

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Parkovací asistent

Vedoucí práce: Ing. Michal Kubík, Ph.D.

Autor: Bc. Jan Linhart

2012

Anotace

Tato práce přináší ucelený přehled a informace o současně používaných systémech pomoci při parkování ve vozech značky Škoda. Po srovnání následuje rozšíření funkcionality parkovacího asistentu PLA 1.5 na PLA 2.0 používanou ve vozech VW. Tato úprava byla nastavena a otestována pro použití v sériové výrobě. V závěru práce přináší úvahy o možnosti dalšího rozšíření a zdokonalení systému. Práce je veřejná, dodatek k této diplomové práci podléhá utajení, neboť obsahuje důvěrné informace společností Škoda Auto a.s. a Valeo Schalter und Sensoren GmbH. Dodatek práce bude dostupný ve společnosti Škoda Auto a.s., ve vývoji elektroniky a elektroniky vozu, v oddělení TML/4 – Asistenční systémy řidiče.

Klíčová slova

Asistenční systémy řidiče, parkovací asistent, ultrazvuk, testování, ultrazvukový senzor

Abstract

This work brings compacted overview about actual used systems for helping by parking in Skoda cars. After comparison follows expansion of functionality by park assistant PLA1.5 to PLA 2.0 used by VW cars. This modification was set and tested for using in production.

In conclusion this work brings considerations about possibilities of the next extension and improvement of this system. This work is public, addendum to this work is subject to concealment, because includes secret informations of companies Skoda Auto a.s. and Valeo Schalter und Sensoren GmbH. This addendum will be accessible in the company Skoda Auto a.s., in the Car electric and electronics department, TML/4-Assistant systems for driver.

Key words

Assistant systems for driver, Park Assistant, ultrasonic, testing, ultrasonic sensor

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 7. 5. 2012

Jan Linhart

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval za podporu ze strany Fakulty elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni, zejména konzultantovi Ing. Michalu Kubíkovi, Ph.D., dále společnosti Škoda Auto a.s., zejména Ing. Janu Obermannovi, Ph.D. a Ing. Jiřímu Sobotkovi za umožnění studia, cenné rady a připomínky nejen k mé práci. V neposlední řadě patří poděkování společnosti Valeo Schalter und Sensoren GmbH, zejména Dipl.Ing. Christianu Follrichovi za informace a cenné rady ohledně technických detailů systému PLA. Velké poděkování patří také rodině a blízkým za podporu při studiu.

OBSAH

OBSAH	7
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	8
1.ÚVOD	9
1.1.Definice a fyzikální vlastnosti ultrazvuku	9
1.2.Systémy pomoci při parkování	9
2.SYSTÉMY POMOCI PŘI PARKOVÁNÍ	11
2.1.PDC – Systém pomoci při parkování	11
2.2.OPS – Optický parkovací systém	12
2.3.PLA – Parkovací asistent	13
2.3.1.Základní součásti systému PLA	14
2.3.2.Blokové schéma systému	17
2.4.Výhody a nevýhody systémů pomoci při parkování	18
3.DŮVOD PRO PŘECHOD Z PLA1.5 NA PLA 2.0	20
3.1.Základní vlastnosti systému PLA jednotlivých generací	20
4.PŘESTAVBA VOZU SK462 2 0002 Z PLA 1.5 NA PLA 2.0	21
4.1.Prověření dat z hlediska zástavby senzorů ve vhodné poloze	21
4.2.Přestavba na PLA 2.0	25
4.3.Parametrizace systému PLA 2.0	29
4.4.Výsledky testování	31
4.4.1.Výsledky systému PDC	31
4.4.2.Výsledky systému PLA	33
4.4.3.Možnosti doladění systému	39
5.SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ SYSTÉMU A MOŽNOSTI ZDOKONALENÍ	41
5.1.Shrnutí vlastností systému PDC a PLA	41
5.2.Možné zdokonalení systému	41
POUŽITÉ ZDROJE	43
SEZNAM OBRÁZKŮ	44

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PDC – Park Distance Control – pomoc při parkování

PLA – Park Lenk Assistant – parkovací asistent

OPS – Optical Park System – optický parkovací systém

ESP – Electronic Stability Program – program jízdní stability vozu

CAN – Control Area Network – datová sběrnice

ML – určení roviny v datech

HL – Hinten Links – zadní levý senzor

HR – Hinten Rechts – zadní pravý senzor

HRM – Hinten Rechts Mitte – zadní pravý střední senzor

HLM – Hinten Links Mitte – zadní levý střední senzor

HRS – Hinten Rechts Seite – zadní pravý stranový senzor

HLS – Hinten Links Seite – zadní levý stranový senzor

VL – Vorne Links – přední levý senzor

VR – Vorne Rechts – přední pravý senzor

VLM – Vorne Links Mitte – přední levý střední senzor

VRM – Vorne Rechts Mitte – přední pravý střední senzor

VLS – Vorne Links Seite – přední levý stranový senzor

VRS – Vorne Rechts Seite – přední pravý stranový senzor

1. Úvod

1.1. Definice a fyzikální vlastnosti ultrazvuku

Pro specifikaci ultrazvuku použijí velmi často uváděnou definici, tato je převzata z internetové encyklopedie Wikipedie [1].

Ultrazvuk je akustické vlnění, jehož frekvence leží nad hranicí slyšitelnosti lidského ucha, tedy nad hranicí zvuku – tj. přibližně 20kHz. Ultrazvuk má stejnou fyzikální podstatu jako zvuk, avšak lidské ucho ho neslyší. Určitou část spektra ultrazvukového vlnění však slyší některá zvířata – např. netopýr, pes...

Jako zdroj ultrazvuku je možno použít např. mechanické vlnění na základě piezoelektrického jevu. Vlivem periodicky procházejícího proudu přes destičku z vhodného materiálu se materiál destičky rozpíná a smršťuje. Vlivem těchto deformací dochází k mechanickému kmitání.

Využití ultrazvuku je možné pro lékařské účely (např. sonografie – ultrazvukové vlnění prochází tělem a odráží se od jednotlivých orgánů nebo přechodů mezi tkáněmi s různou akustickou impedancí). Dalším oborem pro využití ultrazvuku je např. zjišťování homogenity materiálu, čištění předmětů. V neposlední řadě je ultrazvuk vhodný pro echolokaci – zjišťování polohy a vzdálenosti předmětů.

U senzorů používaných pro zjišťování vzdálenosti předmětů pracujeme přibližně na frekvenci 38kHz.

1.2. Systémy pomoci při parkování

Systém pomoci při parkování ve vozech značky Škoda Auto – jedná se o asistenční systém, jenž dokáže poskytnout řidiči informace pro bezpečnější a snazší parkovací manévry. Předává informaci o překážkách nacházejících se kolem vozu.

Základní asistenční systémy pomoci při parkování:

PDC – Park Distance Control – Pomocník při parkování

OPS – Optical Park System – Optický parkovací systém

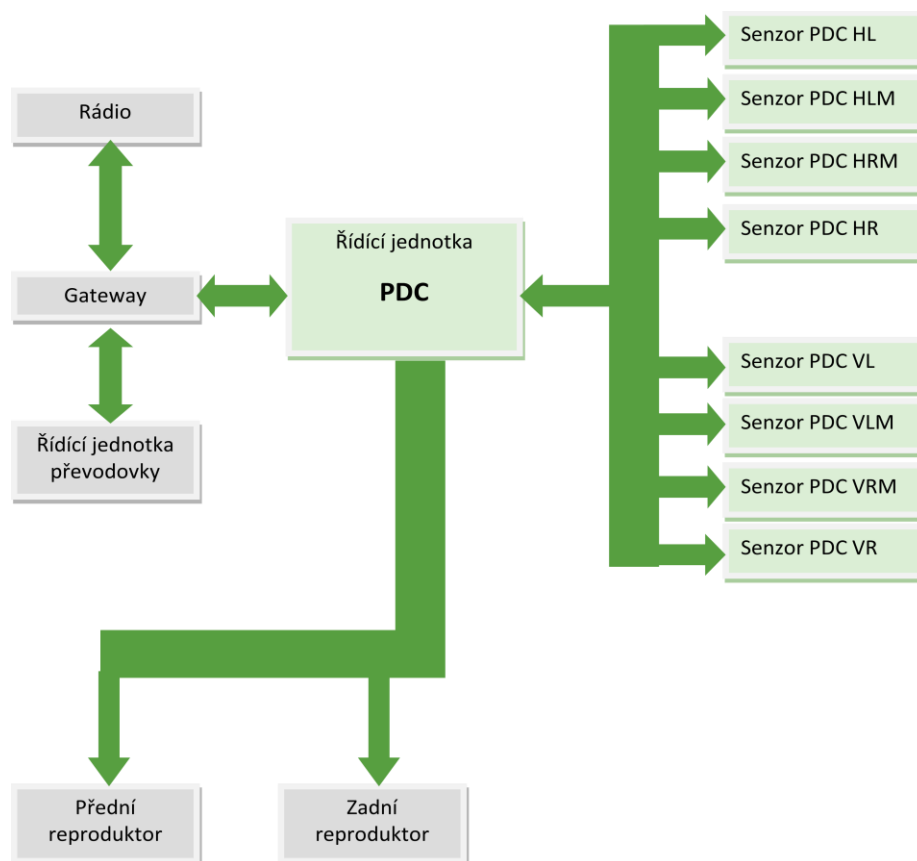
PLA – Park Lenk Assistant – Automatické parkování

2. Systémy pomoci při parkování

2.1. PDC – Pomocník při parkování

Systém PDC je tvořen ultrazvukovými senzory. Systém se dělí na přední a zadní PDC. Podle velikosti vozu jsou použity systémy s různým počtem kanálů (každý ultrazvukový senzor představuje jeden kanál). PDC je nyní ve 3 a 4 kanálové verzi (jedná se o zadní PDC). Další možná varianta je 8-mi kanálový systém, který má 4 kanály vpředu a 4 kanály v zadní části vozu.

Zapojení systému do vozu popisuje následující obrázek:



Obr. 01 – Blokové schéma zapojení 8k PDC

Jedná se o pasivní asistenční systém, který řidiče akusticky a opticky informuje o situaci kolem vozu. Tento systém nijak nezasahuje do řízení vozu.

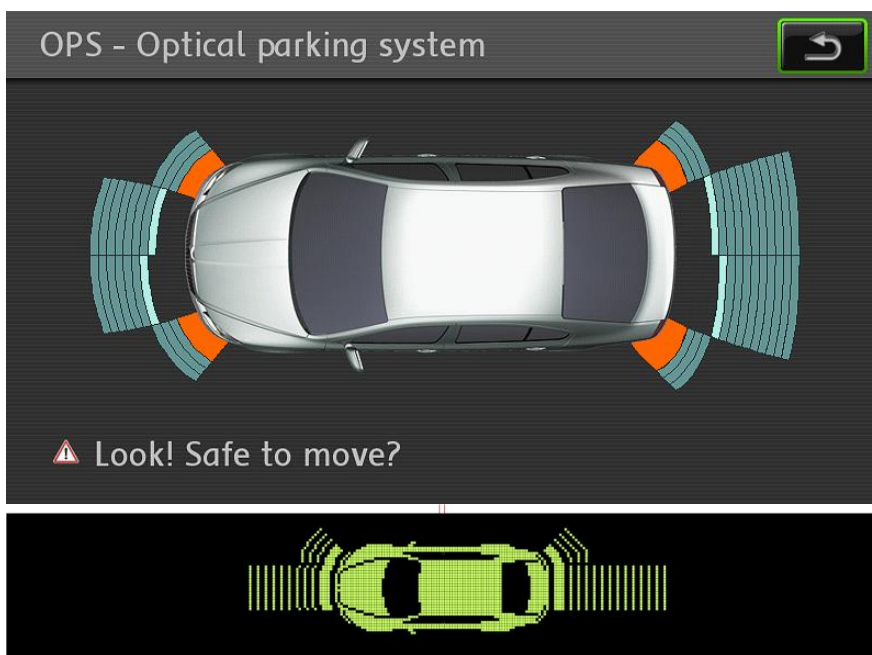
System se aktivuje automaticky při zařazení zpátečky, v případě 8k PDC je možná aktivace i pomocí tlačítka.



Obr. 02 – Tlačítko systému PDC

2.2. OPS - Optický parkovací systém

Jedná se o doplňkovou funkci k systému PDC. Na zobrazovací jednotce se řidiči zobrazuje vzdálenost od dané překážky. Zobrazení je rozděleno na jednotlivé sektory. Jeden sektor odpovídá jednomu kanálu. Tato doplňková funkce je dostupná pouze v kombinaci s originálním autorádiem, případně navigační jednotkou.



Obr. 03 – Zobrazení 8k OPS na současných zobrazovacích jednotkách [4]

2.3. PLA – Parkovací asistent

System pracuje s informací od osmi-kanálového parkovacího systému PDC. Je navíc doplněn o přední boční senzory, které slouží pro měření parkovací mezery. Jedná se tedy o 10-ti kanálový systém.

Jedná se o aktivní asistenční systém, který zasahuje do řízení. Jedná se ve své podstatě o poloautomatický parkovací systém.

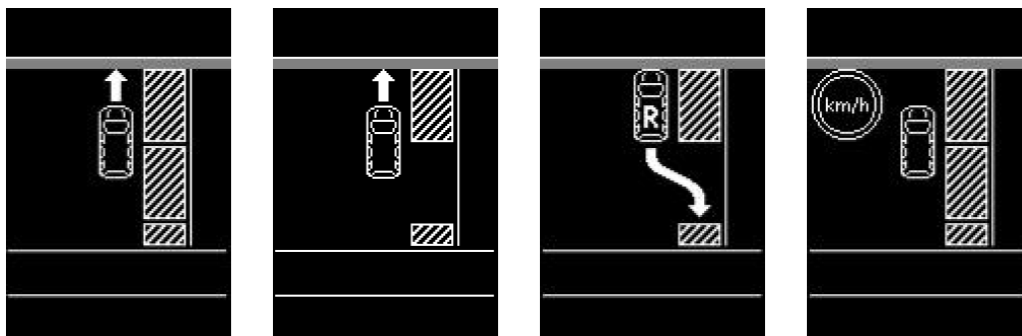
System se aktivuje stisknutím příslušného tlačítka.



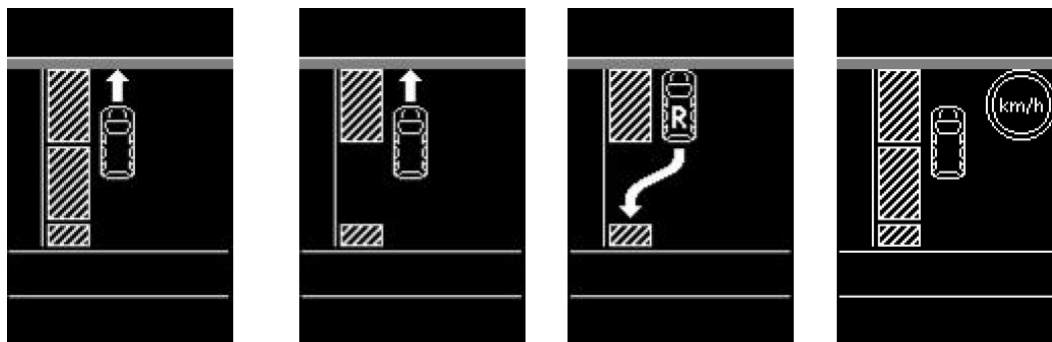
Obr. 04 – Tlačítko systému PLA

Z uživatelského hlediska je systém ovládán přes multifunkční ukazatel ve sdruženém přístroji. Na tomto displeji je řidič informován o průběhu parkování a zároveň dostává řidič instrukce, co má aktuálně dělat. Na řidiči zůstala nutnost v případě automatické převodovky pouze zařadit požadovaný rychlostní stupeň a ovládat brzdu. V případě mechanické převodovky musí navíc ovládat spojkový pedál.

Zde jsou znázorněny jednotlivé obrazovky, které se zobrazují na multifunkčním ukazateli.



Obr. 05 – Zobrazené hlášky pro podélné parkování na pravou stranu



Obr. 06 – Zobrazené hlášky pro podélné parkování na levou stranu

2.3.1. Základní součásti systému PLA

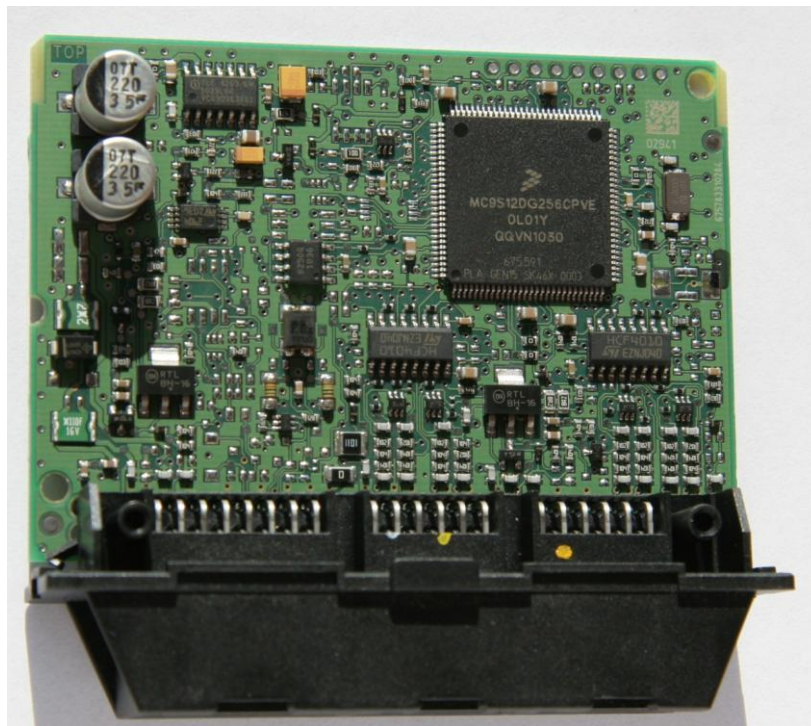
System pomoci při parkování se skládá z následujících součástí:

Tlačítko pro ovládání systému (viz předchozí kapitola)

Řídící jednotka PLA



Obr. 07 – Jednotka systému PLA 1.5



Obr. 08 – Pohled do jednotky PLA 1.5

Senzory PDC

Vyzařovací charakteristika tohoto senzoru dosahuje do vzdálenosti cca 2m od senzoru



Obr. 09 – Ultrazvukový senzor PDC s těsněním

Senzory PLA

Vyzařovací charakteristika tohoto senzoru dosahuje do vzdálenosti cca 4m od senzoru



Obr. 10 – Porovnání senzoru PDC (vlevo) a PLA (vpravo) [2]

Reproduktor

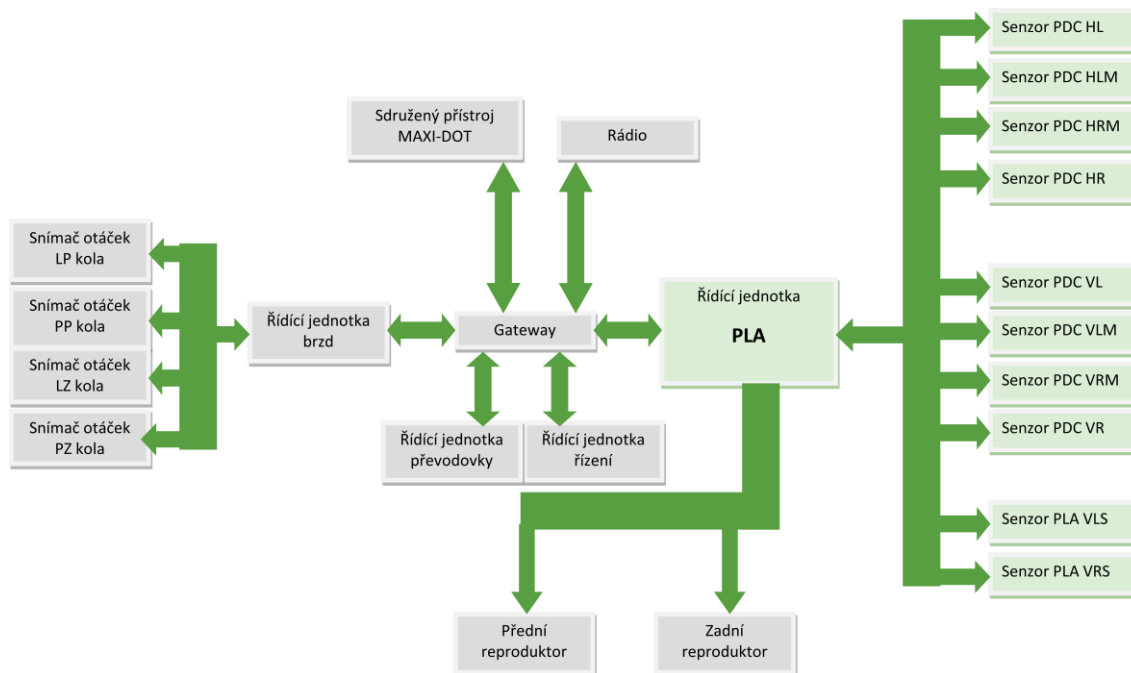


Obr. 11 – Reproduktor pro PDC

System PLA potrebuje pro svoji cinnost nekolik informaci od vozu. Informace jsou dulezite, aby system vedel, co se s vozem deje. Zakladni komunikace probiha pres sbernici CAN, odkud si jednotka PLA bere informace od ridiaci jednotky rizeni, ridiaci jednotky brzd, motorove jednoty a ridiaci jednotky prevodoveho ustroji.

2.3.2. Blokové schéma systému

Základní komunikační řetězec popisuje následující schéma:



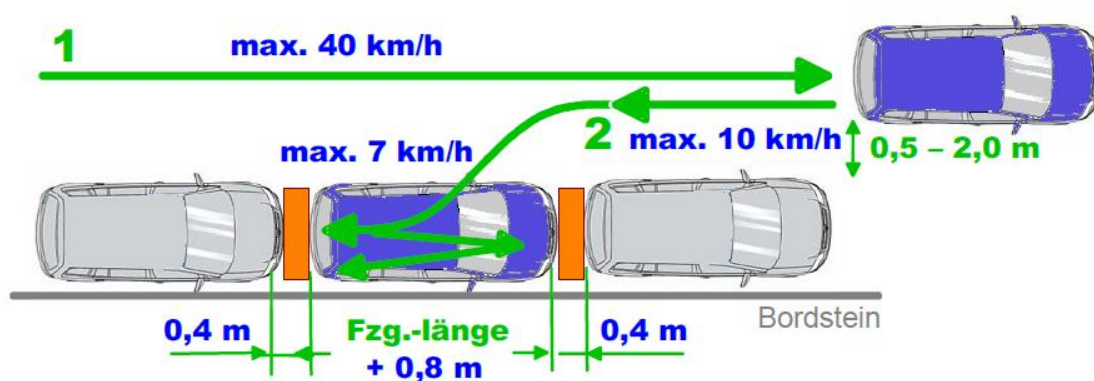
Obr. 12 – Blokové schéma systému PLA 1.5

Důležitou věcí, kterou je nutné znát, je křivka řízení. V základu se vychází z teoretických hodnot, ale tyto hodnoty je nutno prakticky ověřit. Více o tomto ověření je uvedeno v samostatné kapitole dodatku diplomové práce.

Na základě informace od senzoru PLA, který měří rozměry (délku a hloubku) parkovací mezery, si jednotka PLA určí trajektorii vozu, jak zajet do vybrané parkovací mezery. Zde jednotka požaduje informaci od převodovky, aby věděla, jaký rychlostní stupeň je aktuálně zařazen. Dále potřebuje informaci od jednotky brzd o rychlosti vozidla a hlavně informaci od čidel ESP, které počítají otáčky každého kola. Nutná je také informace od ESP (jednotka ESP má integrované čidlo podélného a příčného zrychlení). Tato informace je důležitá pro přesné určení polohy vozu, pokud by došlo např. k prokluzu kol nebo posunu vozidla smykem. V tu dobu by chyběly impulsy od čidel signalizující otočení kola a řídicí jednotka PLA by nebyla schopna detekovat pohyb vozu (byl by vypočten chybný údaj o aktuální poloze vozu). Poté by vozidlo směřovalo

do parkovací mezery po trajektorii, které sice odpovídá vypočtené, ale nikoliv skutečné poloze vozu. Z tohoto důvodu je v případě zásahu systému ESP činnost PLA ukončena a je nutné parkovací manévr dokončit ručně, nebo z parkovací mezery vyjet a nechat vozidlo znovu zaparkovat pomocí asistenčního systému PLA.

Jednotka PLA si také hlídá maximální rychlost vozidla při parkování. Zde je dáno omezení ze strany reakční doby řidiče a z rychlosti otáčení volantu. Dojde-li k překročení stanovené rychlosti vozidla při parkování, vozidlo aktivuje brzdy a samo si přibrzdí na požadovanou rychlost.



Obr. 13 – Popis parkování s PLA 1.5 [4]

2.4. Výhody a nevýhody systémů pomoci při parkování

Při posouzení těchto systémů začneme s výhodami.

Základní plusem těchto systémů je bezpečnost při parkování. Řidič nemůže současně sledovat všechny strany svého vozu, tento systém je schopen řidiče akusticky upozornit buď na stabilní překážku (např. zeď, vysoký obrubník či další překážku, která není vidět ve zpětném zrcátku a může poškodit vozidlo) nebo na pohyblivou překážku (např. vstoupení chodce nebo zvířete do jízdní dráhy vozu) vyskytující se za vozem (v případě použití 8k systému i před vozem).

Se systémem PLA 1.5 jsou schopny do podélné mezery zaparkovat i méně zruční řidiči, kteří nejsou schopni např. odhadnout délku potřebné podélné parkovací mezery. Systém jednoduše najde vhodnou mezeru a do mezery ve vzájemné spolupráci s řidičem zaparkuje.

Systémy pomoci při parkování mají samozřejmě také své nevýhody.

Základní problémem těchto systémů je šíření ultrazvuku. To je silně závislé na okolní teplotě a vlhkosti. V závislosti na teplotě a vlhkosti dochází ke změně dosahu. Nejideálnější dosah je při laboratorních podmínkách – tj. při teplotě kolem 20°C. Při vyšších nebo naopak nižších teplotách a nižší vlhkosti se šíření ultrazvuku zhoršuje.

Další problém je s předměty, které má systém identifikovat. V okolí se mohou vyskytovat předměty, které nejsou schopné dostatečně odrazit ultrazvukové vlny. Tento problém je např. u čerstvě napadaného sněhu, který není dostatečně odrazivý. Překážky pokryté tímto sněhem nemusí být včas rozpoznány ultrazvukovými senzory.

3. Důvod pro přechod z PLA 1.5 na PLA 2.0

Systém PLA v současné verzi 1.5 je schopen nalézt podélnou parkovací mezeru a do této mezery zaparkovat. Zde narážíme na základní nedostatek tohoto systému – většinou se vyskytují příčné parkovací mezery. Pro zaparkování do příčné mezery průběžně dostávat informace o vzdálenosti parkujícího vozu od překážek nacházejících se na boku vozu.

Za tímto účelem byly přidány 2 senzory typu PDC (pro tento účel mají dostatečný dosah), které hlídají dostatečnou vzdálenost od vedlejších vozů.

Doplňující funkcí systému PLA 2.0 je funkce automatického vyjetí z parkovacího místa. Po nastartování vozu a stisknutí tlačítka se na sdruženém přístroji objeví hláška navádějícího řidiče k zařazení zpátečky a zapnutí směrového ukazatele na stranu vyjetí vozu. Tímto se aktivuje manévr vyparkování a řidič je naváděn stejným způsobem jako v případě parkování.

3.1. Základní vlastnosti systému PLA jednotlivých generací

Rozdíly mezi jednotlivými generacemi systému PLA popisuje následující obrázek:

	PLA 1.0	PLA 1.5	PLA 2.0
rychlost skenování	< 30km/h	< 30km/h	< 40km/h
odstup při skenování	0,5-1,5m	0,5-1,5m	0,5-1,5m
rychlost parkování	< 7km/h	< 7km/h	< 10km/h
zajetí do parkovací mezery	jednoduché	vícenásobné	Vícenásobné
min. délka mezery	auto+1,4m	auto+1m	auto+0,8m
podélné parkování	ANO	ANO	ANO
příčné parkování	NE	NE	ANO
vyparkování	NE	NE	ANO
ochrana boků vozidla	NE	NE	ANO

Obr. 14 – Přehled generací systému PLA

4. Přestavba vozu SK462 2 0002 z PLA 1.5 na PLA 2.0

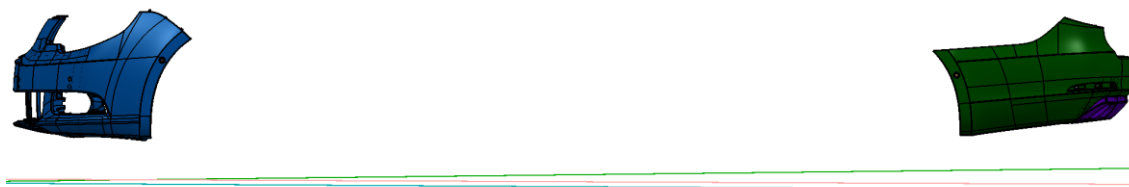
4.1. Prověření dat z hlediska zástavby senzorů ve vhodné poloze.

Došlo k prošetření ploch nárazníků vozidla Škoda Superb Combi z hlediska úhlů ploch vůči rovině vozu. Veškeré činnosti na datech probíhaly v software Catia V5.

V datovém stavu má vozidlo 3 základní roviny, označované jako ML roviny.

- ML1 – rovina vozu na zvedáku (karoserie v rovině)
- ML2 – rovina vozu zatíženého pouze řidičem a spolujezdcem
- ML3 – rovina plně zatíženého vozu (plný zavazadlový prostor)

Pro lepší představu jsou roviny vyznačeny na následujícím obrázku. Rovina ML2 je vyznačena zelenou barvou, rovina ML3 je vyznačena modře.



0.103

Obr. 15 – Znárodnění ML rovin vozu Škoda Superb Combi

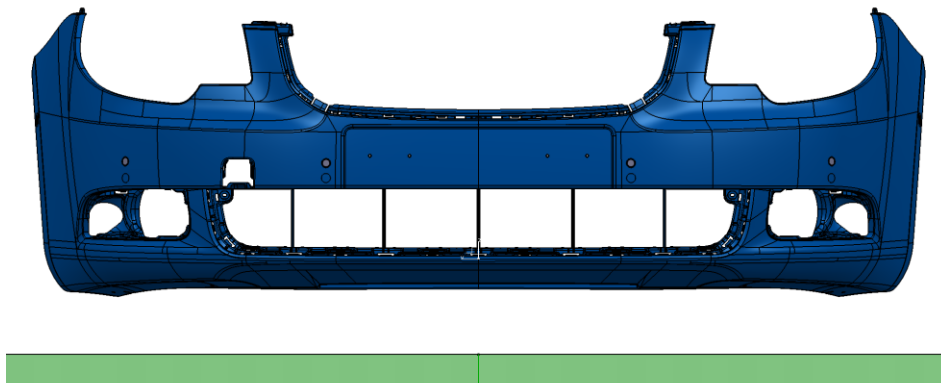
Senzory v přední části vozu ustavujeme k ML2 rovinně (jedná se o rovinu, ve které je vozidlo přední částí nejvíce nakloněno k vozovce). Senzory umístěné v zadním nárazníku ustavujeme k rovině ML3 (tj. vozidlo je zadní částí nejvíce nakloněno k vozovce). Jedná se tedy o mezní stavy, ke kterým může při standardním užívání vozu dojít.

Bylo nutné prošetřit také okolí nárazníku, aby se senzory nenacházely v kolizi s jinou částí vozu. Důležitý požadavek je senzory umístit mimo výztuhu předního nárazníku. Hlavním důvodem je bezpečnostní hledisko, především ochrana chodců.

Zástavba vychází z doporučení dodavatele. V doporučení je uvedeno několik základních parametrů, které když dodržíme, měl by systém bez větších komplikací fungovat. Vzhledem k designu automobilu je však velký problém pohybovat se v této doporučené oblasti, pokud chceme použít neviditelné držáky ultrazvukových senzorů. U neviditelných držáků senzorů je tento problém částečně eliminován, neboť nemusíme brát velký důraz na úhel okolní plochy.

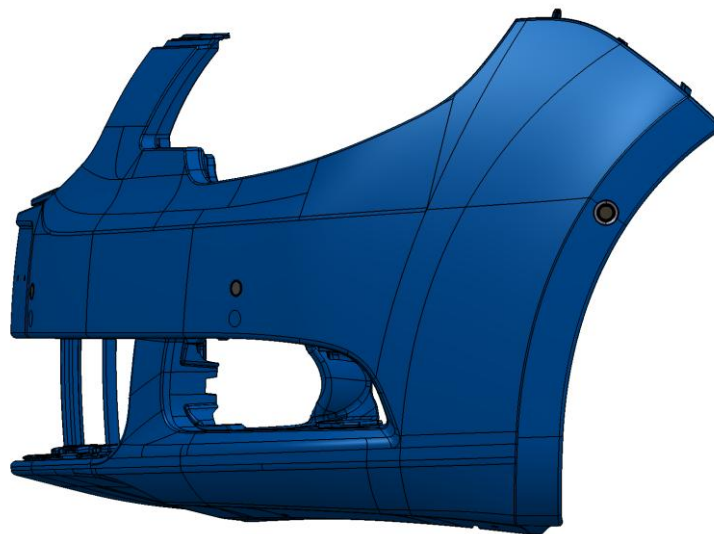
Pro lepší představu a pochopení problematiky je v dodatku diplomové práce uvedena specifikace dodavatele pro zástavbu ultrazvukových senzorů.

Z této specifikace vzhledem k designu nárazníků vozu došlo k finální poloze zástavby senzorů v této podobě (přesné polohy vč. rozměrů a úhlů jsou obsaženy v dodatku této práce).



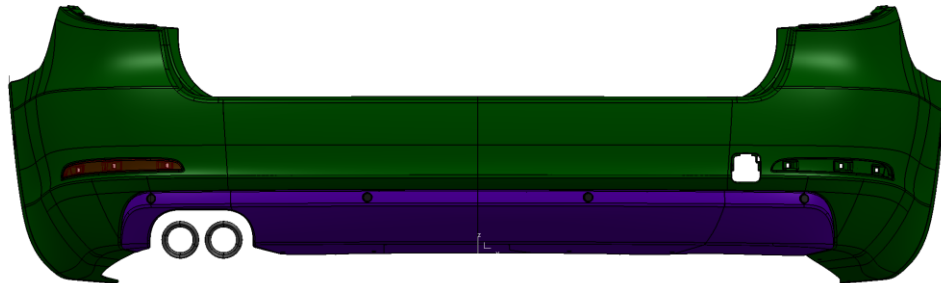
0.273

Obr. 16 – Přední nárazník se zástavbou senzorů – čelní pohled



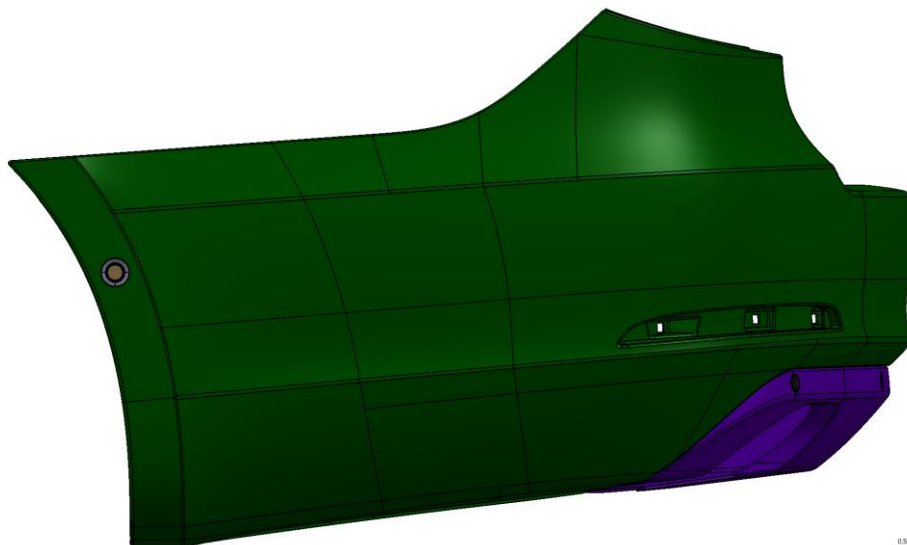
0.483

Obr. 17 – Přední nárazník se zástavbou senzorů – boční pohled



0.081

Obr. 18 – Zadní nárazník se zástavbou senzorů – čelní pohled



0.038

Obr. 19 – Zadní nárazník se zástavbou senzorů – boční pohled

Po dokončení zástavby senzorů v datech bylo potřeba udělat držáky těchto senzorů, které se vlepují s vnitřní strany nárazníku. Pro konstrukci držáků byl použit model již hotového držáku, u kterého došlo k naklopení křidélek dosedacích ploch.

Po dokončení modelů finálních držáků došlo z vyhotovení těchto držáků. Vzhledem ke kusové výrobě bylo z časových a finančních důvodů přistoupeno k výrobě formou 3D tisku. Tento úkol byl zadán externí firmě vlastníci tuto technologii výroby.



Obr. 20 – Držák HLS senzoru PDC

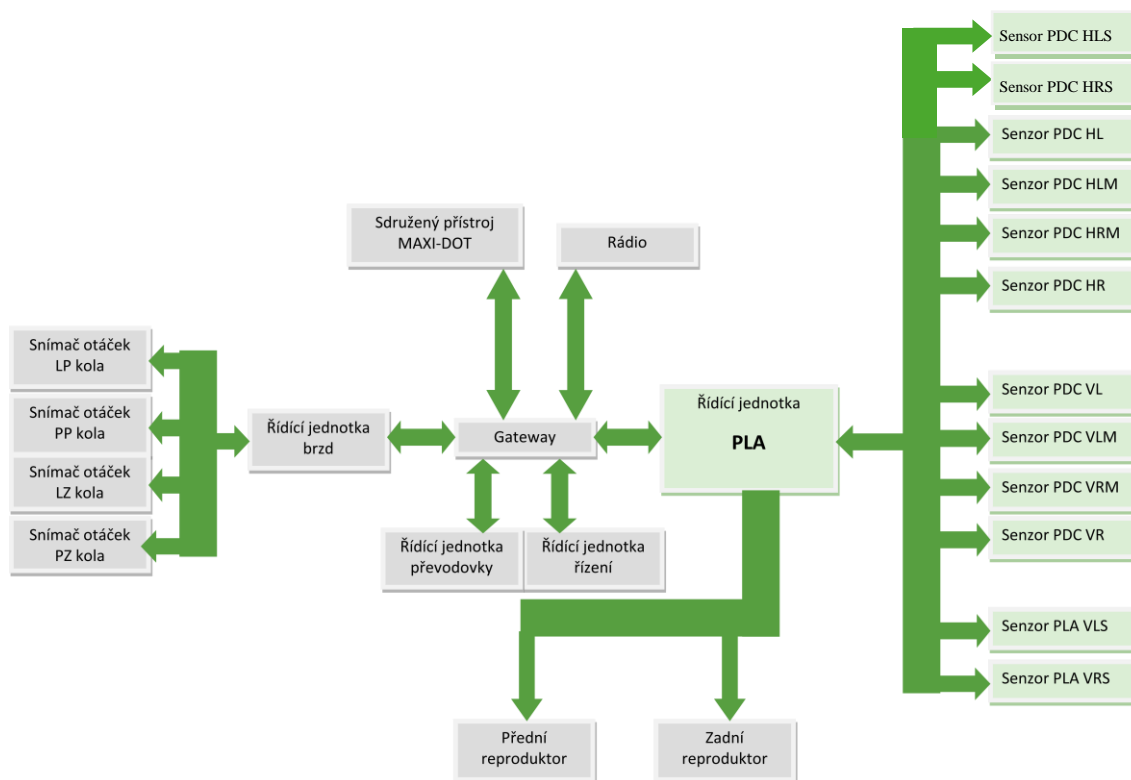
Po obdržení hotových držáků bylo možné přistoupit k praktickému zastavení systému PLA 2.0 do vozu Škoda Superb Combi. Pro snazší zástavbu bylo vybráno vozidlo vybaveno první generací tohoto systému. Tato varianta ušetřila čas pro přestavbu, neboť velká část kabelových svazků a další výbavy potřebné pro systém PLA již byla ve voze zabudována.

4.2. Přestavba na PLA 2.0

Základní body pro hardwarový upgrade stávajícího systému PLA 1.5 generace na PLA 2.0

- Přidání 2 senzorů PDC
- Výměna ESP snímačů na zadní nápravě
- Výměna řídicí jednotky PLA

Blokové schéma systému PLA 2.0 je znázorněno na následujícím obrázku:



Obr. 21 – Blokové schéma systému PLA 2.0

Základ přestavby tvoří konstrukční úprava zadního nárazníku, kde je nutné dodatečně umístit z každé boční strany zadního nárazníku ultrazvukový senzor PDC. Tyto senzory jsou nutné pro zjištění bočního odstupu vozu od překážky. S ohledem na designu vozu jsou umístěny v lemu nárazníku. Tato poloha má svoji výhodu i nevýhodu. Základním plusem této polohy je dosah senzoru více ke středu vozu (pokrýváme větší část boku vozu). Nevýhodou je možnost chybějící detekce nestandardních překážek v oblasti rohu vozu.

Spolu s přidáním senzorů byla nutná úprava svazku elektroinstalace, kde je nyní o 2 signálové vodiče více. Nutná byla také výměna 10k jednotky za 12k, aby bylo možné vyhodnocovat přidané PDC senzory. Z hlediska funkčnosti upraveného software jednotky PLA byla nutná výměna senzorů ESP. V dosavadních vozech jsou použity

pouze jednoduché snímače, které čítají počet zubů ozubeného kola v náboji (celkem má ozubené kole 43 zubů), které projdou kolem snímače – nezáleží však na směru otáčení ozubeného kola kolem snímače. Z tohoto důvodu došlo k výměně ESP senzorů za senzory s rozlišením směru otáčení.

Při přestavbě systému byla ještě upravena poloha předních PDC senzorů do výhodnějších pozic – vzhledem k upravené zástavbě (změna výšky a úhlu senzorů) bylo možné zvýšit citlivost senzorů a pozitivně tím upravit systém. Touto úpravou jsme dosáhli lepší detekce nízkých překážek – např. vysoký obrubník, který může poškodit přední nárazník.

Při fyzické zástavbě se v přední části musela dodatečně upravit pěnová výztuha nárazníku, která byla v kolizi s novou polohou PDC senzorů.

V průběhu realizace bylo nutné zohlednit a odzkoušet další různé varianty, na které jsem během počáteční fáze tohoto projektu opomněl.

První zásadní komplikace nastala během zimních měsíců testování, kde vzhledem k poloze dodatečně umístěných senzorů v těsné blízkosti za zadním kolem docházelo k mechanickému namáhání spojení svazku a senzoru. Po určité době se projevilo průnikem vody do prostoru elektrického propojení a následné korozi pinů v konektorech. Ta měla za následek chvilkové výpadky činnosti systému.

Opatření:

Úpravou bylo přidání utěsnění konektoru a kontrola utěsnění vodičů v konektoru. Po úpravě se závada během testovacího provozu již neopakovala.

Další komplikace nastala v případě kombinace těchto bočních senzorů s originálním příslušenstvím – konkrétně zadní lapače nečistot. Z hlediska zástavby nebyl problém lapače na vůz namontovat. Bohužel však mají lapače značné přesahy do stran, které omezují vyzářovací úhel daného ultrazvukového senzoru.

Opatření:

Nejjednodušší opatření je zakázat dodatečnou montáž lapačů nečistot v kombinaci se systémem PLA 2.0. To se mi jevilo jako nedostatečné nápravné opatření. Konstrukční úprava lapače také nebyla možná vzhledem k dalším nutným investicím do forem apod.

Při dlouhodobém testování nedocházelo k žádným komplikacím, které by mohlo způsobovat toto omezení. Základním úkolem HLS a HRS senzoru je podat informaci při příčném parkování o vzdálenosti vedle stojícího vozu. Pro tento účel není nutný tak široký vyzařovací úhel. Můžeme tedy toto omezení vyzařovacího úhlu zanedbat.

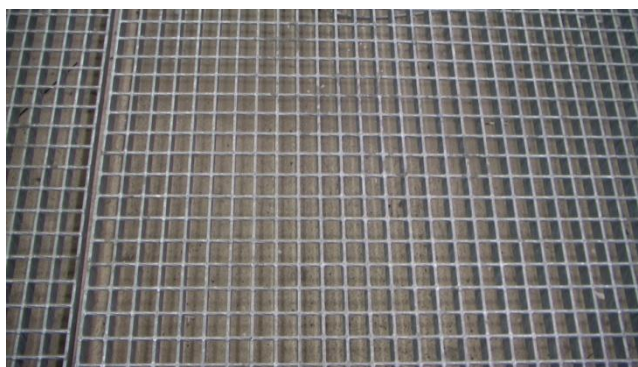
Z hlediska funkce systému PLA 2.0 bylo nutné vyřešit způsob výběru požadovaného parkovacího manévru řidičem. Ve voze je použito tlačítko pro aktivaci funkce PLA a není ergonomicky a finančně výhodné přidávat další ovladač. Byla tedy naprogramována troj-stisková funkcionalita tlačítka. Prvním stisknutím tlačítka PLA se systém chová jako dříve (vyhledává podélnou parkovací mezeru). Při druhém stisku tlačítka řidič aktivuje funkci vyhledávání příčné parkovací mezery. Třetím stiskem tlačítka řidič systém PLA deaktivuje.

Přestavba systému PLA 1.5 na PLA 2.0 umožňuje mimo lépe prakticky využitelného automatického parkování i dodatečnou funkci spojenou s funkcí zobrazovací jednotky pro OPS. Vzhledem k informacím od bočních senzorů je možné detekovat mimo jiné i překážky na boku vozu. Na boku vozu je sice část, která není pokryta, ale vzhledem k informaci od senzorů, které detekují překážku a možnosti vypočítat aktuální polohu vozu není problém softwarově detekovat (dopočítat) polohu překážky i v oblasti, kde není možné jí určit na základě odrazu ultrazvuku. Tato funkcionalita sice není 100% spolehlivá, ale jako doplňková funkce např. při manévrování do úzkých vrat, případně mezi sloupky vymezující parkovací mezeru se jedná o dobrého pomocníka. Problém při dopočítávání překážky nastává v případě pohyblivých překážek – např. chodec, případně auto, které náhle odjede pryč. V takovýchto případech dochází k zobrazování překážky, dokud není systém schopen spolehlivě určit, zda se překážka v zobrazované oblasti již nevyskytuje. Tato funkce bohužel již naráží na fyzikální možnosti ultrazvukového systému.

4.3. Parametrizace systému PLA 2.0

Aby systém fungoval přesně a spolehlivě, je nutné „naučit“ ho základní údaje o voze. Jedná se především o rozměry vozu, rozvor náprav, rozchod kol a zástavbu senzorů. Poté je nutno upravit dané parametry jednotky PLA na základě rozměrů vozu. Tato základní parametrizace probíhá u dodavatele systému, jedná se o duševní vlastnictví, které není dodavatelem zveřejňováno. Výsledkem tohoto zásahu dodavatele je základní „stolní aplikace“, která však není nikdy přesná. Další část parametrizace probíhá praktickým zkoušením na voze. Tato část parametrizace probíhá dle norem DIN 75 031, ISO/DIS 17386 (MALSO), poté dle specifikace ID.TML.001 a na závěr parametrizace dochází k různým uživatelským testům systému.

Praktická parametrizace začíná naladěním systému PDC. Vozidlo zatížené do roviny ML1 projíždí normované povrchy a zjišťuje se nežádoucí detekce. V případě nežádoucí detekce dochází ke snižování citlivosti systému. Při úpravě těchto parametrů je nutno postupovat velmi obezřetně, neboť jakékoliv snížení citlivosti systému může mít za následek omezení dosahu systému. Po úpravě parametrů předních senzorů se vozidlo naloží na maximální povolené zatížení (rovina vozu ML3). Takto zatížené vozidlo projíždí opět normované povrchy a stejným způsobem jako u předních senzorů se upravují parametry v případě nežádoucí detekce.



Obr. 22 – Ukázka povrchu – kovový rošt



Obr. 23 – Ukázka povrchu – dlažba



Obr 24 – Ukázka povrchu – štěrk



Obr 25 – Ukázka povrchu – vystouplá dlažba



Obr. 26 – Ukázka povrchu – lomový kámen

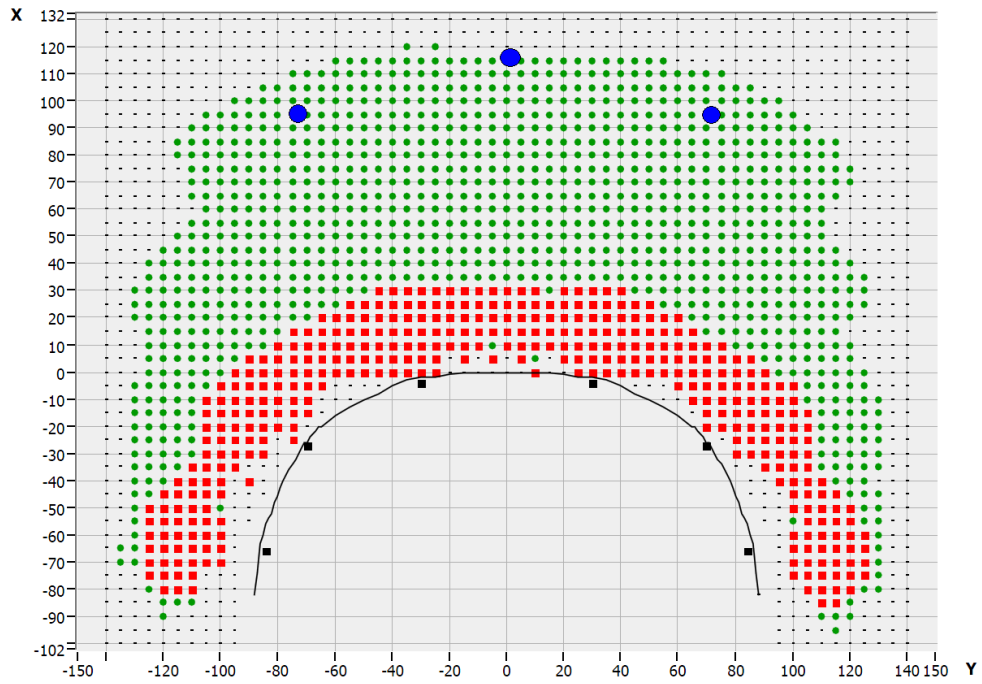
4.4. Výsledky testování

4.4.1. Výsledky systému PDC

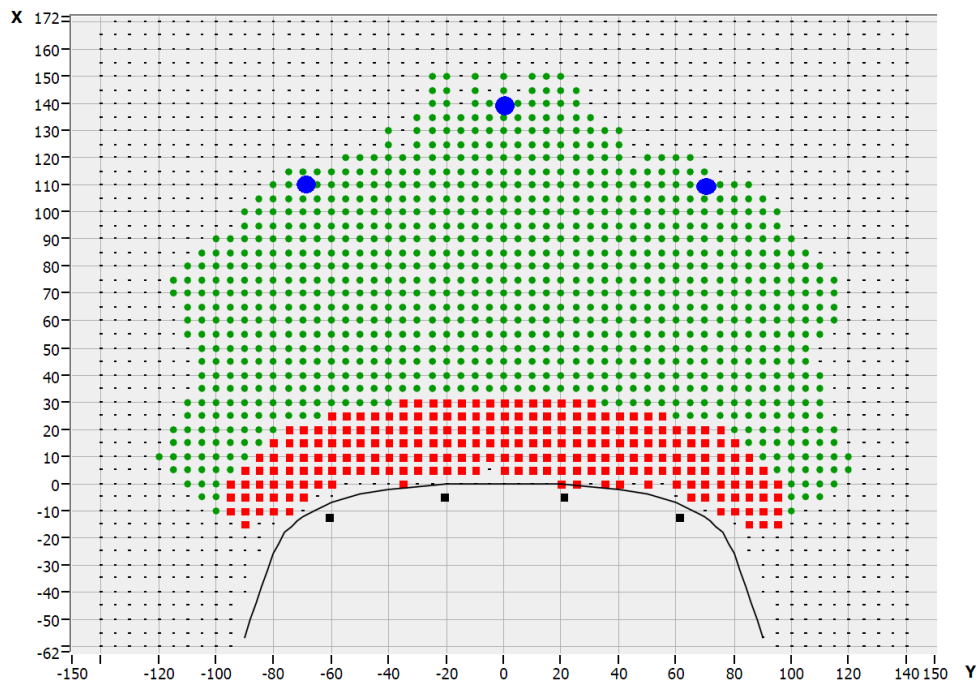
Po nastavení parametrů pro odstranění nežádoucí detekce systému je nutné zkontrolovat oblast detekce systému PDC, zda vyhovuje specifikaci ID.TML.001

Na uvedených grafech je uvedena oblast první detekce a oblast plného tónu (vyznačen červenými body). V grafech jsou zároveň zvýrazněny kontrolní body (modrá barva), které dle specifikace musí být rozpoznány. V dodatku této práce jsou pro informaci uvedeny základní požadavky na detekci systému vyjmuté ze specifikace ID.TML.001

Následující grafy jsou pouze ilustrativní, vyjadřují situaci u vozu Škoda Superb se systémem PLA 1.5, kompletní grafické vyjádření provedených testů je uvedeno v dodatku této práce.



Obr. 27 – Graf detekční oblasti – přední část, překážka 75mm [5]



Obr. 28 – Graf detekční oblasti – zadní část, překážka 75mm [5]

Pokud dosah systému vyhovuje, je základní parametrizace systému PDC dokončena. Tato základní parametrizace se provádí při teplotě kolem 20°C (přesná teplota je závislá na teplotě venkovního prostředí). Jak již bylo dříve uvedeno, ultrazvuk má silně závislou vyzařovací charakteristiku na teplotě a vlhkosti okolního prostředí. Proto je nutné systém vyzkoušet také za extrémních podmínek – tj. nízká vlhkost při extrémně vysoké teplotě (cca 50°C) a při extrémně nízké teplotě (cca -30°C). Toto odzkoušení systému probíhá na letních a zimních zkouškách na testovacích polygonech.

Z hlediska různého způsobu vyzařování jsou uvedeny dvě základní parametrické sady v jednotce PDC, které se přepínají v závislosti na teplotě okolí. Informaci o teplotě externího čidla teploty, které slouží jako zdroj informace i pro ostatní jednotky ve voze.

Parametrická sada pro vyšší nebo naopak nižší teploty má zvýšenou citlivost, která je odvozena na základě empirických zkušeností. Na zkouškách probíhá otestování těchto parametrů.

4.4.2. Výsledky systému PLA

Po nastavení systému PDC přichází na řadu parametrizace systému PLA. Spočívá v sestavení přesné parkovací mezery a ověřuje se, s jakou přesností systém určí délku parkovací mezery. Zároveň se ověřuje, zda nemá systém nežádoucí detekce. Pokud se vyskytnou nežádoucí detekce, je nutné příslušným parametrem upravit citlivost senzoru. Po úpravě citlivosti senzoru je nutné ověřit schopnost senzoru PLA detekovat překážky v parkovací mezeře, případně zda je schopný detekovat obrubník.

Samostatný proces parkování probíhá následujícím způsobem:

- Řidič zvolí způsob parkování (podélná mezera, příčná mezera)
- Systém pomocí senzoru PLA určí velikost mezery a situaci v okolí
- Na základě zjištěných údajů svým vnitřním algoritmem určí jednotka PLA cílový bod a dráhu, po které se bude vozidlo pohybovat
- Cílový bod zůstává nezměněn, dráha se přepočítává dle aktuální situace
- V parkovací mezeře při manévru dochází k zarovnání vozu (buď k obrubníku, nebo s okolními vozy)

Podélné parkování

Pokud se v podélné mezeře nachází obrubník, či jiná detekovaná pravidelná překážka – např. zeď, dochází k zarovnání vozu k překážce. Zde je požadovaná hodnota vzdálenosti vozu 5 až 30cm od obrubníku.

Pokud v mezeře není obrubník, vozidlo se snaží zaparkovat zároveň se sousedními vozy. Požadovaná výsledná poloha je v zákrytu za okolními vozy.

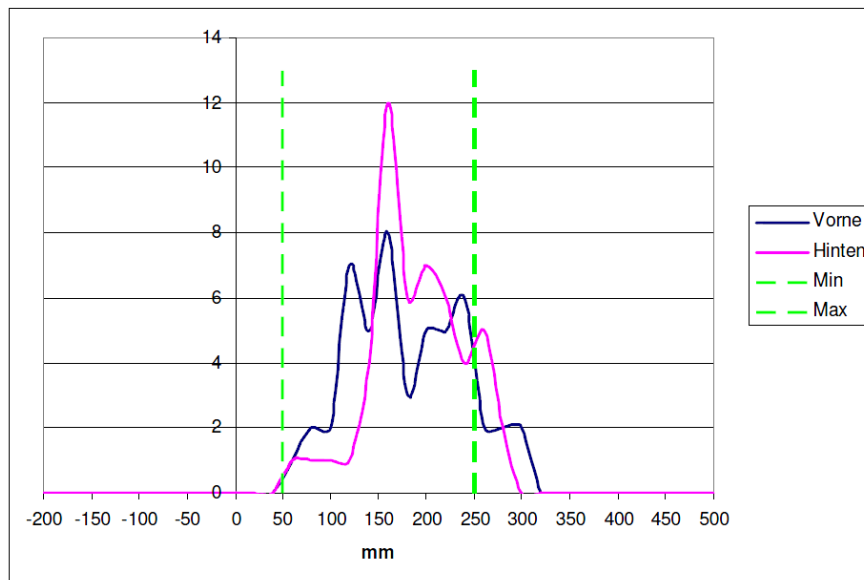
Další požadovaná vlastnost je taková, aby vozidlo parkovalo stejně na levou i na pravou stranu.

Při prvním testování systému byly zjištěny nedostatky. Po přezkoumání všech parametrů byl zjištěn nežádoucí zásah bočního zadního senzoru. Při skenování parkovací mezery předním bočním PLA senzorem docházelo k přijetí nežádoucího odraženého signálu od zadního bočního senzoru, který při dlouhé parkovací mezeře způsoboval dvojitou detekci překážky (systém vypočítával ještě jednu překážku ve vzdálenosti cca 50cm od obrubníku). Vzhledem k této nežádoucí detekci upravoval dráhu parkování, aby vozidlo stálo dále od překážky.

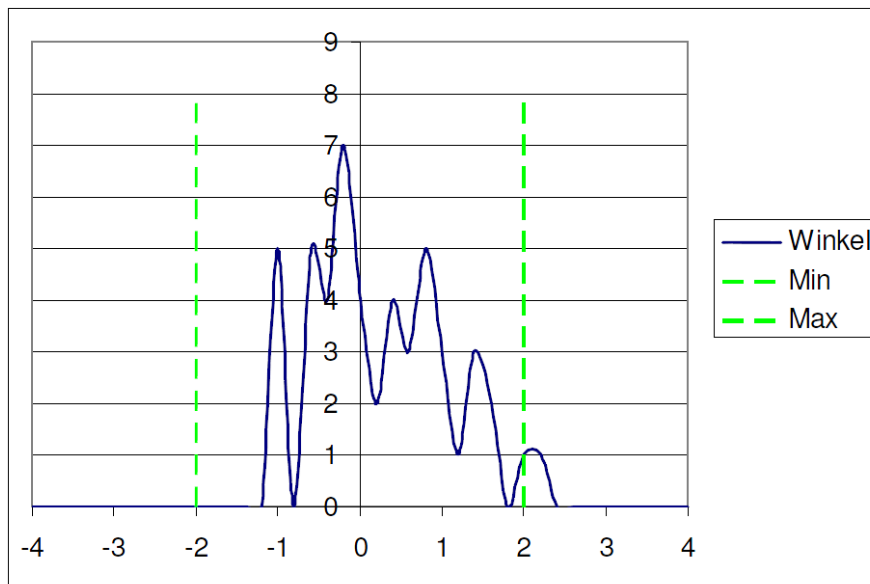
Opatření:

Odstranění tohoto nežádoucího jevu bylo dosaženo softwarovou úpravou, která v případě skenování parkovací mezery deaktivuje zadní boční senzory. Zadní boční senzory tedy nic nevysílají a nemohou rušit přední PLA senzor nežádoucími odrazy.

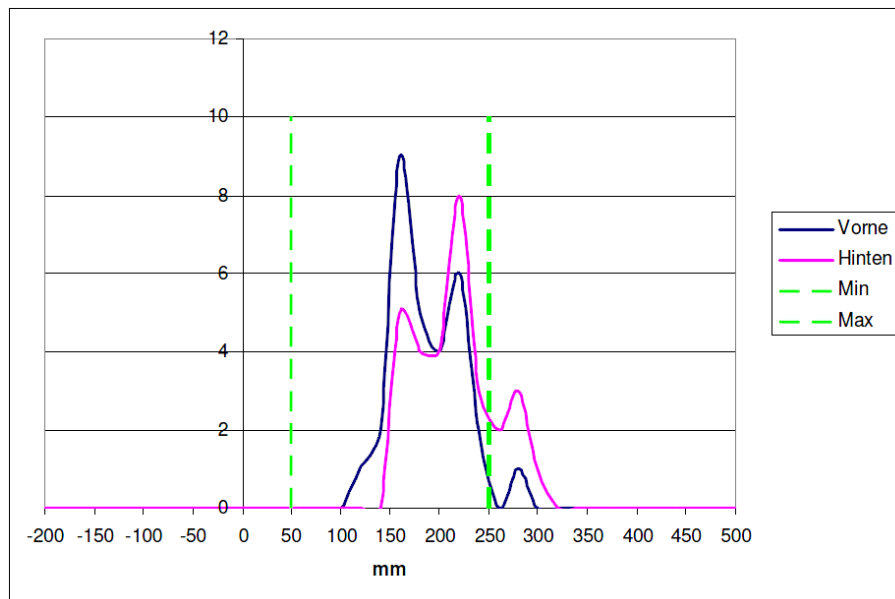
Statistiku tohoto měření znázorňují přiložené grafy:



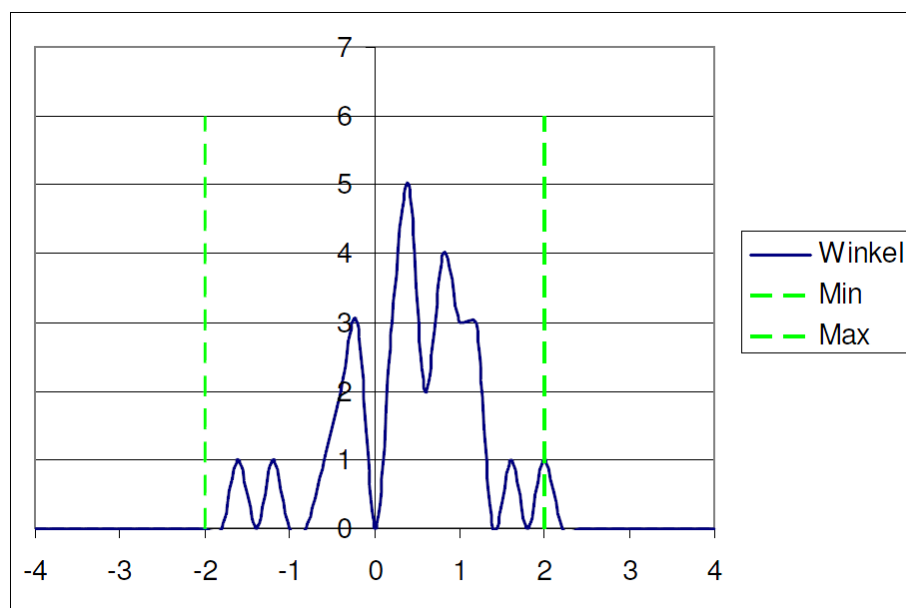
Obr. 29 – Graf měření podélné mezery na pravou stranu s obrubníkem – vzdálenost



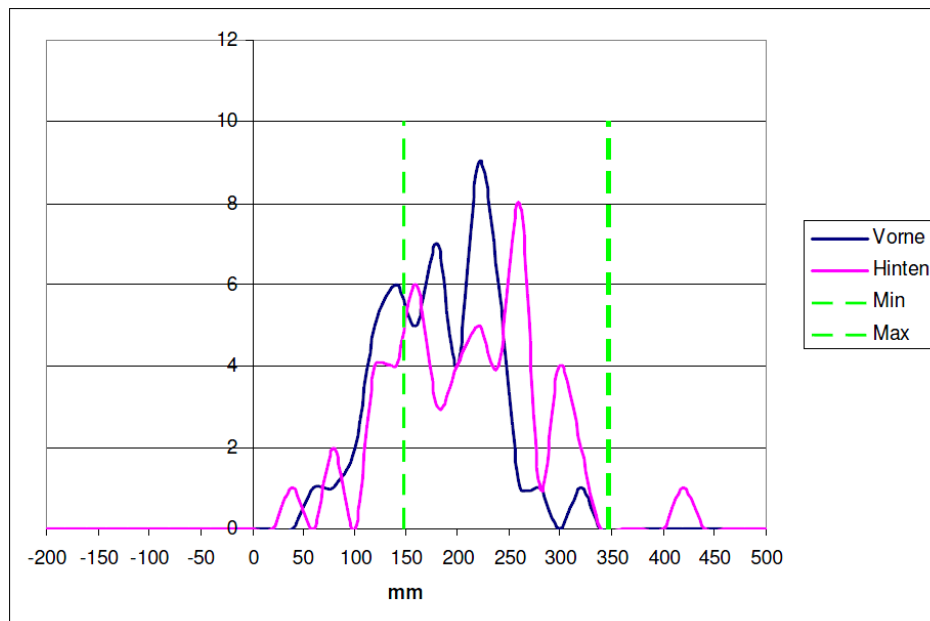
Obr. 30 – Graf měření podélné mezery na pravou stranu s obrubníkem – úhel



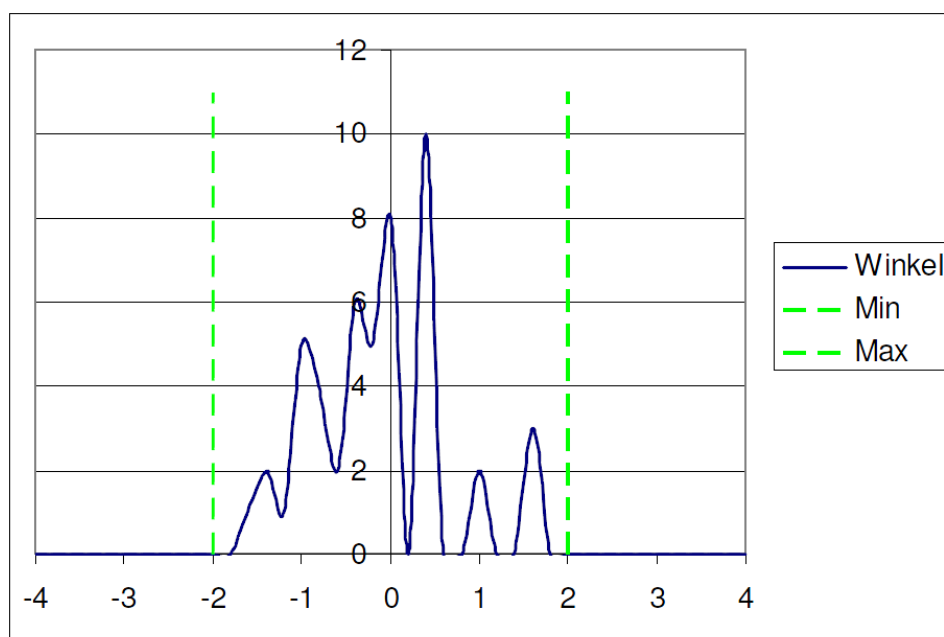
Obr. 31 – Graf měření podélné mezery na levou stranu s obrubníkem – vzdálenost



Obr. 32 – Graf měření podélné mezery na levou stranu s obrubníkem – úhel



Obr. 33 – Graf měření podélné mezery na pravou stranu bez obrubníku – vzdálenost

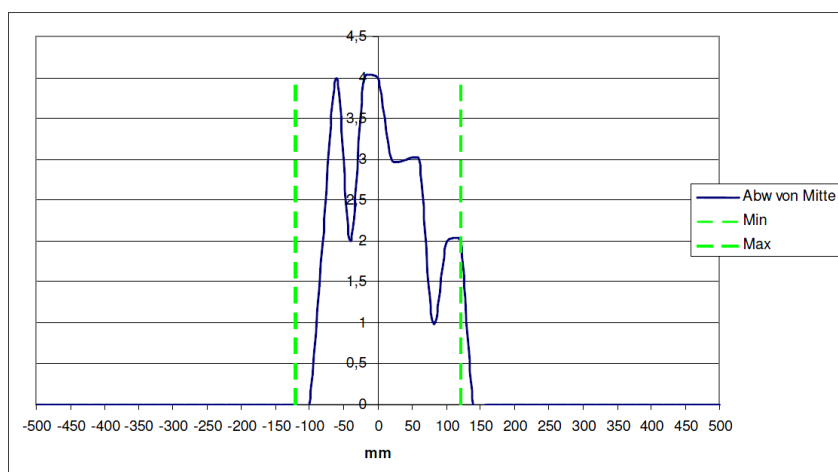


Obr. 34 – Graf měření podélné mezery na pravou stranu bez obrubníku – úhel

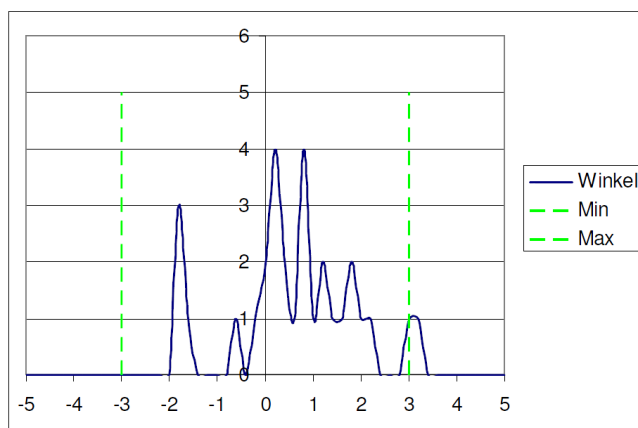
Příčná parkovací mezera

Hlavní zákaznický rozdíl mezi PLA 1.5 a PLA 2.0 je funkce parkování do příčné parkovací mezery. Vozidlo při průjezdu změří šířku parkovací mezery a okolí kolem vozu. Na základě zjištěných hodnot stanoví cílový bod a dráhu vozu. Cílový bod se liší dle zjištěné šířky parkovací mezery. Pokud je parkovací mezera omezena pouze z jedné strany (parkujeme na konec řady stojících vozidel), požadovaná hodnota je zaparkovat 70cm od vedle stojícího vozu. Pokud je mezera omezená, je požadovaná hodnota zaparkovat do středu parkovacího místa.

Statistiku ohledně parkování popisuje následující graf:



Obr. 35 – Graf měření příčné mezery – vzdálenost



Obr. 36 – Graf měření příčné mezery – úhel

Všechny výše uvedené grafy (pro podélné i příčné parkování) jsou pouze ilustrativní, skutečné změřené grafy jsou uvedeny v dodatku práce, kde je jejich součástí i tabulka naměřených hodnot včetně okolních vlivů.

Průběhy skenování parkovací mezery a okolí vozu jsou uvedeny v dodatku této práce.

4.4.3. Možnosti doladění systému

Pokud se systém pohybuje ve stanovených mezích, nejsou nutné další úpravy parametrů. Obdobně jako u systému PDC je nutné vyzkoušet systém PLA 2.0 za extrémních teplot při nízké vlhkosti.

Pokud se statistika měření nepohybuje v požadovaných hodnotách, je nutné upravit další parametr. I v případě, že tato statistika vyjde, je nutné tento parametr ověřit.

Jedná se o parametr přizpůsobení obvodu kola. S výsledem tohoto parametru pracuje algoritmus jednotky při výpočtu dráhy vozu. Pokud není hodnota nastavena přesně, není systém schopen zaparkovat s požadovanou přesností. Zároveň je tento parametr nutný ověřit pro všechny uvažované rozměry kol.

Měření obvodu kol vychází z počítání zubů u ozubeného kola v náboji. Nejprve je nutné změřit skutečný obvod kol obutých na testovaném voze. Napřed přesně změříme rovnou dráhu s přesnou vzdáleností. Poté tuto dráhu několikrát velmi malou rychlostí projedeme směrem vpřed i vzad. Při tomto počítáme počet otáček kol. Na základě znalosti počtu zubů ozubeného kola spočítáme obvod kola. Tento obvod ručně zadáme jako parametr do jednotky PLA a následně měříme dle interní specifikace dodavatele. Specifikace určuje, jakou rychlostí a s jakým úhlem natočení kol se měří. Tato specifikace, způsob měření a algoritmus je duševním vlastnictvím společnosti AG Volkswagen a podléhá utajení, proto nelze v této diplomové práci blíže specifikovat. Blíže je tato metoda popsána v dodatku práce.

Po ověření parametrů v souvislosti s obvodem kol je systém definitivně odladěn, po dokončení zimních a letních zkoušek je systém z hlediska své funkce připraven a odzkoušen.

Pro možnost použití v sériové výrobě je nutné ještě celý systém podrobit dalším testům na základě procesní příručky. Seznam a specifikace těchto testů je duševním vlastnictvím společnosti Škoda Auto a.s., proto nemohou být zde uvedeny.

5. Shrnutí vlastností systému a možnosti zdokonalení

5.1. Shrnutí vlastností systému PDC a PLA

System PDC a PLA je dobrým asistenčním systémem řidiče. Poskytuje informaci o dění okolo vozidla v případě parkovacích manévřů. Poskytuje řidiči akustickou informaci, na kterou může rychleji reagovat.

Jako každý systém, má i tento své fyzikální limity. Zde je limitován hlavně použitím ultrazvukových senzorů. Při nestandardních a mezních podmínkách dochází k výrazným změnám šíření ultrazvuku, může se stát, že systém bude mít zkrácený dosah. Další problém může nastat v případě nestandardních překážek, které nedostatečně odráží nebo pohlcují ultrazvukové vlny. V takovémto případě je překážka pro systém neviditelná. Problém nastává také na nerovném povrchu při vyhledávání parkovací mezery. Je obtížné rozpoznat, zda se jedná o nerovný povrch vozovky nebo zda jde o obrubník či jinou překážku, ke které má vozidlo zaparkovat. Zde se však systém chová bezpečně, neboť určí, že parkovací mezera je nedostatečná a nedá řidiči pokyn k parkování. Častou situací je např. neodklizený mokrý sníh z parkovacího místa. Mokrý sníh odráží ultrazvuk velice dobře, naopak suchý sníh ultrazvukové vlny pohlcuje.

5.2. Možné zdokonalení systému

System by pro dokonalejší detekci překážek v okolí v těchto mezních a nestandardních stavech potřeboval jiná čidla. Na místo ultrazvukových senzorů by bylo možné použít například laserové senzory nebo radar. Zde by byla podstatně větší jistota detekce a širší možnosti rozpoznání překážek. Další možností je použití kamer s funkcí rozpoznání obrazu.

Tato varianta by měla za následek i rozšíření funkce pro zákazníka. Na základě rozpoznání obrazu by bylo možné detekovat např. vodorovné dopravní značení pro přesné zaparkování do vyznačeného parkovacího místa. Pro řidiče by takto upravený systém navíc poskytoval přesnější informace o dění kolem vozu. Pro aplikaci systému

doplňného o kamery je nutno vyřešit několik základních problémů. Prvním úkolem je zástavba kamer do karoserie vozu. Při zástavbě kamer je nutno přihlídnout k bezpečnosti, aerodynamice a v neposlední řadě také designu karoserie. Principiálně by bylo nutné doplnit minimálně 4 kamery. Čelní kamera, zadní kamera a dvě boční kamery. Z těchto kamer máme možnost získat informace o dění kolem vozu. Tyto informace můžeme bezprostředně zprostředkovat řidiči přes zobrazovací jednotku a zároveň tyto informace můžeme zpracovávat v jednotce parkovacího asistenta. Při zpracování obrazové informace dojde k rozpoznání vodorovného dopravního značení. Na základě informací od ultrazvukových senzorů a na základě výsledů rozpoznání obrazu kamer je možné s dostatečnou přesností identifikovat volné parkovací místo. Do tohoto parkovacího místa je systém schopný vozidlo automaticky zaparkovat.

Způsob rozmístění kamer na voze může být obdobný, jako používá Volkswagen Touareg. Rozmístění kamer a zorný úhel jednotlivých kamer znázorňuje následující obrázek:



Obr. 37 – Rozmístění kamer na voze VW Touareg [7]

Varianta na zdokonalení systému je více. Bohužel však naráží na finanční náročnost jak pro samostatné použité komponenty, vývoj algoritmu vyhodnocování jednotky parkovacího asistenta, tak zástavby jednotlivých komponentů do karoserie vozu.

Použité zdroje

[1] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ultrazvuk>

[2] http://www.valeo.com/innovation/shared/images/innovation/download/park4u_upa_sensor.jpg

[3] Norma ID.TML.001

[4] Jiří Sobotka, Prezentace_PLA.pdf, Škoda Auto a.s.; 2010

[5] Christian Follrich; Protokol SK461_Lab_20061123.pdf, Valeo Schalter und Sensoren GmbH; 2006

[6] Jan Linhart; PLA2.0_SK46xFL_20120420.pdf; Škoda Auto a.s.; 2012

[7] Jörg Bauer;

EEFA1_VW526_AreaView_Pressehandout_V02F_20101111_ECK.pdf; IAV; 2010

Seznam obrázků

- Obr. 01 – Blokové schéma zapojení 8k PDC
- Obr. 02 – Tlačítko systému PDC
- Obr. 03 – Zobrazení 8k OPS na současných zobrazovacích jednotkách
- Obr. 04 – Tlačítko systému PLA
- Obr. 05 – Zobrazení hlášky pro podélné parkování na pravou stranu
- Obr. 06 – Zobrazení hlášky pro podélné parkování na levou stranu
- Obr. 07 – Jednotka systému PLA 1.5
- Obr. 08 – Pohled do jednotky PLA 1.5
- Obr. 09 – Ultrazvukový senzor PDC s těsněním
- Obr. 10 – Porovnání senzoru PDC (vlevo) a PLA (vpravo) [2]
- Obr. 11 – Reproduktor pro PDC
- Obr. 12 – Blokové schéma systému PLA 1.5
- Obr. 13 – Popis parkování s PLA 1.5 [4]
- Obr. 14 – Přehled generací systému PLA
- Obr. 15 – Znázornění ML rovin vozu Škoda Superb Combi
- Obr. 16 – Přední nárazník se zástavbou senzorů – čelní pohled
- Obr. 17 – Přední nárazník se zástavbou senzorů – boční pohled
- Obr. 18 – Zadní nárazník se zástavbou senzorů – čelní pohled
- Obr. 19 – Zadní nárazník se zástavbou senzorů – boční pohled

Obr. 20 – Držák HLS senzoru PDC

Obr. 21 – Blokové schéma systému PLA 2.0

Obr. 22 – Ukázka povrchu – kovový rošt

Obr. 23 – Ukázka povrchu – dlažba

Obr. 24 – Ukázka povrchu – štěrk

Obr. 25 – Ukázka povrchu – vystouplá dlažba

Obr. 26 – Ukázka povrchu – lomový kámen

Obr. 27 – Graf detekční oblasti – přední část, překážka 75mm [5]

Obr. 28 – Graf detekční oblasti – zadní část, překážka 75mm [5]

Obr. 29 – Graf měření podélné mezery na pravou stranu s obrubníkem – vzdálenost

Obr. 30 – Graf měření podélné mezery na pravou stranu s obrubníkem – úhel

Obr. 31 – Graf měření podélné mezery na levou stranu s obrubníkem – vzdálenost

Obr. 32 – Graf měření podélné mezery na levou stranu s obrubníkem – úhel

Obr. 33 – Graf měření podélné mezery na pravou stranu bez obrubníku – vzdálenost

Obr. 34 – Graf měření podélné mezery na pravou stranu bez obrubníku – úhel

Obr. 35 – Graf měření příčné mezery – vzdálenost

Obr. 36 – Graf měření příčné mezery – úhel

Obr. 37 – Rozmístění kamer na voze VW Touareg [7]