

Palubní počítač pro historické motocykly

Bc. Filip Matějček

Diplomová práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Filip Matějček**
Osobní číslo: **A15165**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Palubní počítač pro historické motocykly**
Téma anglicky: **An On-Board Computer For Historic Motorcycles**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na dané téma.
2. Navrhněte koncepci a architekturu palubního počítače.
3. Sestavte funkční prototyp vestavěné jednotky včetně firmware.
4. Vytvořte aplikaci pro mobilní zařízení s operačním systémem Android.
5. Propojte jednotlivé dílčí součásti a ověřte funkci zařízení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a Mikropočítače. Praha : BEN – technická literatura, 2004. 220 s. ISBN 80-7300-110-1.
2. MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry. Praha : BEN – technická literatura, 2004. 280 s. ISBN 80-7300-077-6.
3. HEROUT, Pavel. Učebnice jazyka C. České Budějovice: Kopp nakladatelství, 2010. 308 s. ISBN 978-80-7232-383-8
4. LACKO, L'uboslav. Vývoj aplikací pro Android. Brno: Computer Press, 2015, 472 s. ISBN 978-80-251-4347-6.
5. ALLEN, Grant. Android 4: průvodce programováním mobilních aplikací. Brno: Computer Press, 2013, 656 s. ISBN 978-80-251-3782-6.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Peter Janků

Ústav informatiky a umělé inteligence

Datum zadání diplomové práce:

3. února 2017

Termín odevzdání diplomové práce:

16. května 2017

Ve Zlíně dne 3. února 2017

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

děkan



prof. Mgr. Roman Jašek, Ph.D.

ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně, dne 16.5.2017


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem systému palubního počítače pro historické motocykly a také návrhem aplikace pro operační systém Android. Palubní počítač bude snímat rychlost motocyklu, rychlost otáček motoru, okolní teplotu, blinkry a světla. Poté tyto veličiny bude posílat pomocí rozhraní Bluetooth do mobilní aplikace, která tato data bude zpracovávat a vizualizovat je uživateli.

Klíčová slova: Motocykl, Palubní počítač, Android, Bluetooth, Mikropočítač

ABSTRACT

This thesis deals with the concept of board computer system for historical motorcycles and also with the concept of the application for the operation system Android. The board computer detects speed of motorbike, motor rotation frequency, ambient temperature, signalization of turning lights and headlights. The computer then send these quantities via Bluetooth to the mobile application. This application process these quantities and visualise them to the user.

Keywords: Motorcycle, Board computer, Android, Bluetooth, Microcontroller

V rámci této práce bych chtěl poděkovat panu Ing. Peterovi Janků, za poskytnutí pomoci při vypracování diplomové práce. Také bych rád poděkoval Mikuláši Machalovi za pomoc s grafickou částí aplikace.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE	10
1.1 UKÁZKY DOSTUPNÝCH PALUBNÍCH POČÍTAČŮ	10
1.1.1 ACEWELL ACE-254	10
1.1.2 ACEWELL ACE-1600	11
1.1.3 ACEWELL ACE-3968	12
1.1.4 Koso DB-02R.....	13
1.1.5 Motogadget	13
1.1.6 Srovnání palubních počítačů	14
2 PRINCIPY ZÍSKÁVÁNÍ INFORMACÍ	15
2.1 MĚŘENÍ OTÁČEK	15
2.1.1 Magnetický snímač	15
2.1.2 Hallův snímač.....	15
2.1.3 Indukční snímač	16
2.1.4 Optický snímač.....	16
2.1.5 Jazýčkové relé	17
2.2 SNÍMÁNÍ IMPULZŮ NA KABELU	17
2.2.1 Snímač na principu cívky.....	17
2.2.2 Kapacitní snímač	18
2.3 MĚŘENÍ TEPLoty	18
2.3.1 Odporové snímače.....	18
2.3.2 Termoelektrické teploměry	19
2.3.3 Bezdotykové teploměry	20
2.3.4 Inteligentní snímače teploty	20
3 HARDWAROVÁ KONCEPCE	22
3.1 MIKROPOČÍTAČ	22
3.1.1 Sběrnice.....	22
3.1.2 Datová sběrnice	22
3.1.2.1 Adresová sběrnice.....	23
3.1.2.2 Řídící sběrnice	23
3.1.3 Mikroprocesor	23
3.1.4 Paměť programu.....	23
3.1.5 Paměť dat	23
3.1.6 Periferní obvody.....	24
3.2 PLATFORMA STM32	24
3.2.1 Vývojová deska STM3F407G-DISC1	24
3.3 BLUETOOTH	25
3.4 BLUETOOTH MODUL HC-06	26
4 SOFTWAREVÉ VYBAVENÍ	28
4.1 ANDROID.....	28
4.1.1 Historie	28

4.2	PROGRAMOVÁNÍ PRO ANDROID.....	29
4.2.1	Jazyk pro programování chytrého telefonu.....	29
4.2.1.1	Historie jazyka Java.....	29
4.2.2	Nástroje pro vývoj aplikací.....	29
4.2.2.1	Java Development Kit.....	30
4.2.2.2	Android SDK.....	30
4.2.2.3	Android Virtual Device.....	30
4.2.3	Vývojové prostředí pro Android.....	30
4.2.3.1	Android Studio.....	30
4.3	PROGRAMOVÁNÍ PRO STM32.....	31
4.3.1	Jazyk pro programování hardware.....	31
4.3.1.1	Historie jazyka C.....	32
4.3.2	Vývojové prostředí pro STM32.....	32
4.3.2.1	Qt Creator.....	33
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	35
5	NÁVRH PALUBNÍHO POČÍTAČE.....	36
6	NÁVRH APLIKACE PRO ANDROID.....	37
6.1	NÁVRH VZHLEDU APLIKACE.....	37
6.2	APLIKACE.....	39
6.2.1	Návrh šablon.....	39
6.2.2	Úvodní aktivita.....	40
6.2.3	Ukazatel rychlosti.....	42
6.2.4	Aktivita nastavení.....	44
6.2.4.1	Poloha.....	45
6.2.4.2	Snímané data.....	45
6.2.4.3	Nastavení zobrazení tachometrů.....	45
6.2.4.4	Nastavení komunikace.....	45
7	NÁVRH FIRMWAREU MIKROPOČÍTAČE.....	46
7.1	VYTVORENÍ PROJEKTU.....	46
7.1.1	Nastavení časovačů.....	46
7.1.2	Nastavení převodníku.....	46
7.1.3	Nastavení komunikace.....	47
7.2	SPRÁVA PROJEKTU.....	47
7.2.1	Hlavní program.....	47
7.2.2	Detekce vstupů.....	48
7.2.3	Komunikace.....	49
8	NÁVRH HARDWARU.....	51
8.1	POPIS FUNKCIONALITY.....	51
8.2	POPIS ZAPOJENÍ.....	53
	ZÁVĚR.....	55
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	56
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	61
	SEZNAM PŘÍLOH.....	63

ÚVOD

Jak vyplívá už z názvu práce, mým úkolem je vytvořit palubní počítač, který se bude používat především na starých, či historických motocyklech a přinese jim tak trochu moderního stylu.

Samotným smyslem palubního počítače je informovat uživatele o všech důležitých věcech, které jsou pro něj podstatné. Tímto směrem se bude vydávat i má práce, která se bude skládat z několika kroků vedoucích k uskutečnění návrhu systému palubního počítače.

Pro samotné snímání dat motocyklu se bude starat samotný hardware, který nebude nijak velký a dá se snadno uschovat kdekoli na něm. Samotný návrh hardwaru by se měl skládat z mikropočítače a dalších podpůrných součástí, které budou plnit funkci palubního počítače. V mém případě bude palubní počítač snímat, detekci všech možných světél, které jsou na motocyklu obsaženy, rychlost motocyklu a také otáčky motoru. Všechny tyto data bude zpracovávat firmware počítače a ty bude poté posílat dále na zpracování.

O zpracování dat a jejich následnou vizualizaci se bude starat aplikace pro chytrý telefon. Návrh této aplikace je dalším krokem, kterým se vydává táto práce. Samotná aplikace by měla uživateli nabídnout vizualizaci veškerých snímaných dat a také jejich nastavení. Jelikož by se mnou navržený palubní počítač měl používat na určitý typ motocyklů, na kterých nemusí být obsaženy veškeré podpůrné periferie, měla by aplikace také nabídnout jejich zapnutí či vypnutí.

O zasílání dat z palubního počítače by se mělo starat rozhraní Bluetooth. Je to z toho důvodu, že veškeré chytré telefony jej podporují již v základu a také je výhodnější u z bezpečnostního hlediska.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE

1.1 Ukázky dostupných palubních počítačů

Dle aktuální nabídky trhu, se vývojem externích palubních počítačů, pro motocykly zabývá pouze několik firem a díky tomu je i nízká konkurence, proto se jejich cena pohybuje celkem vysoko. Na českém trhu jsem narazil hlavně na výrobce Acewell, Koso a Motogadget, jejichž výrobky se dají sehnat pouze ve speciálních e-shopech. Ovšem všechny palubní počítače mají určité funkce společné, všechny měří rychlost, otáčky a stav paliva, některé navíc zobrazují převodový stupeň nebo teplotu motoru.

1.1.1 ACEWELL ACE-254



Obrázek 1 - ACEWELL ACE-254

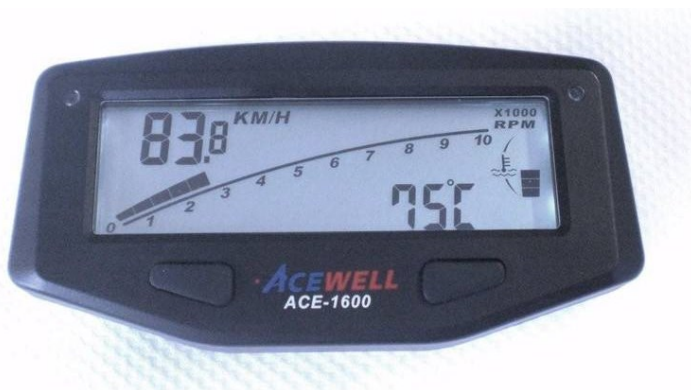
Funkce:

- Rychloměr
- Denní počítadlo
- Počítadlo kilometrů
- Hodiny
- Palivoměr

Cena: 2 980,- Kč

Možnost výběru podsvícení displeje (šedá/modrá), tři možnosti nastavení snímačů paliva (100, 250, 500 ohm), provozní hodiny a stav tachometru jsou trvale uloženy, maximální zobrazovací rychlost tachometru je až 399,9 km/h a je snímána pomocí Hallova snímače. [1]

1.1.2 ACEWELL ACE-1600



Obrázek 2 - ACEWELL ACE-1600

Funkce:

- Otáčkoměr
- Rychloměr
- Stav paliva
- Stav teploty
- Ukládání 50 mezičasů

Cena: 5 154,- Kč

Možnost napájení se zabudovanou baterií CR2032 nebo baterií z motoriky, nastavení otáček do 10 000 OT/MIN , nebo do 20 000 OT/MIN, signalizace řazení a indikace přehřátí pomocí led, tři možnosti nastavení snímačů paliva (100, 250, 500 ohm), moto hodiny a stav tachometru jsou trvale uloženy, rychlost snímána pomocí Hallova snímače, nastavení počátečního stavu kilometrů do 30 km. [2]

1.1.3 ACEWELL ACE-3968



Obrázek 3 - ACEWELL ACE-3968

Funkce:

- Otáčkoměr
- Rychloměr
- Převod
- Teploměr
- Palivoměr

Cena: 7 826,- Kč

Vestavěný ukazatel převodu, který porovnává rychlost s otáčkami, tři možnosti nastavení snímačů paliva (100, 250, 510 ohm), možnost nastavení stavu kilometrů do 30 km, zobrazování v kilometrech nebo v mílích, kvalitní hliníková skříň, snímání rychlosti pomocí Hallova snímače. [3]

1.1.4 Koso DB-02R



Obrázek 4 - Koso DB-02R

Funkce:

- Rychloměr
- Otáčkoměr
- Teploměr
- Palivoměr

Cena: 5 039,- Kč

Maximální zobrazovací rychlost do 360 km/h, maximální zobrazení otáček do 20 000 OT/MIN, teploměr do 250° C, dvě možnosti nastavení snímačů paliva (100, 510 ohm), nastavení šedého podsvícení. [4]

1.1.5 Motogadget



Obrázek 5 - Motomadget

Funkce:

- Otáčkoměr
- Tachometr

Cena: 10 329,- Kč

Maximální zobrazení otáček do 18 000 OT/MIN, maximální zobrazení rychlosti do 350 km/h, zobrazení ujeté vzdálenosti do 999,9 km, celková ujetá vzdálenost do 250 000 km, zobrazení času, spolupráce se sítěmi CAN-bus a M-bus. [5]

1.1.6 Srovnání palubních počítačů

Jak je popsáno výše, veškeré sériově vyráběné palubní počítače zastávají hned několik podobných funkcí, které se ovšem liší hlavně podle ceny palubního počítače, která je taky dosti vysoká. Tyto palubní počítače jsou instalovány na viditelnou část motocyklu a tak z bezpečnostního hlediska nejsou velmi chráněny a může dojít k jejich odcizení.

Veškerá tyto negativa by měl návrh mého palubního počítače eliminovat, jak jeho cenu, která by se neměla pohybovat v tak velkých číslech, jako jsou stávající zařízení, tak i jeho částečné zabezpečení před odcizením. Pod pojmem zabezpečení se myslí to, že si uživatel palubní počítač uschová kdekoli na motocyklu, kde nebude vidět a pro zobrazování dat bude používat chytrý telefon, který může lehce demontovat.

Další výhodou uschování palubního počítače je vzhled. Celá tato práce se zabývá návrhem palubního počítače pro HISTORICKÉ motocykly, na které se bere velký ohled z pohledu zachování vzhledu. Tím že se palubní počítač uschová, neovlivní tak vzhled motocyklu a zachová tak jeho historickou hodnotu.

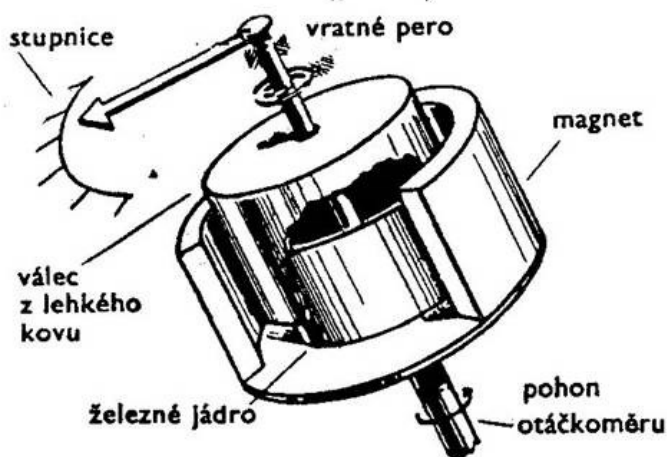
2 PRINCIPY ZÍSKÁVÁNÍ INFORMACÍ

2.1 Měření otáček

V rámci návrhu palubního počítače se budou snímat otáčky motoru a otáčky rychlosti. Měření či snímání těchto veličin jde udělat hned několika způsoby.

2.1.1 Magnetický snímač

Tento snímač se skládá z válcového permanentního magnetu, který je spojen pomocí hřídele s rotorem. Do magnetu je vnořen válec z lehkého kovu, který je spojen z ukazující ručičkou rychlosti. Magnet ani vnořený válec nejsou nijak spojeny. Při rotaci magnetu se ve válci indukuje napětí a vzniká tak elektrický proud, který indukuje vlastní elektrické pole a to způsobí otáčení válce ve směru otáčení magnetu, úměrné rychlosti otáčení. Aby nedošlo k přetáčení válce, je zde vratné pero. [6]

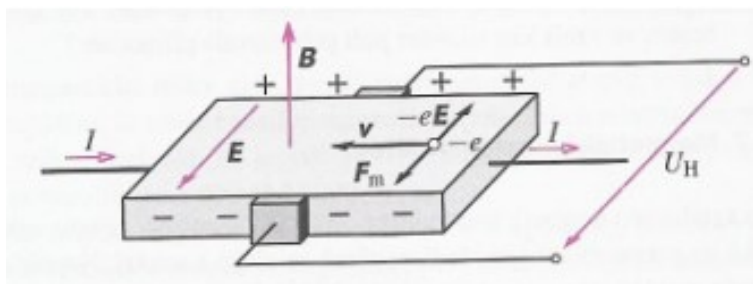


Obrázek 6 - Magnetický otáčkoměr [6]

2.1.2 Hallův snímač

Snímač je založen na principu Hallova jevu. Skládá se z permanentního magnetu, který je připevněn na rotující část. Samotný Hallův snímač se skládá z polovodičové destičky, na kterou v jednom směru působí elektrický proud a v druhém směru se dá naměřit Hallovo

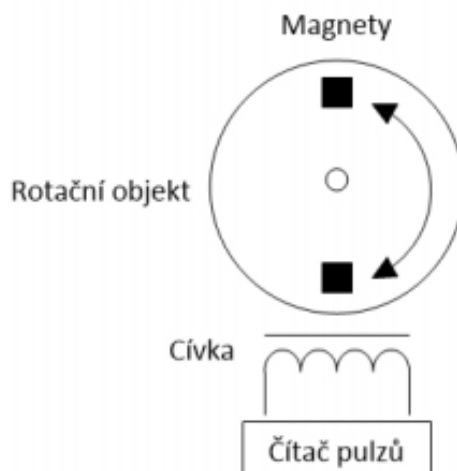
napětí. Hallovo napětí se dá naměřit pouze, pokud je snímač v magnetickém poli, kdy dojde k přeskupení náboje v destičce. Výstupem takového snímače je impulz. [6]



Obrázek 7 - Hallův jev

2.1.3 Indukční snímač

Tento snímač je podobný Hallovu snímači. Na rotující část se připevní permanentní magnet a na pevnou část se upevní cívka. Při otáčení se na cívce indukují impulzy, které jsou přímo úměrné otáčkám. Tyto impulzy lze měřit pomocí čítače, který je zaznamenává a vyhodnocuje poté na výstup. [6]



Obrázek 8 - Indukční otáčkoměr [6]

2.1.4 Optický snímač

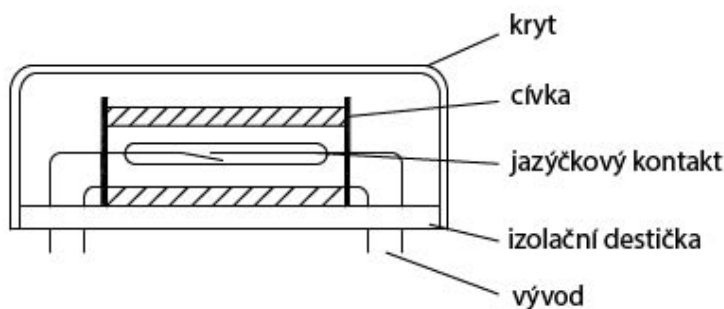
Tento snímač funguje na principu odrazové plochy. Na rotující část se umístí odrazová ploška, která bude odrážet vyslaný světelný impulz zpět do snímače a ten bude generovat napěťové impulzy, které budou přímo úměrné otáčkám rotující části. [25]



Obrázek 9 - Optický snímač [25]

2.1.5 Jazýčkové relé

Jedná se o jazýčkový kontakt, který je umístěn uvnitř cívky. Pokud cívkou prochází dostatečně velký proud, začne cívka vytvářet magnetické pole a dojde tak k sepnutí jazýčkového kontaktu. Výhodou relé je, že má krátké přitahové časy. [26]



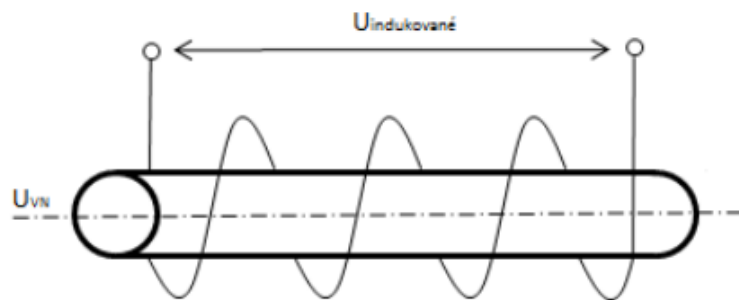
Obrázek 10 - Jazýčkové relé [26]

2.2 Snímání impulzů na kabelu

Možným způsobem jak detekovat otáčky je také snímání napěťových impulzů na kabelu, které lze realizovat různými způsoby. Výstupem je ovšem pouze malé napětí v desítkách milivolt, které je potřeba zesílit na příslušnou úroveň.

2.2.1 Snímač na principu cívky

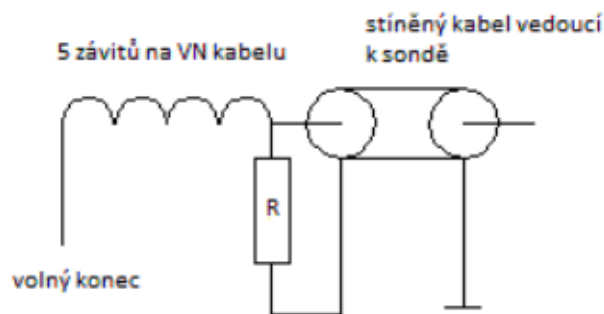
Na kabel, ze kterého chceme snímat impulzy, namotáme kolem 25 závitů izolovaného vodiče, který se chová jako cívka. Počet závitů je závislý na snímaném kabelu, takže mu musí být přizpůsobeny. Jeden vývod cívky se připevní na zem a při procházejícím impulzu se na druhém konci cívky bude indukovat napětí. [25]



Obrázek 11 - Snímač na principu cívky [25]

2.2.2 Kapacitní snímač

Dalším způsobem jak snímat impulzy na kabelu je kapacitní spínač. U něj stačí namotat pět závitů drátu na snímaný kabel a rezistoru, který ovlivňuje citlivost snímače. Poté se snímač bude chovat jako kondenzátor, kde jádro kabelu tvoří jednu desku kondenzátoru, izolace se dá brát jako dielektrikum a samotný drát je druhá deska kondenzátoru. [25]



Obrázek 12 - Kapacitní snímač [25]

2.3 Měření teploty

Pokud chceme měřit teplotu, existuje hned několik metod jak to dokázat a to od elektronických součástek přes bezdotykové měření až po inteligentní snímače.

2.3.1 Odporové snímače

Nejvíce používanými snímači teploty jsou odporové snímače, fungují na principu změny elektrického odporu v závislosti na teplotě snímaného objektu. Nejčastějšími materiály,

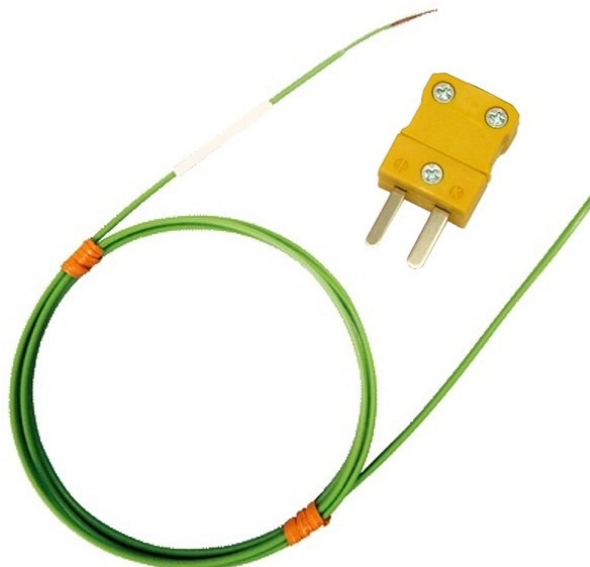
které se pro měření elektrického odporu používají, jsou například nikl, platina, atd. Každý z těchto materiálů má jiný rozsah snímané teploty. [14]



Obrázek 13 - Odporové snímače [11]

2.3.2 Termoelektrické teploměry

Tyto teploměry fungují na principu Seebeckova jevu. Tento jev vzniká při vodivém styku dvou materiálů, kdy se na tomto styku začne vytvářet termoelektrické napětí. Teploměry mají dle různých materiálů i rozmezí měřené teploty, používají se například sloučeniny kovů chromel-konstantan, železo-konstantan, měď-konstantan a další. [14]



Obrázek 14 - Termočlánek [12]

2.3.3 Bezdotykové teploměry

Bezdotykové teploměry využívají zákonů elektromagnetického záření, což znamená, že každé těleso buď to elektromagnetické záření přijímá, jestliže je jeho teplota nižší než teplota jiného tělesa nebo elektromagnetické záření vyzařuje, které je úměrné jeho povrchové teplotě. Takovéto přístroje pro měření teploty se dělí do tří skupin:

- Radiační – využívají celého spektra vlnových délek
- Spektrální – využívají pouze jasových a optických složek
- Barvové – používají barvy tepelného záření [14]



Obrázek 15 - Bezdotykový teploměr [13]

2.3.4 Inteligentní snímače teploty

Tyto snímače jsou si velmi podobné z předchozími snímači teploty v tom rozdílu, že u nich odpadá složitý přepočítání na stupně. V jejich pouzdře se nachází integrovaný obvod, který převádí snímané data přímo na stupně a ty předává na výstup. Příklad takového snímače je DS18B20. [27]



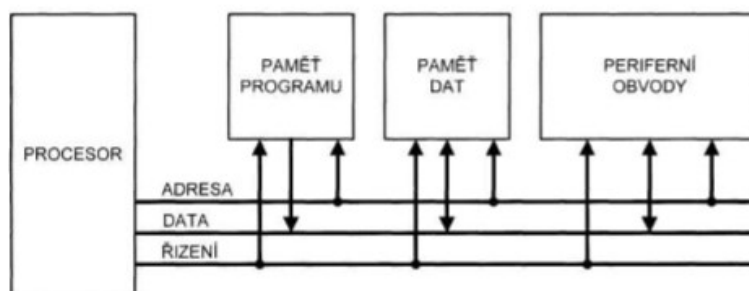
Obrázek 16 - Snímač teploty DS18B20 [27]

3 HARDWAROVÁ KONCEPCE

Srdcem hardwaru bude mikropočítač od společnosti STMicroelectronics a o samotnou komunikaci se bude starat Bluetooth modul.

3.1 Mikropočítač

Funkce palubního počítače bude hlavně záviset na mikropočítači. Jak název napovídá, jedná se o klasický počítač, ovšem, který je svými rozměry daleko menší, o čemž vypovídá předpona mikro. Toto ale neznamená, že by mikropočítač ztrácel na výkonu, díky vysoké integraci dosahují mikropočítače velké výpočetní výkonnosti a funkční variabilitě. Skládá se z několika základních částí, mikroprocesoru, paměti programu, paměti dat a z periferních obvodů. [17]



Obrázek 17 - Schéma mikropočítače [17]

3.1.1 Sběrnice

Sběrnice slouží k propojení jednotlivých částí s procesorem a z pravidla jsou 3 druhy sběrnic. [17]

3.1.2 Datová sběrnice

Slouží k přenosu dat a její šířka u 8 bitových mikropočítačů je většinou 1 byte, dá se využívat pro příjem dat nebo pro odesílání dat, případně střídáním obou variant. [17]

3.1.2.1 Adresová sběrnice

Další sběrnici je adresová, která slouží pro adresování paměti a rozlišováním mezi jednotkami, které jsou připojeny na datovou sběrnici. Šířka adresové sběrnice je nejčastěji 16 bitů. [17]

3.1.2.2 Řídící sběrnice

Poslední sběrnici je řídicí, která řídí čtení, zápis a další aktivity jednotek. Většina těchto signálů jsou řízena mikroprocesorem, ale některé jsou generovány i ostatními jednotkami. [17]

3.1.3 Mikroprocesor

Je nejdůležitější částí mikropočítače, který řídí veškerou jeho činnost. Zajišťuje správnou funkčnost provádění instrukcí, které jsou uloženy v paměti programu, řídí zpracování dat v paměti, řídí také tok dat z mikropočítače ven přes výstupní obvody a také tok dat přes vstupní obvody do mikropočítače. [17]

3.1.4 Paměť programu

V této paměti se nacházejí instrukce, které při postupném provádění zajišťují požadovanou činnost mikropočítače, dále se zde nachází různé konstanty nebo tabulky, které jsou používány v programu. Pokud se program nemění, používá se pro uložení paměť ROM (EPROM, EEPROM, FLASH). Při testování programu je potřeba program neustále měnit a proto se používají paměti typu RAM, ovšem u těchto variant jsou mikropočítače vybaveny menší programovou pamětí typu ROM, u kterých se při připojení napájení začne provádět program právě zde a vyvolá čtení z velkokapacitní diskové paměti, ze které se nahraje program, který přebere řízení mikropočítače. [17]

3.1.5 Paměť dat

Slouží pro dočasné uložení dat, získaných z výstupních obvodů nebo také pro uložení mezivýsledků výpočtů. Typ těchto pamětí je vždy typu RAM. [17]

3.1.6 Periferní obvody

Mezi ně patří vstupní a výstupní obvody, které slouží ke komunikaci s vnějšími prostředky. Mikro počítač může obsahovat různé množství vstupně/výstupních bran, tedy připojovacích míst, rozlišených adresově. [17]

3.2 Platforma STM32

Jedná se o rodinu 32-bitových mikro počítačů, které jsou založené na procesoru ARM Cortex-M. Tato platforma se snaží, aby uživatel měl co největší svobodu ve vývoji, dostatečně velký výkon v reálném čase, nízkou spotřebu a provoz za nízkonapěťového chodu pro zachování kompletní integrace. [18]

Nevyrábí pouze samotné mikro počítače, ale také vývojové desky, které jsou osazeny různými typy mikro počítačů a dalším hardwarem. Tyto desky se dělí do různých sérií a ve směr každá série má jiný typ procesoru a jiné vybavení hardwaru. [18]

3.2.1 Vývojová deska STM32F407G-DISC1

Jedná se o vývojovou desku, na které se bude vyvíjet firmware palubního počítače, a která využívá mikro počítačů STM32F407, tento mikro počítač bude také použit v samotném návrhu. Tato deska je vytvořená pro vývoj aplikací v oblasti zvuku a mimo jiné je osazena také USB sběrnici, přes kterou se nahrává program do mikro počítače a také ST-LINKem, který slouží pro debugování aplikace. Bližší specifikace a funkce této desky jsou:

- 32-bit mikro počítač ARM Cortex M4
- Napájení pomocí USB nebo externího 5 V zdroje
- Možnost externího napětí 3 V nebo 5 V
- ST-MEMS audio senzor
- Čtyři uživatelské diody
- Dvě tlačítka
- USB OTG
- Rozšířenou hlavičku pro všechny I/O
- Komplexní software i s příklady [19]



Obrázek 18 - STM32F407G-DISCOVERY [19]

3.3 Bluetooth

Jedná se asi o nejpoužívanější bezdrátové zařízení pro komunikaci mezi více zařízeními, jako jsou mobilní telefony, PDA, notebooky nebo také sluchátka.

Tato technologie byla vytvořena společností Ericsson v roce 1994 jako náhrada rozhraní RS-232. Od té doby prošla velkými inovacemi, kdy nejpoužívanější verzí bylo Bluetooth 2.0. V nynější době je nejnovější verze 4.2, která byla vypuštěna v prosinci 2014 a k jejím inovacím patří mnohem rychlejší přenosová rychlost, která se pohybuje až kolem 24 MBit/s, menší energetické náročnosti a také fakt, že umí dokonce komunikovat z chytrými žárovkami. [23]

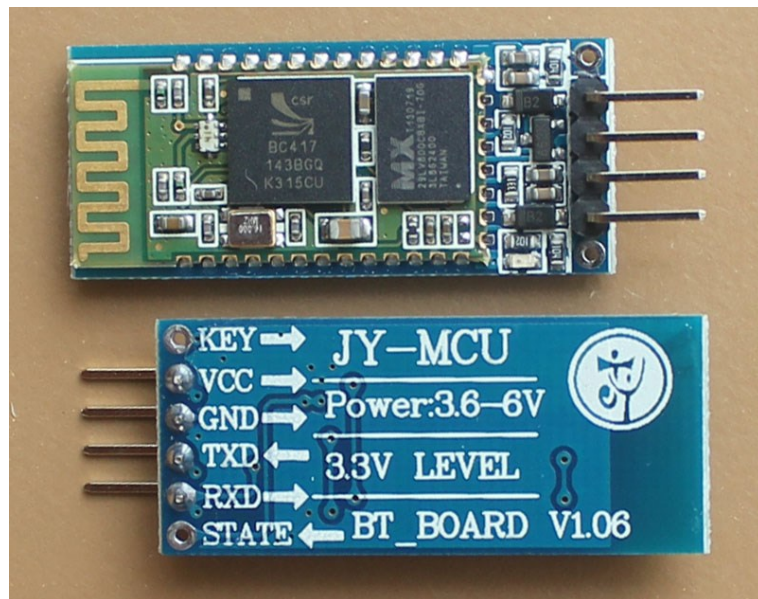


Obrázek 19 - Logo Bluetooth [23]

3.4 Bluetooth modul HC-06

Jedná se o Bluetooth modul, se kterým se dobře pracuje a je velmi oblíbený hlavně u platformem Arduino. Modul bude použit pro komunikaci mezi palubním počítačem, který přes něj posílá data prostřednictvím rozhraní UART.

Tento modul se dá konfigurovat pomocí tzv. AT příkazů, kterými jde nastavit například jméno modulu, klíč pro přihlášení k modulu nebo nastavení přenosové rychlosti. Při korektním přenastavení zašle zpětnou vazbu pomocí zprávy. Jeho provozní napětí je od 3,6 V do 6 V a odběrový proud je kolem 30 – 40 mA. [24]



Obrázek 20 - HC-06 [24]

4 SOFTWAREVÉ VYBAVENÍ

Software bude zastávat jak vytvoření aplikace pro operační systém Android, tak také vytvoření firmware pro palubní počítač.

4.1 Android

Součástí práce je vytvoření aplikace pro platformu Android. Jedná se o operační systém, který má největší rozmach na chytrých telefonech. Jelikož se jedná o *Open Source*, je využíván velkým množstvím výrobců telefonů pro své zařízení. Kromě chytrých telefonů je také hojně používán v tabletech, noteboocích, ale také se začíná dostávat do chytrých televizí. Vyvíjí ho společnost Google, která ho založila na jádře Linuxu.

4.1.1 Historie

Původně byl android vytvořen v roce 2003 ve společnosti Android Inc. pány Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears a Chris White. V roce 2005 přišel první zlom pro Android, kdy jej odkoupila společnost Google. Díky tomu dostal vývoj tohoto operačního systému rychlejší ráz a dokonce zakladatelům byla nabídnuta stejná pozice i v novém působišti. [9]

Na počátku se objevili spekulace, že by Google chtěl vyrobit vlastní mobilní telefon se systémem Android pod názvem gPhone. To bylo ale v roce 2007, po vyjití nového iPhone od společnosti Apple zavrženo a najelo se na úplně jiný plán a to, že budou systém distribuovat jako *Open Source* a vytvořili tak s dalšími členy konsorcium pod názvem *Open Handset Alliance*. Do toho konsorcia patří například společnosti Nvidia, LG, HTC a jiní. [9]

Na konci roku 2008 byl představen první telefon s operačním systémem Android s verzí 1.0. Jednalo se o mobilní telefon od společnosti HTC s označením T-Mobile G1 nebo také jako HTC Dream a tím se odstartovala éra úspěchů systému Android. [9]

4.2 Programování pro Android

4.2.1 Jazyk pro programování chytrého telefonu

Pro programování aplikace na chytrý telefon, bude použit jazyk Java. Tento jazyk má hned několik výhod jak pomoci programátorovi snadněji psát program. Jedná se o jazyk, který je velmi jednoduchý díky minimálnímu množství jazykových konstrukcí. Je také objektově orientovaný, podporuje různé úrovně síťového spojení. Kód napsaný v Javě není překládán kompilátorem do strojového kódu, ale do tzv. bajt kódu. Také je třeba zmínit, že je nezávislá na architektuře, a aby nedošlo napadení virem nebo červem, obsahuje také bezpečnostní mechanismy, jak tomuto zabránit. Kromě toho, že umí pracovat i více vláknově, obsahuje také tzv. *Garbage Collector*, který se stará o paměť, automaticky slučuje volné jednotky paměti, odstraňuje nepoužívané objekty a předchází k vytváření děr v paměti. [8]

4.2.1.1 Historie jazyka Java

Java vzešla v období, kdy se po světě rozšiřoval asi doposud nejznámější fenomén Internet. Byla vytvořena ve společnosti Sun Microsystems Inc., která ji chtěl především používat pro tvorbu softwaru spotřební elektroniky. V roce 1993 ovlivnil Internet nástup jazyka Java, poněvadž vývojáři si uvědomili, že drží v rukou jazyk, který poběží na různých typech počítačů, které jsou ještě navíc připojeny do sítě. V roce 1994 Společnost Sun demonstrovala schopnost jazyka a uvedla na trh nový webový prohlížeč HotJava, který byl celý napsán v programovacím jazyce Java. Až v roce 1995 byla ohlášena první verze jazyka Java a dostupných knihoven API. Její název byl vymyšlen v bufetu Jamesem Goslingem a jeho spolupracovníky, jelikož Java znamená v angličtině šálek kávy. [8]

4.2.2 Nástroje pro vývoj aplikací

Jak už bylo zmíněno, pokud chceme vyvíjet aplikace pro operační systém Android, je zapotřebí několik sad nástrojů pro programování.

4.2.2.1 Java Development Kit

Balíček JDK je základní sadou nástrojů pro programování v jazyce Java. Balíček můžeme stáhnout na oficiálních stránkách společnosti Oracle. Jedná se o multiplatformní balíček, který je použitelný na více platformách operačních systémů jak na Windows, Linux nebo také iOS. [10]

4.2.2.2 Android SDK

Tato sada poskytuje vývojové nástroje pro vytváření a testování aplikací pro Android. Sada se dělí na dva sektory. V prvním sektoru obsahuje základní nástroje pro vývoj každé platformy, v druhém sektoru jsou nástroje pro konkrétní verze systému Android. [10]

4.2.2.3 Android Virtual Device

Tento nástroj má ve směs dvě funkce. První z nich je, že pokud chceme testovat aplikace na různých verzích systému Android, můžeme pomocí AVD vytvořit virtuální zařízení, tzv. emulátor, který nám simuluje reálné zařízení a pomocí kterého jej také spustíme. Ovšem, některé funkce se dají testovat pouze na reálných zařízeních, proto nám AVD dovoluje nahrát a i nainstalovat aplikaci přímo do připojeného a podporovaného zařízení. [10]

4.2.3 Vývojové prostředí pro Android

4.2.3.1 Android Studio

Android Studio je oficiální vývojové prostředí pro systém Android, který je založený na IntelliJ IDEA. Jeho existence byla ohlášena na konferenci Google I/O, v roce 2013 a je volně dostupný pod licencí Apache 2.0. Je dostupný na všechny známé operační systémy jako jsou Windows, Linux nebo iOS. [16]

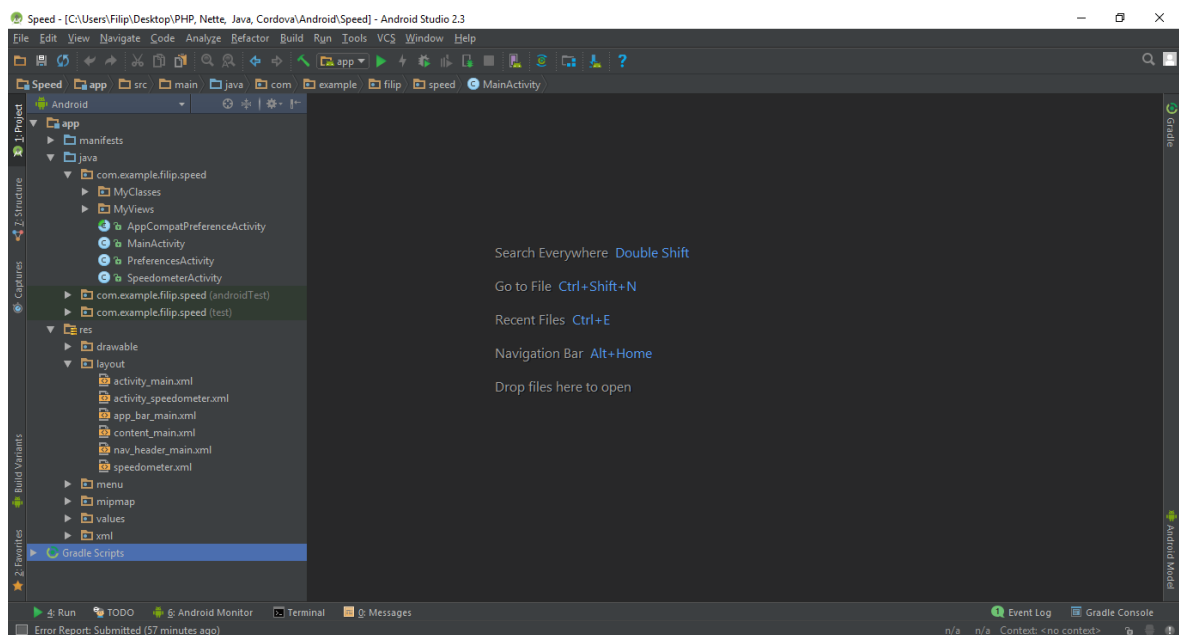
Součástí instalace je:

- Samotné Android Studio
- Android SDK Tools
- Kompilátor Android

- Základní emulátor se systémem Android [16]

Android studio nabízí také nespočet funkcí, které usnadňují vývoj aplikací, jak už výše zmiňované sady nástrojů, tak mimo jiné například:

- odesílání nového kódu, aniž by se musela aplikace znovu vytvářet
- podpora odesílání kódu na GitHub
- rozsáhlé testovací nástroje
- podpora C++ a NDK [16]



Obrázek 21 - Android Studio

4.3 Programování pro STM32

4.3.1 Jazyk pro programování hardware

Pro programování firmwaru pro hardware bude použit, jazyk C. Jedná se asi o nejnámější programovací jazyk na světě. Je založen pouze na nízko úrovněm programování, což znamená, že pracuje pouze se standardními datovými typy, jako jsou celá čísla, reálná čísla, atd. Díky této úrovni, je ale mnohem efektivnější a rychlejší než jiné jazyky. Dalšími jeho výhodami je, že je strukturovaný, má velmi úsporné vyjadřování a také obsahuje velký soubor s operátory. Jeho největší výhodou je, že není specializovaný na jednu oblast používání. Celý jazyk byl navržen a také implementován pod operačním systémem UNIX, který je také téměř celý v jazyce C napsán. Ovšem jazyk C se nijak neváže na konkrétní operační systém, ani na

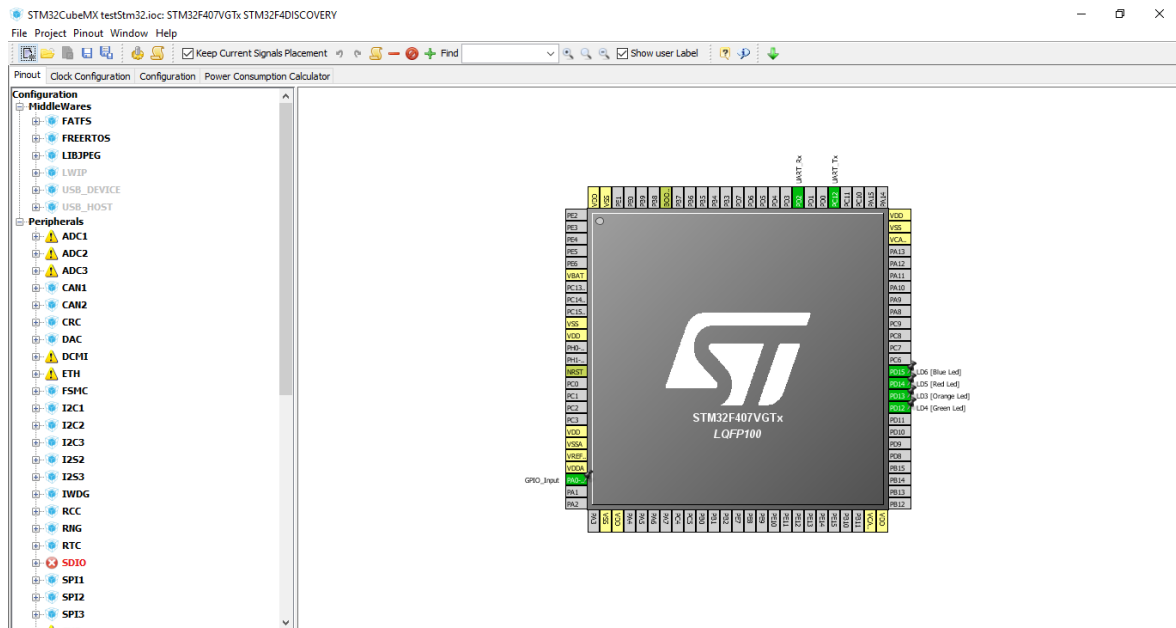
jakýkoli jiný. Díky těmto výhodám je i z pohledu psaní kódu pro mikropočítače velice oblíbený. [15] [7]

4.3.1.1 Historie jazyka C

V roce 1978 vyšla kniha *The C Programming Language*, kterou vydali pánové Brian W. Kernighan a Denis M. Ritchie. Tato kniha se stala základní učebnicí pro jazyk C, ve kterém se popisoval standart jazyka C, který se nazýval po svých autorech K&R. Po roce 1988 byl používán novější standart, který vycházel ze standartu K&R a to ANSI C. V něm je zahrnuta i specifikace množiny knihovných funkcí a hlavičkových souborů, které musí být obsaženy v každé implementaci ANSI C kompilátoru. V současné době se používá rozšířený standart ISO/IEC 9899:1999, ovšem tento standart není tak hojně podporován překladači jako ANSI C. [7]

4.3.2 Vývojové prostředí pro STM32

Pro vývoj aplikací nemá STM32 žádné specifické vývojové prostředí, jelikož to jde dělat v mnoha programech. Ovšem, aby usnadnili vývojářům vytváření aplikací, je k mání STM32CubeF4, což je grafický konfigurační nástroj, ve kterém lze nalézt veškeré portfolio STM32. V tomto softwaru si vývojář vybere příslušný mikropočítač, či celou vývojovou desku a nastaví si veškeré funkce komponent, od časovačů přes sériovou komunikaci, až po I/O porty. Po nastavení veškerých dat mu STM32CubeF4 vygeneruje celý projekt v jazyce C pro zvolené vývojové prostředí se všemi hlavičkovými soubory a ovladači. [20]



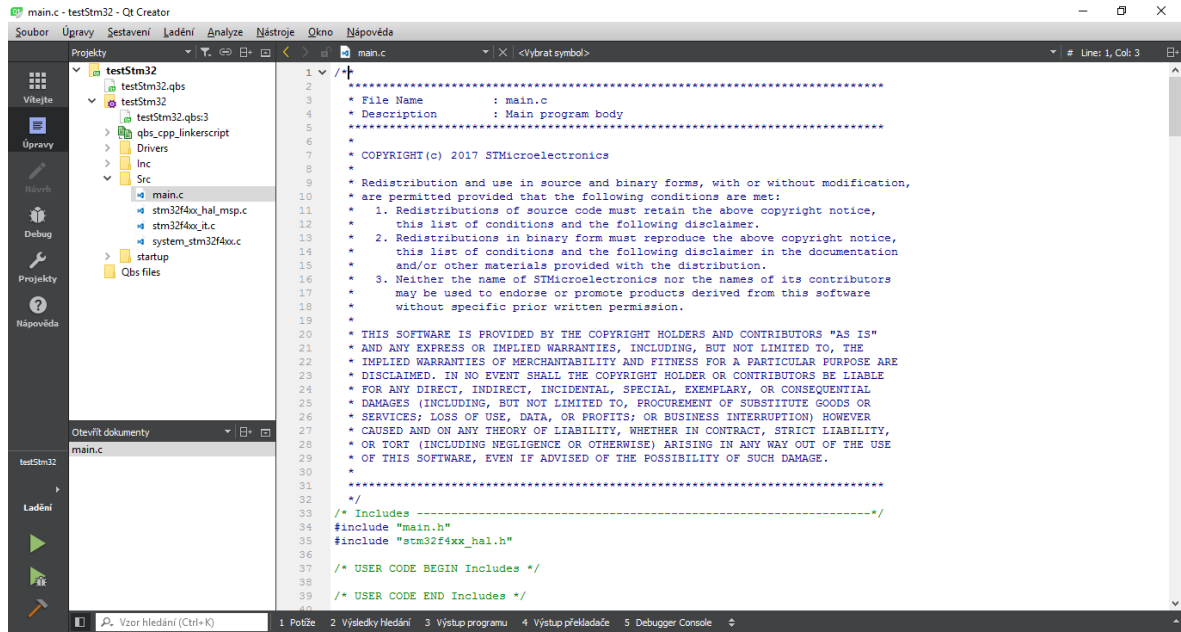
Obrázek 22 - STM32CubeF4

4.3.2.1 Qt Creator

Jedno z možných prostředí, ve kterém lze vyvíjet aplikace pro STM32 je Qt Creator, který se stává čím dál tím víc oblíbený. Jedná se o vývojové prostředí, ve kterém lze nevytvářet pouze aplikace na mikropočítače, ale také lze vyvíjet aplikace pro Android či Windows, psané v jazyce C, nebo C++. Jeho součástí jsou také různé kompilátory a build nástroje.

Pro vývoj aplikací pro mikropočítače je zapotřebí si dodatečně stáhnout příslušné kompilátory a nástroje pro debugování. V případě STM32 je zapotřebí nainstalovat ARM kompilátor a ARM debugger. Pro nahrání aplikace do mikropočítače je zapotřebí ještě OpenOCD.

[21]



Obrázek 23 - Qt Creator

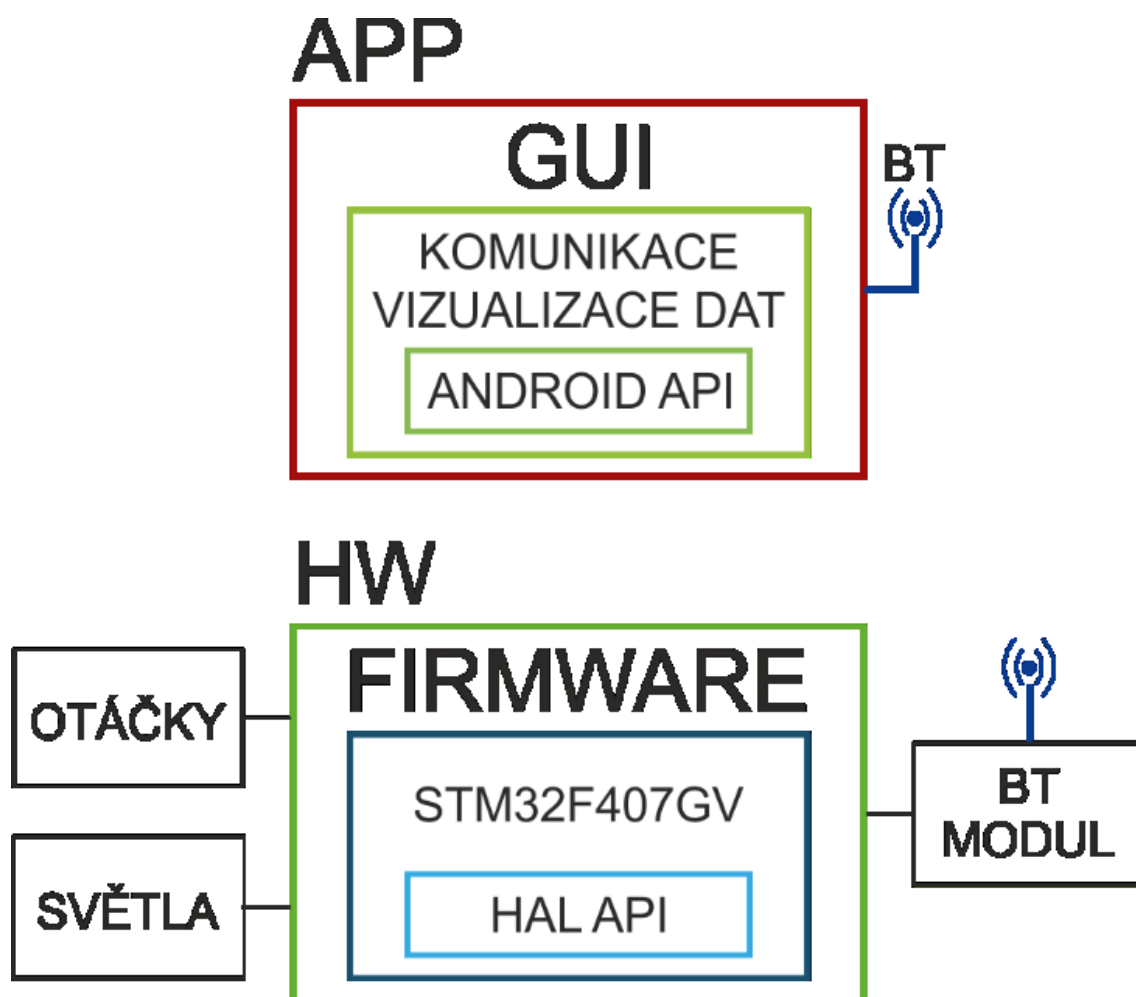
II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 NÁVRH PALUBNÍHO POČÍTAČE

Ve srovnání s již vyráběnými palubními počítači, které byly představeny již výše, se můj návrh bude značně lišit a to v jeho koncepci. Konečný palubní počítač by se měl vesměs skládat ze dvou částí.

Část pro zpracování dat bude zastávat hardware, který bude osazen mikropočítačem a ten bude plnit funkci palubního počítače, tedy bude sbírat data a posílat je pomocí rozhraní Bluetooth dál.

O část, která bude data zpracovávat a vizualizovat je, se bude starat software v podobě aplikace na chytrý telefon. Tato aplikace bude přijímat data od palubního počítače a graficky je zobrazovat. Navržená aplikace bude běžet pod operačním systémem Android, která tato data bude přijímat taktéž pomocí Bluetooth.



Obrázek 24 - Shéma realizace

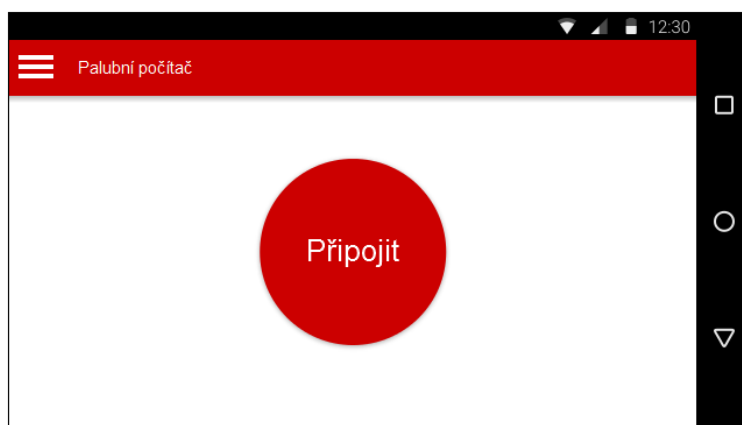
6 NÁVRH APLIKACE PRO ANDROID

Součástí palubního počítače je i mobilní aplikace, která bude vytvořena na platformu Android, a která bude zobrazovat dané informace posílané z palubního počítače pomocí rozhraní Bluetooth.

6.1 Návrh vzhledu aplikace

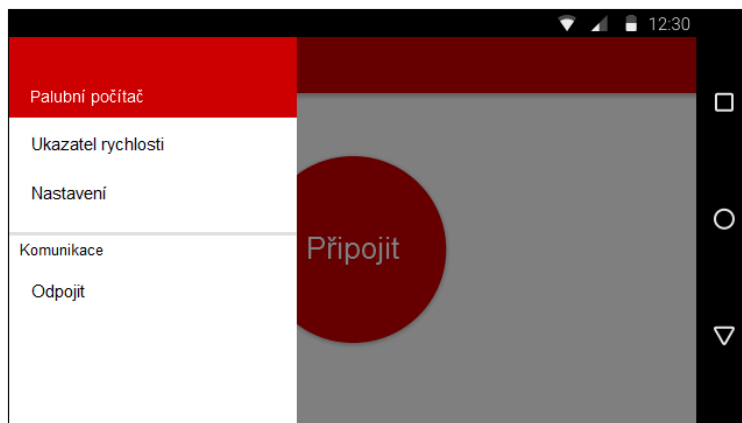
Ještě před samotným vývojem aplikace jsem si potřeboval rozvrhnout, jak by měla aplikace vypadat. Pro grafický návrh jsem použil program Pencil, který je na návrhy, ať to aplikací pro mobilní telefony nebo i jiných systémů, navržena. Samotný program obsahuje pouze základní grafické tvary, proto abych mohl navrhnout aplikaci na Android, jsem musel stáhnout patřičné knihovny s grafickými objekty typické pro design Androidu.

Snažil jsem se, aby byla aplikace vzhledově příjemná a jednoduchá na ovládání. Jako první jsem navrhl úvodní obrazovku, kde je pouze tlačítko pro přihlášení k palubnímu počítači a tlačítko výsuvného menu.



Obrázek 25 - Návrh hlavní obrazovky

Další obrazovka zobrazuje návrh výsuvného menu s jeho položky. První je zobrazení nové obrazovky s tachometrem, druhá je zobrazení nastavení aplikace a poslední je odpojení od palubního počítače.



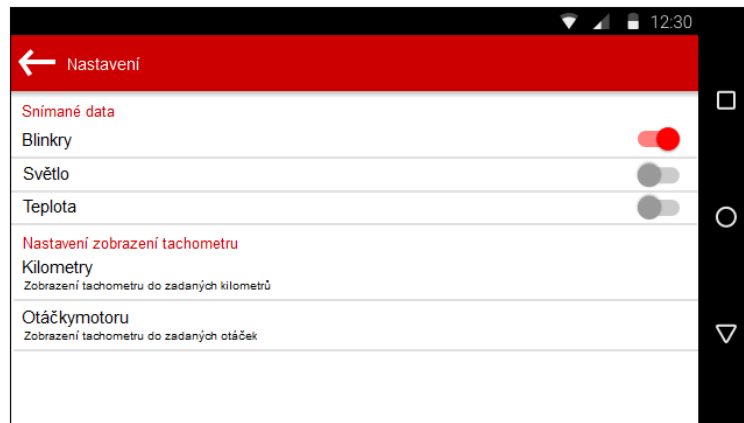
Obrázek 26 - Návrh menu

Obrazovka s ukazatelem rychlosti zobrazuje, jak by měl vypadat tachometr pro rychlost a pro otáčky motoru, a také kde by se měly zobrazovat blinkry, světla a další informace. Tato obrazovka bude v celo obrazovém režimu.



Obrázek 27 - Návrh zobrazení rychlosti

Obrazovka nastavení ukazuje, jak by mělo vypadat nastavení aplikace, jako jsou zobrazení snímání blinkrů, světla, nebo nastavení tachometrů.



Obrázek 28 - Návrh nastavení

6.2 Aplikace

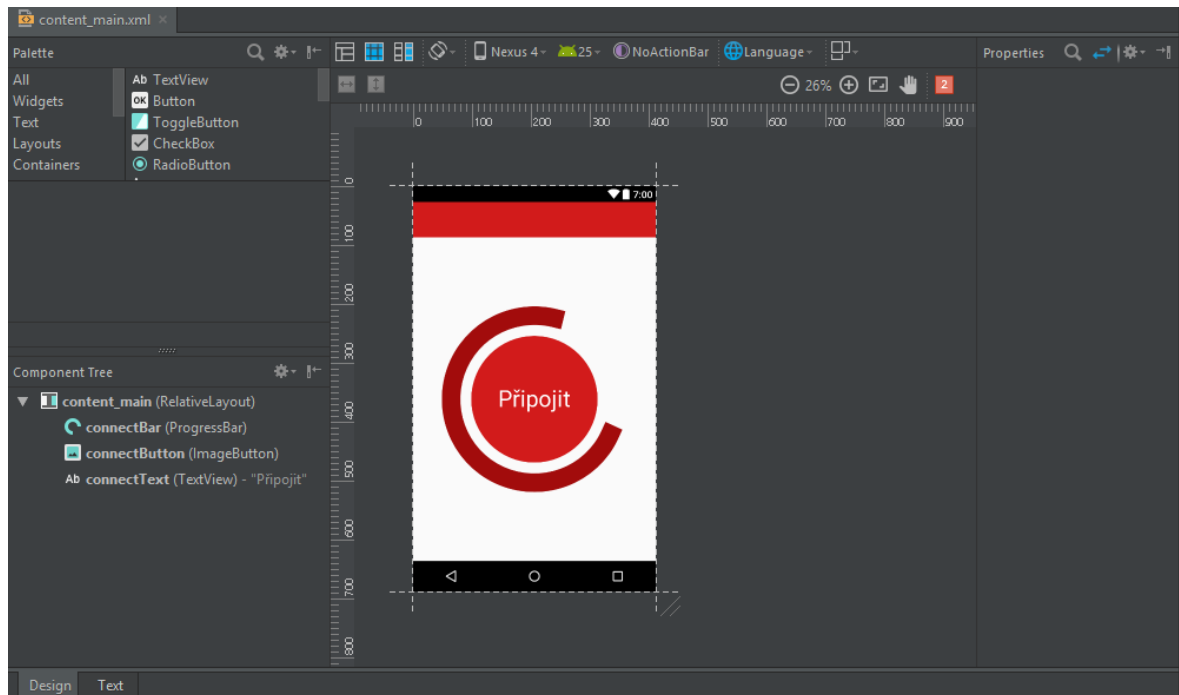
Pro vývoj aplikace jsem si vybral nativní směr, což znamená, že jsem používal vývojové prostředí Android Studio, které je přímo od Googlu, a ve kterém se aplikace píše v jazyce Java. Zvolil jsem ho i z toho důvodu, že jsou v něm obsaženy taky všechny nástroje pro vývoj aplikace, jako jsou například vytvoření různých virtuálních zařízení, na kterých lze aplikaci testovat a taky mnoho dalších, které usnadňují vývojáři práci.

Při vytváření projektu v Android studiu si uživatel musí vybrat minimální verzi Androidu, na kterém tato aplikace poběží, je to z důvodu povolení různých funkcí, které fungují jen na určitých verzích. Pro tuto aplikaci jsem zvolil minimální SDK jako API 21, což znamená, že aplikace půjde na systémech Android 5.0 Lollipop a vyšší.

6.2.1 Návrh šablon

Dle návrhu, bude celá aplikace obsahovat celkem tři obrazovky, neboli v Androidím jazyce aktivity. Každá aktivita na svém začátku vytváří své tělo, ve kterém taky deklaruje, která šablona se má použít pro danou aktivitu a další proměnné.

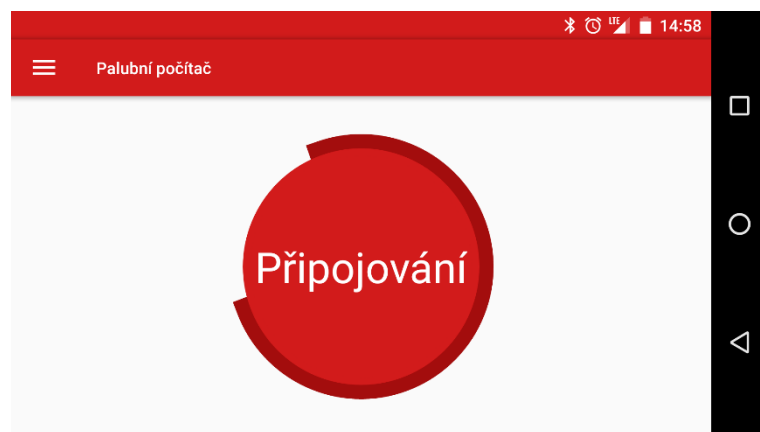
Takovéto šablony se navrhují přímo v Android studiu, které na ně má svůj editor. Veškeré šablony se dají psát dvěma způsoby, prvním způsobem je psaní šablony přímo v XML kódu, což je spíše pro zkušenější uživatele, kteří znají veškeré XML příkazy, druhým způsobem je grafický editor, kde si uživatel nahází veškeré funkční prvky a upraví si jejich velikost, usazení a taky jim nastaví unikátní ID, podle kterého se na ně budou v kódu pak odkazovat. [22]



Obrázek 29 - Editor XML kódu

6.2.2 Úvodní aktivita

Úvodní aktivita je první obrazovka, která se uživateli zobrazí. Jejím účelem je obstarávat pouze jednu věc a to je připojení se k palubnímu počítači pomocí rozhraní Bluetooth.

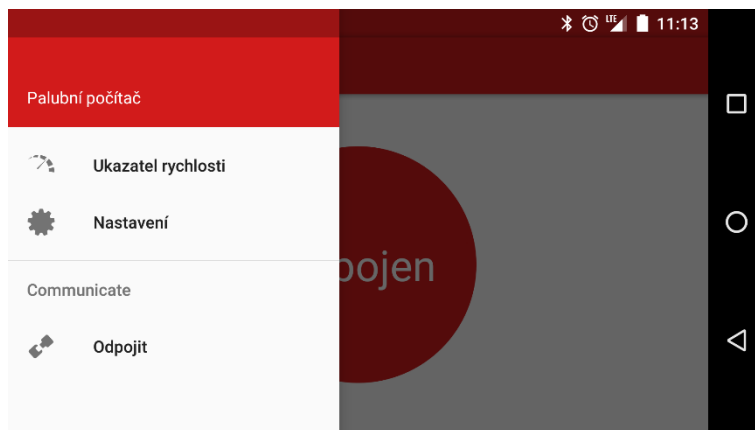


Obrázek 30 - Úvodní obrazovka

Po zapnutí aplikace uživatel klikne na tlačítko „Připojit“, a pokud je v blízkosti Bluetooth vysílač, připojí se na něj a dá to uživateli na vědomí, případně při neúspěšném připojení

nahlásí chybu. Při nezapnutém Bluetooth mobilního telefonu vyhodí hlášku pro jeho prvotní zapnutí.

Tato aktivita, jako jediná, obsahuje výsuvné boční menu, ve kterém je pár odkazů na jiné aktivity, jako je „Nastavení“ nebo „Ukazatel rychlosti“, ovšem, které bude povoleno, pokud chce snímat rychlost z palubního počítače, až naváže komunikaci z Bluetooth. Poslední nabízenou funkcí menu je „Odpojit“, které zajistí bezpečné odpojení od Bluetooth.

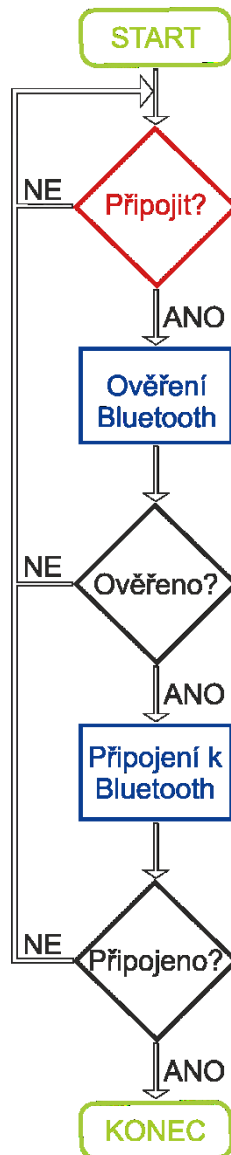


Obrázek 31 - Menu aplikace

Z pohledu zdrojového kódu jsou v této aktivitě nejvíce podstatné dvě funkce, které se starají o konektivitu zařízení. První z funkcí se stará o zjištění, zda zařízení obsahuje rozhraní Bluetooth. Pokud Bluetooth nalezne, kontroluje jeho stav, zda je zapnuté či vypnuté, při vypnutém stavu vyhodí chybovou hlášku, ve které může uživatel Bluetooth rovnou zapnout. V posledním kroku hledá, zda je mezi dostupnými zařízeními v dosahu i zařízení palubního počítače.

V případě úspěchu nalezení zařízení se vykoná druhá funkce, která zajišťuje samotné připojení k zařízení a ještě nastavení globálního sdílení Bluetooth pro všechny aktivity.

Obě tyto funkce běží v samostatném vláknu, aby nezatěžovali hlavní vlákno, které se stará o progres bar. Při úspěšném připojení pošlou hlavnímu vláknu zprávu a to dá uživateli najevo, zda se připojení zdařilo či nikoli. Mimo jiné se tato aktivita stará i o odpojení zařízení.

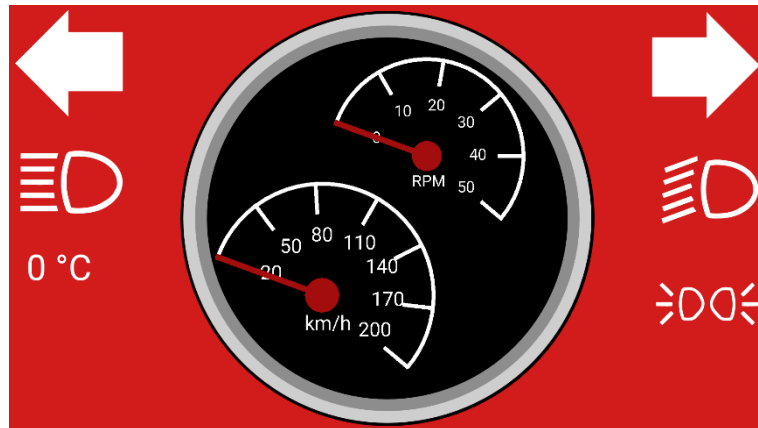


Obrázek 32 - Vývojový diagram uvodní aktivity

6.2.3 Ukazatel rychlosti

Jedná se o nejdůležitější aktivitu, která v aplikaci je, nýbrž graficky zobrazuje veškeré data, které přijímá od palubního počítače. Tato aktivita má dva režimy, první z nich je, že se mu veškeré navolené data budou zobrazovat z palubního počítače.

Uživatel si v „Nastavení“ může navolit, co chce zobrazovat. Má možnost zobrazit nebo vypnout blinkry, všechny druhy světél a teplotu, kromě ukazatele rychlosti a otáček motoru, ty jsou stacionární.



Obrázek 33 - Ukazatel rychlosti

Druhým režimem je Off-line mód. Tento režim dovolí uživateli používat aplikaci, aniž by musel být připojený k palubnímu počítači. Uživateli se v něm bude zobrazovat pouze rychlost, která se bude získávat z GPS a sítě operátora a tak může aplikaci použít i na jiné vozidlo, či jízdní kolo.

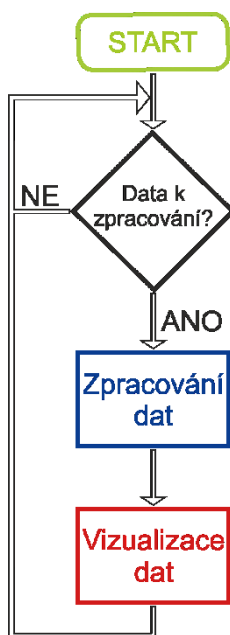


Obrázek 34 - Ukazatel rychlosti v Off-line režimu

Tato aktivita pracuje z několika třídami, které se starají o několik funkcionalit. Z pohledu grafického rozpoložení jsou všechny prvky obsažené na této aktivitě ve směs vektorového původu, se kterým umí Android studio pracovat. Ovšem ukazatel rychlosti a otáček je navržen pomocí vlastní třídy, která přebírá dědičnost od třídy View. V této třídě se nachází pár funkcí, které se starají jak o vykreslení ukazatele, tak o jeho obnovu, až po různé getry a sety, stejná funkce se stará i o ukazatel otáček.

O příjem dat pomocí Bluetooth se stará taky zvláštní třída. Tato třída běží v samostatném vláknu v nekonečném cyklu, kde zjišťuje, zda se nemají přijímat nějaké data. Pokud nějaké data přijme, pošle je do hlavního vlákna, které se postará o jejich vizualizaci.

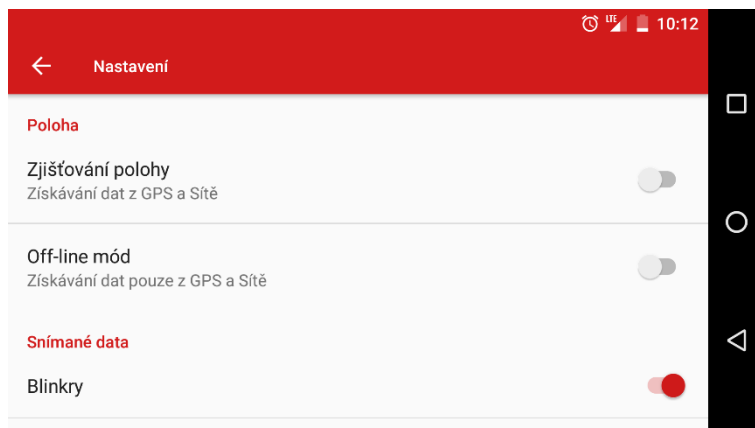
O zjišťování nastavených dat uživatelem v „Nastavení“ se stará další třída. Tato třída prochází sdílené zdroje a pomocí unikátních identifikátorů z nich vytahuje příslušné data.



Obrázek 35 - Vývojový diagram Ukazatele rychlosti

6.2.4 Aktivita nastavení

V této aktivitě si uživatel nastavuje různé režimy a další nastavení, které jsou důležité pro běh aplikace.



Obrázek 36 - Aktivita nastavení

6.2.4.1 Poloha

Sekce poloha obsahuje dvě nastavení. Prvním z nich je „Zjišťování polohy“, toto nastavení zapne získávání rychlosti s GPS nebo sítě operátora. Tato funkce musí být poprvé povolena uživatelem, kdy mu vyskočí oznamovací okno s žádostí o povolení získávání dat z polohy.

Druhým nastavením je „Off-line mode“, jak už vyplývá z názvu, aplikace bude fungovat v omezeném režimu, nebude přijímat data z palubního počítače pouze z GPS nebo sítě.

6.2.4.2 Snímané data

V této sekci si uživatel může nastavit, které data chce zobrazovat v aktivitě „Ukazatel rychlosti“. Pomocí přepínačů pouze zapne nebo vypne všechny druhy světél a teplotu.

6.2.4.3 Nastavení zobrazení tachometrů

V této sekci jsou tři nastavení, které pracují z tachometrem rychlosti a otáček. V prvním z nich, s názvem „Kilometry“, se nastavuje, do kolika kilometrů bude tachometr zobrazovat rychlost. Tachometr rychlosti je v jednotkách km/h.

To samé se nastavuje i u tachometru otáček, do kolika tisíc otáček za minutu se bude tachometr zobrazovat. Tachometr je v jednotkách RPMx100.

Posledním nastavením v této sekci je „Průměr kola“, zde musí uživatel pro správný výpočet rychlosti motocyklu zadat průměr kola, na kterém bude snímat otáčky.

6.2.4.4 Nastavení komunikace

Pro správnou funkčnost komunikace mezi palubním počítačem a aplikací pomocí Bluetooth, je zde další nastavení. Poté co se uživatel připojí k Bluetooth palubního počítače, je zapotřebí zadat do aplikace jeho název v položce „Název zařízení“, podle kterého jej aplikace bude vyhledávat, bez zadání názvu se aplikace nepřipojí.

7 NÁVRH FIRMWARU MIKROPOČÍTAČE

Aplikační část, která se bude vlastně o vše starat, byla vyvíjena na vývojovém kytu STM32F407G-DISK1, který obsahuje ten samý mikropočítač, který je použit i v realizaci. Jelikož platforma STM32 nemá dané vývojové prostředí, použil jsem alternativní prostředí Qt Creator, který s STM32 umí pracovat.

STM32 sice nemá vývojové prostředí, ale má generátor projektu STM32Cube MX, ve kterém si uživatel může nastavovat mikropočítač dle své volby.

7.1 Vytvoření projektu

Abych mohl nahrát kód do mikropočítače, musel jsem si vygenerovat projekt v programu STM32Cube MX, kde jsem si nastavil i dané periférie, které budu používat. Takto nastavený projekt jsem poté vygeneroval i se zdrojovým kódem a knihovnamy, které jsem později upravoval v prostředí Qt Creator.

7.1.1 Nastavení časovačů

V projektu jsou zahrnuty tři časovače, které se budou starat o časový interval mezi příchody dvou impulzů na vstup a o správu teploty. Jako zdroj hodinového signálu jsou nastaveny interní hodiny mikropočítače. Každý z časovačů má nastavenou před děličku tak, aby čítaly po jedné milisekundě, nebo sekundě.

7.1.2 Nastavení převodníku

Použitý mikropočítač má v sobě také zabudovaný ADC převodník, který se dá využít na více funkcí. V mém případě jej budu používat jako převodník napětí z teplotního senzoru pro získávání teploty okolí.

7.1.3 Nastavení komunikace

Pro komunikaci mezi mikropočítačem a modulem Bluetooth, se používá rozhraní UART. U ní jsem nastavoval pouze přenosovou rychlost na 19 200 Bits/s, a že se bude jednat o asynchronní přenos.

7.2 Správa projektu

Jak už bylo zmíněno, pro tvorbu softwaru palubního počítače byl použit Qt Creator, který umí pracovat všeobecně s ARM procesory. V programu bylo potřeba nastavit pár věcí pro správnou komunikaci mezi prostředím a mikropočítačem a také dané kompilátory a debugery. Komunikaci zajišťuje OpenOCD, který zajišťuje komunikaci. Pro kompilaci a debugování byli použity speciální nástroje přímo pro ARM procesory.

7.2.1 Hlavní program

Software vytvořený pro mikropočítač je napsán v jazyce C, a jelikož se budou zaznamenávat pouze hodnoty na vstupech, není ani nijak složitý. Po startu programu se inicializují periferie, jakož to nastavení pinů, časovačů, sériové linky a ADC převodník.

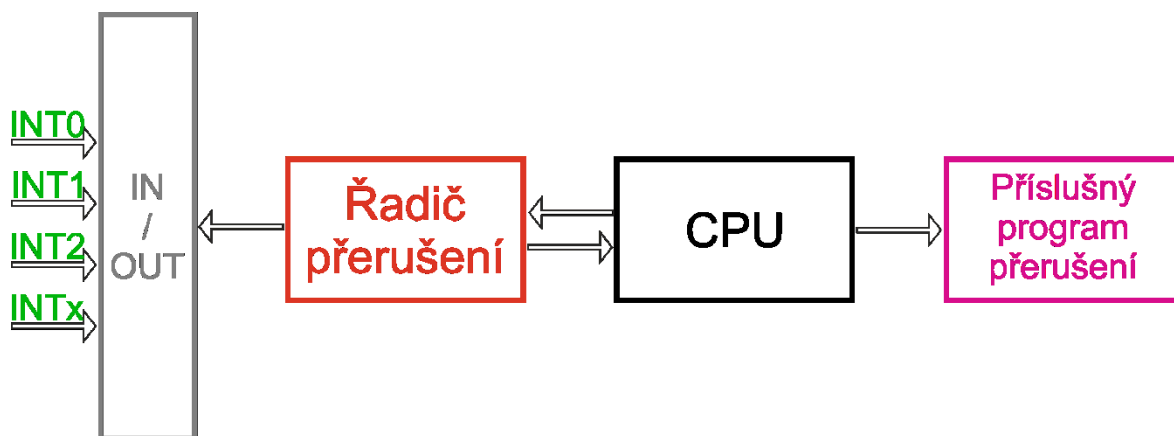
Jako hlavní funkce je funkce loop, tato funkce zastává několik programových funkcionalit. Zásadní funkcionalitou je, že běží v nekonečném cyklu a tak se program nikdy neukončí. Stará se také o časovače, pokud časovače čítají déle jak 3 sekundy, vypne je a vynuluje.



Obrázek 37 - Vývojový diagram loop funkce

7.2.2 Detekce vstupů

O veškeré vstupy se stará řadič přerušení, jehož prací je detekovat asynchronní neočekávanou událost a reagovat na ni příslušnou obsluhou. Pokud zaznamená asynchronní přerušení, uloží jej do registru a poté informuje procesor. Procesor si od řadiče přerušení vyžádá typ přerušení, podle kterého provede příslušnou funkci přerušení. Pokud je v registru řadiče přerušení více typů přerušení, jsou vykonávány procesorem dle priority. [17]



Obrázek 38 - Vývojový diagram přerušení

Pomocí přerušení jsou nastavené všechny potřebné vstupy. Pokud se jedná o snímání rychlosti, ať to motocyklu nebo motoru, bude při každé otáčce vygenerován impulz, který vyvolá

funkci přerušení. Tato funkce zjišťuje, jestli jsou příslušné časovače sepnuty, pokud ne, učiní tak a v příštím přerušení získá uběhlou dobu v milisekundách mezi dvěma impulzy, poté data odešle. U ostatních periférii se pouze zjišťuje, zda jsou sepnuté či vypnuté a posílá se jejich stav.

Poslední typ přerušení reaguje na časovač. Přerušení se vyvolá pokaždé, když časovač načítá do 10 s a provádí se zjišťování aktuální teploty, která je poté odeslána na zpracování. Zjišťování teploty probíhá pomocí ADC převodníku, kde pomocí něj snímám napětí na teplotním senzoru. Toto napětí konvertuju na mV a pomocí dalších proměnných, které jsem našel v dokumentaci mikropočítače, vypočítám aktuální teplotu.

7.2.3 Komunikace

Jak už bylo několikrát řečeno, všechny snímané data se posílají dál na zpracování a vizualizaci. Komunikace z mikropočítače do aplikace na chytrém telefonu je zajištěna pomocí Bluetooth modulu HC-06. Mikropočítač s tímto modulem komunikuje pomocí rozhraní UART. Úkolem tohoto rozhraní je vyslat jeden bajt, který mu předá mikroprocesor a poté je sériově posílán bit po bitu na linku Tx, případně může bajt i přijímat a to z linky Rx. [15]

Pro každý typ přerušení se posílají různá data, které jsou prezentovány jako pole znaků, toto pole je vždy stejně dlouhé a dělí se na dvě části. První část zahrnuje dva počáteční znaky, které určují, o jaký typ snímaných dat jde. Druhá část má délku čtyři bajty a posílá se v ní už měřená hodnota. Obě části jsou odděleny znakem ',', který také pole ukončuje a slouží pro lepší parsování poslaných dat.

Možnosti poslaných dat:

- Levý blinkr
 - „LW:0000:“ – „LW:0001:“
- Pravý blinkr
 - „RW:0000:“ – „RW:0001:“
- Dálkové světla
 - „RL:0000:“ – „RL:0001:“
- Potkávací světla
 - „ML:0000:“ – „ML:0001:“
- Obrysová světla
 - „CL:0000:“ – „CL:0001:“
- Brzdová světla
 - „BL:0000:“ – „BL:0001:“
- Teplota
 - „TE:0000:“ – „TE:0100:“
- Rychlost
 - „SP:0000:“ – „SP:3000:“
- Otáčky
 - „EF:0000:“ – „EF:3000:“

8 NÁVRH HARDWARU

Hardware se bude skládat z návrhu plošného spoje, který bude zastávat funkci palubního počítače. Plošný spoj bude osazen mikropočítačem STM32F407VG, který bude vše řídit a několika dalšími součástkami. Celý tento návrh plošného spoje byl realizován prostřednictvím programu Altium Designer.

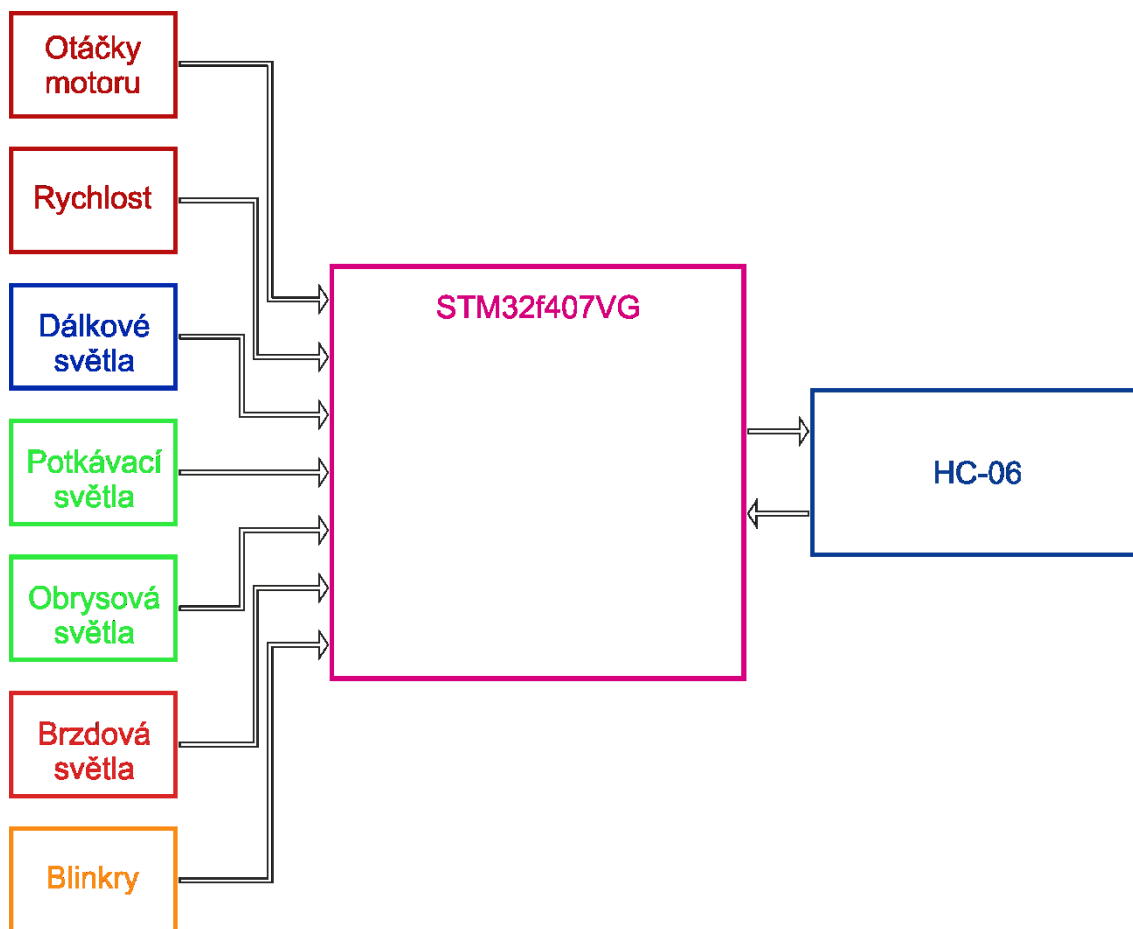
8.1 Popis funkcionality

Základní funkcí hardwaru je neustálé snímání vstupů a odesílání dat na vizualizaci. Veškeré vstupy budou digitálního původu, kde budou reagovat buď to na náběžnou hranu, anebo na náběžnou i sestupnou hranu. Náběžná hrana se bude detekovat u snímačů impulzů, kdežto náběžná i sestupná bude použita u veškerých dlouhodobých pulzů.

V rámci mého návrhu palubního počítače se bude snímat několik veličin:

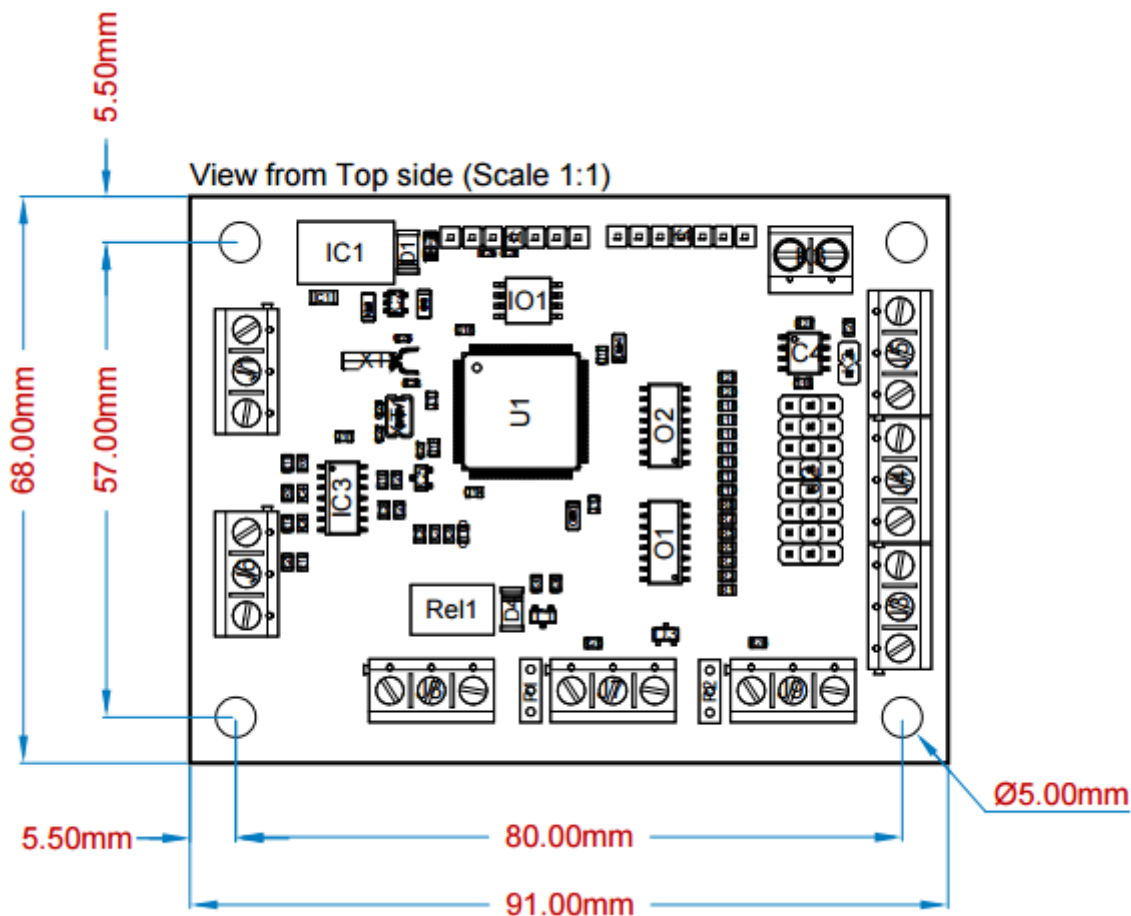
- Otáčky motoru
- Rychlost
- Dálková světla
- Potkávací světla
- Obrysová světla
- Brzdová světla
- Blinkry

Data ze vstupů se budou dále zpracovávat a pomocí Bluetooth modulu HC-06 budou posílány dál na vizualizaci.



Obrázek 39 - Blokové schéma palubního počítače

8.2 Popis zapojení



Obrázek 40 - Návrh desky plošného spoje

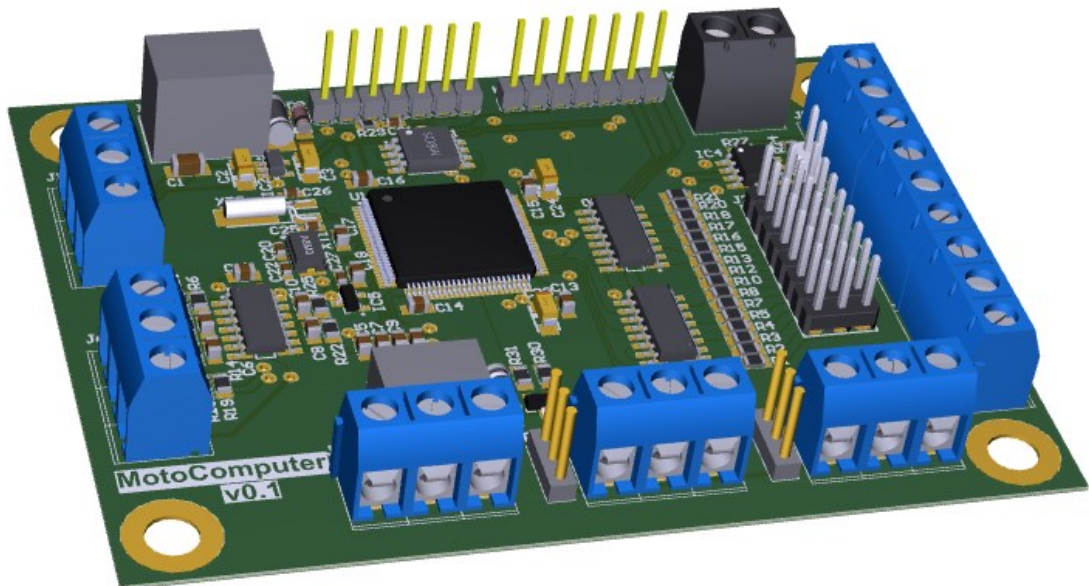
Základní řídicí jednotkou zapojení je integrovaný obvod U1, kterou zastává mikropočítač. Dále se zde nachází několik dalších různých integrovaných obvodů, které plní jiné rozdílné funkcionality, jako jsou optočleny, operační zesilovače atd. Pro připojení vstupů je tu osazeno několik svorkovnic, lze také u některých použít male piny. Dalšími použitými součástkami jsou například signálové relé, krystaly, flash paměť nebo také napěťové regulátory pro 5 a 3,3 V. Veškeré další informace o zapojení se nalezou ve schématu zapojení, které je v příloze.

Na pravé straně se nachází tři svorkovnice, J3, J4, J5, tyto svorkovnice slouží jako vstupy a přivádí se na ně všechny možné druhy světla. Mezi svorkovnicemi a mikropočítačem se nachází ještě optočleny O1 a O2, ty zajišťují jisté galvanické oddělení.

Pro připojení senzorů pro otáčky slouží svorkovnice vpravo dole s označením J7 a J9. Svorkovnice J7 slouží pro snímání otáček rychlosti a J9 pro snímání otáček motoru.

Na horním okraji se nachází další tři svorkovnice, K1, K4 a K3, které slouží pro komunikaci. Na svorkovnici K1 lze připojit J-Tag konektor, prostřednictvím kterého lze nahrát firmware do mikropočítače. Svorkovnice K4 slouží jako sériová linka, na kterou bude připojen Bluetooth modul, přes který bude probíhat komunikace. Poslední K3 slouží jako Can sběrnice, o kterou se stará obvod IC4.

Svorkovnice umístěné na levé straně J1 a J6, slouží jako další analogové vstupy do mikropočítače řízeny operačním zesilovačem IC3.



Obrázek 41 - Ukázka výsledného zapojení

ZÁVĚR

Úkolem diplomové práce bylo navrhnout palubní počítač pro historické motocykly. Tento návrh se skládá z několika kroků, které byly postupně realizovány a testovány a dospěly až k funkčnímu návrhu.

Jeden z kroků bylo vytvořit aplikaci pro chytrý telefon pod systémem Android, což celkově zabralo nejvíce času s celého návrhu palubního počítače. Výsledná aplikace slouží jako vizualizační zařízení palubního počítače. Aplikace je jednoduchá na ovládání, které je celé popsáno také v této práci a nabízí dva režimy funkčnosti. První režim je, že bude fungovat jako součást palubního počítače a bude z něj přijímat data a vizualizovat je. Ovšem aplikace poběží na přenosném zařízení, a proto je tu druhý režim, který k fungování nepotřebuje hardwarovou část palubního počítače a udělá s aplikací pouze ukazatel rychlosti, který bere data s GPS a sítě.

Nezbytným krokem bylo také vytvoření firmware pro mikropočítač, který zastává funkcionality palubního počítače. Výsledný firmware byl vyvíjen na vývojovém kytu STM32F407G-DISK1, který je osazený stejným mikropočítačem, jako je použit v návrhu hardwaru. Výsledný algoritmus, se kterým mikropočítač pracuje, není nijak složitý a celá jeho funkcionality je také v této práci popsána.

Posledním krokem byl návrh hardwaru samotného. Jelikož je to jediná část této práce, ve které nejsem tak zběhlý, chtěl bych tímto poděkovat panu Janků, za pomoc při jeho návrhu. Návrh je realizován jako deska plošného spoje, která je osazena mikropočítačem STM32F407VG a dalšími nezbytnými součástkami. Výsledný hardware snímá několik vstupů, na které jsou připojeny snímače různých veličin. Tyto vstupy mikropočítač zpracuje a poté je dále pomocí rozhraní UART pošle do Bluetooth modulu HC-06, který se postará o poslání dat do aplikace chytrého telefonu prostřednictvím rozhraní Bluetooth.

Při realizaci celé práce jsem nasbíral hodně nových zkušeností, jako například vývoj firmware pro mikropočítač od společnosti STMicroelectronics, nebo také rozšíření zkušeností při návrhu nativní aplikace pro operační systém Android.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *MOTOPS: Internetový obchod* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.motops.cz/acewell-ace-254-black-cerna-multifunkcni-pristrojova-deska-tachometr---rychlomer---otackomer---meric-paliva---palivomer/>
- [2] *MOTOPS: Internetový obchod* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.motops.cz/acewell-ace-1600-black-tachometr-otackomer-meric-paliva-a-teploty/>
- [3] *MOTOPS: Internetový obchod* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <http://www.motops.cz/acewell-ace-3968-black-cerna-multifunkcni-pristrojova-deska-palubni-pocitac-tachometr-rychlomer---otackomer-ukazatel-zarazene-rychlosti-meric-paliva---palivomer/>
- [4] *Moto tuning technika: Internetový obchod* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <https://www.mtt-brno.cz/tachometry-otackomery/564-digitalni-budik-koso-db-02r.html>
- [5] *Moto tuning technika: Internetový obchod* [online]. [cit. 2017-03-13]. Dostupné z: <https://www.mtt-brno.cz/tachometry-otackomery/611-digitalni-palubni-pristroj-motogadget.html>
- [6] OTÉPKA, Jakub. *INOVACE MĚŘICÍHO PRACOVIŠTĚ PRO ANALÝZU FOTOVOLTAICKÝCH ČLÁNKŮ* [online]. Brno, 2013 [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/30282133.pdf>. Bakalářská práce. VUT Brno. Vedoucí práce Doc. Ing. JIŘÍ VANĚK, Ph.D.
- [7] HEROUT, Pavel. Učebnice jazyka C. České Budějovice: Kopp nakladatelství, 2010. 308 s. ISBN 978-80-7232-383-8
- [8] BRŮHA, Lubomír. Java: hotová řešení. Brno: Computer Press, 2003, 325 s. K okamžitému použití. ISBN 8025100723.
- [9] MARVAN, Filip. Mobilní operační systém Android. *Diit.cz* [online]. 2011, 6 [cit. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/mobilni-operacni-system-android>
- [10] ALLEN, Grant. Android 4: průvodce programováním mobilních aplikací. Brno: Computer Press, 2013, 656 s. ISBN 978-80-251-3782-6.
- [11] Odporové snímače teploty. In: *Mahrlo s.r.o.* [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.mahrlo.sk/images/186.jpg>

- [12] Teplotní čidla. In: *E-přístroje* [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://www.e-pristroje.cz/pictures/teplomery/t501-01.jpg>
- [13] Bezdotykový teploměr. In: *GHV Trading* [online]. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <https://www.ghvtrading.cz/data/imgs/893b-fluke63.jpg>
- [14] HRUŠKA, František. *Projektování řídicích a informačních systémů*. Zlín, 2016. Univerzita Tomáše Bati.
- [15] MANN, Burkhard. *C pro mikrokontroléry*. Praha : BEN - technická literatura, 2004. 280 s. ISBN 80-7300-077-6.
- [16] Android Studio. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2014 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Android_Studio
- [17] PINKER, Jiří. *Mikroprocesory a Mikropočítače*. Praha : BEN - technická literatura, 2004. 220 s. ISBN 80-7300-110-1.
- [18] STM32 32-bit ARM Cortex MCUs. *STMicroelectronics* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.st.com/en/microcontrollers/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html?querycriteria=productId=SC1169>
- [19] STM32F4DISCOVERY: Discovery kit with STM32F407VG MCU * New order code STM32F407G-DISC1 (replaces STM32F4DISCOVERY). *STMicroelectronics* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.st.com/en/evaluation-tools/stm32f4discovery.html>
- [20] STM32CubeF4: Embedded software for STM32F4 series (HAL low level drivers, USB, TCP/IP, File system, RTOS, Graphic - coming with examples running on ST boards: STM32 Nucleo, Discovery kits and Evaluation boards). *STMicroelectronics* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://www.st.com/content/st_com/en/products/embedded-software/mcus-embedded-software/stm32-embedded-software/stm32cube-embedded-software/stm32cubef4.html
- [21] The IDE. *Qt* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://www.qt.io/ide/>
- [22] LACKO, Ľuboslav. *Vývoj aplikací pro Android*. Brno: Computer Press, 2015, 472 s. ISBN 978-80-251-4347-6.
- [23] Bluetooth. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2005 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>

- [24] Bezdrátové moduly: HC-06 Bluetooth. *Sakul World* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.sakul.cz/index.php?id=43>
- [25] BRADÁČ, Pavel. *Elektronický otáčkoměr pro zážehový motor* [online]. Brno, 2011 [cit. 2017-05-07]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=40496. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Václav Šnajdr.
- [26] Spojovací technika: Telefonní relé používané ve spojovací technice. *Publi* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/86/10.html>
- [27] Digitální čidlo teploty DS18B20. *Santy* [online]. [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.santy.cz/senzory-c24/ds18b20-digitalni-cidlo-teploty-dallas-i67/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

OT/MIN	Otáček za minutu
CAN	Controller Area Network
USB	Universal Serial Bus
OTG	One The Go
PDA	Personal Digital Assistant
MBit/s	Megabit za sekundu
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
JDK	Java Development Kit
SDK	Software Development Kit
AVD	Android Virtual Device
NDK	Native Development Kit
APP	Aplikace
GUI	Graphical User Interface
BT	Bluetooth
API	Application Programming Interface
HW	Hardware
XML	Extensible Markup Language
GPS	Global Position System
RPM	Revolutions Per Minute
Km/h	Kilometry za hodinu
ADC	Analog to Digital Converter
IN	Input
OUT	Output
CPU	Central Processing Unit

mV	Milivolt
Tx	Transmitter
Rx	Receiver
LW	Left Winker
RW	Right Winker
RL	Remote Light
ML	Meet Light
CL	Contour Light
BL	Brake Light
TE	Temperature
SP	Speed
EF	Engine Frequency

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 - ACEWELL ACE-254</i>	10
<i>Obrázek 2 - ACEWELL ACE-1600</i>	11
<i>Obrázek 3 - ACEWELL ACE-3968</i>	12
<i>Obrázek 4 - Koso DB-02R</i>	13
<i>Obrázek 5 - Motomadget</i>	13
<i>Obrázek 6 - Magnetický otáčkoměr [6]</i>	15
<i>Obrázek 7 - Hallův jev</i>	16
<i>Obrázek 8 - Indukční otáčkoměr [6]</i>	16
<i>Obrázek 9 - Optický snímač [25]</i>	17
<i>Obrázek 10 - Jazyčkové relé [26]</i>	17
<i>Obrázek 11 - Snímač na principu cívky [25]</i>	18
<i>Obrázek 12 - Kapacitní snímač [25]</i>	18
<i>Obrázek 13 - Odporové snímače [11]</i>	19
<i>Obrázek 14 - Termočlánek [12]</i>	19
<i>Obrázek 15 - Bezdotykový teploměr [13]</i>	20
<i>Obrázek 16 - Snímač teploty DS18B20 [27]</i>	21
<i>Obrázek 17 - Schéma mikropočítače [17]</i>	22
<i>Obrázek 18 - STM32F407G-DISC1 [19]</i>	25
<i>Obrázek 19 - Logo Bluetooth [23]</i>	26
<i>Obrázek 20 - HC-06 [24]</i>	27
<i>Obrázek 21 - Android Studio</i>	31
<i>Obrázek 22 - STM32CubeF4</i>	33
<i>Obrázek 23 - Qt Creator</i>	34
<i>Obrázek 24 - Shéma realizace</i>	36
<i>Obrázek 25 - Návrh hlavní obrazovky</i>	37
<i>Obrázek 26 - Návrh menu</i>	38
<i>Obrázek 27 - Návrh zobrazení rychlosti</i>	38
<i>Obrázek 28 - Návrh nastavení</i>	39
<i>Obrázek 29 - Editor XML kódu</i>	40
<i>Obrázek 30 - Uvodní obrazovka</i>	40
<i>Obrázek 31 - Menu aplikace</i>	41
<i>Obrázek 32 - Vývojový diagram uvodní aktivity</i>	42

<i>Obrázek 33 - Ukazatel rychlosti</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 34 - Ukazatel rychlosti v Off-line režimu</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 35 - Vývojový diagram Ukazatele rychlosti</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 36 - Aktivita nastavení</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek 37 - Vývojový diagram loop funkce</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 38 - Vývojový diagram přerušení</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 39 - Blokové schéma palubního počítače</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 40 - Návrh desky plošného spoje</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 41 - Ukázka výsledného zapojení</i>	<i>54</i>

SEZNAM PŘÍLOH

PI CD