

Bakalářská práce



České
vysoké
učení technické
v Praze

F3

Fakulta elektrotechnická
Katedra mikroelektroniky

Asistenční systém do automobilu

Filip Roubal

prosinec 2014

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Teplý

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra mikroelektroniky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **ROUBAL Filip**

Studijní program: Komunikace, multimédia a elektronika
Obor: Aplikovaná elektronika

Název tématu: **Asistenční systém do automobilu**

Pokyny pro vypracování:

1. Provedte rešerši z oblasti asistenčních systémů používaných v automobilech.
2. Navrhněte obvodové zapojení vlastního asistenčního zařízení řízeného mikrokontrolérem, které v sobě bude zahrnovat parkovací senzory, bluetooth modul pro zprostředkování hovoru z mobilního telefonu a senzory pro měření teploty v automobilu. Pro komunikaci mezi jednotlivými bloky systému použijte sběrnici CAN.
3. Na základě obvodového návrhu realizujte prototyp asistenčního zařízení a vytvořte pro něj obslužný software.
4. Změřte parametry Vámi navrženého zařízení a zhodnoťte dosažené výsledky.

Seznam odborné literatury:

- [1] Robert B. Reese: Microprocessors From Assembly Language to C Using The PIC18Fxx2, Da Vinci Engineering Press, Hingham Massachusetts 2005
- [2] Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie: Programovací jazyk C, Computer Press, a.s., Brno 2006

Vedoucí: **Ing. Tomáš Teplý**

Platnost zadání: 31. 8. 2015

Prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.
vedoucí katedry



Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
Děkan

V Praze dne 29. 1. 2014

Poděkování / Prohlášení

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Tomášovi Teplému za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále děkuji své rodině za podporu a trpělivost.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 6. 1. 2015

.....

Abstrakt / Abstract

Tento projekt se zabývá rozborem dostupných informací o asistenčních systémech používaných v automobilech. Popisem automobilových komunikačních sběrnic. Návrhem vhodného obvodového řešení parkovacího asistenčního systému do automobilu v kombinaci s modulem pro bezdrátové připojení mobilního telefonu k autorádiu. Návrhem možného řešení začlenění tohoto systému do automobilu. Dále pak měřeními základních parametrů zkonstruovaného prototypu.

Klíčová slova: Automobilové asistenční systémy, Automobilové komunikační sběrnice, CAN sběrnice, Ultrazvukové měření vzdálenosti, Microchip, Bluetooth, Prowave

In this project I analyze available information about automobile assistive systems. Then I describe automotive communication buses. Based on this information design appropriate circuit solution of car assistance system includes reversing assistant and wireless connection between mobile phone and car's audio system. Then I give solution for implement this system to the car. At the end I do measurements on build prototype and summarize reached results.

Keywords: Automotive assistive systems, Car bus, CAN bus, Ultrasonic ranger, Microchip, Bluetooth, Prowave

Obsah /

1 Úvod	1
1.1 Funkce asistenčních systémů v automobilech	1
1.2 Prvky pasivní bezpečnosti	1
1.3 Prvky komfortní elektroniky	1
1.4 Prvky aktivní bezpečnosti	2
1.4.1 ABS – Antiblock Bra- king System (antiblo- kovací systém brzd)	2
1.4.2 ASR – Anti Skid Regu- lation (systém regulace prokluzu)	2
1.4.3 ESP – Electronic Sta- bility Program (regula- ce jízdní dynamiky)	2
1.4.4 BAS – Brake Assist (brzdový asistent)	2
1.4.5 HSA – Hill Start Assist (asistent rozjezdu do kopce)	2
2 Parkovací asistent	3
2.1 Základní dělení	3
2.2 Princip funkce pasivního parkovacího asistentu	3
2.3 Parkovací systémy dostupné na trhu	5
3 Komunikační sběrnice v auto- mobilech	7
3.1 LIN - Local Interconnect Ne- twork	7
3.2 FlexRay	8
3.3 MOST - Media Oriented Systems Transport	8
3.4 CAN - Controller Area Ne- twork	9
3.4.1 Fyzická vrstva CAN sběrnice	10
3.4.2 Linková vrstva CAN sběrnice	12
3.4.3 Základní druhy zpráv	12
4 Konstrukční část	17
4.1 Parkovací senzor - analogová část	18
4.1.1 Úvod	18
4.1.2 Volba součástí	18
4.1.3 Popis konektorů a vý- značných prvků desky plošného spoje	20
4.2 Parkovací senzor - digitální část	22
4.2.1 Úvod	22
4.2.2 Volba součástí	22
4.2.3 Rozbor schématu a po- pis konektorů	23
4.2.4 Software	25
4.3 Řídicí jednotka	27
4.3.1 Úvod	27
4.3.2 Volba součástí	27
4.3.3 Rozbor schématu a po- pis konektorů	27
4.3.4 Software	32
4.4 Čelní panel	33
4.4.1 Úvod	33
4.4.2 Volba součástí	33
4.4.3 Rozbor schématu a po- pis konektorů	34
5 Návrh implementace do vozidla .	37
5.1 Úvod	37
5.2 Montáž parkovacích senzorů ...	37
5.3 Montáž čelního panelu a ří- dicí jednotky	38
5.4 Připojení k rozvodu automo- bilu	39
6 Oživování	41
6.1 Řídicí jednotka	41
6.2 Čelní panel	41
6.3 Digitální modul parkovacího senzoru	41
6.4 Analogový modul parkovací- ho senzoru	42
6.5 Základní parametry zkon- struovaného asistenčního systému	44
7 Závěr	45
Literatura	46
A Zkratky a symboly	48
B Analogová část modulu	49
C Digitální část modulu	53
D Řídicí jednotka	57
E Zobrazovací jednotka a blue- tooth audio	62

Tabulky / Obrázky

3.1. Délka odesílaných dat.....	14
4.1. Význam signalizačních diod ...	36
2.1. Princip triangulace	4
2.2. Diodová signalizace	5
2.3. optická signalizace	5
3.1. komunikační sběrnice v au- tomobilu	7
3.2. Rámec protokolu LIN	8
3.3. CAN sběrnice podle modelu ISO/OSI	10
3.4. stavy na CAN sběrnici	11
3.5. jednoduché zakončení	11
3.6. rozložené zakončení	11
3.7. CAN - datová zpráva	13
3.8. CAN - žádost o data	14
3.9. CAN - chybová zpráva	15
3.10. CAN - zpráva o přetížení	16
4.1. Blokové schéma zařízení	17
4.2. Ultrazvukový měnič	18
4.3. blokové schéma obvodu PW 0268	19
4.4. doporučené zapojení obvodu PW 0268	20
4.5. popis konektorů	21
4.6. zapojení obvodu MCP2551	23
4.7. Zapojení CAN konektoru	24
4.8. Zapojení propojovacího ko- nektoru	24
4.9. Zapojení programovacího ko- nektoru	25
4.10. Vývojový diagram	26
4.11. Zapojení CAN konektoru	28
4.12. Konektory pro propojení s čelním panelem	29
4.13. Konektory pro propojení s displejem	30
4.14. Konektor pro propojení se snímačem zařazení zpátečky ...	31
4.15. Vývojový diagram	32
4.16. Zapojení konektorů na čel- ním panelu	34
4.17. Zapojení audio konektoru	35
5.1. umístění ultrazvukových mě- ničů do nárazníku	37
5.2. propojení prvků systému	38
5.3. středový panel	38
5.4. montáž čelního panelu	39
5.5. schema pojistkové skříně	39

6.1.	budící signál ultrazvukového měniče	42
6.2.	odraz od překážky 1	43
6.3.	odraz od překážky 2	43

Kapitola 1

Úvod

V této práci se budu zabývat návrhem řešení a vývojem prototypu asistenčního systému do automobilu. Ten bude složen z několika bloků, které mezi sebou budou vhodným způsobem komunikovat. Jedním blokem bude parkovací asistent, sloužící k měření vzdálenosti nárazníku auta od překážky při parkování. Dalším blokem bude řídicí jednotka, která bude mít za úkol vyhodnocování a zobrazení dat z parkovacího asistentu. Posledním blokem bude modul pro bezdrátové propojení mobilního telefonu s autorádiem, s funkcí handsfree¹). Hlavní motivace pro vývoj vlastního asistenčního systému byla v tom, že jsem chtěl v automobilu mít parkovací asistent. Na trhu jsem však nedokázal najít takový, který by se hodil do interiéru a měl v sobě integrován handsfree modul.

V následujících kapitolách budou asistenční systémy rozděleny do několika skupin. Některé významné, standardně využívané systémy v automobilech budou popsány. Podrobněji bude popsán parkovací asistent. Dále se budou věnovat popisu komunikačních protokolů využívaných v automobilech a zhodnotím jejich výhody a nevýhody pro zakomponování do mého asistenčního systému.

1.1 Funkce asistenčních systémů v automobilech

Asistenční systémy v automobilech slouží k podpoře řidiče při úkonech spojených s jízdou, k ochraně jeho bezpečnosti a bezpečnosti ostatních účastníků silničního provozu. Dále ke zlepšení řídicího pohodlí a zmenšení jeho fyzické a psychické námahy. Tyto systémy můžeme dělit dle toho, zda aktivně pomáhají řidiči v krizových situacích, nebo slouží k pasivní ochraně při kolizi či jiné nehodě, nebo slouží pouze ke zlepšení komfortu.[1]

1.2 Prvky pasivní bezpečnosti

Systémy převážně mechanického charakteru, které slouží ke zmírnění dopadu nehody na řidiče, případně spolucestující v automobilu. Mezi ně můžeme řadit konstrukce karoserie s deformačními zónami, bezpečnostní pásy, airbagy.

1.3 Prvky komfortní elektroniky

Do této kategorie můžeme zařadit například systém „pozorného automobilu“, což je systém, který je výhodný zvláště do služebních vozidel, nebo vozidel, která využívá více lidí. Pro každého uživatele vozidla je vytvořena paměť, do které se ukládají nastavení polohy sedadel a polohy zpětných zrcátek. Uživatel nejprve provede nastavení, uloží ho do paměti a při opětovném použití vozidla zvolí paměťové místo, na které uložil své nastavení a elektronika v automobilu sama vše nastaví.

¹) zařízení umožňující použití mobilního telefonu bez nutnosti použití rukou

Dalším prvkem může být bezdrátové propojení mobilního telefonu s autorádiem, které pak slouží pro vyzvednutí hovoru během jízdy, nebo pro přehrávání hudby. K tomuto propojení se nejčastěji využívají zařízení, jejichž jádro tvoří bezdrátové bluetooth moduly. Lze sem také řadit vyhřívaná sedadla, klimatizaci, tempomat, apod.

1.4 Prvky aktivní bezpečnosti

Jsou to systémy a vlastnosti vozidla, které přímo napomáhají řidiči při předcházení či zamezení dopravní nehody. Mohou být jak mechanické, tak elektronické. Mezi základní mechanická zařízení a vlastnosti vozidla, podporující aktivní bezpečnost řidiče, patří kvalitní brzdy, dobrý výhled z vozidla, dobré pneumatiky, kvalitní tlumiče a podobně. Mezi elektronické můžeme řadit základní zařízení jako je ABS, ASR, ESP, BAS, HSA, dále různé systémy, které napomáhají rozeznávání objektů ve tmě, nebo pomáhají při parkování.

V následujícím textu stručně popíšeme základní elektronické systémy, které jsou již několik let standardním vybavením automobilu vyšších i nižších tříd.

1.4.1 ABS – Antiblock Braking System (antiblokovací systém brzd)

Zabraňuje zablokování kol v případě, kdy řidič nadměrně stlačí brzdový pedál a přenesení tak nadměrný brzdový moment na kola automobilu. Řídicí jednotka systému ABS řídí tlak brzdové kapaliny pomocí elektromagnetického ventilu. Tento ventil několikrát za sekundu střídavě snižuje a zvyšuje tlak brzdící kapaliny. Tím snižuje a zvyšuje brzdový moment a tak zabrání zablokování kol.

1.4.2 ASR – Anti Skid Regulation (systém regulace prokluzu)

Nadstavbový systém k ABS, jehož úkolem je zabránit prokluzu kol při akceleraci. Systém v závislosti na přilnavosti pneumatik k vozovce reguluje výkon přenesený na jednotlivá kola a tím zamezí prokluzu.

1.4.3 ESP – Electronic Stability Program (regulace jízdní dynamiky)

Nadstavbový prvek k ABS a ASR. Při jízdě kontroluje několik veličin, jako jsou například poloha volantu, otáčky kol, poloha plynového pedálu, tlak v brzdovém potrubí, podélné a příčné zrychlení. Tyto veličiny vyhodnocuje a pokud zjistí, že se vozidlo vychyluje z požadované stopy, může upravit točivý moment jednotlivých kol (zmenšit nebo zvětšit). Tímto zásahem zabrání vyjetí vozidla z požadované stopy. Ve výbavách některých automobilů může být tento systém označován jako ESC - Electronic Stability Control (elektronická kontrola stability).

1.4.4 BAS – Brake Assist (brzdový asistent)

Při brzdění v krizové situaci řidič často nedokáže na brzdový pedál působit dostatečnou silou a tak nedokáže včas předejít kolizi. Brzdový asistent po sešlápnutí pedálu řidičem sám zvýší brzdový moment na maximum a tím zkrátí brzdovou dráhu.

1.4.5 HSA – Hill Start Assist (asistent rozjezdu do kopce)

Při rozjezdu do kopce se může stát, že automobil nechtěně popojede z kopce dolů a může způsobit kolizi s automobilem stojícím za ním. Systém HSA v situaci, kdy je auto ve svahu, řidič uvolní pedál brzdový a přešlápne na pedál plynu, udrží tlak v brzdovém systému ještě po nějakou dobu a tím zabrání popojetí.

Kapitola 2

Parkovací asistent

Tento systém lze řadit mezi prvky aktivní bezpečnosti. Asistent slouží k aktivnímu nebo pasivnímu napomáhání při parkovacím manévru. V dnešní době je hojně využívaný a u řidičů oblíbený. Je to hlavně z toho důvodu, že u některých automobilů je buď kvůli designu, nebo aerodynamice omezen výhled.

2.1 Základní dělení

■ Aktivní parkovací asistent

Systém se používá pro asistenci při parkování do podélně stojící řady vozidel, částečně převezme kontrolu nad vozidlem a pomůže při manévru. U těchto systémů bývá typicky využito dvanácti ultrazvukových senzorů. Umísťuje se šest do zadního nárazníku a šest do předního, a to tím způsobem, že čtyři směřují dopředu, respektive dozadu a jeden vlevo, respektive vpravo.

Řidič musí nejprve systém aktivovat pomocí ovládacího prvku. Asistent pak v koloně podélně stojících aut vyhledá místo o vhodné velikosti pro zaparkování a upozorní na něj řidiče. Po potvrzení asistent převezme kontrolu nad volantem a za pomoci řidiče zaparkuje. Na samotném řidiči zůstává pouze ovládání pedálů plynu, brzdy a řazení rychlostních stupňů. Zodpovědnost za parkovací manévr stále zůstává na řidiči. Ten ho může kdykoli pevným uchopením volantu nebo stiskem brzdového pedálu zastavit.

■ Pasivní parkovací asistent

Parkovací manévr je v případě těchto systémů pouze na řidiči. Systém pouze kontroluje prostor za, případně před automobilem a vizuálně nebo akusticky signalizuje řidiči vzdálenost od překážky. Ten pak v závislosti na tom provádí manévr.[2]

2.2 Princip funkce pasivního parkovacího asistentu

Mezi hlavní prvky parkovacího asistentu patří senzory pro měření vzdálenosti, řídicí jednotka a signalizační zařízení.

■ Senzory

Senzor tvoří piezoelektrický ultrazvukový měnič, který vysílá vlnu v ultrazvukovém pásmu typicky na frekvenci 40kHz. Vlny na této frekvenci již nejsou slyšitelné lidským sluchem. Jejich výhodou je, že na rozdíl od vln na vyšší frekvenci nejsou v plynech tolik tlumeny. Jsou tři hlavní druhy měničů.

- a) Vysílače - Slouží hlavně pro vysílání signálu a jsou konstruovány tak, aby dokázaly vyvinout co nejvyšší akustický tlak.
- b) Přijímače - Slouží hlavně pro příjem signálu a jsou konstruovány tak, aby měly co nejvyšší citlivost.

c) Kombinace - Tyto měniče kombinují funkci vysílače a přijímače. Nedokáží však vyvinout tak vysoký akustický tlak jako samostatný vysílač a také nemají tak vysokou citlivost jako samotný přijímač.

Pro použití v parkovacích asistentech jsou z důvodu montáže vhodnější kombinované měniče. Měření vzdálenosti probíhá ve třech krocích:

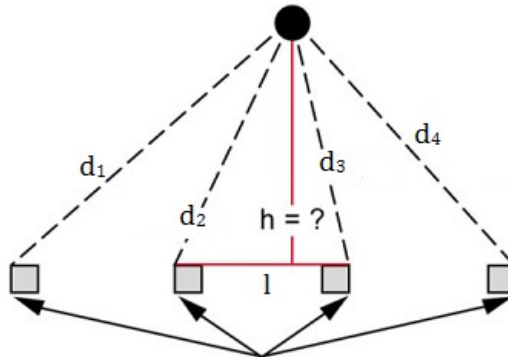
1. Vyslání zvukového signálu – Vyšle se několik period ultrazvukového signálu.
2. Odraz zvukového signálu – Vlna se odrazí od překážky a vrací se zpět.
3. Příjem zvukového signálu – Vyslaný signál je po nějaké době přijat.

Změřením doby mezi kroky jedna a dva lze jednoduchým způsobem vypočítat vzdálenost senzoru od překážky

$$d = v \frac{t}{2} [m] \quad (1)$$

(d -vzdálenost [m], v -rychlost zvuku ve vzduchu [ms^{-1}], t -doba mezi vysláním a příjmem signálu [s])

Předchozí vztah (1) platí pouze za předpokladu, že používáme pouze jeden ultrazvukový měnič. U pasivních parkovacích asistentů se nejčastěji využívají čtyři měniče, aby byla pokryta celá plocha zadního, respektive předního nárazníku. Pro detekci překážky, od takto osazeného nárazníku, je nutné nejprve změřit vzdálenost pro každý senzor, změřené hodnoty porovnat a dvě nejmenší hodnoty vzdálenosti dosadit do následujícího vztahu (2). Tuto metodu pro výpočet vzdálenosti od plochy můžeme nazvat princip triangulace.



Obrázek 2.1. Princip triangulace.

$$h = \sqrt{\frac{2d_2^2 + 2d_3^2 + l}{4}} [m] \quad (2)$$

(d_2, d_3 -vzdálenost senzor–překážka, l -vzdálenost senzor–senzor)

Senzory se většinou kombinují s řídicí elektronikou, která má za úkol buzení ultrazvukového měniče, příjem signálu a jeho zpracování. Výstupem z těchto „chytrých“ senzorů je signál přímo úměrný vzdálenosti. Ten je pak vhodným způsobem předán řídicí jednotce, kde dojde k výpočtu vzdálenosti vozu od překážky.

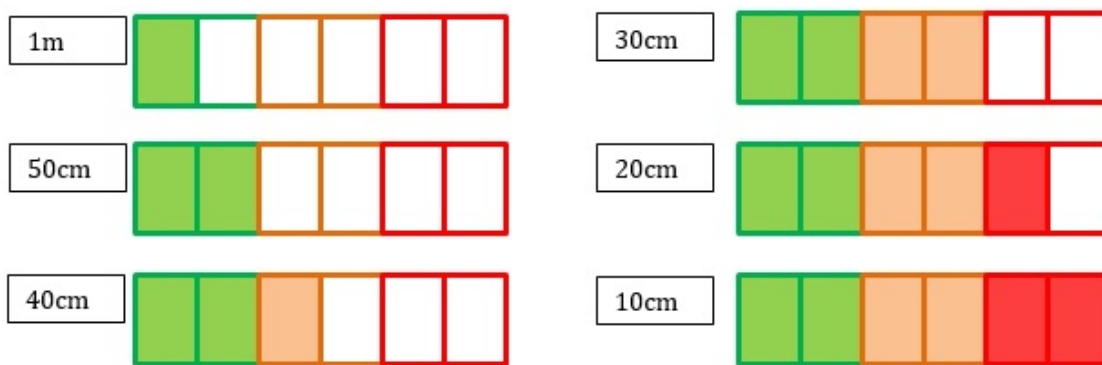
Další možností, jak měřit nebo zjišťovat vzdálenost mezi automobilem a překážkou, je použití parkovací kamery. Ta se umístí do nárazníku, je propojena s displejem v automobilu a zobrazuje snímaný prostor. Nevýhodou je, že z obrazu na displeji se nedá přesně zjistit vzdálenost od překážky.

- Řídicí jednotka

Řídicí jednotka zpracovává signály z jednotlivých senzorů a vyhodnocuje vzdálenost. Vyhodnocená data předá signalizační jednotce. U dokonalejších systémů dokáže řídicí jednotka vyhodnotit situaci a doporučit řidiči, jak má správně manévrovat, aby do určeného místa zaparkoval.

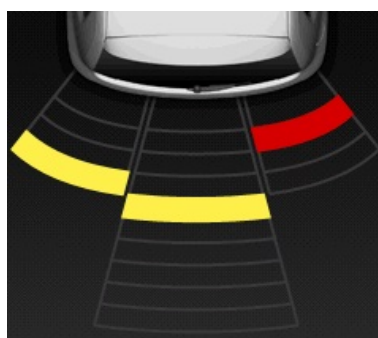
- Signalizace

Je důležité, aby signalizace řidiče nerozptylovala a podávala srozumitelné, rychle pochopitelné informace. Interpretace může být akustická, vizuální nebo kombinace obojího. Při akustické signalizaci se mění doba mezi vyslanými zvukovými impulzy. Například, když je vozidlo vzdáleno 1m od překážky, vysílá se zvukový signál jednou za sekundu, pokud se přiblíží na 0,5m od překážky, vysílá se signál dvakrát za sekundu, atd. Další možností reprezentace dat je zobrazení pomocí luminiscenčních diod, které se postupně rozsvěcí v závislosti na vzdálenosti od překážky, např:



Obrázek 2.2. signalizace pomocí LED diod.

Další možností signalizace je zobrazení informací na displeji například tak, že je zobrazen automobil, prostor za ním je rozdělen do zón, tyto zóny jsou pak zabarvovány, případně jinak označovány v závislosti na tom, kde se nachází překážka, např:



Obrázek 2.3. optická signalizace.

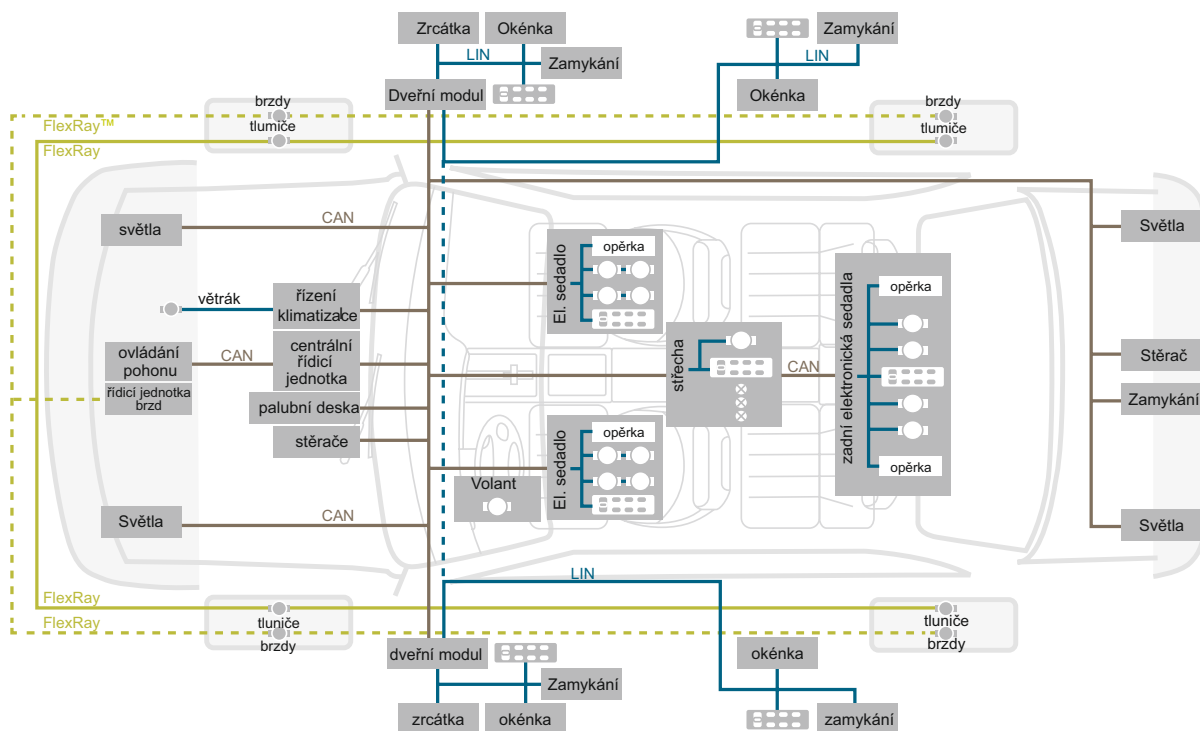
2.3 Parkovací systémy dostupné na trhu

Trh s parkovacími systémy je poměrně rozsáhlý a odvíjí se dvěma hlavními směry. Prvním z nich jsou systémy implementované do vozidla již v továrně. Hlavním dodavatelem těchto zabudovaných systémů do mnoha typů automobilů je německá firma Robert Bosch GmbH. Ta již cca 20 let pracuje na vývoji parkovacích asistentů a několik let je úspěšně implementuje. První generace systému Bosch uměla měřit pouze vzdálenost

Kapitola 3

Komunikační sběrnice v automobilech

V automobilech se používá několik typů komunikačních sběrnic. Tyto sběrnice mají svou speciální funkci a slouží k propojení systémů se specifickými vlastnostmi. V následujícím textu budou popsány jejich základní typy a zhodnoceny jejich výhody a nevýhody pro mé řešení práce. Schématicky můžeme propojení jednotlivých systémů znázornit takto:



Obrázek 3.1. schéma komunikačních sběrnic v automobilu. [3]

3.1 LIN - Local Interconnect Network

Sběrnice byla vyvinuta koncem devadesátých let minulého století. Hlavním kritériem vývoje byla co nejnižší cena a jednoduchost implementace systému. Protokol LIN slouží jako doplněk ke sběrnici CAN pro komunikaci mezi méně důležitými systémy a také mezi systémy, které nevyžadují vysoké přenosové rychlosti a dobrou ochranu proti chybám. Například: pro řízení klimatizace, elektronické stahování okének, nebo přenos dat mezi senzory deště a stěrači. Pro nasazení není třeba použít speciální řadiče, protože sběrnice využívá ke komunikaci standardu UART/SCI, kterým je vybavena celá řada mikrokontrolerů. Komunikace probíhá po jednom vodiči, nejčastěji je to rozvod palubního napájení 12V. Z toho důvodu se za mikrokontroler zařazuje specializovaný budič LIN sběrnice, který logické úrovně z kontroleru přizpůsobuje k přenosu po napájecím rozvodu v automobilu. Sběrnice je typu single master/ multi slave. V síti je tedy určen jeden nadřazený uzel, který řídí komunikaci, zajišťuje přenos dat a synchronizaci.

videa, zvuku, dat a jiných informací mezi informativními prvky v automobilu, jako je například rádio, navigace, měnič kompaktních disků pro rádio a podobně.

Jednotlivé prvky sběrnice jsou mezi sebou propojeny do kruhové topologie a je možné připojit až 64 zařízení, ta mohou být ke sběrnici jednoduše připojena, nebo odpojena bez nutnosti jakékoli změny hardwaru, nebo softwaru stávajících stanic. Komunikace může probíhat dvěma způsoby. Prvním způsobem je synchronní, kdy je určen jeden nadřazený uzel, který poskytuje časovou základnu, na kterou se podřazené uzly synchronizují. Tento druh komunikace je využíván pro aplikace vyžadující přenos dat v reálném čase, jako je přenos audia a videa. Druhou možností je asynchronní přenos s využitím paketů, vhodný pro přenos velkých datových bloků.

Fyzické přenosové médium je řešeno pomocí plastových optických vláken a sběrnice je tak odolná proti elektromagnetickému rušení, které se na optické vlákno neindukuje.

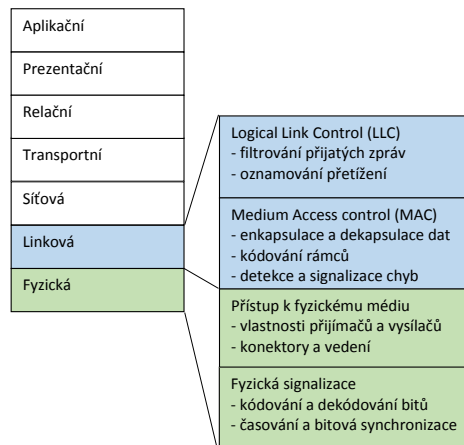
Protože sběrnice je primárně určena pro přenos medií, není pro mé řešení vhodná. Dalším důvodem je složitá implementace. [5]

3.4 CAN - Controller Area Network

Pro implementaci do mého systému jsem si vybral sběrnici CAN. Jedním z důvodů byla dobrá dostupnost integrovaných obvodů, potřebných pro realizaci sběrnice, dále dobře dostupné informační zdroje a specifikace sběrnice. V neposlední řadě je také vhodná pro svou robustnost a dostatečnou přenosovou rychlost. Proto bude v následujícím textu tato sběrnice popsána podrobněji.

Sběrnice, případně protokol CAN, je komunikační protokol vyvinutý firmou BOSCH pro nasazení v automobilech. Disponuje vysokou mírou zabezpečení a vysokou přenosovou rychlostí. Většina automobilů je vybavena řadou elektronických systémů, které mezi sebou musí komunikovat, například komunikace řídicí jednotky hnacího ústrojí s řídicí jednotkou systému vstřikování a podobně. Kdyby komunikace mezi prvky automobilu měla probíhat separátním vedením, bylo by potřeba použít značné množství vodičů. To by způsobilo jednak zvýšení výrobních nákladů a pak také zvýšení hmotnosti automobilu. Výpadek jednoho prvku by způsobil nefunkčnost celého systému. Sběrnice je typu „*multi-master*“, což znamená, že není předem určen nadřazený uzel, který bude řídit komunikaci. Ten se určí až v průběhu komunikace tak, že uzel, který začne vysílat, se v dané chvíli stane „*masterem*“ a bude řídit komunikaci. Ostatní prvky budou jen naslouchat. Přístup na sběrnici je náhodný a kolize se řeší na základě prioritního rozhodování. Dva komunikující uzly si mezi sebou navzájem vyměňují zprávy několika druhů. Princip komunikace je takový, že „*master*“ vyšle data, všechny podřazené uzly na sběrnici data přijmou. Pomocí mechanismu filtrace zpráv stanice zjistí, zda jsou data určena pro ni. Po přijetí dat stanice nadřazenému uzlu odpoví, že data byla v pořádku přijata, případně odešle hlášení o chybě a sběrnice se uvolní pro další vysílání. [6]

Na protokol CAN můžeme nahlížet z hlediska referenčního modelu ISO/OSI a rozdělit jej do několika vrstev:



Obrázek 3.3. stavy na CAN sběrnici.

Fyzická a linková vrstva jsou pro protokol CAN standardizována normou ISO 11898. Ostatní vrstvy žádné normě nepodléhají a jejich implementace se může v závislosti na konkrétní aplikaci lišit. [7]

■ 3.4.1 Fyzická vrstva CAN sběrnice

Protokol CAN definuje základní vlastnosti fyzického přenosového média. Je třeba, aby médium realizovalo funkci logického součinu a také aby sběrnice byla symetrická. Splněním těchto a několika níže zmíněných podmínek docílíme toho, že sběrnice je odolná vůči rušení a lze dosáhnout velkých přenosových rychlostí.

Na sběrnici jsou možné dva komplementární stavy *dominant* a *recessive*. Tyto stavy si můžeme představit jako zobecněný ekvivalent logické úrovně. Hodnoty těchto stavů nejsou nijak obecně určeny a skutečná reprezentace záleží na konkrétní realizaci fyzické vrstvy. Pravidla pro stav na sběrnici jsou jednoduchá, pokud všechny uzly vysílají stav *recessive*, je sběrnice ve stavu *recessive*. Pokud alespoň jeden uzel vysílá stav *dominant*, je sběrnice ve stavu *dominant*.

Realizace fyzického přenosového média je normalizována mezinárodní normou ISO 11898. Tato norma definuje elektrické vlastnosti, principy časování, synchronizace a kódování jednotlivých bitů. Sběrnice je tvořena dvěma vodiči *CAN_H* a *CAN_L*. Hodnota rozdílového napětí mezi těmito vodiči pak určuje stav na sběrnici. Stav *recessive* odpovídá napětí $U_{roz} = 0V$, stavu *dominant* pak odpovídá napětí $U_{roz} = 2V$ [8]

Dalším důležitým požadavkem plynoucím z normy je způsob zemění celého systému. Fyzické spojení se zemí by mělo být pouze v jednom místě. Pokud toto dodržíme, zabráníme vzniku nechtěných proudových smyček a zlepšíme elektromagnetickou kompatibilitu systému. Norma také specifikuje konektory, pomocí kterých se systém připojuje k fyzickému médiu. Nejčastěji se používají konektory 9-pin DSUB, RJ10 a RJ45.[8]

■ 3.4.2 Linková vrstva CAN sběrnice

Linková vrstva je jádrem protokolu CAN. Jejím úkolem je časování, synchronizace, řízení přístupu k médiu, detekce a signalizace chyb. Aby bylo docíleno velké flexibility, je systém navržen tak, aby připojená stanice nepotřebovala znát informace o síti. Nezná svou adresu, ani počet připojených zařízení, ani nic dalšího. Pokud ke sběrnici přidáme či odebereme libovolný prvek, není potřeba měnit hardware nebo software stávajících stanic.[9]

■ Řízení přístupu k médiu a řešení kolizí

Aby mohla jakákoliv stanice připojená k systému začít komunikovat s jinou, musí zjistit, zda je sběrnice volná. Pokud je volná, stanice začne vysílat svá data. Na začátku zprávy je vždy umístěn identifikátor reprezentovaný 11-ti bitovým číslem, které je odesíláno v pořadí od ID-10(nejvýznamnější bit) do ID-0(nejméně významný), přičemž platí pravidlo, že v jednom z prvních sedmi bitů musí být alespoň jeden ve stavu *dominant*. Dále je v poli identifikátoru jeden bit určující, o jaký druh zprávy se jedná. Nastane-li situace, kdy chtějí dvě či více stanic vysílat v jeden okamžik, řídí se přístup k médiu za pomoci zmíněného identifikátoru. Stanice při odesílání porovnává hodnotu identifikátoru ve své zprávě se stavem na sběrnici. V situaci, kdy stanice vysílá stav *recessive* a sběrnice je fyzicky ve stavu *dominant*, přeruší odesílání zprávy a přístup na sběrnici přenechá druhé stanici. Přístup tedy vždy získá ta stanice, která vysílá identifikátor s menší hodnotou.

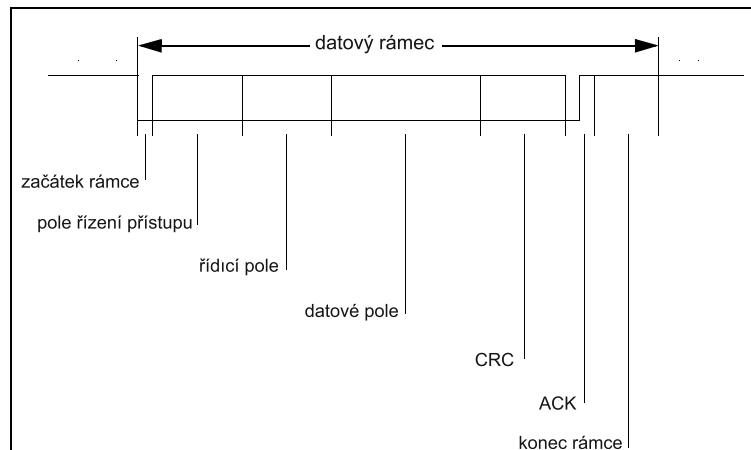
■ Kódování

Protokol CAN využívá mechanismu vkládání bitů. Toto vkládání se provádí pouze v určitých datových polích ve zprávách typu Remote a Data frame. Konkrétně se vkládání bitů využívá v poli *začátek rámce*, poli pro *řízení přístupu*, *kontrolním*, *datovém* a v poli pro *CRC* kód. Vkládání bitů zajišťuje vysílač. V případě, že detekuje pět po sobě jdoucích bitů ve stejném stavu, automaticky do dat vloží jeden bit, který má opačnou hodnotu, tedy po pěti bitech *recessive* bude následovat jeden bit *dominant*.

■ 3.4.3 Základní druhy zpráv

Na sběrnici se může vyskytnout několik druhů zpráv. Jednak zprávy nesoucí konkrétní užitečná data, pak také zprávy informující o stavu sběrnice.

■ Datové zprávy (Data frames)



Obrázek 3.7. datová zpráva.[9]

Datová zpráva je složena ze sedmi bitových polí, přičemž každé má svůj konkrétní význam:

- Začátek rámce: Jeden bit ve stavu *dominant*. Označuje začátek datového, případně jiného rámce.
- Pole řízení přístupu: Složeno z 11 bitového identifikátoru a jednoho bitu značeného jako RTR-BIT. Jak bylo zmíněno výše, identifikátor slouží pro řízení přístupu ke sběrnici. Význam bitu RTR bude vysvětlen níže.

- Řídicí pole: Obsahuje informaci o počtu bajtů užitečných dat obsažených v datové zprávě. Dále jsou v tomto poli dva bity, které jsou určeny pro budoucí rozšíření. Kód pro určení délky odesílaných dat je následující:

počet datových bajtů	DLC3	DLC2	DLC1	DLC0
0	d	d	d	d
1	d	d	d	r
2	d	d	r	d
3	d	d	r	r
4	d	r	d	d
5	d	r	d	r
6	d	r	r	d
7	d	r	r	r
8	r	d	d	d

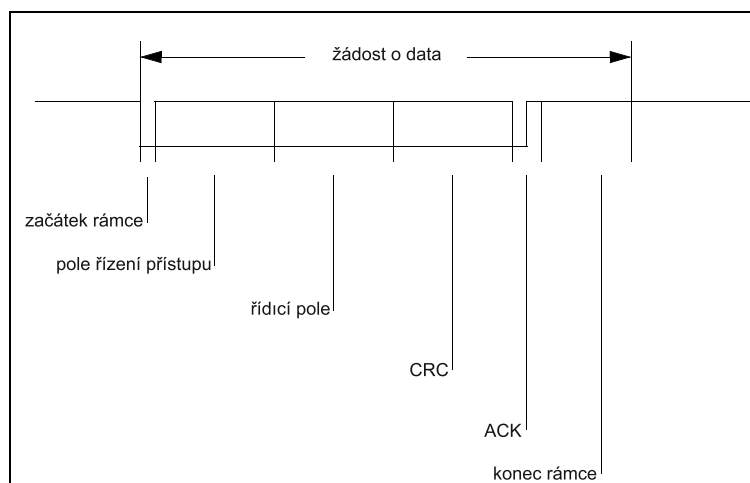
Tabulka 3.1. kód pro určení délky odesílaných dat. Převzato z [9]
 kde: *d* odpovídá stavu *dominant* a *r* stavu *recessive*

- Datové pole: Obsahuje 0 - 8 bajtů užitečných dat, která jsou odesílána od nejvýznamějšího bitu (MSB) po nejméně významný (LSB).
- CRC (Cyclic Redundancy Check): Pole kontrolního součtu o velikosti 15 bitů je jednou z několika možností detekce chyb na sběrnici. Za pomoci odeslaných dat a generujícího polynomu se vypočítá kontrolní součet a odešle se ve zprávě. Na přijímací straně se kontrolní součet znovu nezávisle z přijatých dat vypočítá. Pokud jsou oba součty shodné, lze přijatá data považovat za správná.

Za polem CRC kódu následuje jeden oddělovací bit hodnoty *recessive*.

- ACK: Dvou-bitové pole, pomocí kterého přijímač potvrzuje vysílači, že data v pořádku přijal. Vysílač vyšle jeden bit ve stavu *recessive*, pokud přijímač data správně přijal, vyšle na sběrnici ve stejný okamžik stav *dominant*, což vysílač rozpozná jako potvrzení. Druhý bit je pouze oddělovač, reprezentován stavem *recessive*.
- Konec rámece: Po potvrzení následuje sekvence sedmi bitů ve stavu *recessive*, která ukončuje předchozí rámeček.

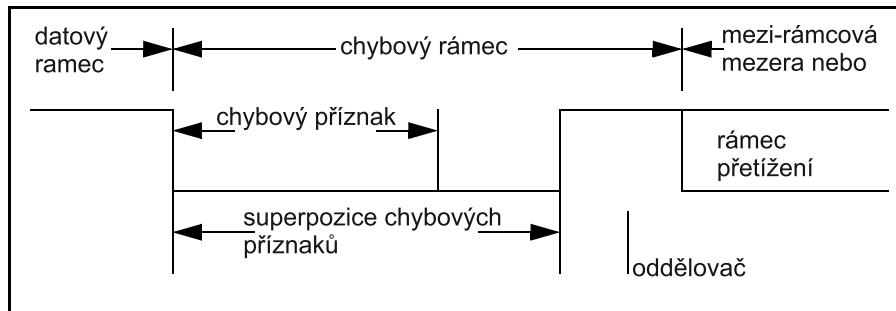
■ Žádost o data (Remote Frame)



Obrázek 3.8. žádost o data.[9]

Tato zpráva neobsahuje žádná užitečná data a vysílač pomocí ní žádá o znovu vyslání datové zprávy se stejným identifikátorem, jako obsahuje žádost o data. Pro rozlišení, zda jde o zprávu datovou nebo jde o žádost, slouží RTR bit v poli řízení přístupu. Pro Data Frame má RTR bit hodnotu *dominant* a pro Remote Frame *recessive*. Tím je docíleno toho, že datová zpráva má oproti žádosti vyšší prioritu a nedochází tedy ke zbytečnému odesílání stejných dat několikrát.

■ Chybová zpráva (Error Frame)



Obrázek 3.9. chybová zpráva.[9]

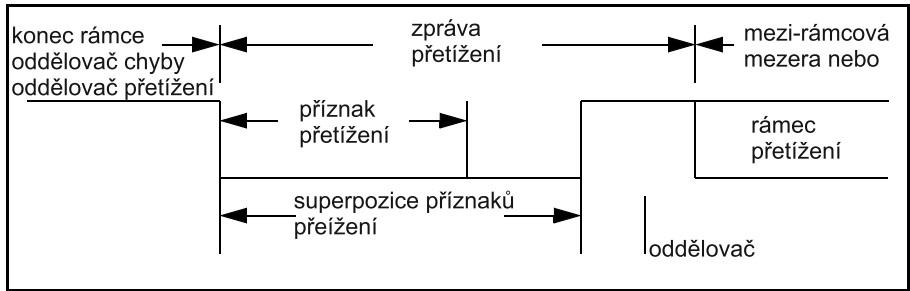
Data obsahují několik ochranných mechanismů, pomocí kterých lze zjistit, zda byla přijata správně či nikoli.

- Bitová chyba: Nastane v situaci, kdy se vysílaná hodnota neshoduje s reálnou hodnotou na sběrnici.
- Chyba ve vkládání bitů: Po pěti bitech stejné úrovně je automaticky vložen jeden bit odlišné úrovně. Je-li detekována sekvence šesti a více bitů ve stejném stavu, nastane chyba vkládání bitů.
- Chyba v CRC kódu: Vznikne, pokud se přijatý CRC kód neshoduje s tím, který přijímač nezávisle vypočítal.
- Chyba formátu: Pokud se v přesně definovaném bitovém poli vyskytne neočekávaná hodnota, je detekována tato chyba.
- Chyba ACK: Pokud vysílač v době vysílání bitu potvrzení nepřijme stav *dominant*, detekuje se chyba ACK

Zjistí-li libovolná stanice některou z výše jmenovaných chyb, vyšle pomocí chybové zprávy příznak o chybě. Samotná zpráva obsahuje dvě bitová pole, první o velikosti minimálně šest až maximálně dvanáct bitů, které je složeno superpozicí chybových příznaků všech stanic. Druhé je složeno ze sedmi bitů ve stavu *recessive* a nese význam oddělovače. Stanice se vzhledem k signalizaci chyb mohou nacházet ve třech stavech, které se určují na základě vnitřního počítadla chyb. Hodnoty tohoto počítadla se zvyšují či snižují na základě několika pravidel, podrobně popsanych v literatuře: [9].

- Aktivní chyba: Tuto chybu generují uzly, které se aktivně podílejí na komunikaci. Pokud detekují chybu, odešlou na sběrnici šest po sobě jdoucích bitů ve stavu *dominant* (aktivní příznak). Tím dojde k poškození přenášené zprávy. Tato chyba je generována, pokud je hodnota vnitřního počítadla od 0 do 127.
- Pasivní chyba - Uzly generující tuto chybu se také podílejí na komunikaci, chybu hlásí pouze pasivně, tedy neporuší přenášenou zprávu. Pasivní příznak je ve tvaru šesti po sobě jdoucích *recessive* bitů a je generován, pokud je hodnota počítadla v rozsahu od 128 do 255.

- Odpojené - Pokud je na sběrnici uzel, jehož počítač má hodnotu rovnu nebo vyšší než 256, je od sběrnice odpojeno.
- Zpráva o přetížení



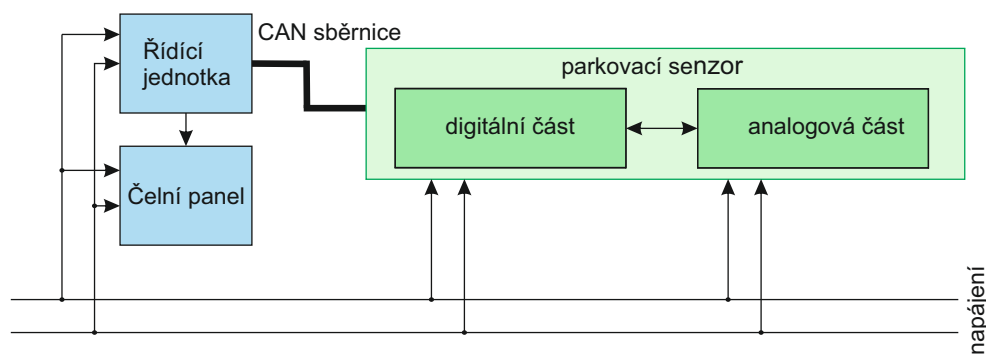
Obrázek 3.10. zpráva o přetížení.[9]

Touto zprávou žádá přijímač oddálení vysílání další datové zprávy v případě, kdy je zahlcen a nedokázal by tak přijímat další data. Rámeček může být vyslán po konci zprávy, nebo po oddělovači chyb, nebo po předcházejícím oddělovači zprávy o přetížení. Struktou připomíná chybový rámeček. Obsahuje dvě bitová pole, v prvním je šest bitů ve stavu *dominant*, následuje druhé pole tvořené sedmi bity ve stavu *recessive*, které tvoří oddělovač zprávy o přetížení.

Kapitola 4

Konstrukční část

Jak již bylo v úvodní kapitole řečeno, mým úkolem bylo navrhnout řešení a zkonstruovat prototyp pasivního parkovacího asistentu, který by dále obsahoval rozhraní pro bezdrátové připojení mobilního telefonu k autorádiu s možností přehrávání hudby, případně vyzvednutí hovoru během jízdy. Dále navrhnout implementaci do interiéru a exteriéru vozu Škoda Felicia. Hardwarové řešení je rozděleno do tří hlavních bloků: přičemž jeden z nich je tvořen dvěma částmi. Systém můžeme znázornit následujícím blokovým schématem



Obrázek 4.1. blokové schéma zařízení.

Mou snahou bylo vytvořit modulární systém, který by umožňoval jednotlivé komponenty v případě závady lehce vyměnit. Komunikace mezi moduly bude probíhat po CAN sběrnici. Ta bude od stávající sběrnice v automobilu z bezpečnostních důvodů oddělena.

Při řešení jsem se snažil držet součástkové základny firmy Microchip. Jedním důvodem byla má předchozí zkušenost s jejich součástkami z předmětů vyučovaných v mém studijním programu a také ze střední průmyslové školy, kterou jsem studoval. Na střední škole jsem také v rámci projektu vytvořil programovací nástroj pro programování celé řady mikrokontrolerů firmy Microchip.

Návrh všech schémat a plošných spojů byl proveden v softwaru CadSoft EAGLE ve verzi 7.1.0. V tomto softwaru jsem také provedl návrh všech významných integrovaných obvodů, které jsem pro návrh použil. Obslužné programy pro jednotlivé mikrokontrolery byly vytvořeny ve vývojovém prostředí *microC PRO for PIC* firmy Mikroelektronika.

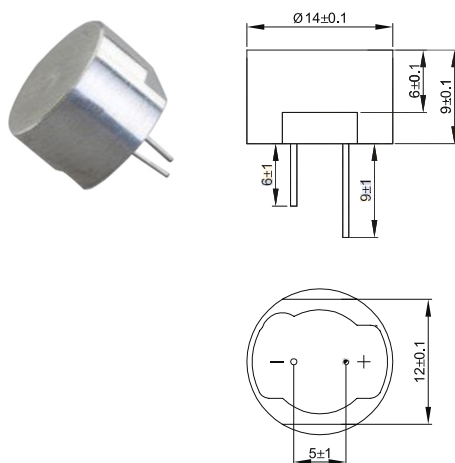
4.1 Parkovací senzor - analogová část

4.1.1 Úvod

Hlavním úkolem analogové části je měření vzdálenosti mezi senzorem a překážkou pomocí ultrazvuku. Princip je obdobný jako byl popsán v kapitole 2.2. Nejprve je třeba vyslat signál, ten se odrazí od překážky a následně je přijat a zpracován. Z popsaného principu vyplývá několik požadavků, které je potřeba zohlednit při návrhu. Je třeba zvolit vysílač a k němu zdroj budícího signálu. Dále zvolit vhodný přijímač a vhodné vyhodnocovací obvody.

4.1.2 Volba součástek

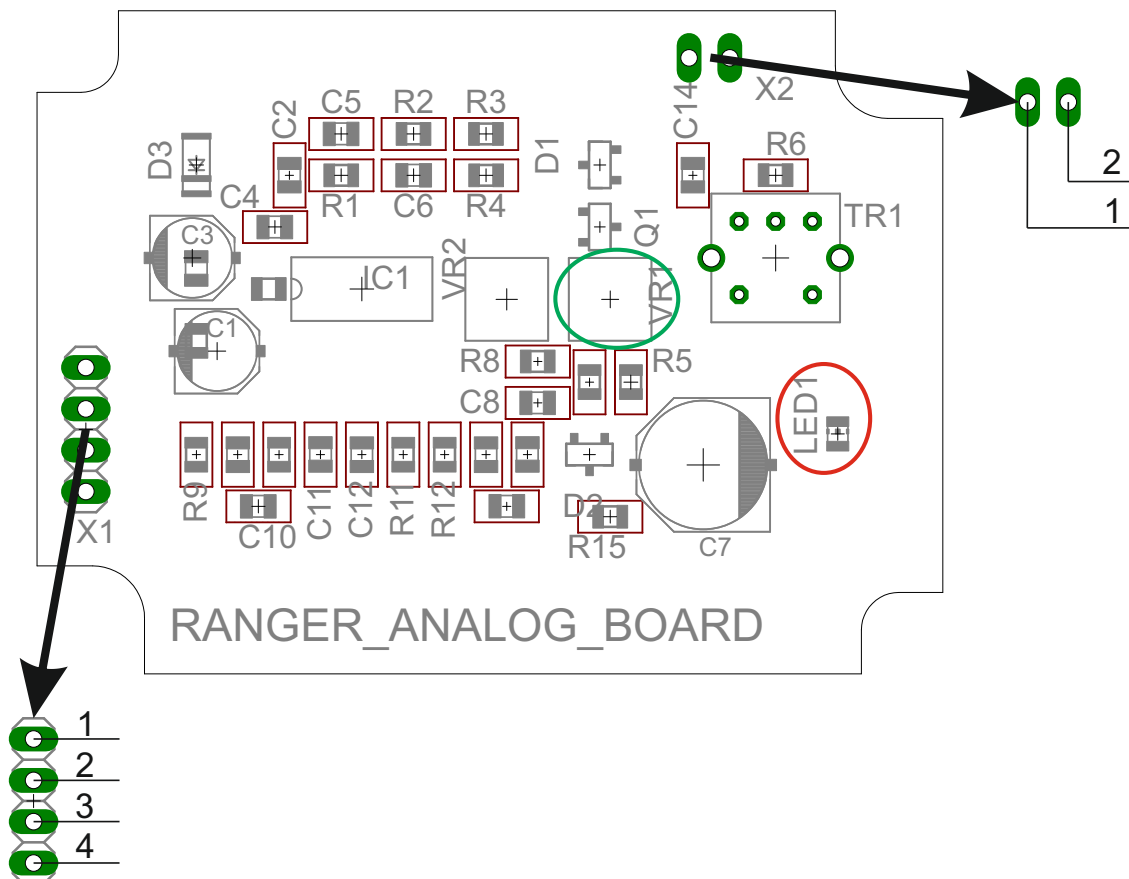
Při návrhu jsem začal od ultrazvukového měniče signálu. Na trhu jsou dostupné tři základní druhy těchto měničů. Jednak samostatné vysílače a přijímače, dále pak kombinace přijímač/vysílač. Protože se bude měnič umísťovat do nárazníku automobilu, je z důvodu montáže vhodnější použít kombinovaný měnič. Při výběru konkrétního typu bylo základním kritériem, aby měnič byl typu přijímač/vysílač (transceiver) a pokud možno vodotěsný. Posledním, avšak rozhodujícím kritériem byla cena. Pro mé řešení jsem vybral ultrazvukový měnič firmy Multicom, typ: MCUSD14A40S09RS, jehož pracovní frekvence je $40 \text{ kHz} \pm 1 \text{ Hz}$, je ve vodotěsném válcovitém pouzdře o průměru 14 mm.



Obrázek 4.2. ultrazvukový měnič.

Z výběru ultrazvukového měniče plyne požadavek na zdroj budícího signálu. Je potřeba, aby generoval signál na frekvenci plynule měnitelné v rozsahu od cca 38kHz do 42 kHz. To je důležité pro přesné naladění pracovní frekvence zdroje signálu tak, aby odpovídala rezonanční frekvenci ultrazvukového měniče. Rezonanční frekvence totiž nemusí být přesně 40 kHz. Tímto by byla vyřešena vysílací část. Dále by bylo potřeba vyřešit přijímací část. Sestrojit zesilovač a přijatý signál vhodným způsobem vyhodnotit.

Nejprve jsem jako zdroj signálu testoval modul pulsně šířkové modulace z mikrokontroleru na zapůjčené demonstrační desce plošných spojů. To se ukázalo jako nevhodné, protože frekvenci pulzně šířkové modulace nebylo možné přesně doladit k rezonanční frekvenci měniče. Toto řešení jsem tedy zavrhl. Vhodnější se mi jevílo použít speciální integrovaný obvod firmy Prowave PW 0268. Tento obvod řeší všechny výše zmíněné problémy. Blokové schéma PW 0268:



Obrázek 4.5. popis konektorů na analogové části parkovacího senzoru

■ Konektor X1

Konektor je tvořen čtyřmi piny oddělenými z lišty s kontakty S1G20 ¹⁾

1. pin - tento pin slouží pro propojení integrovaného obvodu PW0268 s externím mikrokontrolérem
2. pin - zemnicí kontakt
3. pin - napájecí napětí
4. pin - zemnicí kontakt

■ Konektor X2

Konektor je tvořen dvěma piny oddělenými z lišty s kontakty S1G20 ¹⁾

1. pin - propojení na ultrazvukový měnič, kontakt +
2. pin - propojení na ultrazvukový měnič, kontakt -

Jedním z dalších význačných prvků je odporový trimr, označený na osazovacím výkresu jako *VR1*. Pomocí tohoto trimru se doladuje pracovní frekvence RC oscilátoru. Dále je zde umístěna signalizační dioda, označená jako *LED1*. Tato dioda je připojena na referenční napětí dodávané integrovaným obvodem PW0268 a slouží jako základní detekce funkčnosti tohoto integrovaného obvodu. Pokud svítí, je obvod funkční, v opačném případě není.

¹⁾ označení obvodu GM Electronic <http://www.gme.cz/oboustranny-kolik-s1g20-2-54mm-p832-017>

4.3 Řídicí jednotka

4.3.1 Úvod

Úkolem řídicí jednotky je vyhodnocování naměřených dat z parkovacího senzoru. Dále měření teploty a zobrazování dat na grafickém displeji.

4.3.2 Volba součástek

Řídicí jednotku můžeme rozdělit na několik částí, obdobně jako digitální část parkovacího senzoru. Jednu část tvoří mikrokontroler, který vyhodnocuje naměřená data z parkovacího asistentu. Měří teplotu, detekuje zařazení zpátečky a obsluhuje displej. Další částí je napájecí zdroj pro řídicí jednotku a čelní panel. Další část je tvořena rozhraním pro komunikaci přes CAN sběrnici a pro komunikaci s bluetooth modulem. Poslední část tvoří konektory pro propojení s periferiemi.

■ Napájení

Napájení pro řídicí jednotku tvoří stejný obvod jako u digitálního modulu parkovacího senzoru, tedy integrovaný lineární stabilizátor MCP1703. Tento stabilizátor dodává na výstupních svorkách napětí $U_{out} = 5V$ a do zátěže dokáže dodat proud $I_{out} = 250mA$ [12]. Z něj je napájen mikrokontroler, umístěný na desce řídicí jednotky, dále displej a audio zesilovač, umístěný na čelním panelu. Dalším prvkem napájení je opět stabilizátor MCP1703, tentokrát ovšem s výstupním napětím $U_{out} = 3,3V$. Tento druhý stabilizátor poskytuje napájení bluetooth modulu, který je umístěn na čelním panelu.

■ Mikrokontroler

Pro hledání mikrokontroleru jsem si vytyčil několik kritérií. Prvním bylo, aby obsahoval dostatečný počet vývodů. Jen pro obsluhu grafického displeje je totiž potřeba 14 pinů. Dalším kritériem bylo, aby obvod obsahoval komunikační protokol SPI pro komunikaci s prvky zprostředkovávajícími komunikaci po CAN sběrnici. Dále komunikační protokol UART pro komunikaci s bluetooth modulem. Jako poslední byla opět cena. Při výběru zvítězil mikrokontroler firmy Microchip, typ PIC18F45k22[17], s nímž jsem měl již předchozí zkušenost, a proto při výběru zvítězil.

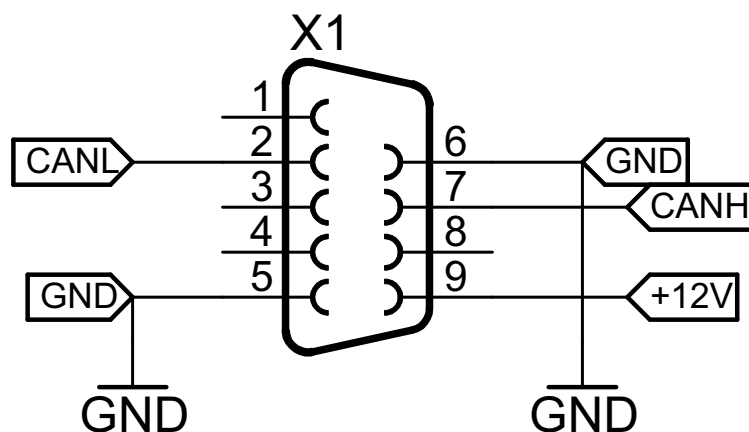
■ Komunikační část

Komunikační část je totožná s komunikační částí na digitálním modulu parkovacího senzoru. Je tedy tvořena obvody MCP2515 a MCP2551. Opět jsem při konstrukci uvažoval o osamostatnění této části od zbytku desky. Nakonec jsem se e stejného důvodu jako u digitálního modulu přiklonil k možnosti začlenit komunikační část přímo do řídicí jednotky.

4.3.3 Rozbor schématu a popis konektorů

Schéma zapojení řídicí jednotky je poměrně rozsáhlé a je umístěno v přílozeD. V této sekci se budu věnovat hlavně popisu konektorů a dílčích prvků schématu.

První konektor tvoří devíti-pinový DSUB(CANNON) konektor, sloužící k připojení řídicí jednotky na CAN sběrnici. Tento konektor je značen jako *X1*. Zapojení koresponduje se zapojením totožného konektoru na digitálním modulu parkovacího senzoru. Pouze s tím rozdílem, že zde není zapojen pin číslo 3, který na digitálním modulu parkovacího asistentu sloužil jako přívod napájení.

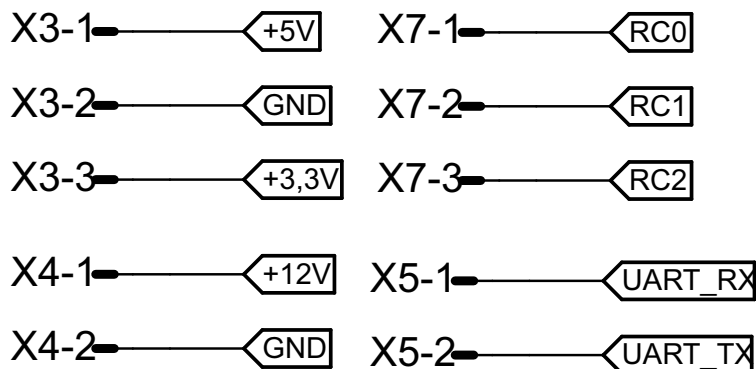


Obrázek 4.11. schéma zapojení CAN konektoru na desce řídicí jednotky

1. pin - nevyužit
2. pin - CAN sběrnici vodič CAN_L
3. pin - nevyužit
4. pin - nevyužit
5. pin - přívod zemnicího kontaktu
6. pin - přívod zemnicího kontaktu
7. pin - CAN sběrnici vodič CAN_L
8. pin - nevyužit
9. pin - výstup napájecího napětí $U_{nap} = 12V$ pro napájení dalších parkovacích senzorů

Další konektor je značen *X2* a je totožný s konektorem umístěným na digitálním modulu parkovacího senzoru, značeným *X34.9*. Slouží také pro připojení programátoru PICKIT2

Konektory pro propojení s čelním panelem jsou značeny jako X3, X5, X7. Konektor, sloužící jako hlavní přívod napájení, je značen jako X4. Konektory X3 a X7 jsou tvořeny tří-pinovými konektory se zámkem typ: PSH02-03PG ¹⁾ Konektory X4 a X5 jsou tvořeny dvou-pinovými konektory se zámkem typ: PSH02-02PG ²⁾



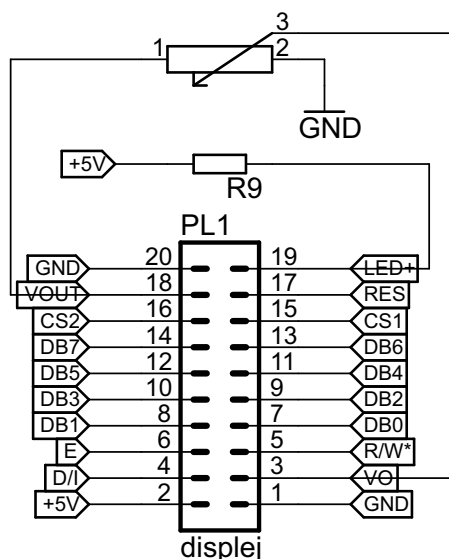
Obrázek 4.12. schéma zapojení konektorů pro propojení s čelním panelem

- X3 - napájení pro čelní panel
 - Tento konektor slouží jako přívod napájení z řídicí jednotky k čelnímu panelu.
 1. pin - napájecí napětí $U_{nap} = 5V$ sloužící k napájení audio zesilovače TPA6133
 2. pin - zemní kontakt
 3. pin - napájecí napětí $U_{nap} = 3,3V$ sloužící k napájení bluetooth modulu
- X4 - hlavní systémové napájení
 - Tento konektor slouží jako primární vstup pro napájení celého systému. Je také jediným bodem spojujícím kostru automobilu se zemí systému. Napájení je ke konektoru přivedeno z pojistkové a reléové skříně vozu. Přesné zapojení bude popsáno v kapitole věnované implementaci do vozu.
 1. pin - hlavní přívod napájecího napětí $U_{nap} = 12V$
 2. pin - spojení s kostrou automobilu
- X5 - UART
 - Konektor, kterým je možné propojit mikrokontroler s bluetooth modulem.
 1. pin - kontakt propojen s přijímacím pinem rozhraní UART v mikrokontroleru
 2. pin - kontakt propojen s vysílacím pinem rozhraní UART v mikrokontroleru
- X7 - klávesnice
 - Konektor pro připojení tří externích tlačítek, umístěných na čelním panelu. Význam jednotlivých tlačítek je vysvětlen v sekci věnované popisu čelního panelu 4.4.3.

¹⁾ označení obchodu GM Electronic: <http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-03pg-p800-164>

²⁾ označení obchodu GM Electronic: <http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-p800-163>

Další konektor je značen *PL1* a je tvořen dvaceti-pinovým konektorem pro plochý kabel, typ: PSL20 ¹⁾. Tímto konektorem je řídicí jednotka spojena s grafickým displejem s rozlišením 128x64 obrazových bodů. Zapojení je znázorněno na následujícím schématu:

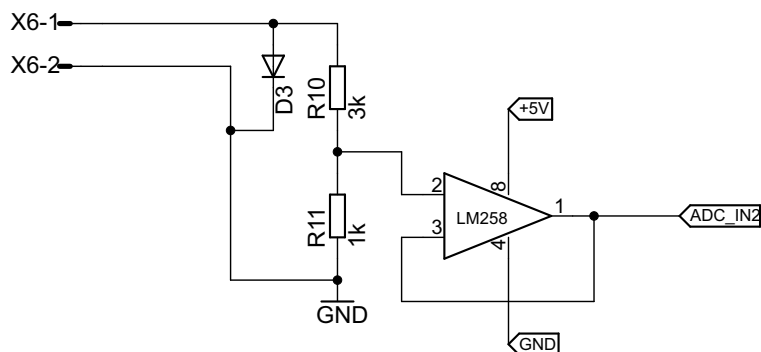


Obrázek 4.13. schéma zapojení konektorů pro propojení s displejem

- 1. a 2. pin - Slouží pro napájení integrovaného řadiče a dalších součástí displeje.
- 3. a 18. pin - S pomocí odporového trimru slouží pro nastavení kontrastu displeje.
- 4. pin - Slouží pro rozhodnutí, zda jsou po datových vodičích odesílána data nebo instrukce. Pokud je v logické 1, jde o data, pokud je v logické 0, jde o instrukci.
- 5. pin - Slouží pro rozhodnutí, zda je do displeje zapisováno nebo z něj čteno. Log 1 - čtení, Log 0 - zápis.
- 6. pin - Slouží pro povolení přístupu k displeji.
- 7. až 14. pin - Slouží jako datové piny v pořadí od méně významného bitu po nejvýznamnější.
- 15. pin - Slouží pro výběr sloupce 1 až 64.
- 16. pin - Slouží pro výběr sloupce 64 až 128.
- 17. pin - Slouží k resetování displeje.
- 19. pin - Kladné napájecí napětí pro podsvícení displeje.
- 20. pin - Zem pro podsvícení displeje.

¹⁾ označení obchodu GM Electronic: <http://www.gme.cz/konektor-psl20-p800-023>

Poslední konektor je značený *X6* a je opět tvořen dvou-pinovým konektorem se zámkem typ: PSH02-02PG ¹⁾. Tento konektor bude spojen se snímačem zařazení zpátečky v automobilu. Zapojení konektoru je znázorněno na následujícím schématu:



Obrázek 4.14. schéma zapojení konektorů pro propojení se snímačem zařazení zpátečky

Mezi konektor a mikrokontroler je zařazen odporový dělič napětí, tvořen rezistory *R10* a *R11*. Tento dělič dělí napětí přivedené na konektor *X6* v poměru:

$$a = \frac{R_{11}}{R_{11} + R_{12}} = \frac{1000}{4000} = \frac{1}{4} \quad (1)$$

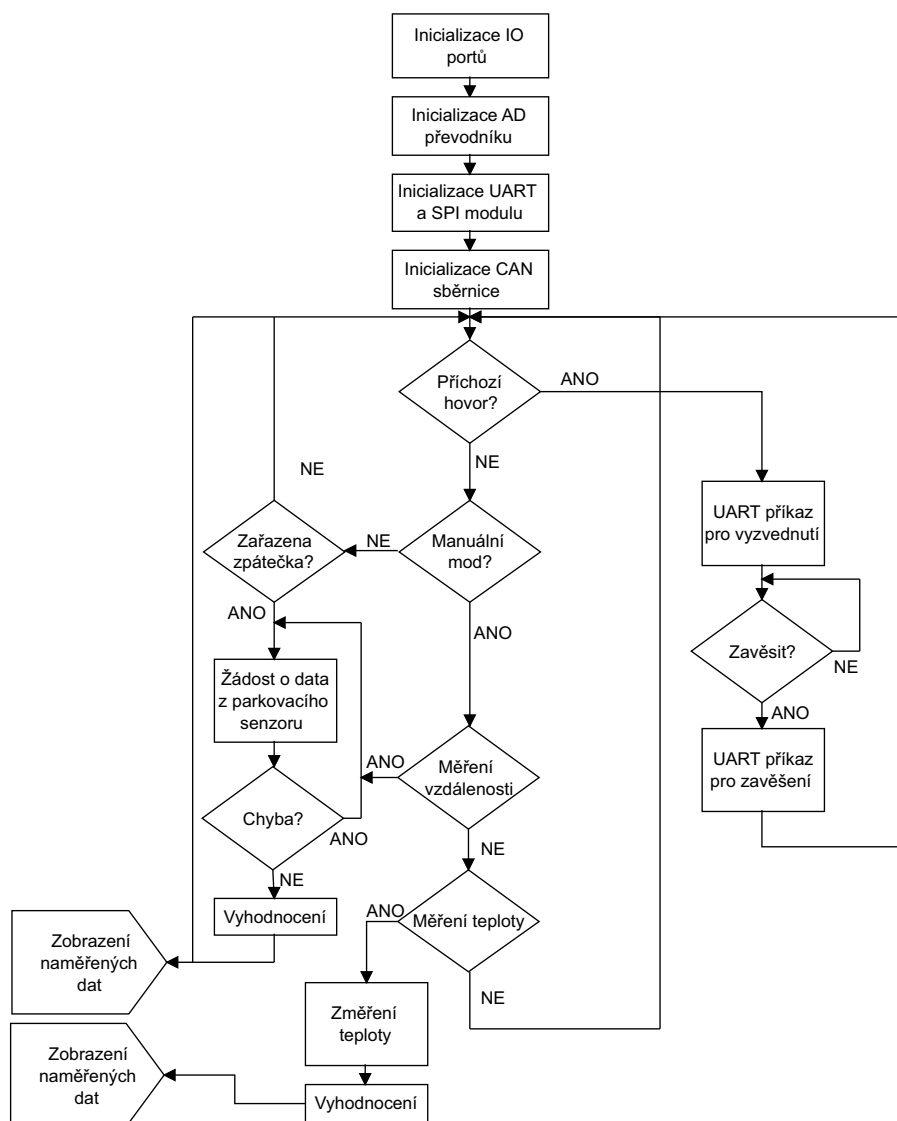
Za odporovým děličem je zařazen operační zesilovač, zapojený jako napěťový sledovač. Ten zde slouží k tomu, aby odporový dělič nebyl zatěžován vstupem mikrokontroleru. Výstup z operačního zesilovače je pak přiveden na vstupní pin mikrokontroleru, kde dochází k vyhodnocení. Dioda *D3* tvoří ochranu proti neočekávanému výboji na vedení.

Zapojení obvodu budiče CAN sběrnice je provedeno stejně, jako tomu bylo u digitálního modulu parkovacího senzoru. Dalším prvkem v obvodovém řešení je analogový teplotní senzor *MCP9700*. Ten je připojen na analogově digitální převodník mikrokontroleru, kde jsou analogová data převedena na teplotu.

¹⁾ označení obchodu GM Electronic: <http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-p800-163>

4.3.4 Software

Běh obslužného programu je patrný z následujícího vývojového schématu:



Obrázek 4.15. Vývojový diagram obslužného programu řídicí jednotky.

Jako první rozhodovací bod je ve vývojovém schématu umístěn test na příchozí hovor. Rozhodnutí je provedeno na základě stisknutí tlačítka na čelním panelu. Pokud uživatel zjistí na svém mobilním telefonu příchozí hovor, stiskne tlačítko a mikrokontroler odešle do bluetooth modulu příkaz pro vyzvednutí hovoru. Po vyzvednutí se opět testuje stisk tlačítka. Pokud chce uživatel hovor ukončit, stiskne tlačítko a mikrokontroler příkazem hovor ukončí.

Dále se testuje, zda chce uživatel pracovat v manuálním či automatickém módu. Primárně mikrokontroler pracuje v automatickém módu. Pro vstup do manuálního módu je nutné stisknout jedno z tlačítek na čelním panelu. Po vstupu do tohoto módu je uživateli na displeji zobrazena jednoduchá nabídka, ve které může volit mezi tím, zda chce manuálně spustit parkovací senzor. Další možností je měření teploty. Je možné zobrazit jak teplotu, kterou snímá řídicí jednotka, tak teplotu, kterou snímají digitální moduly v parkovacím asistentu. Pokud uživatel zapne měření teploty, je na displeji

zobrazena teplota a sama se aktualizuje. Pro deaktivaci měření teploty je umístěna položka v menu.

Při automatickém módu mikrokontroler testuje zařazení zpátečky. Pokud ji uživatel zařadí a není v některém z předchozích módu, dojde k měření vzdálenosti a naměřená data se zobrazí na displeji.

V případě, kdy se uživatel nachází v manuálním módu a na telefonu zjistí příchozí hovor, musí nejprve manuální mód opustit a až po opuštění hovoru přijmout. Další možností je vyzvednout hovor přímo na mobilním telefonu. Toto vyzvednutí nijak nenaruší funkci bluetooth modulu, ten bude stále pracovat jako handsfree.

Pokud je zařazena zpátečka a provádí se měření a vyhodnocování dat, není dovolena žádná interakce se systémem pomocí tlačítek.

4.4 Čelní panel

4.4.1 Úvod

Čelní panel je tvořen deskou plošných spojů s vyfrézovaným otvorem, ve kterém je umístěn displej. Čelní panel slouží k interakci mezi uživatelem a asistenčním systémem. Uživatel může pomocí tlačítek ovlivnit chod asistenčního systému. Pomocí čelního panelu jsou také uživatelům sdělovány informace o chodu zařízení. Dále se k čelnímu panelu připojuje mikrofon pro telefonování za pomoci bluetooth modulu. V neposlední řadě je také z čelního panelu vyveden výstupní audio signál z bluetooth modulu k palubnímu audio systému.

4.4.2 Volba součástek

Na čelním panelu jsou tři hlavní bloky. Jedním je zobrazovací jednotka, ta má za úkol poskytnout uživateli informace o funkci zařízení a teplotě. Při zařazení zpátečky pak zobrazovací jednotka zobrazuje vzdálenost vozidla od překážky. Další část tvoří bluetooth modul pro bezdrátové propojení mobilního telefonu s autorádiem. Dále je zde umístěn blok s audio zesilovačem, který zesiluje audio signál z bluetooth modulu. Poslední část je tvořena tlačítky a konektory. Kompletní schéma je umístěno v příloze E

■ Zobrazovací jednotka

Zobrazovací jednotku jsem vybíral hlavně s ohledem na rozměry. Na malém displeji by byly informace špatně čitelné a velký by se těžko obsluhoval. Proto jsem zvolil displej s rozlišením 128x68 obrazových bodů. Konkrétně jsem vybral displej firmy Raystar Optronics typ: RG12864B-FHW-V. Displej je propojen s řídicí jednotkou pomocí plochého kabelu. Displej je umístěn ve vyfrézovaném otvoru v čelním panelu a za pomoci distančních sloupků a šroubů je k čelnímu panelu upevněn.

■ Bluetooth modul

Na trhu je možné najít dva druhy bluetooth modulů. Jeden druh je uzpůsoben pro přenos dat a lze pomocí něj ovládat různé periférie. Další druh tvoří moduly uzpůsobené pro přenos audio signálů. Tyto moduly mají v sobě integrován digitální signálový procesor se stereo kodekem. Zesilovač pro zesílení signálu z mikrofonu. Pro svou práci jsem použil audio bluetooth modul firmy Microchip typ RN-52. Tento modul jsem si vybral hlavně proto jeho jednoduchou montáž k PCB. U jiných modulů jsou pro připojení potřeba miniaturní konektory, které se obtížně pájí. Další výhodou je cena, mezi audio moduly dostupnými u prodejců elektrosoučástek patří mezi nejlevnější. Na internetu lze najít i levnější, ale ty jsou dostupné na internetových

aukčních sítích jako je ebay.com nebo dx.com, kde není zaručená doba dodání a také k těmto modulům není dostupná kvalitní dokumentace.

■ Audio zesilovač

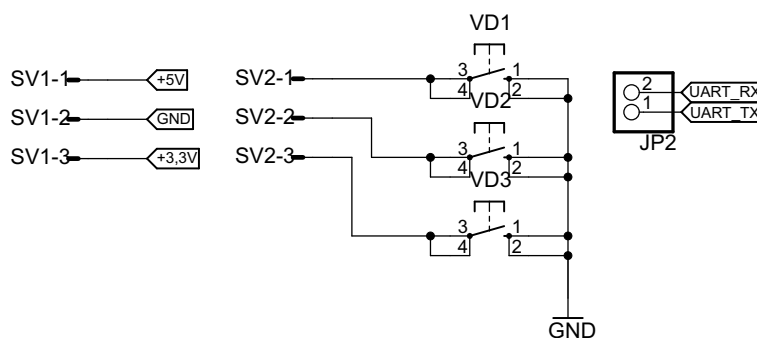
Při výběru audio zesilovače hrály hlavní roli typ výstupních audio signálu z bluetooth modulu. Ty nebyly centrovány proti zemi, ale byly diferenciální. Proto bylo potřeba zvolit audio zesilovač s diferenciálními vstupy. Dalším kritériem bylo, aby byl zesilovač pokud možno v co nejmenším pouzdrě. Pro řešení jsem zvolil sluchátkový audio zesilovač typ: TPA6133A2[18]. Tento obvod potřebuje jen několik externích součástek a je umístěn v pouzdrě QFN o rozměrech 4x4mm. Na výstupu dodává signály, které jsou centrovány proti zemi.

■ Tlačítka

Na čelním panelu jsou umístěny dvě skupiny tlačítek. První skupina slouží pro ovládání bluetooth modulu. Druhá pro ovládání mikrokontroleru. Obě skupiny budou detailněji popsány v následující sekci. Tlačítka jsou tvořena mikrospínači typu: TC-0111-T¹⁾. Spínač je bez aretace, v klidové poloze je rozepnut a po stisknutí sepnut.

■ 4.4.3 Rozbor schématu a popis konektorů

Na čelním panelu jsou umístěny tři konektory značené jako *SV1*, *SV2*, *JP2*. Konektory *SV1* a *SV2* jsou tvořeny tří-pinovými konektory se zámkem typ: PSH02-03PG²⁾ Konektor *JP2* je tvořen dvou-pinovým konektorem se zámkem typ: PSH02-02PG³⁾. Všechny tyto konektory slouží k propojení s řídicí jednotkou. Zapojení konektorů je patrné z následujícím schématu:



Obrázek 4.16. schéma zapojení konektorů na čelním panelu

■ SV1

Tento konektor slouží jako přívod napájecího napětí z řídicí jednotky.

1. pin - Přívod napájecího napětí $U_{nap} = 5V$ z řídicí jednotky.
2. pin - zemičící kontakt
3. pin - Přívod napájecího napětí $U_{nap} = 3,3V$ z řídicí jednotky

■ SV2

K tomuto konektoru jsou na čelním panelu připojeny tlačítka pro ovládání mikrokontroleru. Signály z tohoto konektoru jsou přivedeny k řídicí jednotce.

1. pin - Spojen s tlačítkem pro pohyb v menu směrem nahoru.
2. pin - Spojen s tlačítkem pro potvrzení volby, pokud je uživatel v menu. Další jeho funkcí je vyzvednutí hovoru.

¹⁾ označení obchodu GM Electronic: <http://www.gme.cz/tc-0111-t-p630-034>

²⁾ označení obchodu GM Electronic: <http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-03pg-p800-164>

³⁾ označení obchodu GM Electronic: <http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-p800-163>

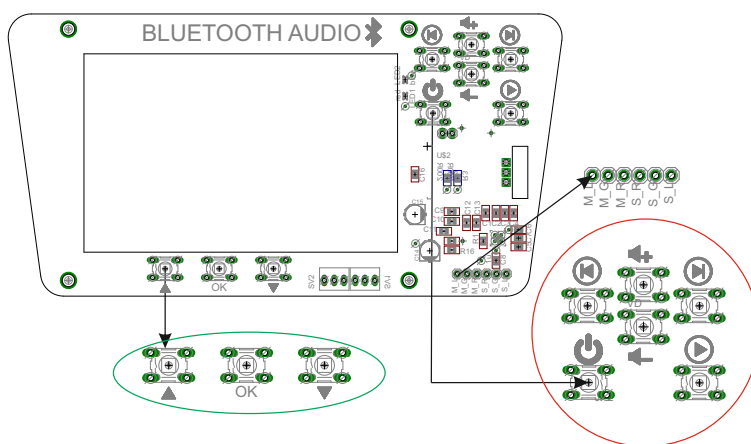
3. pin - Spojen s tlačítkem pro pohyb v menu směrem dolů.

■ JP2

Tento konektor slouží pro propojení bluetooth modulu s mikrokontrolerem na řídicím panelu.

1. pin - Spojen s vysílacím pinem UART rozhraní bluetooth modulu.
2. pin - Spojen s přijímacím pinem UART rozhraní bluetooth modulu.

Další částí schématu je konektor pro připojení mikrofonu. Tento konektor je na desce plošných spojů reprezentován jako tři pájecí otvory. K těmto otvorům se pomocí třížilového vodiče připojí mikrofon. Obdobným způsobem je pak řešeno propojení s autorádiem. Zapojení těchto pájecích kontaktů bude znázorněno za pomoci osazovacího výkresu desky plošných spojů. Tento výkres nám zároveň poslouží k popisu tlačítek.



Obrázek 4.17. zapojení pájecích kontaktů pro připojení mikrofonu a pro připojení k autorádiu

Při popisu začneme zleva:

1. kontakt - levý kanál mikrofonu
2. kontakt - zemnicí kontakt
3. kontakt - pravý kanál mikrofonu
4. kontakt - pravý kanál pro vstup autorádia
5. kontakt - zemnicí kontakt
6. kontakt - levý kanál pro vstup autorádia

Nejprve popíše skupinu tři tlačítek v zeleném kroužku. Tato tlačítka slouží pro ovládání menu, tak jak bylo popsáno u konektoru *SV2*. Vlevo je tlačítko pro posuv v menu směrem nahoru. Prostřední je potvrzovací. Pravé slouží pro pohyb v menu směrem dolů.

Další skupina tlačítek ovládá bluetooth modul. Tato skupina je označena červeným kroužkem. Při popsání začneme tlačítkem vlevo nahoře a budeme postupovat po jednotlivých řadách. Tedy tlačítko v první řadě nahoře slouží pro přepínání skladby směrem zpět. Pod ním je umístěno tlačítko, pomocí kterého uvedeme bluetooth modul do pracovního režimu. V druhé řadě jsou tlačítka pro ovládání hlasitosti. Horní směrem k vyšší hlasitosti, dolní směrem k nižší. V poslední řadě nahoře je tlačítko pro přepínání skladeb směrem k následující. Pod ním je tlačítko, pomocí kterého můžeme přehrávání pozastavit. Tato tlačítka jsou použitelná, pouze pokud se bluetooth modul nachází v módu AVRCP (Audio Video Remote Control Protocol), tedy v módu pro ovládání audia a videa. V tomto módu se modul nachází vždy po spuštění.

Připojování k bluetooth modulu probíhá v několika krocích. Nejprve je třeba modul pomocí tlačítka zapnout. Po zapnutí se modul nachází ve stavu, kdy je pomocí druhého bluetooth zařízení modul zjistitelný a je možné zahájit párování. Pro zahájení párování je potřeba na mobilním telefonu v nastavení bluetooth zvolit vyhledávání zařízení. Po nějaké době by se mělo v seznamu zařízení objevit zařízení s identifikací RN52-XXXX, kde XXXX jsou poslední čtyři čísla mac adresy modulu RN52. Následuje samotná operace párování. Tato operace probíhá bez jakéhokoli potvrzení ze strany modulu RN52. Po spárování je možné se k modulu připojit. Tím mezi sebou obě zařízení sestaví bluetooth spojení a je možné přehrávat hudbu nebo modul použít jako handsfree.

Proto, aby uživatel poznal v jakém stavu se modul RN52 nachází, jsou na čelním panelu umístěny dvě signalizační diody, jedna modré barvy a jedna červené. Signalizované stavy popisuje následující tabulka

modrá LED	červená LED	význam
bliká	bliká	modul je připraven k párování
vypnuta	bliká	modul je připojen
bliká	vypnuta	modul je připraven k navázání spojení

Tabulka 4.1. popis stavů signalizačních diod

Kapitola 5

Návrh implementace do vozidla

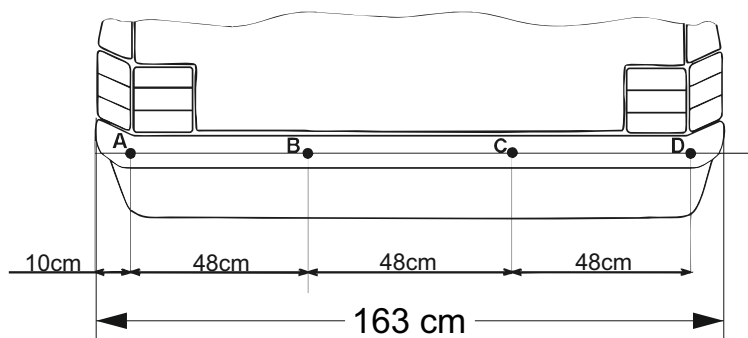
5.1 Úvod

Při návrhu implementace do vozidla začneme od ultrazvukových měničů. Dále bude nastíněno možné umístění parkovacích senzorů, čelního panelu a řídicí jednotky. Dalším bodem kapitoly bude propojení asistenčního systému s napájecí sítí ve vozu, a také zapojení detekce zařazení zpátečky.

5.2 Montáž parkovacích senzorů

Ultrazvukové měniče parkovacích senzorů budou umístěny v zadním nárazníku automobilu. Měníče se umístí do plastové kabelové průchodky. Kontakty měniče budou izolovány za pomoci teplem smrštitelné bužírky. Celý měnič pak bude k průchodce fixován za pomoci lepicího silikonu.

Následně je třeba rozměřit umístění senzorů do zadního nárazníku. Začneme s krajními senzory. Ty umístíme přibližně deset centimetrů od hrany nárazníku. Další dva pak umístíme do mezery, kterou vytyčí krajní senzory tak, aby byly vzdálenosti mezi jednotlivými měniči stejné. Konkrétně pro vůz Škoda Felícia, do kterého budou senzory montovány, je přibližná vzdálenost mezi senzory 48 centimetrů. Schématicky můžeme umístění měničů do nárazníku zobrazit takto:



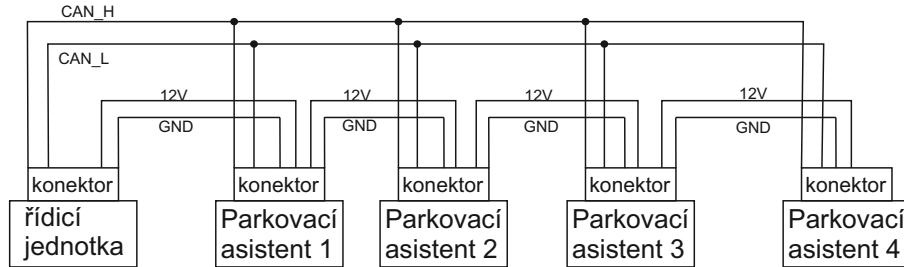
Obrázek 5.1. umístění ultrazvukových měničů do nárazníku

Do rozměřeného nárazníku je pak potřeba vyvrtat otvory pro umístění ultrazvukových měničů.

Pomocí vodiče se ultrazvukové měniče propojí s parkovacím asitentem. Desky plošných spojů analogového a digitálního modulu jsou navrženy tak, aby se daly upevnit do plastové krabičky KP 39 U ¹⁾. Tato krabička má v sobě výřezy, pomocí kterých je možné ji připevnit. Moduly v krabičce se pak připevní za pomoci šroubů do kufru vozu.

¹⁾ značení obchodu krabicky.cz: <http://www.krabicky.cz/plastova-krabicka-kp-39-u.html>

Jednotlivé digitální desky parkovacích senzorů budou mezi sebou propojeny pomocí CAN sběrnice. Pro propojení jsem zvolil kabel UTP, který obsahuje čtyři páry vodičů. Na tento kabel jsem upevnil protikus k devítipinovému konektoru DSUB, který je umístěn na řídicí jednotce a digitálním modulu parkovacích senzorů. Propojení je naznačeno na následujícím schématu:



Obrázek 5.2. propjení prvků systému

Do zavazadlového prostoru povede tedy pouze jeden kabel. Zde se připojí k prvnímu parkovacímu senzoru. Z něj pak bude odbočen další kabel pro následující parkovací asistenty. Kabel bude veden středem vozu pod koberci.

5.3 Montáž čelního panelu a řídicí jednotky

Deska plošného spoje čelního panelu je uzpůsobena tak, aby bylo možné ji namontovat do středového panelu ve voze. Středový panel je tvořen přihrádkami a vypadá následovně:



Obrázek 5.3. obrázek středového panelu

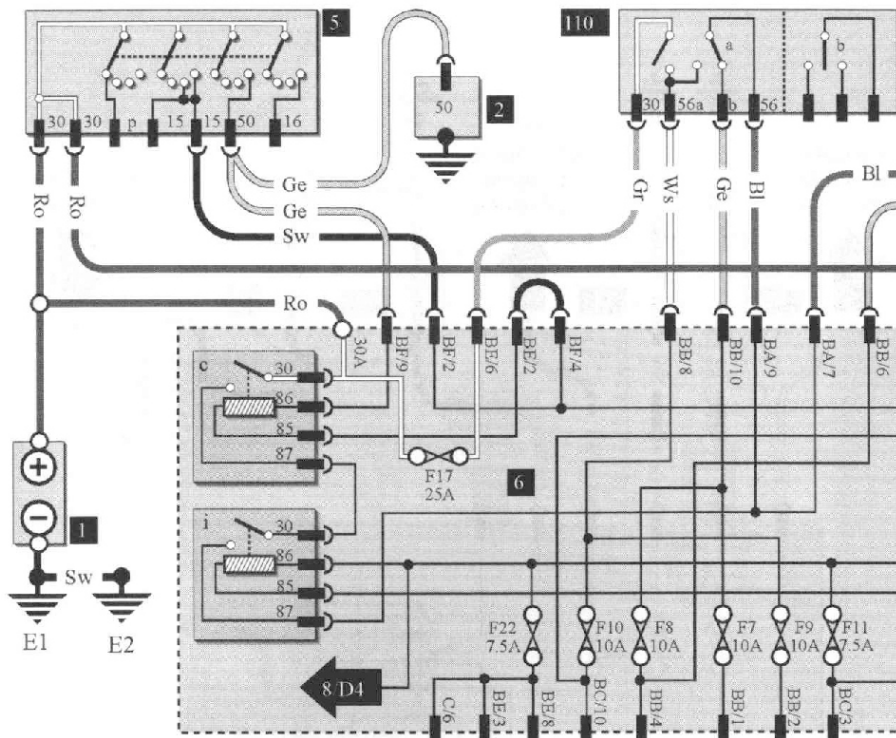
Do horní přihrádky se nejprve umístí řídicí jednotka. Ta se pomocí distančních sloupků a šroubů připevní na dno přihrádky. Do čela přihrádky se pak umístí čelní panel. Namontovaný čelní panel v přihrádce je na následujícím obrázku:



Obrázek 5.4. montáž čelního panelu

5.4 Připojení k rozvodu automobilu

Jak již bylo zmíněno výše, asistenční systém bude s vozem spojen pouze pomocí dvou konektorů. Jedním bude k systému přivedeno napájecí napětí. Napájení není vhodné odvozovat přímo od autobaterie, protože asistenční systém by i při vypnutém motoru odebíral proud a mohlo by tak dojít k nechtěnému vybití autobaterie. Proto bude napájení pro asistenční systém odvedeno z pojistkové a releové skříně. Schéma zapojení releové skříně je znázorněno na následujícím obrázku:



Obrázek 5.5. výřez schématu pojistkové skříně vychází z: [19]

Z autobaterie, značené číslem 6, je vodičem RO přivedeno napájecí napětí ke spínači zapalování, značenému číslem 5. Z druhé polohy spínače zapalování je pak vodičem, značeným SW, přivedeno napájecí napětí k pojistkové a releové skříni ke konektoru BF, poloha 2. Napájení dále vede na polohu 4 konektoru BF. Z tohoto místa by bylo vhodné odebrat napájecí napětí. Asistenční systém se tedy zapne až po otočení klíčku zapalování do druhé polohy.

Snímání zařazení zpátečky bude opět odvozeno z pojistkové a releové skříně. Na bloku motoru automobilu je umístěn snímač zařazení zpátečky. Ten slouží k rozsvícení zpětných světel. Snímač má dva kontakty a funguje jako spínač. Pokud je zařazena zpátečka, jsou kontakty spojeny a okruhem může téci proud. Snímač je černým kabelem připojen k pojistkové a releové skříni na konektor BF, poloha 7. Z tohoto konektoru bude také odveden signál pro vyhodnocení zařazení zpátečky k mikrokontroleru.

Kapitola 6

Oživování

Všechny mnou navržené desky plošných spojů jsem nechal vyrobit firmou PragoBoard. Desky jsem pak osazoval součástami.

6.1 Řídicí jednotka

Nejprve jsem musel osadit a uvést do provozu řídicí jednotku. Ta totiž distribuuje napájení pro zbylé prvky systému. Jako první signalizace funkčnosti sloužily LED diody u jednotlivých větví napájecího zdroje. Dále jsem měřil, zda jsou správná napájecí napětí na správných místech na konektorech. Všechno souhlasilo. Následoval další test za pomoci programátoru. Ten jsem připojil ke konektoru na řídicí jednotce a z počítače jsem se pokusil spojit s mikrokontrolerem. Mikrokontroler se podařilo načíst a naprogramovat. Zkoušel jsem odečítání teploty z analogového senzoru a to také fungovalo dle očekávání.

6.2 Čelní panel

Na čelním panelu bylo potřeba otestovat několik prvků. Nejprve jsem se pomocí mikrokontroleru na řídicí jednotce pokusil vypsát text na displeji. Výpis fungoval správně. Následně jsem testoval bluetooth modul. Po stisku tlačítka pro zapnutí se rozsvítily signalizační diody. Pomocí mobilního telefonu jsem se k němu úspěšně připojil. Dále jsem testoval funkčnost audio zesilovače. Ke konektorům jsem provizorně připojil sluchátka a z mobilního telefonu pustil hudbu. Zesilovač také fungoval správně. Dále jsem zjišťoval dosah bluetooth signálu mezi modulem a telefonem. Toto měření jsem prováděl v automobilu. Signál byl dostupný ze všech pozic v automobilu. Ve volném prostoru je možné se k bluetooth modulu připojit do vzdálenosti přibližně 6 m. Fotodokumentace zobrazení menu na displeji je umístěna v příloze E

6.3 Digitální modul parkovacího senzoru

Na tomto modulu jsem nejprve testoval funkčnost mikrokontroleru pomocí programátoru. Dále jsem testoval napájecí napětí pro analogový modul, což fungovalo. Dále jsem zkoušel funkci CAN sběrnice. Z digitálního modulu jsem se snažil odeslat zprávu k řídicí jednotce. V obslužném programu v mikrokontroleru tedy proběhla inicializace SPI modulu, inicializace CAN modulu a pak se odesílala čísla od 1 do 100 po CAN sběrnici. Řídicí jednotka pak měla tato data zobrazit na displeji. Tento test však neproběhl správně. Snažil jsem se zjistit příčinu nefunkčnosti CAN sběrnice nejprve pomocí osciloskopu. Měřil jsem, zda mikrokontroler vysílá hodinový signál, potřebný pro komunikaci po rozhraní SPI. Ten byl na pinu mikrokontroleru i obvodu MCP2551 přítomen. Mikrokontroler také vysílal data směrem k obvodu MCP2551. Ten však nijak nereagoval a neodesílal směrem k mikrokontroleru žádná data. Vypadalo to tedy na chybu

- Největší detekovatelná vzdálenost: 2500 mm - úmyslně omezená pomocí obslužného programu

■ 6.5 Základní parametry zkonstruovaného asistenčního systému

Proudový odběr

- samostatná řídicí jednotka - 18,8 mA
- čelním panel se zapnutým bluetooth modulem a displejem bez podsvícení - 24,2 mA
- parkovací senzory - 41,6 mA
- kompletní systém - 84,6mA

Rozsah napájecího napětí

- minimálně: 10 V
- maximálně: 16 V

Dosah bluetooth modulu

- od: 0 mm
- do: 6000 mm

Dosah parkovacích senzorů

- od: 30 mm
- do: 2500 mm

Kapitola 7

Závěr

Mým úkolem bylo zkonstruovat prototyp asistenčního systému do automobilu. To se mi nakonec podařilo jen z části. Nefunkčnost CAN sběrnice totiž způsobuje, že parkovací asistent nedokáže řídicí jednotce předávat data. Tím pádem není možné ani naměřená data zobrazit. Na deskách plošných spojů bohužel nejsou vyvedena žádná další komunikační rozhraní, která by mohla pro přenos dat sloužit. Nabízí se možnost využití komunikačního rozhraní UART, které je vyvedeno na řídicí jednotce a na digitálním modulu parkovacího asistentu tuto sběrnici dodatečně vyvést. To však není dobře proveditelné, protože mikrokontroler na digitálním modulu je v pouzdře QFN, které má rozměry 4x4 mm a není tedy dost dobře možné k němu dodatečně něco připájet.

Nefunkčnost systému by se dala odstranit pouze zkonstruováním nové řídicí jednotky a digitálního modulu parkovacího senzoru.

Jako jedna z možností, jak při návrhu postupovat, by byla z obvodového řešení vypustit obvod MCP2551 a mikrokontrolery nahradit takovými, které by v sobě již obsahovaly implementaci linkové vrstvy protokolu CAN. Takové mikrokontrolery jsou také v nabídce firmy Microchip. Obvod MCP2515 se pak připojuje přímo k mikrokontroleru. Při návrhu by také bylo vhodné vyvést rezervní komunikační sběrnici. Tu by bylo možné v případě závady použít.

Literatura

- [1] Prvky aktivní bezpečnosti. In: *BESIP*. 2012.
<http://www.ibesip.cz/cz/ridic/bezpecne-vozidlo/moderni-technologie-vozidel>.
- [2] Autopříslušenství prvovýbava - Parkovací asistent druhé generace Technika Bosch umožňuje také parkování napříč Ještě snadnější řízení pro řidiče. In: *BOSCH*. 2011.
http://press.bosch.cz/detail.asp?f_id=982.
- [3] In-Vehicle Networking. In: *Freescale.com/automotive*. 2010.
<http://cache.freescale.com/files/microcontrollers/doc/brochure/BRINVEHICLENET.pdf>.
- [4] *LIN Specification Package Revision 2.2A*. 2010.
http://www.cs-group.de/fileadmin/media/Documents/LIN_Specification_Package_2.2A.pdf.
- [5] SCHMID, Markus. Automotive Bus Systems. *Atmel Applications Journal*. 2006, č. 6, s. 29 - 32.
http://www.efo.ru/doc/Atmel/pdf/Atmel_Apps_Journal_6.pdf.
- [6] VLK, František. Elektronické systémy motorových vozidel. In: *Soudní Inženýrství*. 2005.
<http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2005-04-193-212.pdf>.
- [7] RICHARDS, Pat. AN228 A CAN Physical Layer Discussion. In: *Microchip.com*. 2002.
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00228a.pdf>.
- [8] CORRIGAN, Steve. Application Report SLLA270. In: *Ti.com*. 2008.
<http://www.ti.com/lit/an/slla270/slla270.pdf>.
- [9] CAN Specification Version 2.0. In: *Bosch*. 1991.
<http://esd.cs.ucr.edu/webres/can20.pdf>.
- [10] *Katalogový list součástky PW0268*. Pro-wave, 2004.
<http://www.pro-wave.com.tw/pdf/sonaric.pdf>.
- [11] *Katalogový list součástky L78M09CDT-TR*. STMicroelectronics, 2014.
<http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00000447.pdf>.
- [12] *Katalogový list součástky MCP1703*. Microchip, 2010.
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/22049e.pdf>.
- [13] *Katalogový list součástky PIC16F1509*. Microchip, 2011.
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41609A.pdf>.
- [14] *Katalogový list Součástky MCP2515*. Microchip, 2005.
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21801d.pdf>.
- [15] *Katalogový list součástky MCP2551*. Microchip, 2010.
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21667f.pdf>.

-
- [16] *Katalogový list součástky MCP9700*. Microchip, 2009.
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/21942e.pdf>.
- [17] *Katalogový list součástky PIC18F45K22*. Microchip, 2012.
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41412F.pdf>.
- [18] *Katalogový list součástky TPA6133A2*. Texas Instruments, 2013.
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tpa6133a2.pdf>.
- [19] COOMBS, Mark. *Údržba a opravy automobilů Škoda Felicia 1.3, 1.3MPi, 1.6MPi a 1.9 diesel od 1995*. 1. vyd. vyd. České Budějovice: Kopp, 1999.

Příloha A

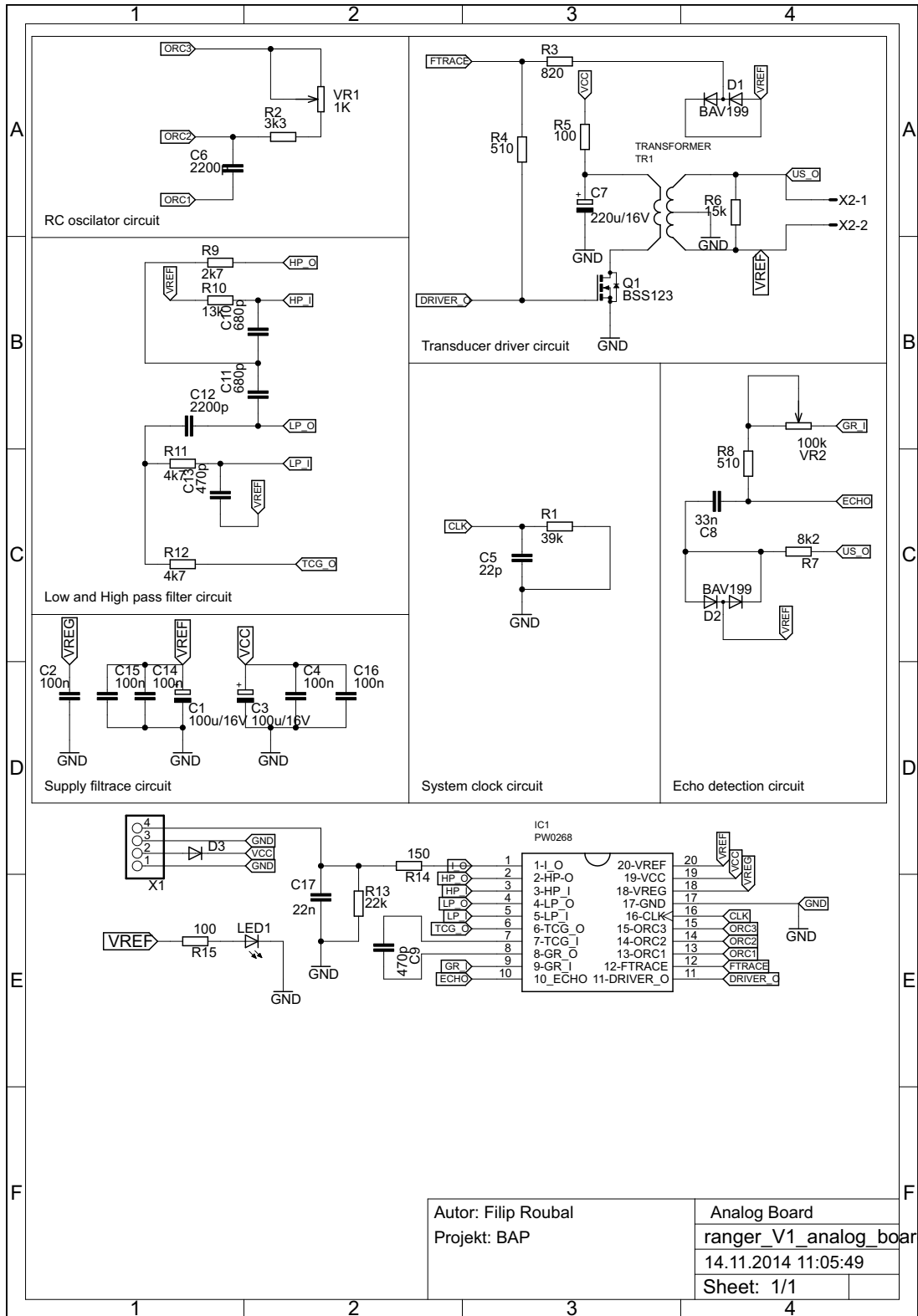
Zkratky a symboly

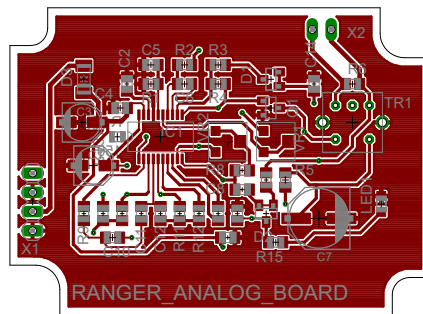
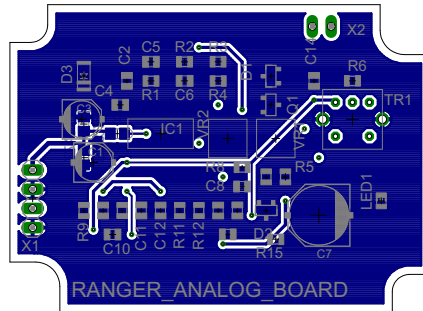
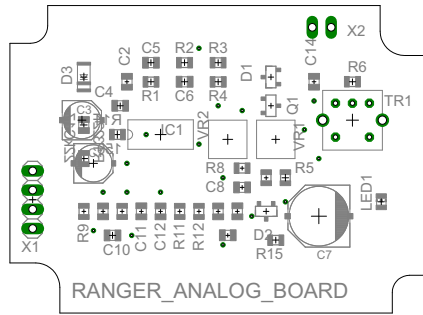
HandsFree	Technické zařízení, které umožňuje používat mobilní telefon, bez nutnosti ovládat jej za pomoci rukou.
ABS	Antiblokovací systém brzd.
ASR	Systém regulace prokluzu.
ESP	Regulace jízdní dynamiky.
BAS	Brzdový asistent.
HSA	Asistent rozjezdu do kopce.
ESC	Elektronická kontrola stability.
LED	Luminescenční dioda
GmbH	Obdoba zkratky pro společnost s ručeným omezením v německy mluvících zemích
LIN	Local Interconnect Network
CAN	Controller Area Network.
UART/SCI	Universal Asynchronous Receiver and Transmitter - zařízení pro sériovou komunikaci
TDMA	Time Division Multiple Access - časové dělení přenosového pásma.
MOST	Media Oriented Systems Transport.
ISO	Mezinárodní organizace pro standardizaci.
CRC	Cyklický redundantní součet.
ID	Identifikace
MSB	Nejvýznamnější bit.
LSB	Nejméně významný bit.
SPI	Seriové periferní rozhraní.
PCB	Deska plošných spojů.
QFN	Typ pouzdra pro povrchovou montáž.
AVRCP	Protokol pro kontrolu audio a video zařízení
UTP	Nestíněná kroucená dvoulinka

Příloha B

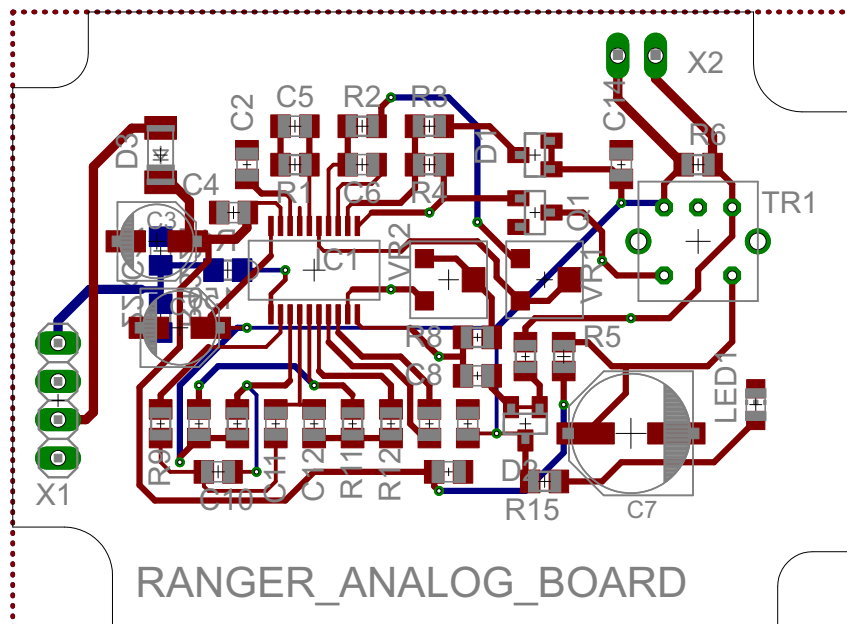
Analogová část modulu

- První strana: Kompletní schéma zapojení analogové části parkovacího senzoru
- Druhá strana: Osazovací výkres, návrh spodní, vrchní strany desky plošného spoje v poměru 1:1 a detail plošného spoje bez rozlité mědi v poměru 2:1





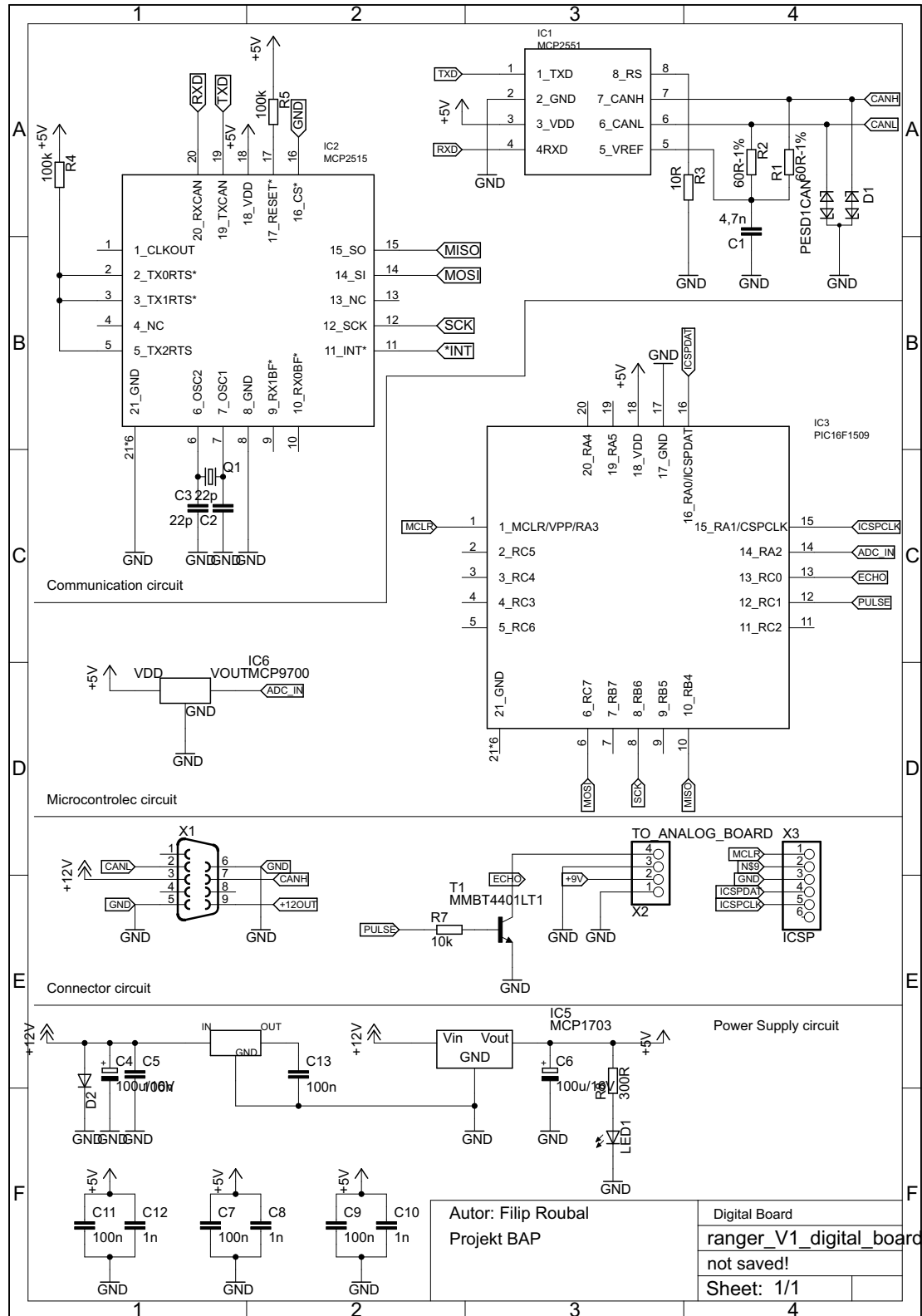
+

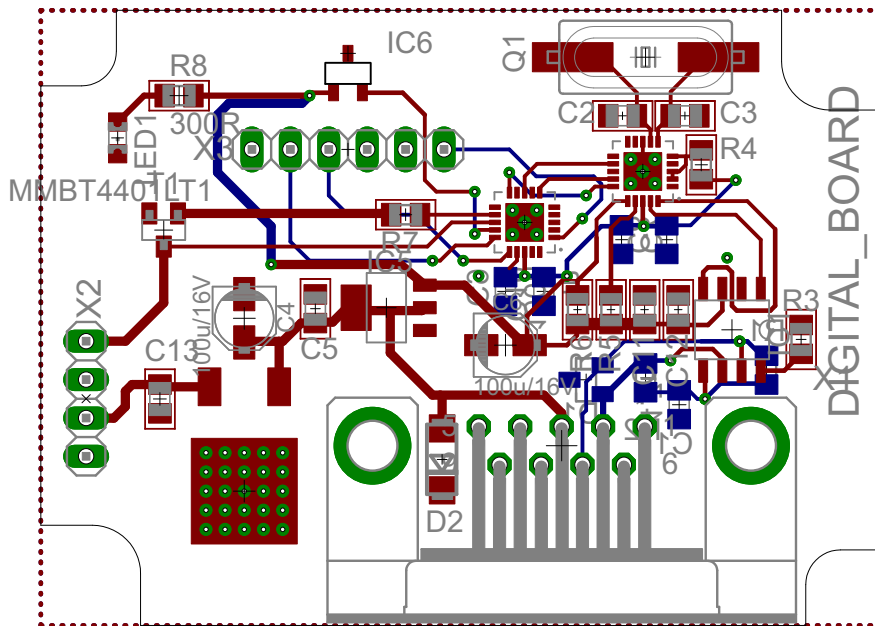
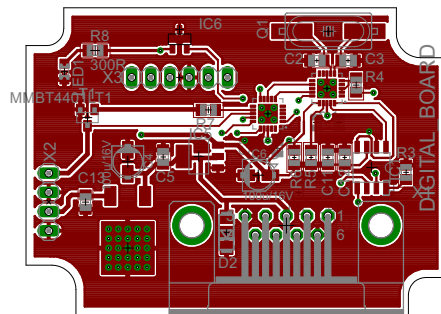
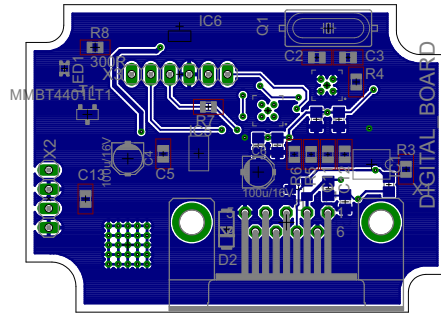
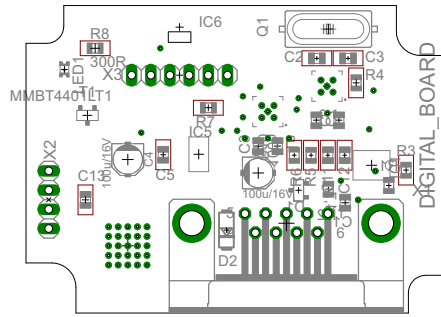


Příloha C

Digitální část modulu

- První strana: Kompletní schéma zapojení digitální části parkovacího senzoru
- Druhá strana: Osazovací výkres, návrh spodní, vrchní strany desky plošného spoje v poměru 1:1 a detail plošného spoje bez rozlité mědi v poměru 2:1

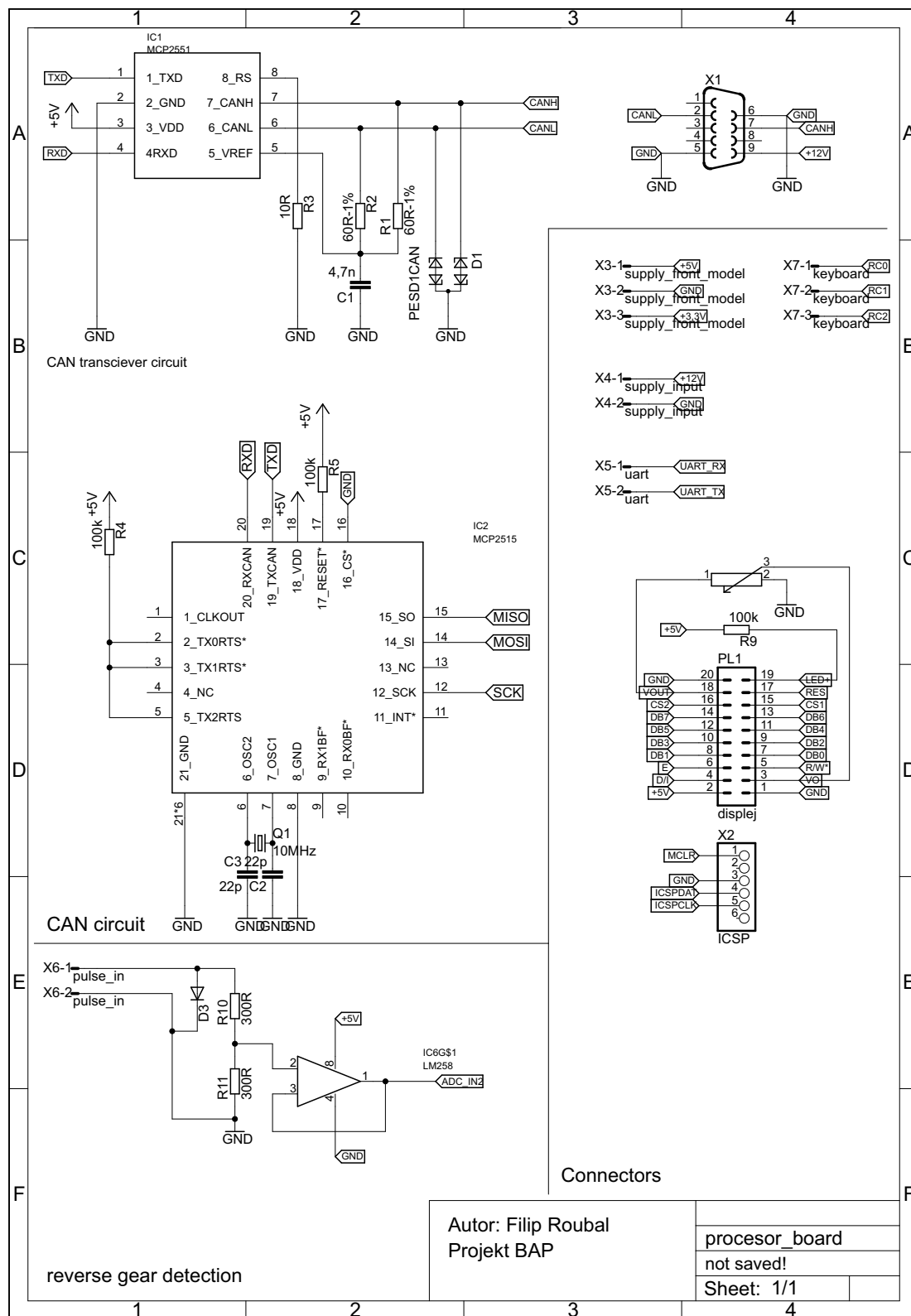




Příloha D

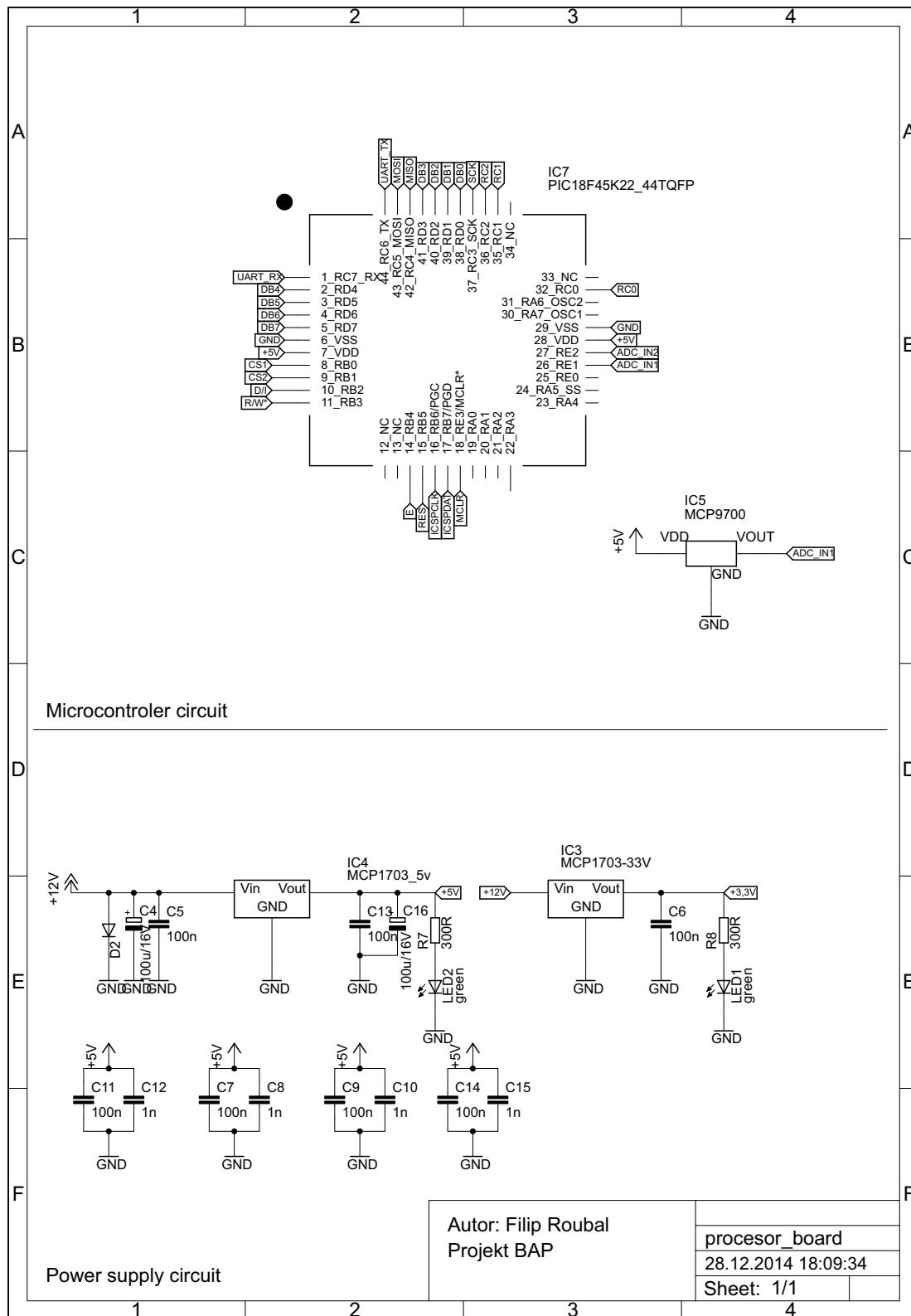
Řídicí jednotka

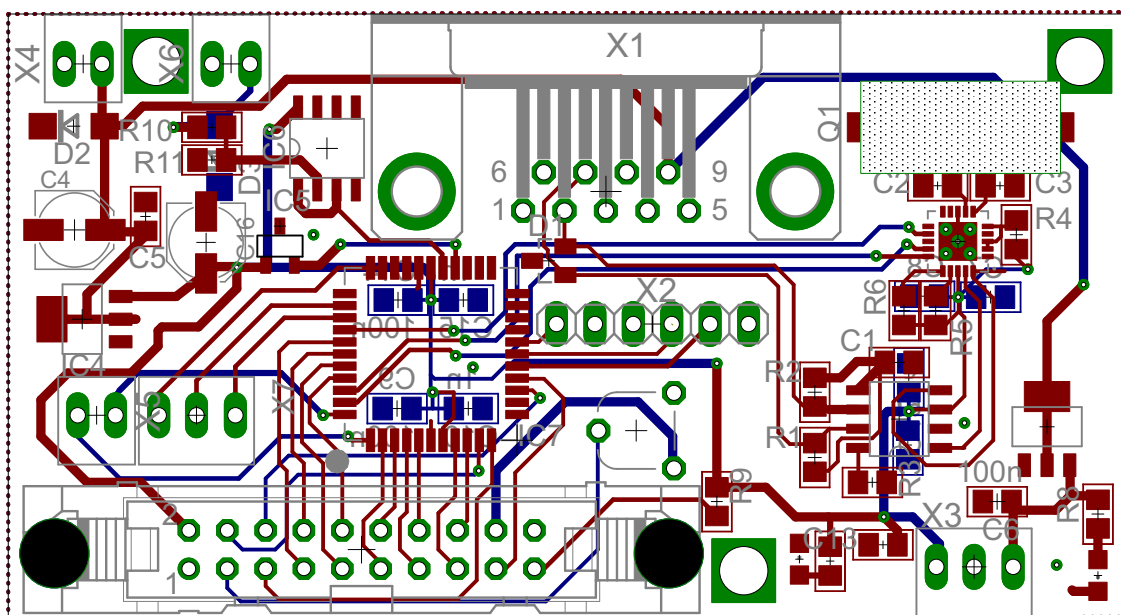
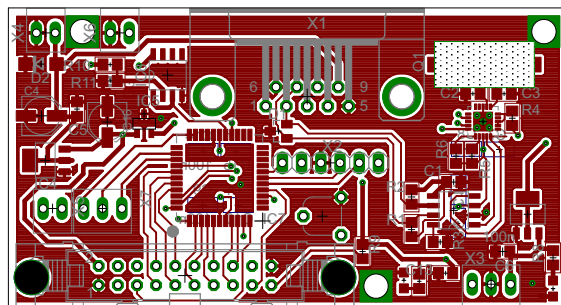
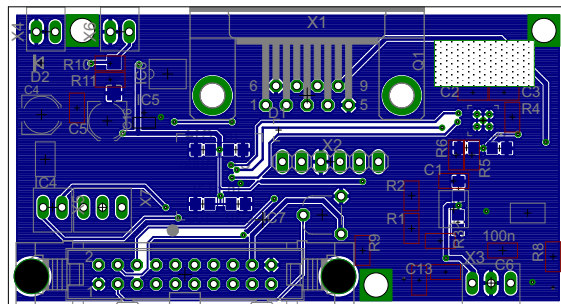
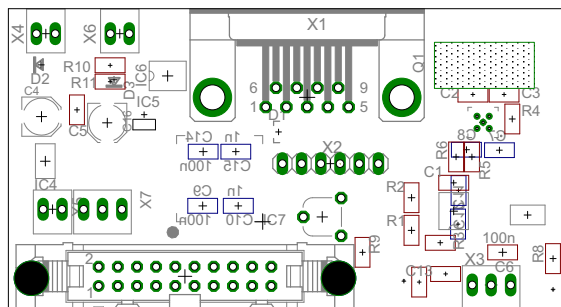
- První strana: První část schématu zapojení řídicí jednotky
- Druhá strana: Druhá část schématu zapojení řídicí jednotky
- Třetí strana: Osazovací výkres, návrh spodní, vrchní strany desky plošného spoje v poměru 1:1 detail plošného spoje bez rozlité mědi v poměru 2:1



Autor: Filip Roubal
Projekt BAP

procesor_board
not saved!
Sheet: 1/1





Příloha E

Zobrazovací jednotka a bluetooth audio

- První strana: Kompletní schéma zapojení zobrazovací jednotky
- Druhá strana: Osazovací výkres, návrh spodní, vrchní strany desky plošného spoje v poměru 1:1
- Třetí strana: Chod displeje

