potřebné informace, museli bychom si mezi měřenými hodnotami vybírat nebo je nechat automaticky po určité době měnit. Tohle řešení tedy není pro pohodlí uživatele příliš vhodné a také není příliš přehledné.

Další možnost je použít grafický LCD displej, kterých je na trhu velké množství druhů a velikostí. Tyto displeje se vyrábí i v barevném provedení, ale pro naše využití je toto řešení zbytečné. Výhodou grafického displeje je možnost zobrazení jakéhokoliv znaku a v jakékoliv velikosti, proto i na relativně malou plochu můžeme zobrazit dostatek informací. Nevýhodou je obtížnější programování a někdy nutná i tvorba knihovny pro zobrazované znaky. Tento displej je pro cyklopočítač vhodnější [4], [20].

3.2.1 LCD displej GM12321

LCD displej GN12321 je grafický displej s rozlišením zobrazovací matice 122x32 v monochromatickém provedení s možností podsvětlení. Tento displej je schopen zobrazit všechny znaky z ASCII tabulky a dále určené speciální znaky. Nabízí také možnost zobrazovat přímo grafiku, která by se dala například využít při zobrazení našeho profilu trati. Vhodný je také pro svou nízkou spotřebu 1,2 mA při vypnutém podsvícení, která je pro zařízení napájené baterií velmi důležitá [20].

3.2.2 Základní parametry GM 12321

- rozlišení 122 x 32 pixelu
- velikost zobrazované plochy 60,6(š) x 20(d) mm
- velikost celého displeje 65,4(š) x 30(d) x 4(v) mm
- napájecí napětí 2,7 V – 5 V
- spotřeba proudu bez podsvícení 1,2 mA
- spotřeba proudu s podsvícením až 250 mA
- napájení podsvícení 5 V
- datová sběrnice 8 bitů
- doba odezvy jednoho pixelu 120-350 ms [20]

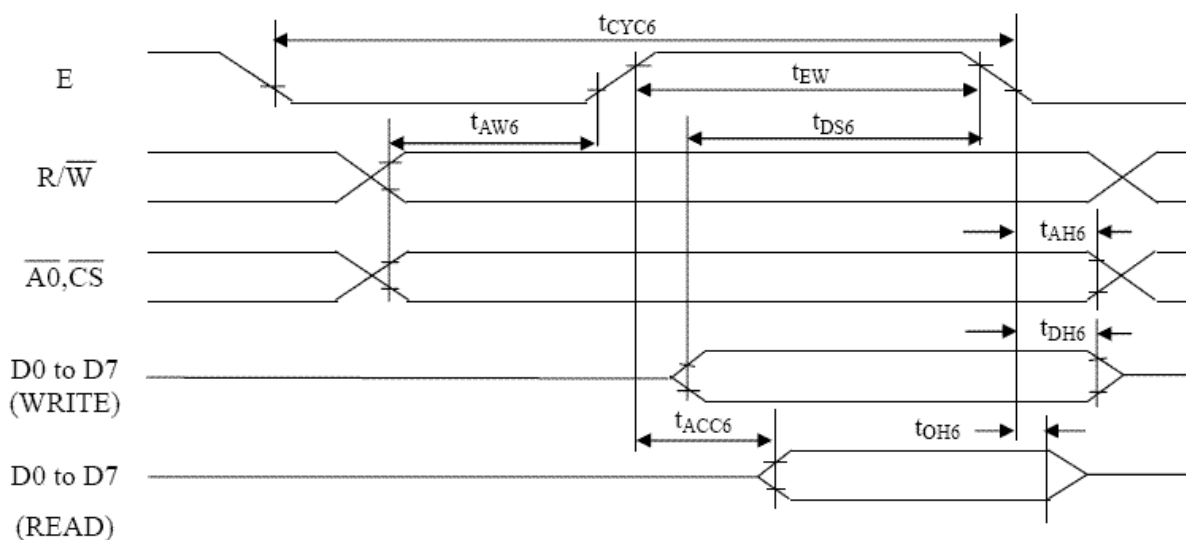
3.2.3 Způsob komunikace s GM 12321

S displejem komunikujeme za pomoci třech řídících bitů (A0, RD, WR) a datové sběrnice. Displej obsahuje řadič, který tato data dekoduje a provede zadané instrukce. Instrukční sada řadiče displeje je složena pouze ze základních funkcí [20].

Command	Code											Function	
	A0	RD	WR	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0		
Display ON/OFF	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0/1	Turns display on or off. 1 : ON, 0 : OFF	
Display start line	0	1	0	1	1	0	Display start address (0 to 31)				Specifies RAM line corresponding to top line of display.		
Set page address	0	1	0	1	0	1	1	1	0	Page (0 to 3)		Sets display RAM page in page address register.	
Set column (segment) address	0	1	0	0	Column address (0 to 72)							Sets display RAM column address in column address register.	
Read status	0	0	1	Busy	ADC	ON/OFF	Reset	0	0	0	0	Reads the following status:	
												BUSY	1 : Busy 0 : Ready
												ADC	1 : CW output 0 : CCW output
												ON/OFF	1 : Display off 0 : Display on
												RESET	1 : Being reset 0 : Normal
Write display data	1	1	0	Write data							Writes data from data bus into display RAM.		
Read display data	1	0	1	Read data							Reads data from display RAM onto data bus.		
Select ADC	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0/1	0 : CW output 1 : CCW output	
Static drive ON/OFF	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0/1	Selects static driving operation. 1 : Static drive 0 : Normal driving	
Select duty	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0/1	Selects LCD duty cycle 1 : 1/32 0 : 1/16	
Read – Modify - Write	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	Read – modify – write ON	
End	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	Read – modify – write OFF	
Reset	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	Software reset	

Obrázek 5. Instrukce pro GM12321 [20]

Komunikace s řadičem displeje musí probíhat podle stanovených pravidel, jinak mohou vznikat chyby přenosem dat.



Obrázek 6. Průběh komunikace s displejem GM12321 [20]

Průběh přenosu je totožný jak pro instrukce, tak pro data.

Pro začátek komunikace uvedeme vstup E do logické nuly. Poté nastavíme způsob komunikace bity R/W a A0. Poté na datové piny můžeme posílat či z nich přijímat data. Tato data jsou vždy přijata po provedení sestupné hrany na vstupu E [20].

3.3 Čidlo atmosférického tlaku MPXH6115

Většina senzorů tlaku, které jsou na trhu, je určena pro průmyslové použití a není přizpůsobena na měření atmosférického tlaku. Častěji se měří buď vyšší tlak nebo tlak nějakého agresivního plynu. Tato čidla jsou sice velice přesná, ale také jsou velmi velká a velice drahá. Pro běžné aplikace je na trhu pouze jeden typ senzoru a to typ MPX. V dnešní době se výrobou zabývá firma Freescale, která ji převzala od firmy Motorola.

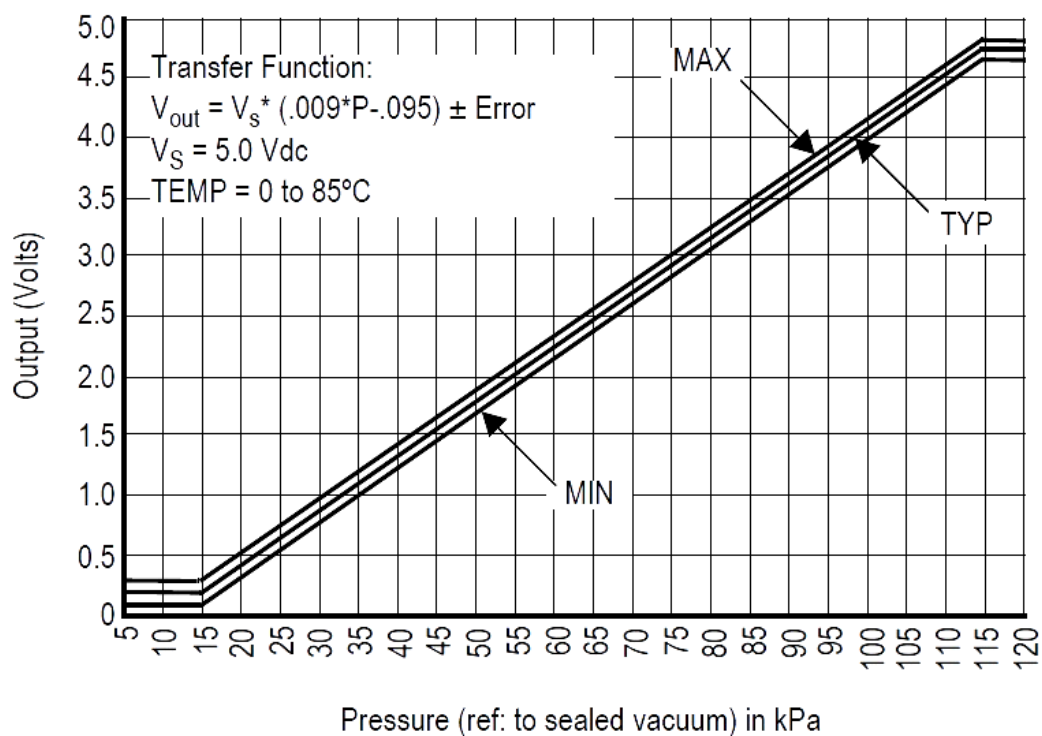
3.3.1 Senzor atmosférického tlaku série MPXA6115A

Tato čidla fungují na odporovém piezorezistivním principu. Nejdříve firma Motorola a teď Freescale vyrábí mnoho různých obalů pro tato čidla, ale měřicí čidlo je stále stejné.

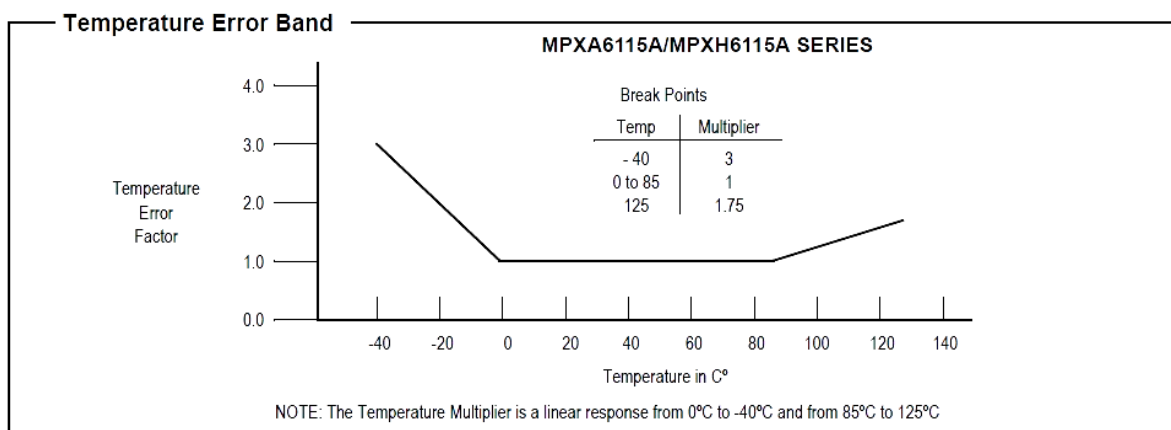
Velkou výhodou je i dostupnost SMD provedení, protože toto řešení bude pro nás nejvýhodnější z důvodu velikosti výrobku. Dobrou vlastností tohoto senzoru je téměř žádná závislost na teplotě, kde chyba je od 0 °C do 95 °C konstantní. To znamená, že senzor můžeme umístit přímo k ostatním součástkám na desku plošných spojů a nemusíme se zabývat teplotním ovlivněním od ostatních součástek. Tento typ čidla má označení MPXH6115AC6U SMD. Bohužel spotřeba je relativně vysoká, ale jiné čidlo s menším odběrem proudu není běžně dostupné [13], [14], [15].

3.3.2 Základní parametry MPXH6115AC6U SMD

- napájecí napětí 4,75 V – 5,25 V
- spotřeba proudu 6 mA
- měřicí rozsah tlaku 15 KPa – 115 KPa
- rozsah výstupu čidla 0,2 V – 4,7 V
- citlivost 45,9 mV/KPa
- přesnost $\pm 1,5$ % z minima a maxima výstupu
- násobič chyby v závislosti na teplotě od 0°C do 95°C 1x [15]



Obrázek 7. Výstup tlakového čidla [15]



Obrázek 8. Závislost chyby na teplotě [15]

$$V_{OUT} = V_{CC} \times (0,009 \times P - 0,095) \quad (1)$$

V_{OUT} = výstupní napětí

V_{CC} = napájecí napětí

P = měřený tlak v kPa

Převodní rovnice tlak napětí [15]

$$D = -\ln\left(\frac{P}{P_1}\right) \times R \times \frac{T}{g} \quad (2)$$

P_1 = atmosférický tlak na počáteční výšce

P = atmosférický tlak v aktuální výšce

R = plynová konstanta 286

T = teplota v kelvinech

g = tíhové zrychlení

Rovnice výpočtu převýšení [15]

3.4 Magnetický senzor

Většina magnetických senzorů dostupných v elektrotechnice je určena pro zabezpečovací zařízení. Jako například hlídání otevření dveří či oken a podobně. Dále jsou typy, které jsou určeny přímo pro montáž na desku plošných spojů a nebo ve skleněných trubičkách, kde jde přímo vidět spínací jazýček. Pro naše zařízení by byl nejvhodnější senzor určený přímo pro cyklopočítače. Tyto senzory se dají koupit jako náhradní díl k některému typu cyklopočítače. Bohužel k těmto senzorům nebývá žádná dokumentace a produkují je neznámé firmy. Všechny senzory ale fungují v podstatě stejně. Senzor se chová jako spínač, při působení vnějšího magnetického pole je sepnutý, bez magnetického pole je rozepnutý. Přímou pro naše zařízení jsme zvolili senzor koupený v cyklistických potřebách, bohužel od neznámé firmy a s neznámými parametry. Výhoda je přizpůsobení pro přímé připevnění na kolo.

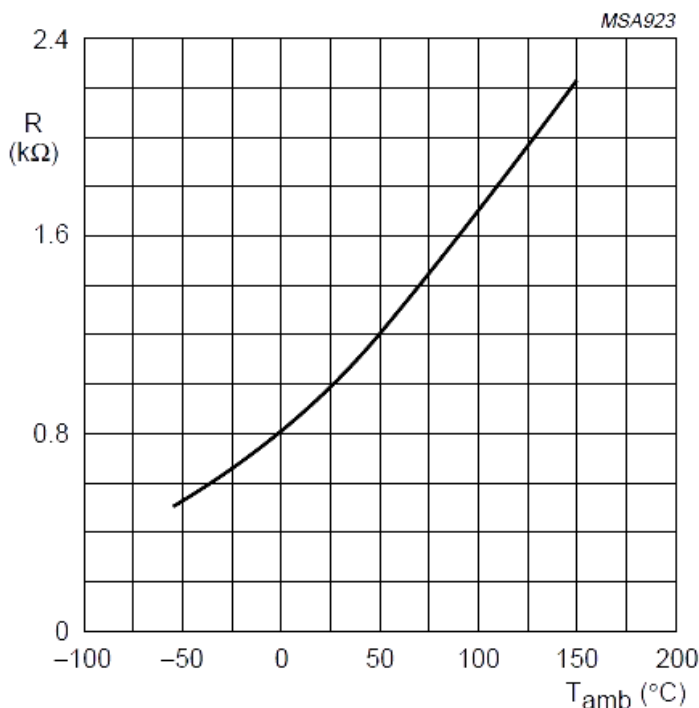
3.5 Teplotní čidlo KTY82

Od cyklopočítače snad nikdo neočekává přesné měření teploty. Tato hodnota bude spíše informativní a je vhodná i pro kompenzaci výpočtu výšky. Pokud bychom chtěli měřit teplotu opravdu přesně, museli bychom tomu uzpůsobit celé zařízení. Teplotní čidlo by nesmělo být v krabici s ostatními součástkami z důvodu tepelného ovlivňování. Ideálně by bylo umístěno dokonce vně obalu. Náš obal nesmí být uzavřený také z důvodů měření atmosférického tlaku. Proto čidlo na měření teploty umístíme také přímo do zařízení, i když musíme počítat navíc s chybou při ovlivňování teploty ostatními součástkami a také například působením slunečního záření.

Teplotních čidel opět existuje nepřeberné množství a typů. Buď to jsou klasické termistory nebo převodníky teplota – napětí nebo teplota - frekvence. Naše zařízení obsahuje A/D převodník s osmi vstupy, takže bude výhodnější tohoto faktu využít. Převodníky teplota - frekvence jsou také mnohokrát dražší než napěťové. Pro naše potřeby bude stačit klasické zapojení termistoru v odporovém děliči. Jako tento termistor využijeme typ KTY82, který je v provedení SMD [17].

3.5.1 Základní parametry KTY82-210

- PTC – pozitivní teplotní závislost
- Typický odpor 2 k Ω při 25 °C
- Teplotní koeficient 0,79 %/°K
- Měřicí rozsah -50 °C – 150 °C [17]



Obrázek 9. Závislost odporu na teplotě pro KTY82-110 [17]

3.6 A/D převodník MCP3208

U A/D převodníků je nejdůležitějším parametrem jejich rozlišení respektive kolik rozeznají hodnot. Základním faktorem pro přesnost výškoměru je tlakové čidlo, citlivost udávaná výrobcem je 45,9 mV/KPa. Z rovnic 1 a 2 vyplývá, že na změnu výšky o jeden metr je změna napětí o 0,6 mV. Určíme-li jako hodnotu rozlišení výškoměru 1 m, potřebovali bychom od A/D převodníku, aby měl 8333 úrovní. 12ti bitový převodník

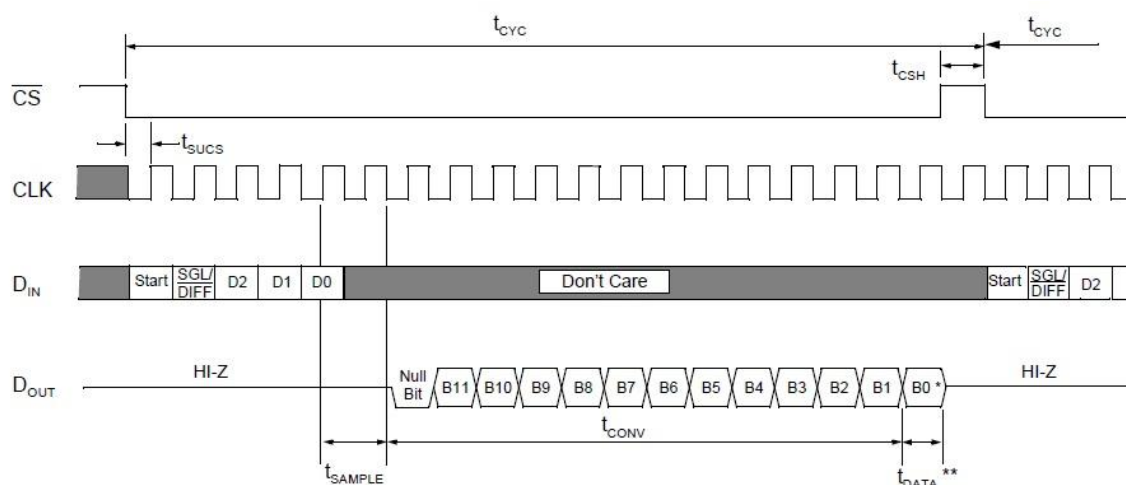
má $2^{12} = 4096$ úrovní, ideální by byl 13-ti bitový převodník, který má 8192 úrovní, ale ten se nevyrábí. Bylo by možno využít i 16-ti bitový převodník, kde by se dalo dosáhnout teoreticky až rozlišení 15 cm, ale to není v praxi dosažitelné. Z důvodu rušení a také stability napájecího napětí. Tyto převodníky mají bohužel pouze jeden vstup, a proto bychom museli použít nějaký multiplexer, abychom mohli měřit napětí baterie i teploty. To by znamenalo další obvod navíc a vyšší spotřebu. Proto jsme se rozhodli pro 12-ti bitový převodník, kde bude rozlišení cca 2,5 m a to pro naše zařízení vystačuje. Uplatníme i vícevstupový převodník a to osmivstupový.

3.6.1 Základní parametry A/D převodníku MCP3208

- Rozlišení 12-bitů
- 8x vstup
- Napájecí napětí 2,7 V – 5,5 V
- Spotřeba při práci 320 μA
- Spotřeba při spánku 0,5 μA
- Komunikace pomocí SPI
- Doba převodu 12 cyklů [18]

3.6.2 Komunikace s A/D převodníkem

Komunikace s A/D převodníkem probíhá pomocí sériového rozhraní SPI. Za pomoci tohoto rozhraní komunikujeme i s dataflash pamětí. Tuto komunikaci a celkové rozhraní popíšeme pouze pro tento případ. Pro dataflash paměť je komunikace obdobná.



Obrázek 10. SPI komunikace A/D převodníku MCP3208 [18]

Pomocí pinu CS aktivujeme A/D převodník na měření a komunikaci. Nástupná hrana u hodinového signálu CLK určuje posílané nebo čtené bity. Po začátku komunikace odešleme start bit a další tři bity pomocí pinu Din (MOSI). Tyto bity určují jak a který vstup převodníku chceme změřit. Po dalších dvou nástupných hranách hodinového signálu nám A/D převodník začne odpovídat na pinu Dout (MISO). Data odesílá vždy na nástupné hraně hodinového signálu. Nejprve odešle nultý bit a poté hodnotu, kterou pomocí rovnice 3 převedeme na napětí [18].

$$V_{\text{výstupní data}} = \frac{4096 \times V_{IN}}{V_{REF}} \quad (3)$$

V_{IN} = vstupní napětí

V_{REF} = napájecí napětí

Převodní rovnice vstupní napětí A/D převodníku a výstupní hodnota [18]

3.7 Napájecí a nabíjecí obvody

Pro cyklopočítač je jediná možnost napájení z akumulátorů. Výběr baterií je velké množství a mají různá napětí, na která jsou konstruovány. Na výběr máme tedy velké množství řešení. Například využít 2x baterie AA, nebo použít některé speciální baterie o velikosti cca baterie AA ale o napětí 12 V. Výhodnější řešení by bylo použít li-ion nabíjecí baterii s napětím 3,6 V. Výhoda tohoto řešení je téměř nulová starost uživatele o zařízení a není třeba sledovat životnost baterie a také její výměnu. Další možností je použít profesionálně vyrobený kit. Tyto kity disponují napětím 5 V a různou kapacitou, která potom závisí na velikosti. Je zde použita baterie Li-pol o napětí 3,7 V, zároveň je zde už vyřešen problém se změnou napětí na 5V a správné nabíjení pomocí USB. Toto řešení je nejjednodušší a zároveň nejvýhodnější. V našem zařízení použijeme obě možnosti, jak napájení pomocí baterie 3,6 V, tak také za pomoci koupeného kitu. Deska plošných spojů je nachystaná na obě možnosti a pomocí menších mechanických úprav můžeme využít možnost, která nám bude lépe vyhovovat.

Většina součástek potřebuje pro svůj provoz napájecí napětí o velikosti 5 V. Bylo by také možné celé zařízení konstruovat na napětí například 3,3 V, to by mohlo prodloužit výdrž na baterie. Bohužel tuto možnost není možno provést z důvodu chybějících součástek na toto napětí. Mikrokontrolér, paměť apod není problém běžně pořídit na napětí 3,3 V, někdy jsou tyto součástky dokonce konstruovány na napětí 3,3 V i 5 V například námi zvolený mikrokontrolér. Bohužel běžně dostupné tlakové čidlo na napětí 3,3 V neexistuje a problém by vznikl i při výběru LCD displeje. Z těchto důvodů musíme napětí změnit na 5 V.

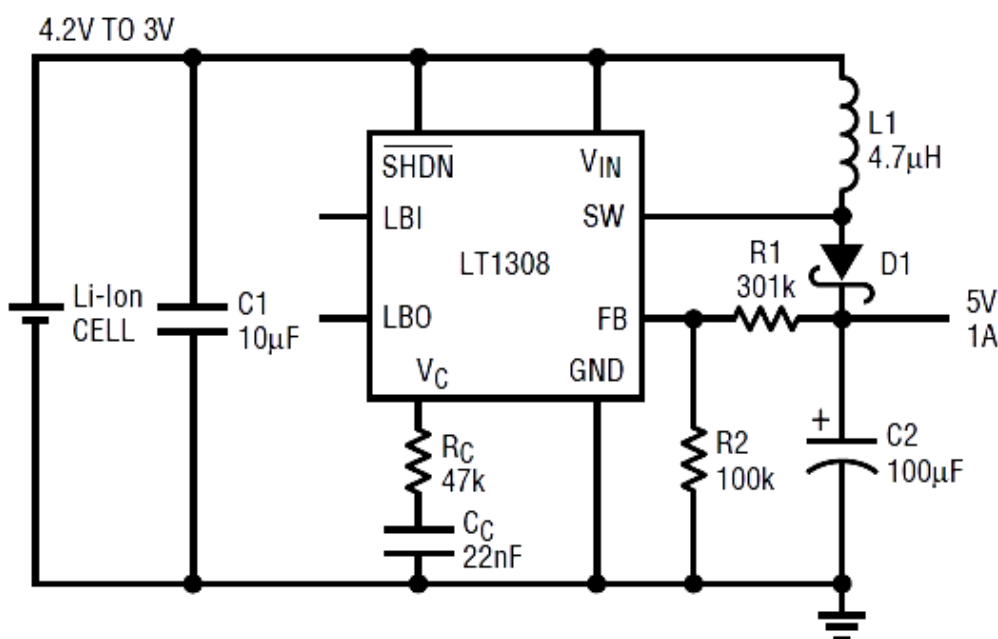
Námi vybraný grafický displej GM12321 potřebuje ke standardnímu napájení 5 V ještě napětí -5 V. Proto musíme dále použít konvertor z 5 V na -5 V.

3.7.1 DC/DC LT1308 měnič na 5 V

Dostupných měničů z 1,5 V – 4 V na výsledných 5 V je opět velké množství. Výběr jsme zúžili na běžně dostupné dva typy a to LT1308 od firmy Linear Technology a typ MC33463 od firmy ON Semiconductor. Typ MC33463 má menší velikost, ale potřebuje více podpůrných součástek ke správné funkci. LT1308 je sice větší, ale zato má většinu součástek uvnitř obvodu. Další jeho výhodou je, že umí napětí měnit na 3,3 V i 5 V a toho využijeme při napájení pamětí. Dále při nabíjení může napětí na baterii stoupnout až na 5 V, ale tomuto měniči na rozdíl od jiných to nevadí [12].

3.7.2 Základní parametry LT1308

- Vstupní napětí 1 V – 6 V
- Výstupní napětí 3,3 V, 5 V, možnost i například 18 V
- Výstupní proud až 1 A na 5 V
- Účinnost v závislosti na odběru výstupu cca 88% [12]



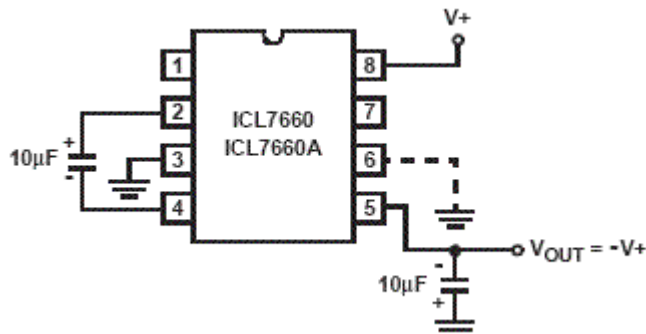
Obrázek 11. Typické zapojení LT1308 [12]

3.7.3 Napěťový převodník ICL 7660

Tento napěťový převodník převádí 3 V – 10 V na napětí -3 V – (-10 V), těchto převodníků je opět velké množství druhů. Tento vyniká malými rozměry, jednoduchým zapojením, nízkou pořizovací cenou, vysokou účinností a dostupností. ICL7660 bude v cyklopočítači napájet pouze grafický displej GM12321 [11].

3.7.4 Základní parametry ICL 7660

- Vstupní napětí 3 V – 10 V
- Výstupní napětí -3 V – (-10 V)
- Účinnost 98% [11]



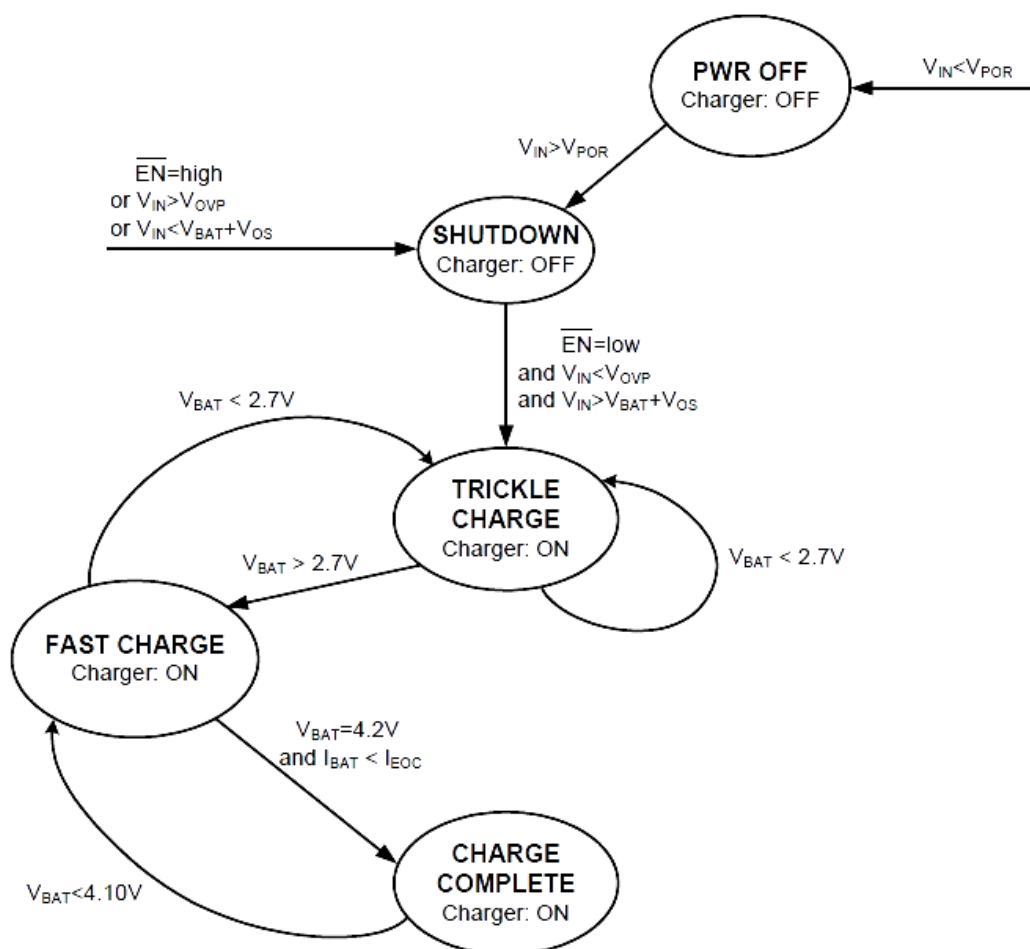
Obrázek 12. Zapojení obvodu ICL7660 jako napěťového invertoru [11]

3.7.5 Nabíjecí obvod LTC4002

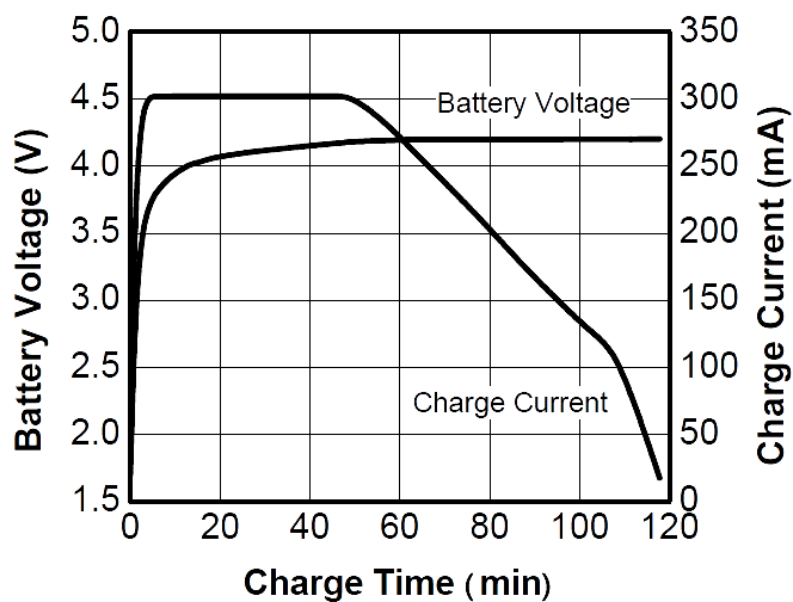
Pro správnou funkci li-ion baterie tj. baterie bez paměťového efektu ji musíme také správně nabíjet. Při špatném dobíjení by měl akumulátor daleko nižší životnost. Abychom dodrželi správné nabíjení, musíme použít některý ze speciálních obvodů pro nabíjení li-ionových akumulátorů. Bohužel není moc výrobců, kteří tyto obvody vyrábějí. Další problém vzniká při koupi tohoto obvodu. Jedna z možností je obvod LTC4002 od společnosti Linear Technology. Tento obvod má výhodu v tom, že jeho koupě není nikterak náročná. Bohužel jeho nevýhoda je, že je potřeba více podpůrných součástek a tím i více místa na desce plošných spojů. Další obvod je MC34673 od firmy Freescale. Jeho hlavní výhodou je malá velikost a jednoduché zapojení s minimem potřebných součástek navíc. Složitější je to s jeho dostupností v českých obchodech, proto jsme se rozhodli použít obvod LTC4002 [10], [22].

3.7.6 Základní parametry LTC4002

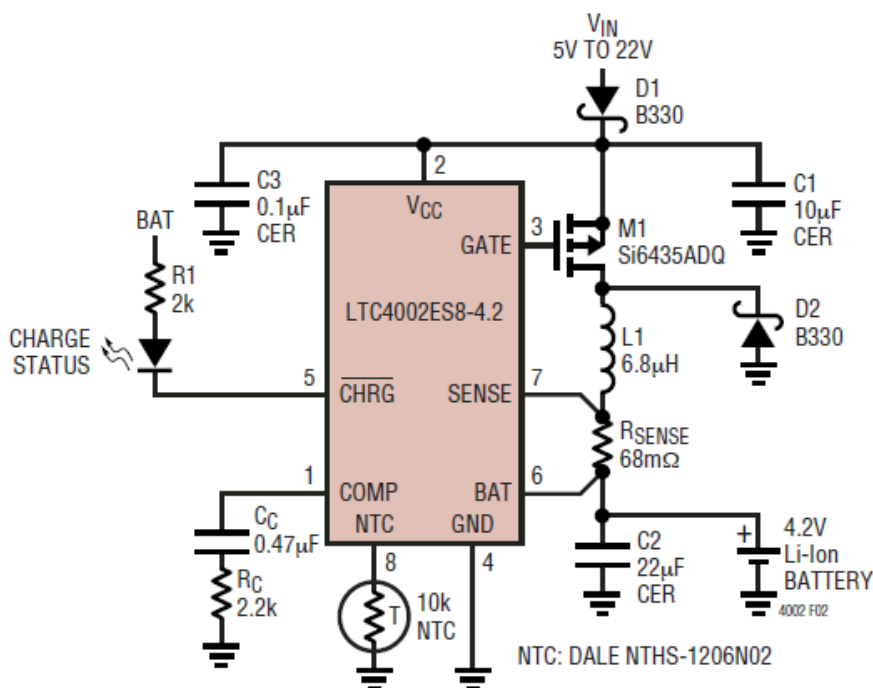
- Vstupní napětí 4,7 V – 22 V
- Maximální napětí nabíjeného akumulátoru 4,2 V nebo 8,4 V
- Maximální nabíjecí proud 1,5 A [22]



Obrázek 13. Nabíjecí cyklus MC34673 [10]



Obrázek 14. Průběh nabíjení MC34673 [10]



Obrázek 15. Typické zapojení LTC4002 [22]

3.8 Paměť 45DB16

Hlavní kritérium při výběru paměti je její kapacita a pro cyklopočítač samozřejmě i spotřeba a velikost. Velikost spotřeby je téměř u všech pamětí stejná a je velmi malá, mimo to také můžeme paměť uspávat či fyzicky odpojovat od napájení a zapínat ji jen při zápisu. Velikost součástky je také velmi malá a oproti displeji, který určuje velikost výrobku, téměř zanedbatelná.

Nejdůležitější pro naše zařízení je tedy velikost paměti.

Cyklopočítač s výškoměrem by si měl pamatovat následující hodnoty: datum, čas, aktuální rozdíl výšky, aktuální rychlost a ujetou vzdálenost. Tyto hodnoty se budou opakovaně ukládat po určité době. Tato doba by měla být nastavena na 2 sekundy, aby profil trati byl dostatečně jemný. Hodnoty, které se často nemění nebo se jen přepisují jsou: obvod kola, celková ujetá vzdálenost, čas strávený na kole v pohybu a maximální rychlost.

Tabulka 1. Přidělení paměti ukládaným hodnotám

	datum	čas	výška	akt. rychlost	ujetá vzdálenost	teplota	celkově
rezervovaná paměť [B]	3	3	2	2	3	2	15
rezervovaná paměť [b]	24	24	16	16	24	16	120

Tabulka 2. Přidělení paměti ukládaným statickým hodnotám

	obvod kola	celkový čas	ujetá vzdálenost	maximální rychlost	celkově
rezervovaná paměť [B]	2	4	4	2	12
rezervovaná paměť [b]	16	24	24	16	96

Tabulka 3. Příklad formátu zápisu dat do paměti

			datum	čas	převýšení	rychlost	vzdálenost
požadovaná data pro zápis			31.12.2099	24:59:59	2000m	99,9Km/h	2500,95Km
zapsaná data:							
datum			čas			rychlost	ujetá vzdálenost
31	12	99	24	59	59	2000	999
00011111	00001100	01100011	00011000	00111011	00111011	00000111	11100111
						00001001	11000000
							01011111

Z tabulek uvedených výše nám vyplývá, že statické hodnoty, které pouze jednou zapíšeme, jsou téměř zanedbatelné. Důležitý je postupný zápis hodnot, budeme tedy uvažovat zápis hodnot každé 2 sekundy. A požadovanou dobu, kterou chceme, aby si cyklopočítač pamatoval, určíme jako nejdelší možnou dobu, než se dostaneme k PC pro přehrání hodnot. Pokud jedeme na dlouhý výlet na kole, určitě tato doba bude kratší než 10 dní a průměrný čas jízdy na kole nebude delší než sedm hodin. Takže budeme uvažovat o uložení maximálně 80 hodin dat. Pro zápis jedné hodiny dat je potřeba 27000 B, to znamená 1,89 MB pro 70 hodin. Z této hodnoty nám vyplývá, že ideální by byla paměť o velikosti 2 MB, respektive 16 Mb. Tento případ je záměrně zaveden do extrému, abychom se vyhnuli nedostatku paměti.

Klasické seriové EEPROM paměti se vyrábí maximálně do velikosti asi 1Mb a toto je pro naše využití značně nedostatečné. Nejlepší možnost je použít tzv. dataflash paměti, které mají daleko větší kapacitu až několik desítek Mb. Kompromisem mezi velikostí součástky a zároveň co největší velikostí paměti je paměť o velikosti 16 Mb a v klasickém pouzdru SOIC8. Tato paměť vystačí na uložení statických dat a 75 hodin jízdy na kole. Tyto hodnoty jsou naprosto dostačující pro naprostou většinu případů v praxi [9].

3.8.1 Základní parametry paměti 45DB161D-SU

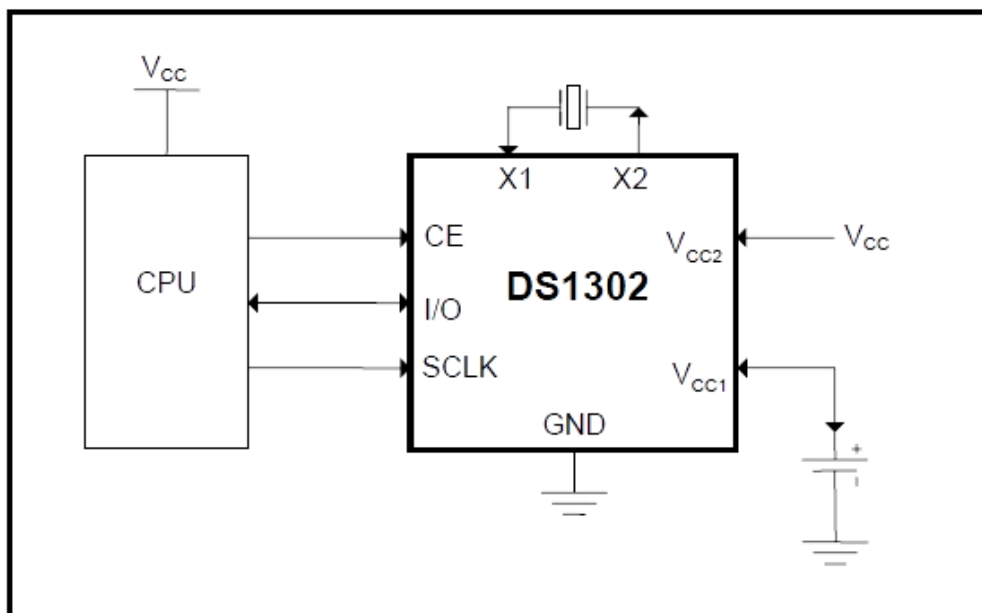
- Velikost paměti 17,301,504 bitů
- Organizace paměti 4096x512 bajtů
- Napájecí napětí 2,5 V – 3,6 V
- Spotřeba při práci 7mA
- Spotřeba při spánku 25 μ A a při powerdown modu až 9 μ A
- Počet zápisů 100000 cyklů
- Komunikace pomocí SPI [9]

3.9 Obvod reálného času DS1302

Vyrábějící se obvody reálného času mají opět mnoho různých druhů a typů. Téměř všechny fungují na stejném principu a mají až na malé rozdíly i stejné funkce a parametry. Tento obvod pro svoji funkci potřebuje oscilátor, nejčastěji se zapojuje externě, ale existují varianty i s integrovaným oscilátorem. Komunikace s mikrokontrolérem probíhá přes sériovou sběrnici podobnou I2C sběrnici. Pro nás je důležitá hlavně velikost součástky a spotřeba. Proto jsme využili obvod reálného času od firmy Maxim a to typ DS1302 ve verzi SMD [16].

3.9.1 Základní parametry obvodu reálného času DS1302

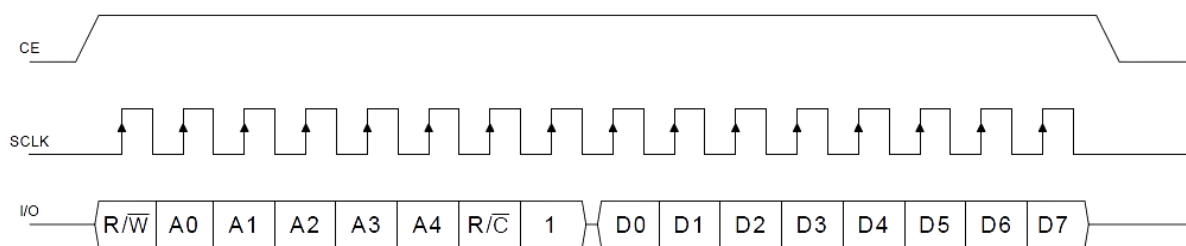
- Napájecí napětí 2 V – 5,5 V
- Spotřeba při práci max 1,2 mA
- Spotřeba při udržování času 1 μ A
- Frekvence externího oscilátoru 32,768 kHz [16]



Obrázek 16. Typické zapojení RTC DS1302 [16]

3.9.2 Komunikace s obvodem reálného času DS1302

Komunikace s obvodem probíhá pomocí třech bitů – CE, I/O, SCLK. Komunikace je odlišná od komunikace I2C a probíhá po jednom bytu [16].



Obrázek 17. Průběh komunikace s obvodem reálného času DS1302 [16]

Bit CE uvedeme do stavu logické 1, tímto aktivujeme komunikaci u obvodu. Pro odeslání nebo přečtení příslušného bitu musíme provést na pinu SCLK nástupnou a sestupnou hranu. První bit na vstupu I/O udává, zda z obvodu chceme číst nebo do něj zapisovat. Ostatními bity nastavujeme adresu, ze které chceme číst nebo do ní zapisovat data [16].

3.9.3 Paměťové uspořádání obvodu reálného času DS1302

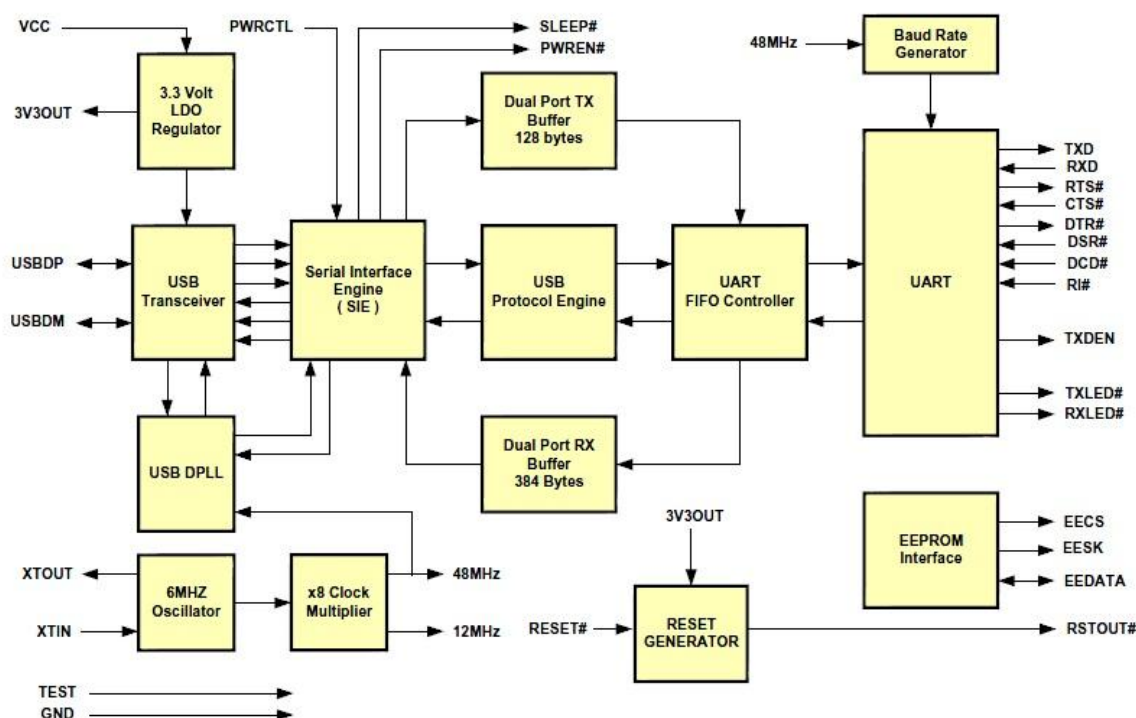
Obvod DS1302 obsahuje 7 bytů pro čas a datum, dále 1 byt pro zakázání zápisu, 1 byt řízení nabíjení baterie a 31 bytů pro paměť. V našem zařízení využíváme pouze byty pro datum a čas [16].

READ	WRITE	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	RANGE
81h	80h	CH	10 Seconds			Seconds				00–59
83h	82h		10 Minutes			Minutes				00–59
85h	84h	12/24	0	10 AM/PM	Hour	Hour				1–12/0–23
87h	86h	0	0	10 Date		Date				1–31
89h	88h	0	0	0	10 Month	Month				1–12
8Bh	8Ah	0	0	0	0	0	Day			1–7
8Dh	8Ch	10 Year				Year				00–99
8Fh	8Eh	WP	0	0	0	0	0	0	0	—
91h	90h	TCS	TCS	TCS	TCS	DS	DS	RS	RS	—

Obrázek 18. Datové uspořádání v obvodu reálného času DS1302 [16]

3.10 Převodník USB ⇔ UART FT232

Pro komunikaci s PC pomocí sběrnice USB potřebujeme převést komunikační standard UART na komunikační standard USB a naopak. K tomuto účelu je často využíván obvod FT232, který je vhodný jak pro mikropočítače ATmega, tak pro řadu 89. Tento obvod podporuje standard USB 1.1 a zároveň USB 2.0. Jeho výhodou je pouzdro SMD, cena, jednoduchost zapojení i používání a bezproblémová dostupnost.



Obrázek 19. Blokové schéma FT232 [19]

3.11 Akumulátor

Pro všechna mobilní zařízení je vždy řešen kompromis mezi dobou výdrže a velikostí zařízení, popřípadě váhou napájecí baterie. Samozřejmě je i důležitá technologie akumulátoru. V našem zařízení budeme využívat mnoho úsporných funkcí jako jsou například sleep módy.

Tabulka 4. Přehled spotřeby jednotlivých součástek

Součástka	Spotřeba [mA]
Mikrokontrolér	10
LCD	1,2
Tlakové čidlo	6
A/D převodník	0,32
Paměť	3
RTC	1
Celkem	21,52

Budeme uvažovat, že bychom chtěli, aby nám baterie vydržela stejně jako paměť. To by znamenalo výdrž na baterii přibližně 70 hodin. Z této hodnoty a z tabulky 4. vyplývá, že akumulátor by musel mít kapacitu 1500 mA. Baterie s touto kapacitou má už relativně velké rozměry, proto zvolíme kompromis. Pro naše zařízení jsme zvolili akumulátorový kit od firmy XPal s kapacitou 600 mA, hlavně z důvodů malých rozměrů cca. 75x40x2 mm. Tyto kity existují v mnoha kapacitách, od kterých se odvíjejí i jejich velikosti. Pokud se nám podaří využít různé možnosti pro snížení spotřeby, nebude problém dosáhnout provozní dobu cyklopočítače 30-40 hodin. Díky využití dobíjení přes konektor USB je zde možnost tuto dobu značně navýšit pomocí tzv. „power boxů“, neboli záložních nabíječek. Tyto nabíječky fungují na jednoduchém principu, při kterém do nich vložíme čtyři klasické tužkové baterie a nebo už obsahují baterie nabíjecí. Výstup je konektor USB, přes tento konektor je možné dobíjet podobné mobilní zařízení jako je to naše.

4 Návrh zařízení

Zařízení bylo navrhováno tak, aby jeho rozměry byly co možná nejmenší. Z tohoto důvodu byly použity SMD součástky a oboustranná deska plošných spojů. Zároveň celé zařízení bylo rozděleno na dvě části. Na samotný cyklopočítač a na komunikační modul, který se využívá při komunikaci s PC a na řízení nabíjení při použití li-ion baterie.

4.1 Napájení

Na desce plošných spojů cyklopočítače je umístěn obvod LT1308 a pomocné součástky. Tento obvod z napětí baterie 3,6 V vytváří 5 V pro napájení ostatních součástek. Druhá deska plošných spojů obsahuje obvod LTC4002, pro řízené nabíjení li-ion baterie. Zapojení těchto obvodů je podle výrobce.

Tyto obvody jsou využívány pouze pokud využíváme samotnou li-ionovou baterii. Jednoduchým přepnutím na desce tyto obvody buď využíváme, nebo je vyřadíme z provozu pokud k napájení využíváme například v našem případě koupený bateriový kit.

Dále používáme klasický stabilizátor na 3,3 V zajišťující napájení dataflash paměti.

Mezi napájecí obvody patří i napěťový převodník ± 5 V ICL7660, který je potřeba pro funkci LCD displeje.

4.2 Mikrokontrolér AT89S52

Mikrokontrolér je zapojen v základním zapojení, které se používá ve většině aplikací a je doporučeno od výrobce.

K pinům pro krystalový oscilátor XTAL1 a XTAL2, je připojen oscilátor o frekvenci 24 MHz. Krystalový oscilátor musí být připojen co nejbližší ke vstupům mikrokontroléru z důvodu minimalizování různého rušení.

Piny RX a TX jsou připojeny k miniUSB konektoru, který umožňuje propojení s obvodem FT232 na komunikačním modulu.

Jazýčkový senzor je připojen k prvnímu externímu přerušení pro ulehčení programování. Zde je také použit zdvižný odpor na +5 V, pro strmější hrany. K druhému externímu přerušení je připojeno jedno z celkem tří tlačítek pro ovládání zařízení.

Pro možnost externího programování pomocí SPI jsou piny MOSI, MISO, SCK a RST připojeny k MLW konektoru.

Na celém portu P0 bylo zapotřebí zapojit odporovou síť využívanou jako zdvižné odpory, protože jeho výstupy jsou tzv. výstupy s otevřeným kolektorem [8].

4.3 A/D převodník MCP3208

A/D převodník pro svou funkci potřebuje pouze napájecí napětí +5 V a referenční napětí, které je v našem případě také +5 V. Na vstupy převodníku jsou zapojeny výstupy z tlakového a teplotního čidla. Pro komunikaci s mikrokontrolérem jsou využívány piny Din, Dout, CLK, CS. Tyto piny jsou připojeny k mikroprocesoru na piny MISO, MOSI, SCK a P1.3 [18].

4.4 Obvod reálného času DS1302

Obvod reálného času je zapojen podle doporučení výrobce, jak je naznačeno na obrázku 16. K mikroprocesoru je připojen třemi piny, přes které komunikuje. Obvod také vyžaduje externí oscilátor o frekvenci 32,768 kHz. Na tomto oscilátoru závisí

přesnost celého obvodu. Oscilátor musí být umístěn co nejbližší ke vstupům obvodu pro minimalizaci rušení [16].

4.5 LCD displej GM12321

Grafický LCD displej je k mikrokontroléru připojen datovými vodiči DB0..DB07 k portu P2. Další bity (A0, R/W, E1, E2, RES) jsou připojeny k portu P0. Tyto bity slouží pro řízení a komunikaci s displejem.

Pro řízení podsvícení displeje musel být z důvodu proudové náročnosti použit spínací PNP tranzistor. Pomocí tohoto tranzistoru lze podsvětlení programově kdykoliv zapnout nebo vypnout [20].

4.5.1 Napěťový převodník ICL7660

LCD displej pro správnou funkci potřebuje záporné napětí v rozsahu od -5 V do -2,4 V. Tohoto napětí bylo dosaženo pomocí obvodu ICL7660. Pro zajištění většího rozsahu napětí byl v zapojení použit odporový trimr o velikosti 10 k Ω [11].

4.6 Tlakové čidlo MPXA6115A

Toto čidlo vyžaduje pouze napájecí a referenční napětí. Obě tato napětí mají velikost +5 V. Výstup čidla je přiveden na vstup A/D převodníku, který velikost výstupního napětí měří [15].

4.7 Teplotní čidlo KTY82

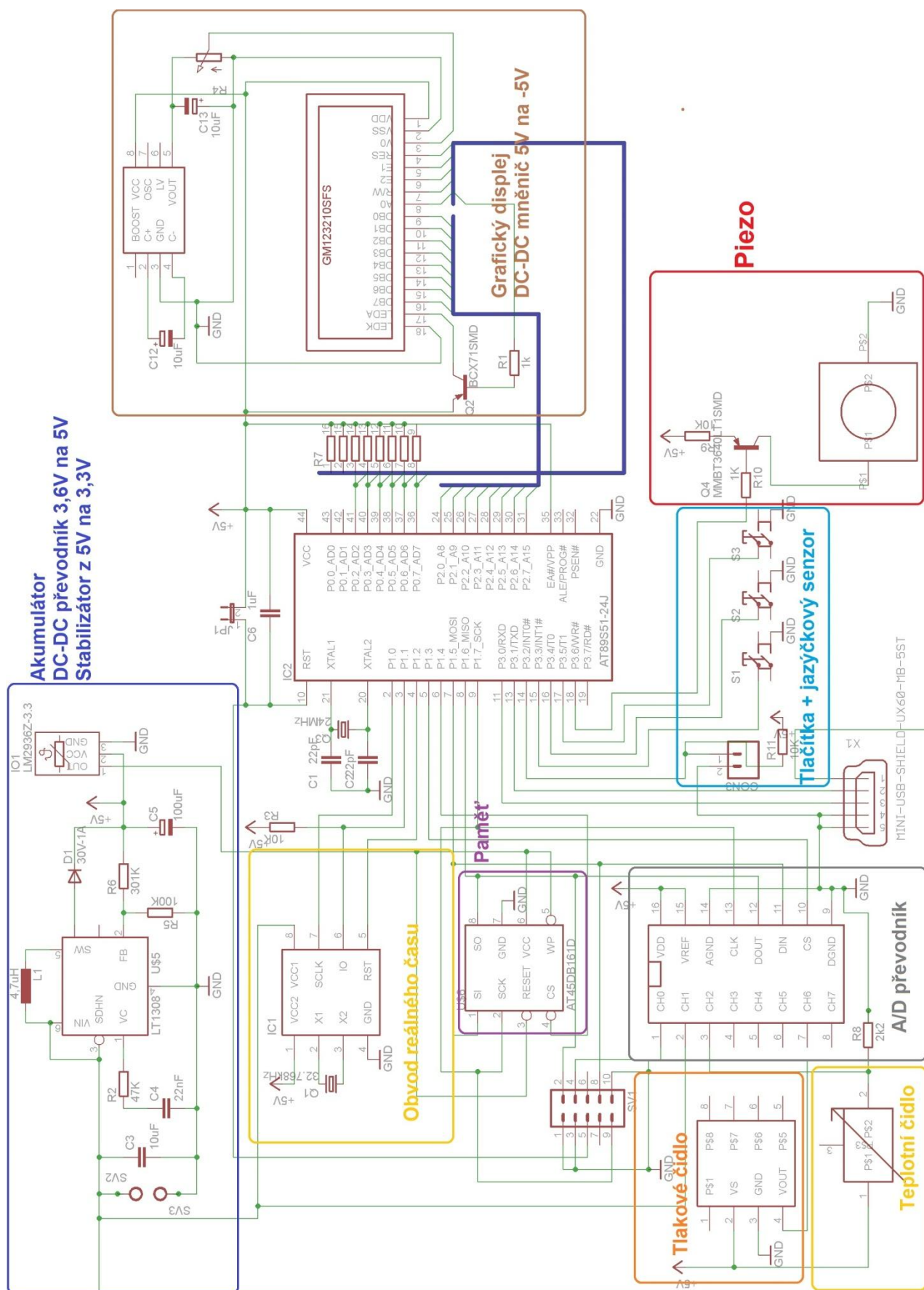
Protože se jedná o odporové čidlo teploty, je zapojeno v odporovém děliči. Výstup tohoto děliče je opět přiveden na vstup A/D převodníku, který toto napětí měří [17].

4.8 Paměť 45DB16

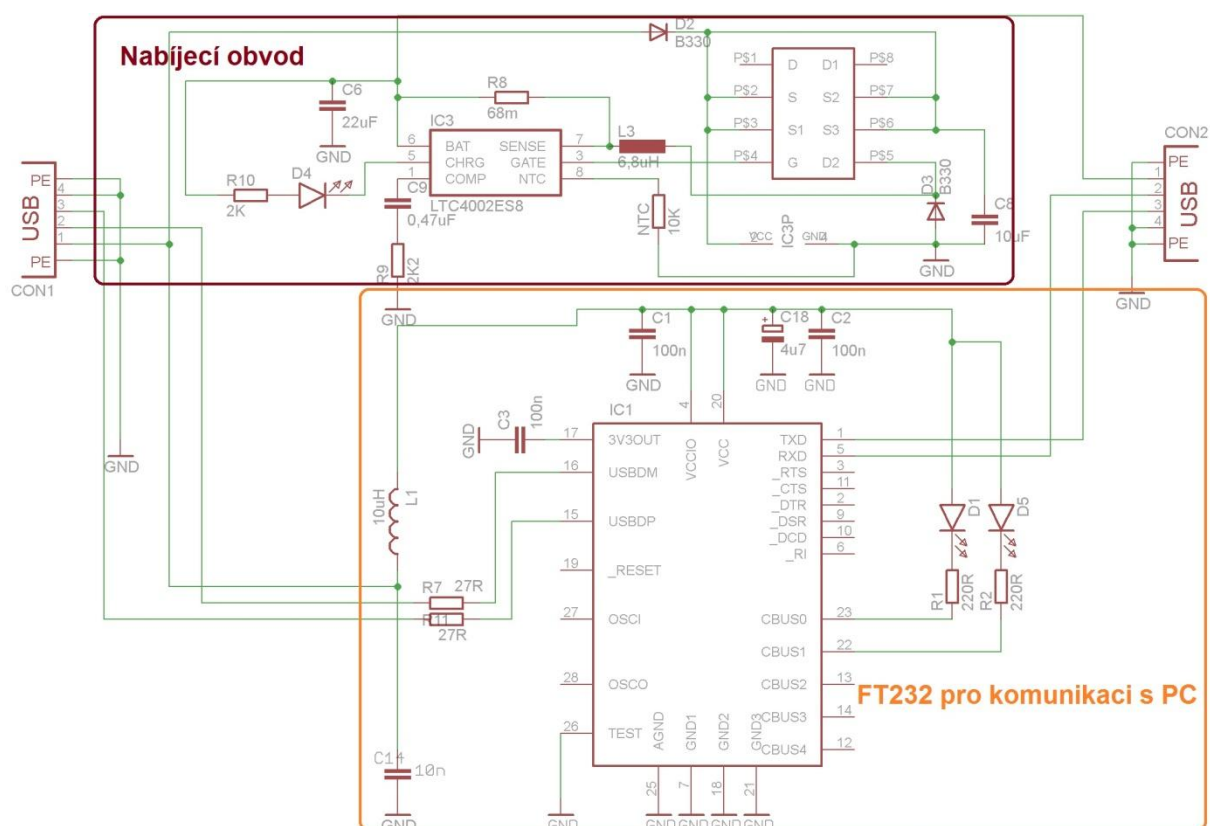
Tato paměť komunikuje pomocí SPI sběrnice, proto je připojena k mikroprocesoru na stejné piny jako A/D převodník a to na piny MISO, MOSI a SCK. A výběrový pin CS je zapojen na P1.4. Pro napájení paměti je zapotřebí napětí 3,3 V. Toto napětí získáváme pomocí napěťového stabilizátoru [9].

4.9 Převodník USB $\Leftrightarrow$ UART FT232

Tento obvod je umístěn na desce komunikačního modulu. K mikroprocesoru je připojen pomocí USB kabelu piny RX a TX. K obvodu jsou také připojeny dvě LED diody, které signalizují komunikaci [19].



Obrázek 20. Schéma zapojení obvodu cyklopočítače



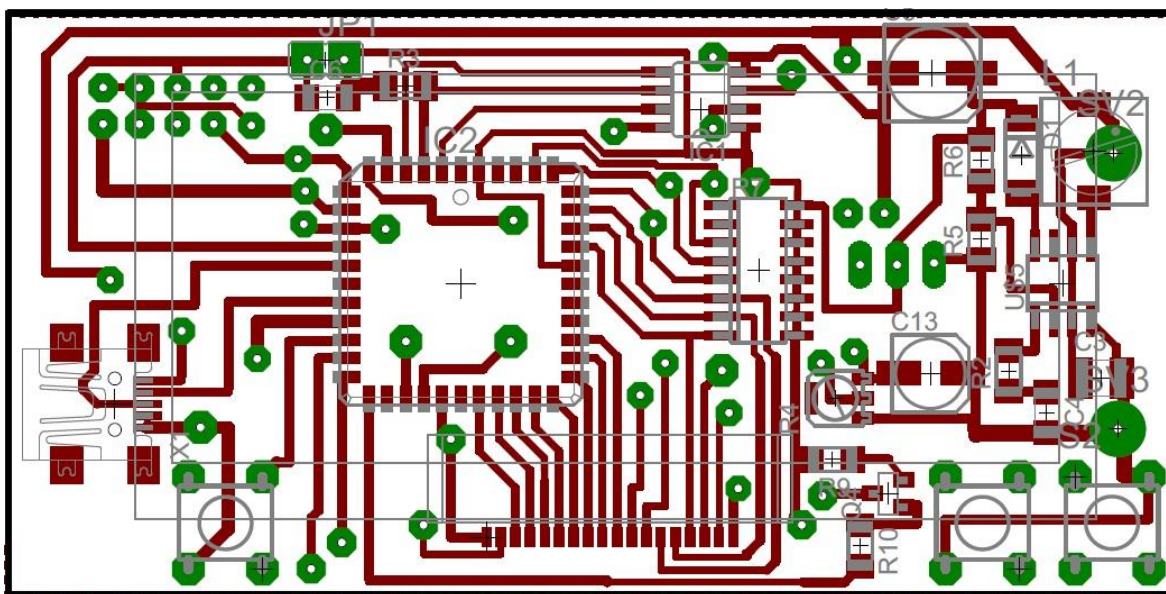
Obrázek 21. Schéma zapojení obvodu komunikačního modulu

5 Návrh desky plošných spojů

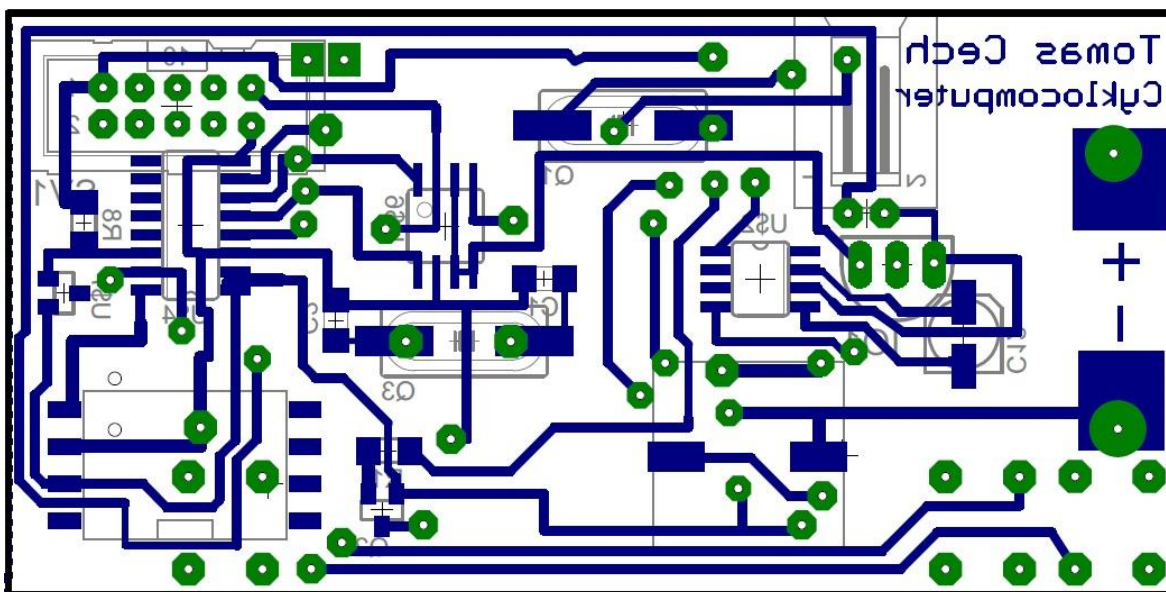
Pro návrh desek plošných spojů i nakreslení schémat byl využíván program Eagle 5.7.0 od firmy CadSoft. Tento program sice nabízí i automatický návrh i rozmístění součástek, ale tato možnost není právě bezchybná. Proto byly obě desky navrhovány ručně.

Téměř všechny součástky jsou v SMD provedení a jsou umístěny na oboustranné desce. Snažil jsem se o maximální miniaturizaci, při zachování všech podmínek pro výrobu ve specializovaných dílnách pro výrobu desek plošných spojů ve VUT.

5.1 Deska plošných spojů cyklopočítače

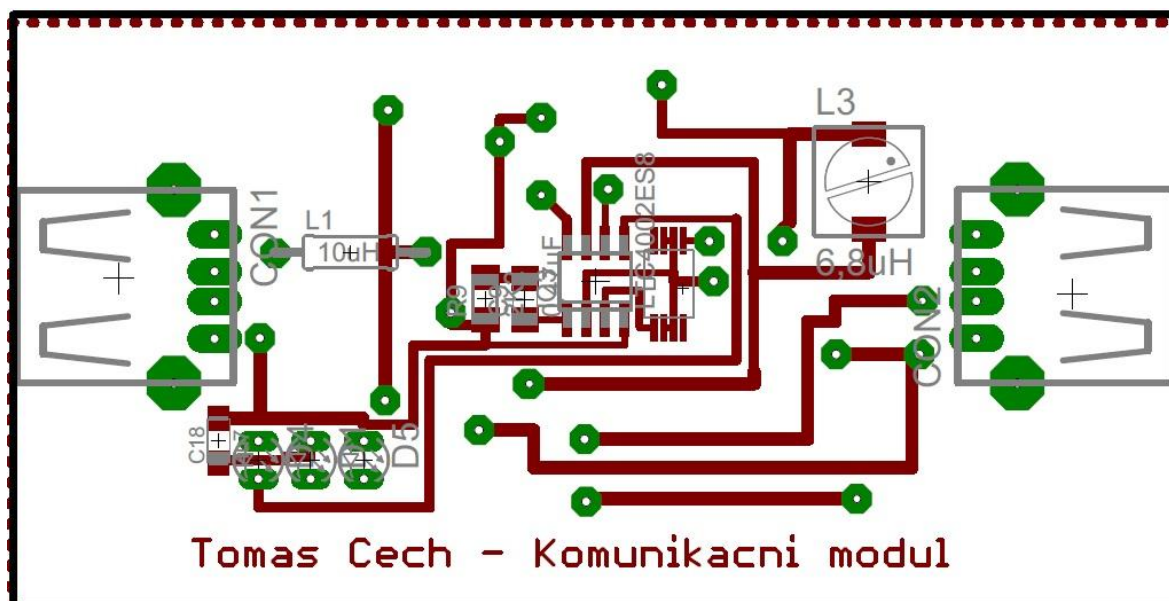


Obrázek 22. *Návrh spojů a rozmístění součástek na horní vrstvě desky plošných spojů cyklopočítače*

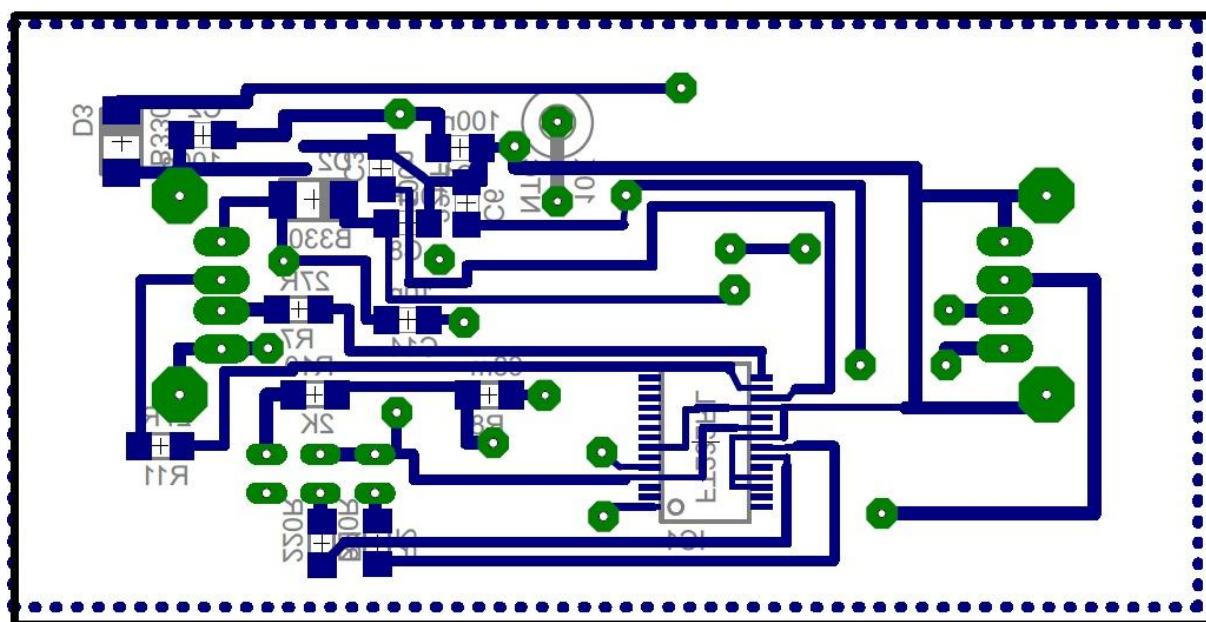


Obrázek 23. *Návrh spojů a rozmístění součástek na spodní vrstvě desky plošných spojů cyklopočítače*

5.2 Deska plošných spojů komunikačního modulu



Obrázek 24. *Návrh spojů a rozmístění součástek na horní vrstvě desky plošných spojů komunikačního modulu*



Obrázek 25. *Návrh spojů a rozmístění součástek na spodní vrstvě desky plošných spojů komunikačního modulu*

6 Návrh programu pro mikroprocesor

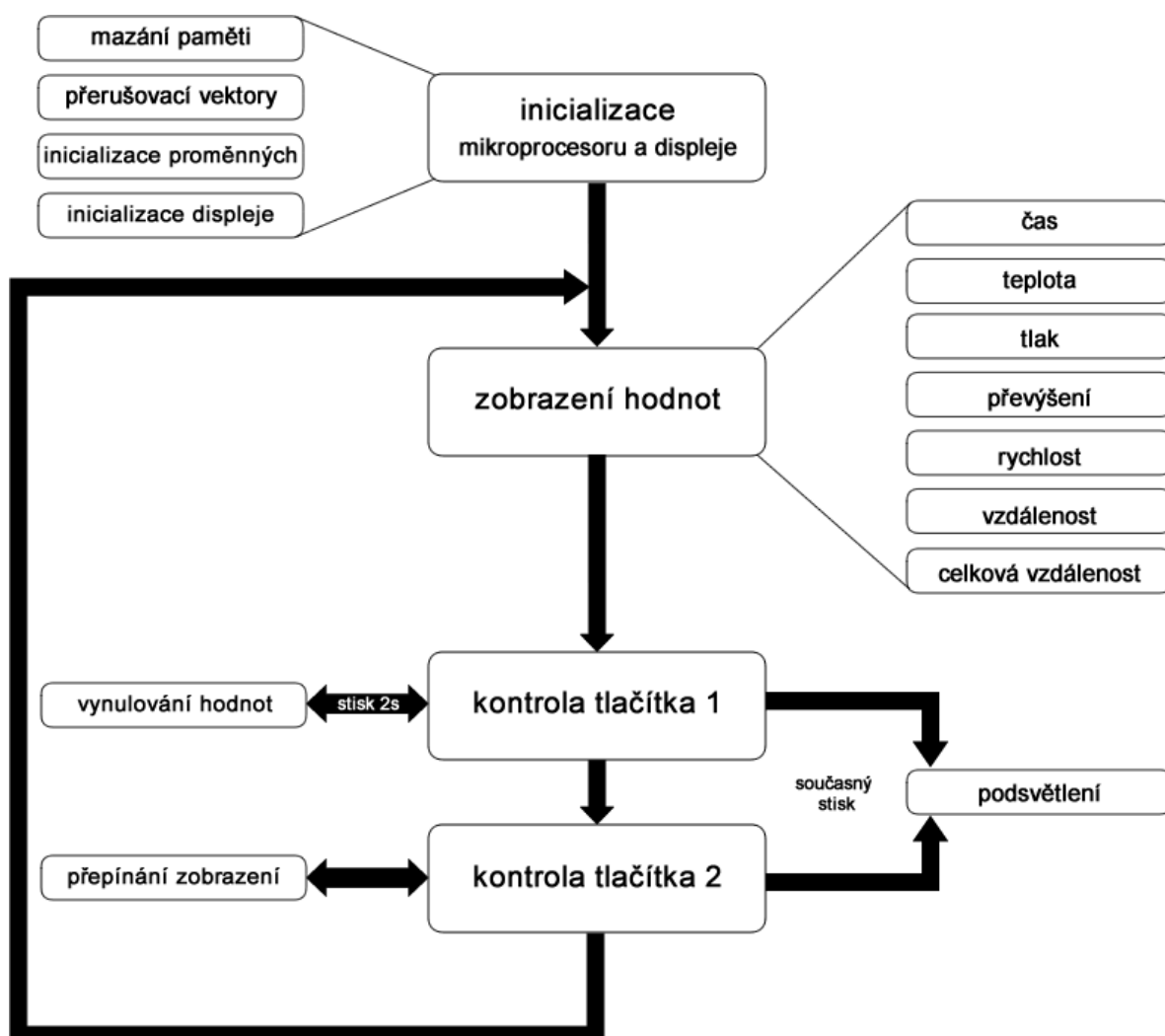
Nejdůležitější funkce zařízení jsou měření rychlosti, ujeté vzdálenosti, tlaku, teploty, atd. a všechny tyto hodnoty musí být zobrazeny na displeji.

Program v mikrokontroléru musí tedy obsahovat různé aritmetické operace pro převody z měřených údajů na skutečné naměřené hodnoty ve správném formátu. Dále zobrazování na grafickém LCD displeji, ukládání do paměti, komunikaci s AD převodníkem pomocí SPI, nastavování hodnot a komunikaci s RTC.

Při programování jsou maximálně využívána různá přerušení, která zrychlují chod programu a zároveň zjednodušují celé programování.

Pro napsání programu byl použit program WinIde 51. Tento program obsahuje například výpočty přerušení, pomocníka pro časovače i pro nastavování přerušení

6.1 Blokové schéma hlavní smyčky



Obrázek 26. *Blokové schéma hlavní smyčky programu mikroprocesoru*

6.2 Popis hlavní smyčky

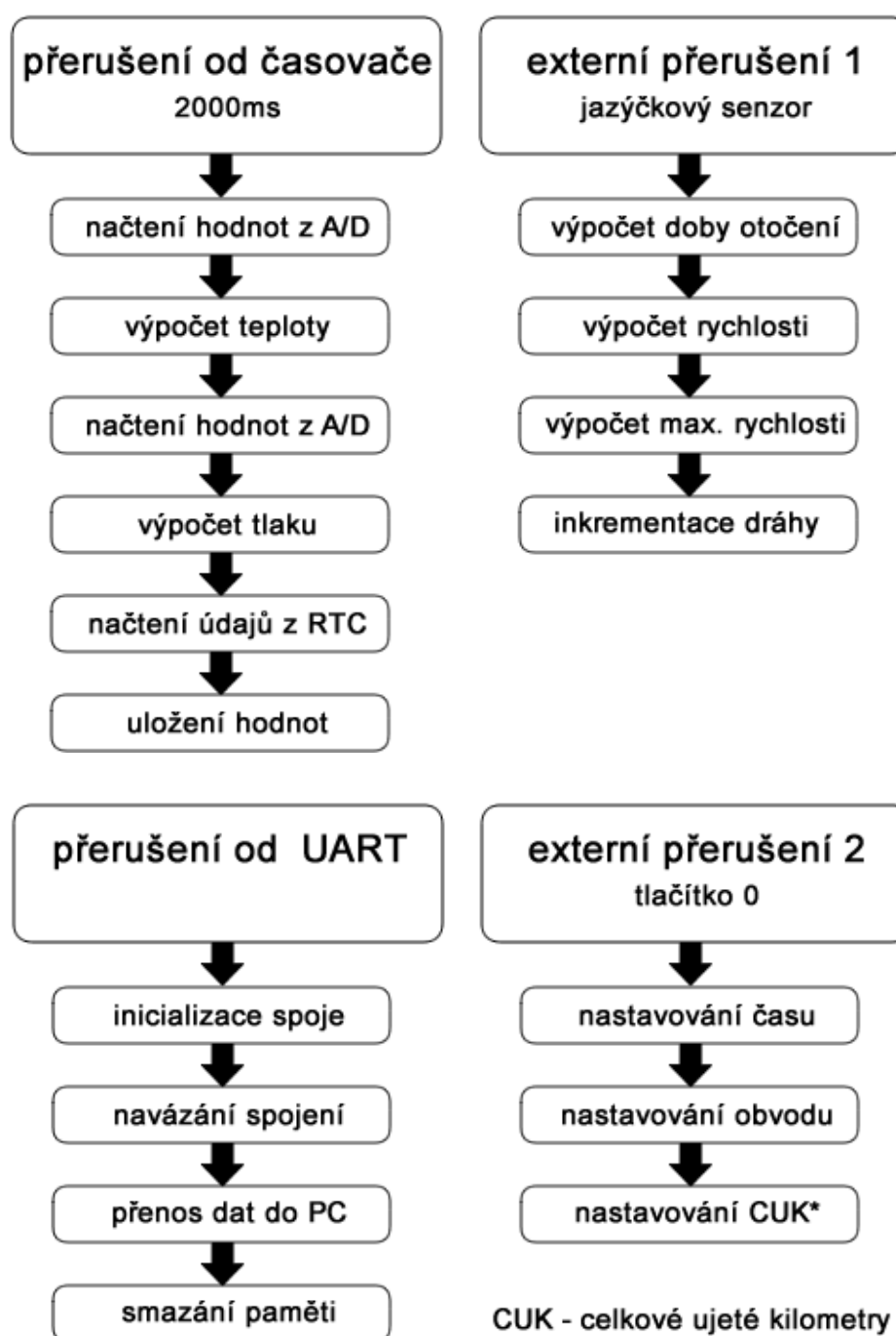
Ihned po připojení napájení k mikroprocesoru dojde k inicializaci a nastavení parametrů mikroprocesoru. Mezi tuto inicializaci patří povolení přerušení a nastavení jejich parametrů. V našem zařízení využíváme pět přerušení. Externí přerušení 1 a 2, kde je nastaveno vyvolání na hranu u prvního a na úroveň u druhého. Přerušení od časovače nastavujeme tak, aby časovače byly 16-ti bitové a zároveň nastavíme jejich počáteční hodnoty. Jako poslední nastavujeme přenosovou rychlost pro sériový kanál.

Poté, co se inicializuje procesor, dojde k inicializaci displeje. Smažou se všechna data v paměti řadiče displeje a řadič kurzoru se nastaví na souřadnice [1,1], což znamená levý horní roh displeje.

V hlavní smyčce se opakovaně zobrazují na displeji data naměřená a vypočtená v přerušení. Zobrazení probíhá znak po znaku, tyto znaky se vybírají z grafické tabulky.

V druhé části hlavní smyčky kontrolujeme stisk tlačítek. Při stisku tlačítka jedna 2 s vynulujeme hodnoty denních kilometrů a ujetého převýšení. Při stisku tlačítka 2 zobrazíme na displeji další hodnoty. Při společném stisku tlačítka 1 a 2 zapneme nebo vypneme podsvětlení LCD displeje.

6.3 Blokové schémata přerušení



Obrázek 27. *Blokové schéma přerušení programu mikroprocesoru*

6.4 Popis přerušení

6.4.1 Přerušení od časovače

Každé 2 s se vyvolá přerušení od integrovaného časovače v mikroprocesoru. Naváže se komunikace pomocí SPI s AD převodníkem, kde se určí jaký vstup chceme měřit. Námi používaný mikroprocesor neobsahuje podporu pro komunikaci pomocí SPI, proto je tato komunikace naprogramována ručně.

Začínáme měřením teploty, AD převodník nám vrátí hodnotu o velikosti 0 až 4096. Tento údaj přepočteme pomocí regresní funkce a 32 bitové aritmetiky na teplotu ve stupních celsia.

Dále změříme velikost druhého vstupu na AD převodníku, který nám představuje velikost atmosferického tlaku. Tuto hodnotu přepočítáme podobně jako u měření teploty na atmosferický tlak. Za pomoci tohoto údaje dále vypočítáme převýšení od nulové hodnoty.

Posledním měřeným údajem je čas z obvodu reálného času. Tato komunikace probíhá pomocí seriové sběrnice typu I2C.

Všechny naměřené a vypočtené hodnoty opět pomocí SPI uložíme do dataflash paměti, kde nám tato data poslouží k přenesení do PC.

6.4.2 Externí přerušení 1

Na tomto přerušení je připojen jazýčkový senzor, který nám vyvolá přerušení a určuje jedno otočení kola.

Abychom mohli rychlost měřit dostatečně přesně, využíváme ještě navíc časové přerušení, pomocí kterého měříme přesně dobu, za kterou proběhla jedna otáčka kola.

Pomocí této doby a zadaného obvodu kola vypočítáme aktuální rychlost.

Dále proběhne výpočet průměrné rychlosti z času jízdy a ujeté vzdálenosti.

V poslední části přerušení probíhá inkrementace ujeté vzdálenosti a to, jak najetě denní, tak celkové ujeté vzdálenosti.

6.4.3 Externí přerušení 2

Toto přerušení se vyvolá při dlouhém stisku tlačítka 0. Slouží pro nastavování potřebných hodnot pro správný chod cyklopočítače. Nejprve se nastavuje obvod kola v cm, čas, datum a celkové ujeté kilometry. Abychom například při výměně baterie nebo při změně přístroje mohli pokračovat od už najetých kilometrů.

6.4.4 Přerušení od sériového kanálu

Při připojení cyklopočítače ke komunikačnímu modulu a k USB se vyvolá toto přerušení za pomoci obvodu FT232. Mikroprocesor postupně odešle všechny uložené hodnoty z dataflash paměti. Další zpracování uložených dat probíhá v PC. Po potvrzeném odeslání se celá paměť nastaví do nulových hodnot. A další ukládání probíhá od začátku paměti.

6.5 Ukázka kódu

Celý kód napsaný v jazyce assembler má více jak 4000 řádků, z toho 600 řádků tvoří tabulky pro zobrazování na grafickém displeji. Z tohoto důvodu zde nebudu prezentovat celý program, ale pouze některé části. Celý program je součástí přílohy.

Inicializace mikroprocesoru a nastavení přerušení:

INIT:	MOV SP,#100	;posunuti zásobníku
	MOV R0,#255	;nulování RAM (pro 8052: #255)
CLRM:	MOV @R0,#0	;nulování adresy @R0
	DJNZ R0,CLRM	;konec nulovací smyčky
	MOV TMOD,#00010001B	;nastavení časovačů T0 a T1
	MOV TCON,#01010101B	;nastavení časovačů a vnějších přerušení
	MOV SCON,#01010000B	;nastavení komunikace pro sériový kanál
	MOV PCON,#10000000B	;nastavení přenosové rychlosti
	MOV IE,#10011111B	;povolení přerušení
	MOV TL1,#0FDH	;naplnění obsahu časovače T1
	MOV TH1,#0FFH	
	MOV TL0,#0A0H	;naplnění obsahu časovače T0
	MOV TH0,#015H	
	MOV POMCAS,#66	;nastavení pomocných hodnot pro časovač T0
	MOV POMCAS1,#0	
	MOV OBVOD,#11001000B	;nastavení výchozí velikosti obvodu kola
	MOV VZDALA0,#0	;nastavení celkové a denní vzdálenosti na nulu
	MOV VZDALA1,#0	
	MOV VZDALA2,#0	
	MOV VZDALC0,#0	
	MOV VZDALC1,#0	
	MOV VZDALC2,#0	
	MOV A,#11110101B	;zapnutí displeje
	CALL LCDINI	;podprogram zasílající displeji instrukce
	CALL LCDCLR	;podprogram mazající paměťová místa v displeji
	MOV A,#00011101B	;nastavení řádku displeje na 1.
	CALL LCDINI	
	MOV A,#00000000B	;nastavení vykreslovaného sloupce na 1
	CALL LCDINI	
	MOV SLO,#1	;nastavení počítadla sloupců
	MOV RADEK,#0	;nastavení počítadla řádků
	JMP HLAVNI	;skok na hlavní smyčku

Ukázka komunikace pomocí SPI:

CISTTEPL:	CLR CSAD	;výběr obvodu AD převodníku
	SETB CSPM	
	CLR EA	;zakaz přerušení
	PUSH PSW	;záloha registrů
	PUSH ACC	
	PUSH B	
MOV B,#5		; počet bitů které chci odeslat (5)
MOV A,#01011B		;data pro vyslání, pro předání příkazů pro AD převodník
RRC A		;posouvání akumulátoru do carribitu
IO_SPP1:		
	MOV IO_DOUT,C	;carribit převeden na výstupní pin
	CLR IO_CLK	;clk nastaveno na nulu
	SETB IO_CLK	;clk nastaveno na jedničku
	RRC A	;posouvání akumulátoru do carribitu
	DJNZ B,IO_SPP1	;opakujeme 5x
	CLR IO_CLK	;prázdné odeslané bity
	SETB IO_CLK	
	CLR IO_CLK	
	SETB IO_CLK	
		;ukončeno odeslání dat
MOV B,#4		;počet bitů které chci přijmout (4)
	MOV A,#00000000B	;vynulování akumulátoru
IO_RET:	CLR IO_CLK	;clk nastaveno na nulu
	SETB IO_CLK	;clk nastaveno na jedničku
	MOV C, IO_DIN	;převedení vstupu do carribitu
	RLC A	;posouvání carribitu do akumulátoru
	DJNZ B,IO_RET	;opakování 4x
	MOV TEP1,A	;ulozime
	MOV B,#8	;počet bitů které chci přijmout (8)
	MOV A,#00000000B	;vynulování akumulátoru
IO_RET1:	CLR IO_CLK	;clk nastaveno na nulu
	SETB IO_CLK	;clk nastaveno na jedničku
	MOV C, IO_DIN	;převedení vstupu do carribitu
	RLC A	;posouvání carribitu do akumulátoru
	DJNZ B,IO_RET1	;opakování 8x
	MOV TEP2,A	;ulozime
	POP B	;návrat registrů
	POP ACC	
	POP PSW	
	SETB EA	;povolíme IRQ
	SETB CSAD	;vypneme komunikaci s obvodem
RET		;konec podprogramu;

Ukázka tabulky pro zobrazování na grafickém LCD displeji:

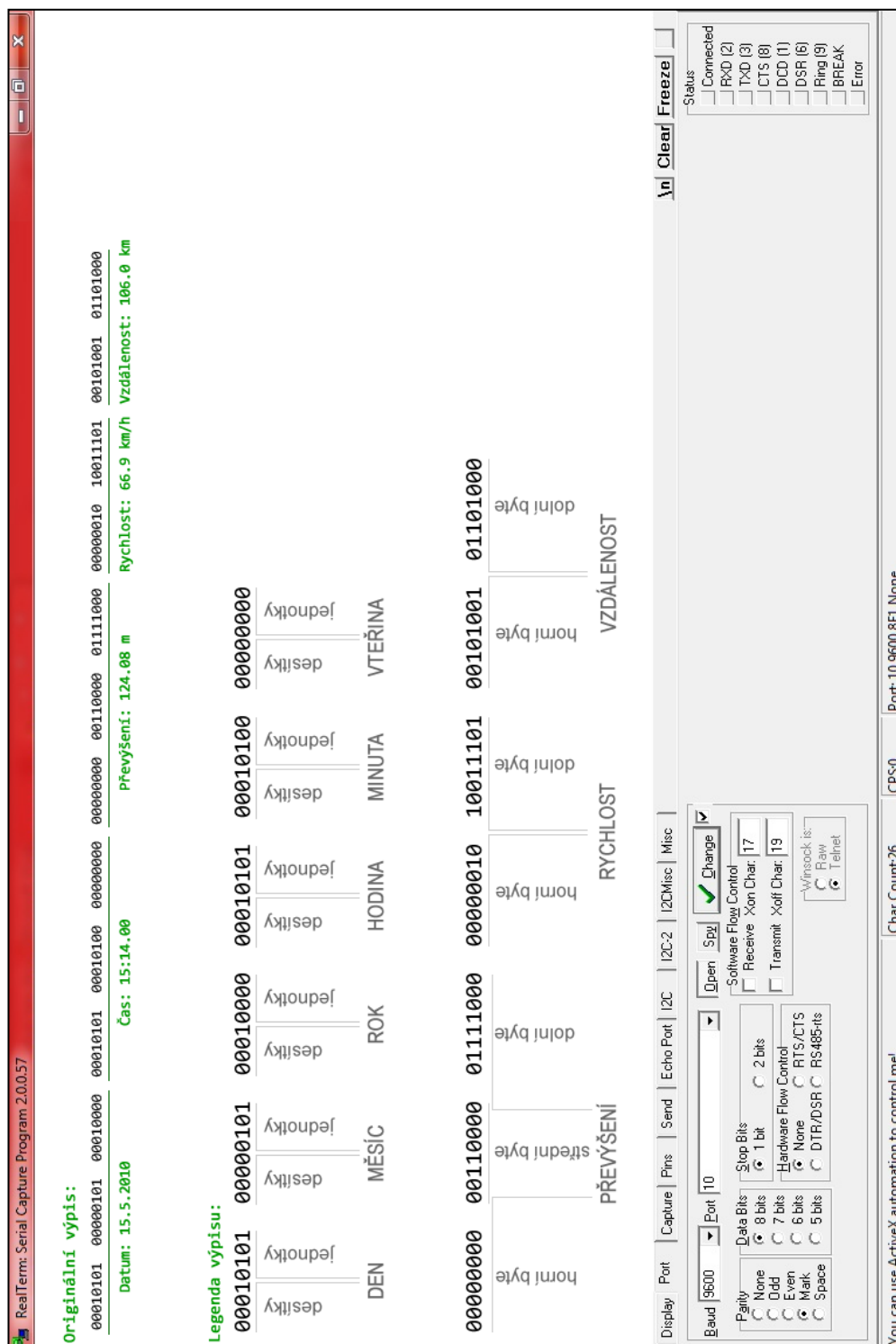
TAB:	DB 01111100B ;0
	DB 10000010B
	DB 10000010B
	DB 10000010B
	DB 01111100B
	DB 00000000B
	DB 00000000B ;1
	DB 01000010B
	DB 11111110B
	DB 00000010B
	DB 00000000B
	DB 00000000B
	DB 01000010B ;2
	DB 10000110B
	DB 10001010B
	DB 10010010B
	DB 01100010B
	DB 00000000B
	DB 10000100B ;3
	DB 10000010B
	DB 10100010B
	DB 11010010B
	DB 10001100B
	DB 00000000B

Při pohledu na tabulku zobrazovaných znaků můžeme v zapsaných datech vidět příslušné znaky, zobrazené pomocí 0 a 1. Pokud je bit roven 0, tak to pro displej znamená, že příslušný pixel je zhasnutý. V opačném případě je pixel rozsvícený.

7 Popis komunikace a zpracování dat

7.1 Popis USB komunikace

Komunikace probíhá po sběrnici USB, ale použitý obvod ft232 se chová jako seriový kanál. Pro zachytávání seriového kanálu existuje velké množství programů. Pro ukázkou je použit bezplatný program RealTerm. Tento program také umožňuje uložení do souboru, tuto možnost můžeme využít například pro export do csv souboru.



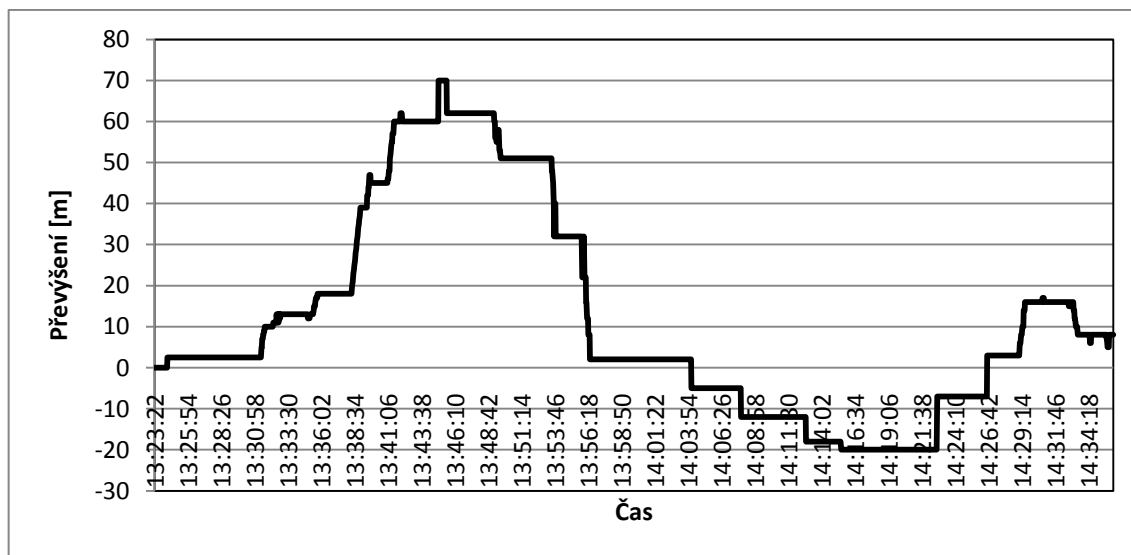
Obrázek 28.

Komunikace USB (seriový kanál) a popis jednotlivých bitů

7.2 Zpracování dat

Export a zpracování dat není základní funkcí našeho cyklopočítače, proto tato funkce není moc uživatelsky přívětivá. Uživatel musí tato data zpracovávat z větší části ručně. Pro zjednodušení lze použít programy, které jsou určeny pro tvoření grafů z podobných zařízení.

Pro představu, jak se dají využít naměřená data, je níže uveden příklad zpracování těchto dat v programu Excel.



Obrázek 29. *Příklad zpracování dat*

V tomto příkladu se využívá naměřené převýšení a čas. Zkušební měření probíhalo v automobilu z důvodu nepříznivého počasí v době měření. Proto není v grafu vynesena aktuální rychlost a ujetá vzdálenost.

8 Závěr a zhodnocení

Na základě informací ze semestrálního projektu byly vybrány potřebné součástky. Poté byl vytvořen návrh schémat a desek plošných spojů za pomoci programu Eagle 5.7.0. Z těchto návrhů byly zhotoveny desky plošných spojů ve specializovaných dílnách VUT. Proběhlo oživení obou zařízení.

Pro programové vybavení mikroprocesoru byla použita vývojová aplikace WinIde51. Proběhlo naprogramování mikroprocesoru a všech jeho funkcí, které byly určeny zadáním a některé byly dodatečně přidány. V průběhu programování mikrokontroléru nastalo několik komplikací, ale tyto komplikace byly vždy vyřešeny.

Jako programové vybavení pro osobní počítač byl použit univerzální program RealTerm, který nám umožnil komunikaci po USB sběrnici.

Cyklopočítač byl úspěšně zprovozněn a jeho funkčnost byla otestována v praxi. Zařízení se jeví jako plně funkční a při testování nebyly odhaleny žádné nedostatky nebo chyby.

Výsledkem bakalářské práce je plně funkční zařízení, které splňuje všechny požadavky zadání.

Seznam použité literatury

[1] KLÚČIK, J.; FRONC, V. *Mikrokontroléry ATMEL s jádrem 8051*. Praha: BEN - technická literatura, Praha. 200s. ISBN 80-7300-008-3.

[2] FRÝZA, T.; FEDRA, Z.; ŠEBESTA, J. *Mikroprocesorová technika – Laboratorní cvičení*. [Skriptum VUT v Brně.], Brno, 2007. 51s.

[3] Atmel Corporation. *Oficiální stránky firmy Atmel*. [online]. 2009 - [cit. 3. prosince 2008]. Dostupné na WWW: <http://www.atmel.com/>

[4] Wikipedia Foundation. *Displeje z tekutých krystalů*. [online]. 2009 - [cit. 3. prosince 2009]. Dostupné na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/LCD>

[5] Wikipedia Foundation. *Procesory*. [online]. 2009 - [cit. 3. prosince 2009]. Dostupné na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Procesor>

[6] Wikipedia Foundation. *USB sběrnice*. [online]. 2009 - [cit. 4. prosince 2009]. Dostupné na WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Usb>

[7] Atmel Corporation. *8-bit Microcontroller with 32K Bytes Flash*. [online]. 2008 - [cit. 4. prosince 2009]. Dostupné na WWW: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc1920.pdf

[8] Atmel Corporation. *8-bit Microcontroller with 8K Bytes In-System Programmable Flash*. [online]. 2008 - [cit. 4. prosince 2009]. Dostupné na WWW: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc1919.pdf

[9] Atmel Corporation. *16-megabit 2.5-volt or 2.7-volt DataFlash®*. [online]. 2006 - [cit. 4. prosince 2009]. Dostupné na WWW: http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/944/944-035/dsh.944-035.1.pdf

[10] Freescale Semiconductor. *High Input Voltage 1.2A Charger for Single-cell Li-Ion Batteries*. [online]. 2008 - [cit. 1. prosince 2009]. Dostupné na WWW: http://www.freescale.com/files/analog/doc/data_sheet/MC34673.pdf?fpsp=1

[11] Intersil. *ICL7660, ICL7660A*. [online]. 1999 - [cit. 29. listopadu 2009]. Dostupné na WWW: http://www.selectronic.fr/includes_selectronic/pdf/Intersil/ICL7660.pdf

[12] Linear Technology. *Single Cell High Current Micropower 600kHz Boost DC/DC Converter*. [online]. 1998 - [cit. 29. listopadu 2009]. Dostupné na WWW: <http://cds.linear.com/docs/Datasheet/1308i.pdf>

[13] Automatizace, *Snímače tlaku – přehled trhu, ročník 49, číslo 1*. [online]. Leden 2006 - [cit. 23. listopadu 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.automatizace.cz/article.php?a=1025>

[14] Emgo. *Barometrické čidlo*. [online]. 2008 - [cit. 29. listopadu 2009]. Dostupné na WWW: http://www.emgo.cz/barometr_mpx4115.htm

[15] Freescale Semiconductor. High Temperature Accuracy Integrated Silicon Pressure Sensor for Measuring Absolute Pressure, On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated. [online]. 2009 - [cit. 3. prosince 2009]. Dostupné na WWW: http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPXA6115A.pdf

[16] Dallas Semiconductor - Maxim. Trickle-Charge Timekeeping Chip. [online]. 2005 - [cit. 11. prosince 2009]. Dostupné na WWW: http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/959/959-285/dsh.959-285.1.pdf

[17] Discrete semiconductors. KTY82-1 series Silicon temperature sensors. [online]. 1998 - [cit. 11. prosince 2009]. Dostupné na WWW: http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/969/969-067/dsh.969-067.1.pdf

[18] Microchip. MCP3204/3208. [online]. 1999 - [cit. 12. prosince 2009]. Dostupné na WWW: http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/320/320-077/dsh.320-077.1.pdf

[19] FTDI Chip. FT232BM USB UART (USB - Serial) I.C.. [online]. 2005 - [cit. 15. prosince 2009]. Dostupné na WWW: http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/959/959-251/dsh.959-251.1.pdf

[20] DataImage Corporation. *LCD Module Specification ITEM. NO.:* GM123210SFSYB-01. [online]. 2004 - [cit. 16. prosince 2009]. Dostupné na WWW: <http://www.dataimagelcd.com/product/gm/pdf/GM123210SFSYB-01.pdf>

[21] Wikipedia Foundation. *SPI sběrnice*. [online]. 2009 - [cit. 21. května 2010]. Dostupné <http://cs.wikipedia.org/wiki/SPI>

[22] Linear Technology. Standalone Li-Ion Switch Mode Battery Charger. [online]. 2003 - [cit. 22. května 2010]. Dostupné na WWW: <http://cds.linear.com/docs/Datasheet/4002f.pdf>

Seznam zkratek

USB	–	Universal Serial Bus	–	univerzální sériová sběrnice
PC	–	Personal Computer	–	osobní počítač
LCD	–	Liquid Crystal Display	–	displej z tekutých krystalů
SPI	–	Serial Peripheral Interface	–	sériové periferní rozhraní
UART	–	Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter		
	–	univerzální asynchronní sériové rozhraní		
I2C	–	Inter-Integrated Circuit	–	multi-masterová sběrnice
EEPROM	–	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory		
	–	elektronicky měnitelná programovatelná permanentní paměť		
RTC	–	Real-Time Clock	–	obvod reálného času
SMD	–	Surface Mount Device	–	zařízení pro povrchové připojení
ROHS	–	Restriction Of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment		
	–	Omezení užívání některých nebezpečných látek v elektronických a elektrických zařízeních		
CUK	–	Celkové ujeté kilometry		

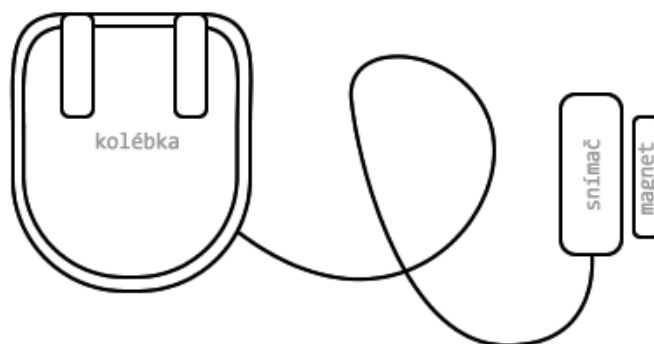
Seznam příloh

A.	NÁVOD K POUŽITÍ CYKLOPOČÍTAČE	54
B.	FOTOGRAFIE CYKLOPOČÍTAČE	58
C.	OBSAH PŘILOŽENÉHO DVD	60

A. Návod k použití cyklopočítače

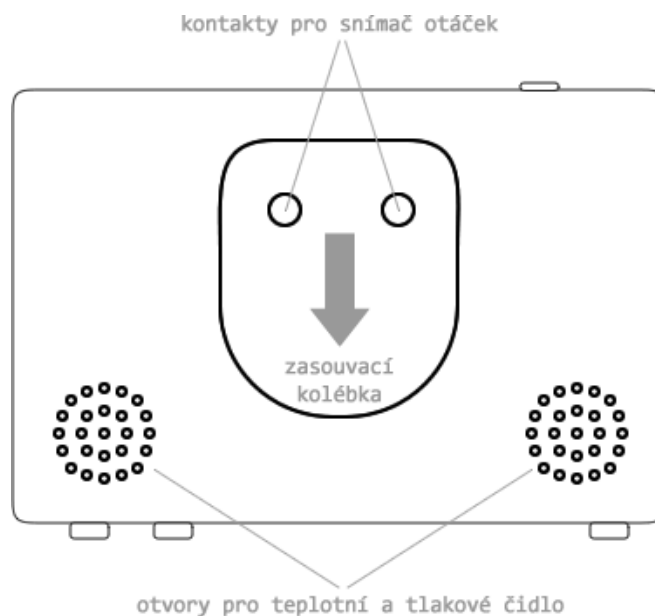
Instalace

Kolébka pro cyklopočítač se upevní na vhodné místo řídítek. Snímač se připevní na vidlici a magnet na výplet kola. Vzdálenost snímače a magnetu by neměla být větší než 5 mm, jinak hrozí nesprávná funkce cyklopočítače.

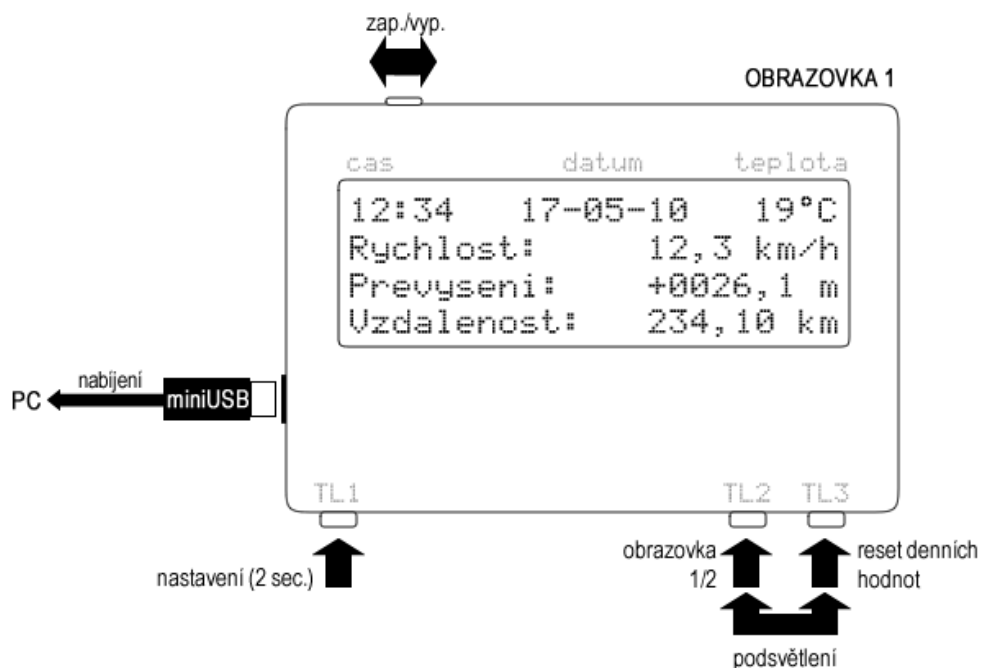


Zadní strana cyklopočítače

Zasouvací kolébka slouží pro připojení cyklopočítače k držáku na řídítka. Kontakty, které se připojují také k držáku, jsou vystouplé, proto by se cyklopočítač neměl pokládat na vodivý povrch.



Základní funkce



Cyklopočítač se zapíná přepínačem v levém horním rohu. Pozor při vypnutí dochází ke ztrátě dat. Vypínání cyklopočítače se používá pouze při dlouhém nevyužívání zařízení.

Dlouhým stiskem (2 sec.) tlačítka 1 začne nastavování cyklopočítače viz. nastavování cyklopočítače

Tlačítkem 2 se mění zobrazení dvou různých obrazovek, na kterých jsou zobrazeny různé veličiny.

Po stisku tlačítka 3 se nastaví výchozí bod pro výpočet převýšení a proběhne vynulování najeté denní vzdálenosti.

Současným stiskem tlačítek 2 a 3 probíhá zapnutí nebo vypnutí podsvětlení displeje cyklopočítače. Zapnuté podsvícení značně snižuje výdrž baterie a ovlivňuje měřenou teplotu cyklopočítače.

Nabíjení cyklopočítače probíhá pomocí portu USB.

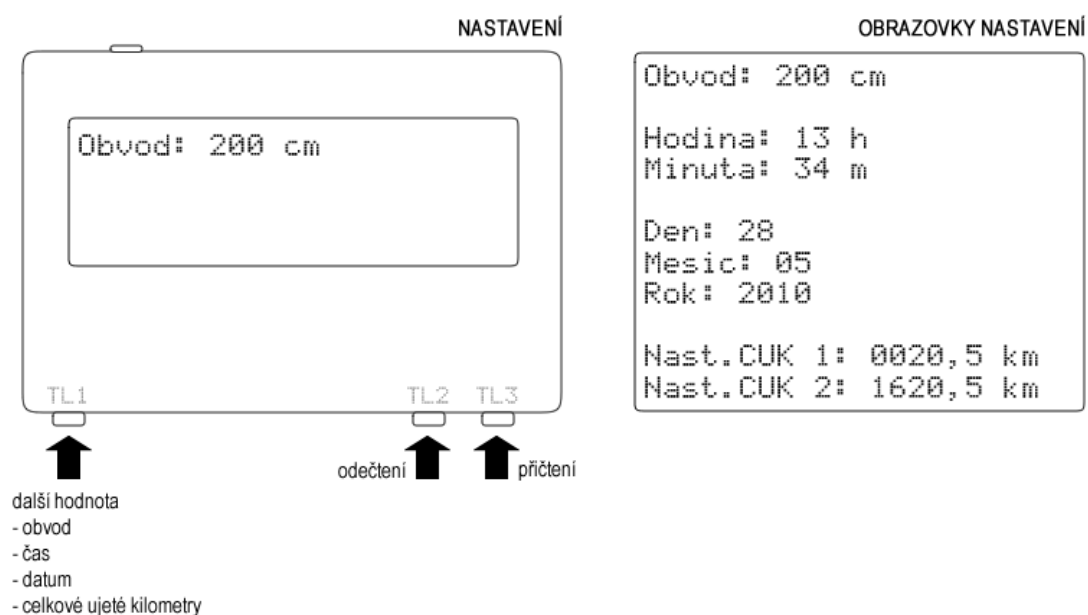
Nastavení cyklopočítače

Menu pro nastavování cyklopočítače se vyvolá dlouhým stiskem (2 sec.) tlačítka 1.

Jako první hodnota se nastavuje obvod kola v centimetrech. Při stisku tlačítka 2 dojde ke zmenšení obvodu o jeden centimetr, při stisku tlačítka 3 dojde ke zvětšení obvodu o jeden centimetr. Stiskem tlačítka 1 ukončíme nastavování obvodu kola a začneme nastavovat hodiny.

Všechny další hodnoty se nastavují stejným způsobem jako obvod kola. Tlačítka 2 a 3 slouží k inkrementaci respektive k dekrementaci nastavovaných hodnot. Tlačítkem 1 vždy ukončujeme nastavování aktuální veličiny a přecházíme na další, nebo ukončujeme nastavování. Průběh nastavovaných hodnot je naznačen na obrázku níže.

Nastavování CUK (celkových ujetých kilometrů) je rozděleno na dvě části, v první části nastavujeme jednotky a desítky kilometrů, ve druhé části nastavujeme stovky a tisíce kilometrů.



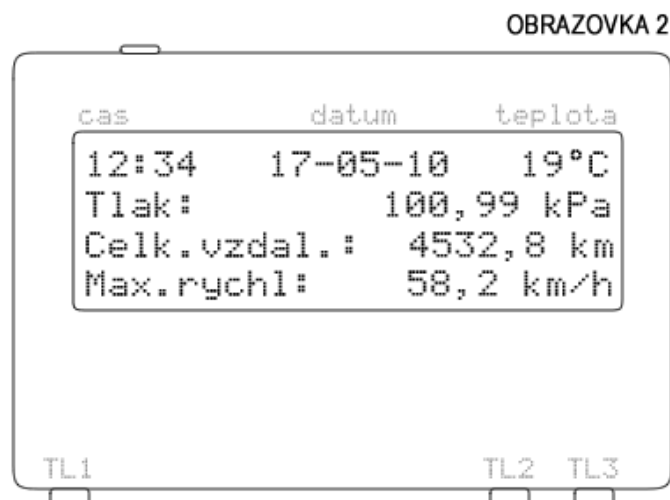
Popis obrazovky 1

V prvním řádku je zobrazen čas (hodiny:minuty), datum (den-měsíc-rok) a teplota ve stupních celsia.

V druhém řádku je zobrazena aktuální rychlost jakou se pohybujete.

Na třetím řádku je zobrazeno převýšení v metrech od výchozí hodnoty, která se nastavuje tlačítkem 3.

Na posledním řádku je zobrazena denní vzdálenost, která se nuluje také tlačítem 3.



Popis obrazovky 2

V prvním řádku je zobrazen čas (hodiny:minuty), datum (den-měsíc-rok) a teplota ve stupních celsia stejně jako u obrazovky 1.

V druhém řádku je zobrazen aktuální atmosferický tlak v kPa.

Na třetím řádku je zobrazena celková vzdálenost, která byla ujeta.

Na posledním řádku je zobrazena maximální rychlost.

Doplňkové funkce

Pokud chceme uložená data z cyklopočítače poslat do PC, musíme použít komunikační modul. Po připojení komunikačního modulu cyklopočítač začne automaticky odesílat uložená data. Formát přenosu je 9600 přenosová rychlost a 8 bitů s paritou. Po odeslání všech dat proběhne automatické smazání předešlých dat uložených v paměti.

B. Fotografie cyklopočítače



Vnitřní zapojení cyklopočítače



Přední pohled na cyklopočítač (obrazovka 1)



Přední pohled na cyklopočítač (obrazovka 2)



Zadní pohled na cyklopočítač



Komunikační modul



Cyklopočítač s příslušenstvím pro upevnění na kolo a snímačem na měření otáček kola

C. Obsah přiloženého DVD

- elektronická verze zadání bakalářské práce ve formátu pdf
- elektronická verze desek bakalářské práce ve formátu pdf
- elektronická verze vypracování bakalářské práce ve formátu pdf
- elektronická verze vypracování bakalářské práce ve formátu docx
- metadata ve formátu pdf
- elektronická verze licenční smlouvy ve formátu pdf
- schéma cyklopočítače v programu Eagle 5.7.0
- schéma komunikačního modulu v programu Eagle 5.7.0
- návrh desky plošných spojů cyklopočítače v programu Eagle 5.7.0
- návrh desky plošných spojů komunikačního modulu v programu Eagle 5.7.0
- program mikrokontroléru v jazyce assembler
- fotografie cyklopočítače