



2012

Veel voorkomende storingen in het Volkswagen ESP systeem

Hoe storingen in het Elektronische Stabiliteits Programma verholpen en voorkomen kunnen worden



www.MOTOR-TALK.de

Joost van der Burg (0849770)

Hogeschool Rotterdam

24-6-2012



Disclaimer

© 2012, MTO onderzoek ESP, 2012-ATE te Hogeschool Rotterdam. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.



Colofon

Opdrachtnemer:

Naam	Joost van der Burg
Straat	Talingstraat 28
Postcode en plaats	2903ET Capelle aan den IJssel
Email	0844970@hr.nl
Telefoonnummer	06 45 92 98 94

School	Hogeschool Rotterdam
Adres	Heijplaatstraat 17
Postcode en plaats	3008 KA Rotterdam
Telefoonnummer	010 749 9200

Opleiding	Autotechniek
Cluster	Engineering and Applied Science

Begeleider	ing. J. van den Doel
Email:	j.van.den.doel@hro.nl
Telefoonnummer	06 49 39 31 11

Opdrachtgever:

Bedrijf	Hogeschool Rotterdam
Adres	Heijplaatstraat 17
Postcode en plaats	Heijplaatstraat 17
Telefoonnummer	010 749 9200
Afdeling	Autotechniek
Contactpersoon	J. van den Doel

Voorwoord

In 1995 heeft Robert Bosch het ESP-systeem uitgevonden dat hedendaags nog steeds gebruikt wordt. Dit was in opdracht van Mercedes-Benz. Vanaf 1995 was het dan ook als eerste bij Mercedes-Benz als optie te verkrijgen op de toen nieuwe auto's. Pas in 1999 had Mercedes besloten om het ESP-systeem op alle nieuwe auto's toe te passen.

Volkswagen heeft het ESP-systeem in 1998 geïntroduceerd. Net als Mercedes-Benz en nog 27 andere automerken gebruikt ook Volkswagen het ESP-systeem van Robert Bosch. Sinds de introductie is het ESP-systeem in alle auto's als optie te verkrijgen. Dit is met de nadruk op "als optie" want nog lang niet alle Volkswagens hebben ESP in het standaard pakket zitten.

Dit zal snel gaan veranderen, want vanaf 1 november 2011 is het verplicht om bij elke nieuw ontwikkelde auto standaard ESP te leveren. De regering heeft deze nieuwe regel ingesteld omdat ESP een systeem is dat zichzelf de afgelopen jaren goed bewezen heeft en de veiligheid van de bestuurder en medeweggebruikers aanzienlijk verbeterd.¹⁾

Dit systeem brengt helaas niet alleen maar voordelen met zich mee, want door mijn werk als monteur bij Volkswagendealer M. de Koning ben ik erachter gekomen dat er veel auto's binnenkomen met storingen in het ESP-systeem. Het lijkt me interessant om hier meer onderzoek naar te doen.

In dit verslag gaat u lezen waar deze storingen door ontstaan en hoe de meest voorkomende storing (eenvoudig) kan worden opgelost en in de toekomst kan worden voorkomen.



Begrippenlijst

Elektronisch stabiliteits Programma (ESP)

ESP is een elektronisch hulpmiddel wat het verliezen van grip probeert te corrigeren.²⁾

Onderstuur

De neiging van auto's om in de bocht rechtdoor te willen²⁾.

Overstuur

De neiging van auto's om van achteren uit te breken in een bocht²⁾.

Remmen

De remmen zorgen ervoor dat de auto af kan remmen, of tot stilstand kan worden gebracht en worden gehouden²⁾.

Anti Blokkerings Systeem (ABS)

Het Anti Blokkerings Systeem zorgt ervoor dat de wielen niet blokkeren tijdens het remmen. Hierdoor blijft de auto bestuurbaar²⁾.

Stuurhoek sensor

Sensor die de uitslag van het stuur meet²⁾.

Dwarsversnellingssensor

Sensor die de horizontale G-krachten meet²⁾.

Giermoment sensor

Sensor die meet hoeveel de auto op zijn eigen as draait²⁾.

Remdruksensor

De remdruksensor meet hoe hard de bestuurder op de rem trapt.

ECU

Electronic Control Unit. Stuur verschillende componenten aan, aan de hand van, vaak, meerdere sensoren.



Illustratielijst

	Titel	Bron
Voorpagina VW logo	Volkswagen Logo	http://www.volkswagen.nl/media/flash/vw_splash_logo.jpg
Voorpagina ESP indicatielampje	ESP indicatie lampje	http://data.motor-talk.de/data/galleries/0/64/9995/28355487/esp-symbol-vw-5805885262518265472.jpg
Afbeelding 1	Auto in onderstuurde situatie	www.marcovw.nl
Afbeelding 2	Auto in overstuurde situatie	www.marcovw.nl
Afbeelding 3	Schematische tekening onderstuur	Eigen werk
Afbeelding 4	Schematische tekening overstuur	Eigen werk
Afbeelding 5	ABS Componenten	www.marcovw.nl
Afbeelding 6	ABS Componenten	www.marcovw.nl
Afbeelding 7	ABS Componenten	www.marcovw.nl
Afbeelding 8	Stuurhoeksensor	www.marcovw.nl
Afbeelding 9	Dwarsversnellingsensor	www.marcovw.nl
Afbeelding 10	Giermomentsensor	www.marcovw.nl
Afbeelding 11	Schema ESP-regeling Audi A2.	<i>Audi A2-Techniek: Constructie en werking, zelfstudieprogramma 240</i>
Afbeelding 12	Plaatsing componenten ESP-systeem	www.marcovw.nl
Afbeelding 13	Plaatsing elektronische componenten ESP-systeem	Eigen werk, Autocad

Management Summary

Onderzoeksvragen:

Hoofdvraag:

- Hoe kan de betrouwbaarheid van het ESP-systeem van Volkswagen worden verbeterd?

Deelvragen:

1. Hoe en wanneer word het ESP-systeem in werking gesteld?
2. Hoe zorgt het ESP-systeem ervoor dat de veiligheid van het voertuig word verbeterd?
3. Zijn er componenten in het systeem die beduidend vaker kapot gaan dan andere?
4. Hoe kunnen deze componenten verbeterd worden, zodat deze betrouwbaarder worden?

Onderzochte problemen:

1. Auto stottert en geeft ESP en ABS storing
2. Auto start slecht en geeft ESP en bandenspanningscontrole storing
3. Auto houdt in en geeft tijdens het inhouden een ESP storing
4. Auto houd 5 sec in en geeft hierbij ESP storing aan. Daarna niets meer

Oorzaken van die problemen:

1. Defecte kabelboom naar pompverstuiver
2. Defecte kabelboom naar gasklepregeleenheid
3. Defecte kabelboom naar pompverstuiver
4. Defecte homokineet

Relatie tussen ESP en pompverstuiver/ gasklepregeleenheid:

De pompverstuivers en gasklepregeleenheid hebben een soort motorbelastingssensor. Met deze sensor wordt gemeten of er wel of geen gas word gegeven, en hoeveel de motor belast wordt. Bij een breuk in de kabelboom naar de pompverstuiver of gasklepregeleenheid krijgt het ESP systeem hier geen feedback meer van. Dit veroorzaakt de ESP storing. Door de kapotte bekabeling zal de auto ook gaan inhouden en stotteren

Homokineet:

Bij een versleten homokineet zal het ene wiel iets later worden aangedreven dan het andere wiel. Dit komt door de speling die op de homokineet ontstaat door slijtage. De wieltoerentalsensoren merken dit op en ESP grijpt in



Advies:

Als de kabelboom naar de pompverstuiver/gasklepregeleenheid zodanig wordt aangepast dat deze minder snel kapot gaat zullen er minder storingen optreden. Ook kan er voor worden gezorgd dat de storing anders opgeslagen wordt in het systeem zodat deze makkelijker opgelost kan worden.

Conclusie:

De betrouwbaarheid van het ESP systeem kan worden verbeterd door de volgende punten aan te passen:

- Bekabeling naar pompverstuivers/gasklepregeleenheid degelijker maken
- Slijtage indicatoren op de homokineet zodat deze tijdig vervangen kan worden



Inhoudsopgave

Disclaimer	1
Colofon	2
Voorwoord	3
Begrippenlijst.....	4
Illustratielijst.....	5
Management Summary.....	6
Inhoudsopgave	8
1. Inleiding	10
1.1. Achtergrond onderzoek.....	10
1.2. Probleemstelling.....	10
1.3. Onderzoeksvragen.....	10
1.4. Hypothese	10
1.5. Afbakening.....	11
1.6. Opbouw onderzoek	11
2. Theoretisch Kader.....	12
2.1. Inleiding	12
2.2. ESP	13
2.3. Onderstuur	13
2.4. Overstuur.....	13
2.5. Betrouwbaarheid.....	16
2.6. Betrouwbaarheid componenten	17
2.7. Forum onderzoek	17
3. Current State	18
3.1. Inleiding	18
3.2. Remmen	18
3.3. Anti Blokkringssysteem	21
3.4. Wieltoerental sensor	22
3.5. Stuurhoek sensor.....	22
3.6. Dwarsversnellingssensor	22
3.7. Giermomentsensor.....	23
3.8. Remdruksensor.....	23
3.9. Elektrisch Schema.....	24



3.10.	Plaatsing in auto	25
3.11.	Problemen op het internet.....	26
4.	Analyse	29
4.1.	ESP Foutmelding 1.....	29
4.2.	ESP Foutmelding 2.....	29
4.3.	ESP Foutmelding 3.....	29
4.4.	ESP Foutmelding 4.....	29
4.5.	ESP Foutmelding 5.....	29
5.	Future state	31
5.1.	Ideale situatie	31
5.2.	Gewenste situatie.....	31
5.3.	Haalbare situatie	31
6.	Advies	33
7.	Bronnen	34
7.1.	Verwijzingen	34
7.2.	Bronnen	34

1. Inleiding

1.1. Achtergrond onderzoek

Om de veiligheid in auto's te verbeteren zijn er allerlei systemen ontwikkeld om ongelukken te voorkomen, zo ook het ESP-systeem. Het ESP-systeem zorgt er namelijk voor dat onder- en overstuur wordt voorkomen. Dat is natuurlijk heel mooi als het allemaal werkt, maar helaas komt het vaak voor dat er een storing in het systeem zit.

In dit verslag gaat u lezen waar deze storingen door komen en hoe de meest voorkomende storing (eenvoudig) kan worden opgelost en voorkomen kan worden in de toekomst.

1.2. Probleemstelling

Het ESP-systeem is een systeem dat de veiligheid in en rond auto's significant verbeterd. Het systeem doet dit door onderstuur en overstuur te voorkomen.

Ondanks de veiligheid die het systeem met zich meebrengt zijn er ook regelmatig storingen. Deze storingen kunnen meerdere oorzaken hebben, omdat het ESP-systeem met meerdere componenten verbonden is. In dit verslag ga ik onderzoeken waar die storingen vandaan komen en hoe de meest voorkomende storing kan worden voorkomen.

1.3. Onderzoeksvragen

Om dit onderzoek succesvol af te ronden is er een hoofdvraag en zijn er verschillende deelvragen geformuleerd. De hoofdvraag en deelvragen zijn als volgt:

Hoofdvraag:

Hoe kan de betrouwbaarheid van het ESP-systeem van Volkswagen worden verbeterd?

Deelvragen:

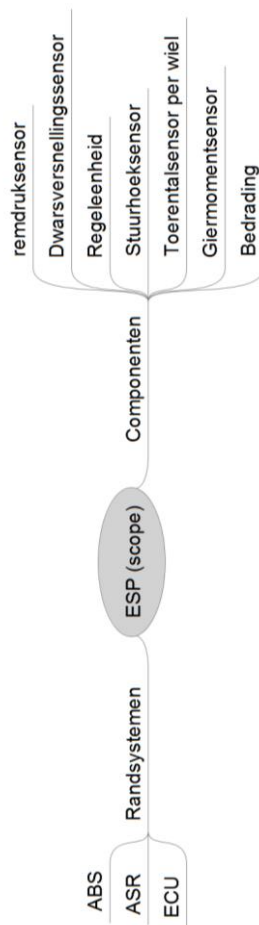
1. Hoe en wanneer word het ESP-systeem in werking gesteld?
2. Hoe zorgt het ESP-systeem ervoor dat de veiligheid van het voertuig word verbeterd?
3. Zijn er componenten in het systeem die beduidend vaker kapot gaan dan andere?
4. Hoe kunnen componenten, die vaker kapot gaan, verbeterd worden, zodat deze betrouwbaarder worden?

1.4. Hypothese

Ik verwacht dat de meeste problemen gaan zitten in bedradingen. Dit omdat de componenten in het ESP-systeem zelf niet zo heel veel te voorduren hebben, maar de bedrading echter wel, omdat de bekabeling, bijvoorbeeld bij de ophanging, tegen bewegende delen aan kan schuren waardoor deze stuk kan gaan. Hierbij denk ik aan kabelbreuken, losse en/of kapotte stekkers enzovoort.

1.5. Afbakening

Ik ga me in dit onderzoek bezighouden met onderstaande componenten.



1.6. Opbouw onderzoek

Het onderzoek is als volgt uitgevoerd:

1. Mindmap en scope maken
2. Afbakening
3. Vooronderzoek doen
4. Inleiding schrijven
5. Theoretisch kader schrijven
6. Zoeken naar veel voorkomende problemen voor de Current State
7. Current State schrijven
8. Current State analyseren
9. Analyse schrijven
10. Future state schrijven
11. Aanbevelingen schrijven

2. Theoretisch Kader

2.1. Inleiding

Om een onderzoek te doen moet er eerst een theoretisch kader worden geschreven. Hierin worden kernwoorden gedefinieerd die helpen bij het beantwoorden van de hoofdvraag en deelvragen.

Hoofdvraag:

Hoe kan de betrouwbaarheid van het ESP-systeem van Volkswagen worden verbeterd?

Deelvragen:

1. Hoe en wanneer word het ESP-systeem in werking gesteld?
2. Hoe zorgt het ESP-systeem ervoor dat de veiligheid van het voertuig word verbeterd?
3. Zijn er componenten in het systeem die beduidend vaker kapot gaan dan andere?
4. Hoe kunnen deze componenten verbeterd worden, zodat deze betrouwbaarder worden? [Zie 1.3](#)

De begrippen volgende begrippen worden behandeld.

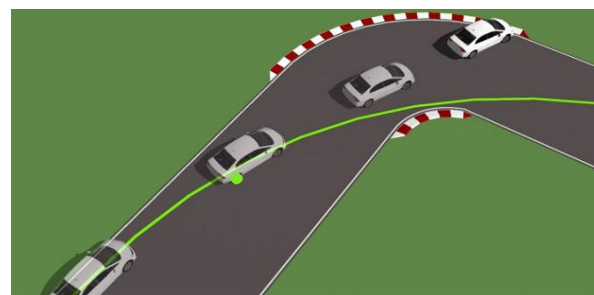
1. ESP
2. Onderstuur
3. Overstuur
4. Veiligheid
5. Betrouwbaarheid

2.2. ESP

Het ESP-systeem (elektronisch stabiliteits programma) zorgt ervoor dat de bestuurbaar blijft als er bijvoorbeeld een plotselinge beweging wordt gemaakt, of een bocht op een te hoge snelheid wordt genomen. Tijdens deze situaties kan er namelijk onderstuur (figuur 1) of overstuur (figuur 2) ontstaan. ESP zorgt ervoor dat de auto bestuurbaar word in deze situaties.

2.3. Onderstuur

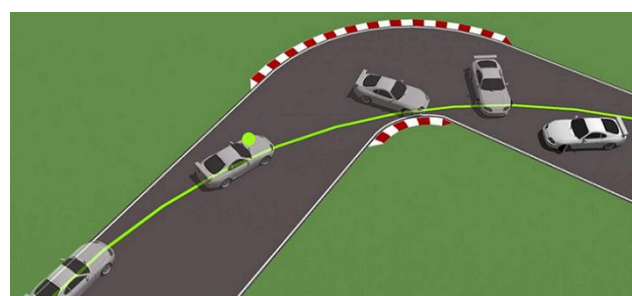
Onderstuur houdt in dat de voorwielen als eerst hun grip verliezen en gaan slippen. Dit kan voorkomen wanneer er te hard door een bocht wordt gereden, of wanneer de auto tijdens het nemen van een bocht, te snel accelereert. De bestuurder in figuur 1 stuurt met een te hoge snelheid naar rechts. De voorwielen verliezen in deze situatie hun grip en de auto blijft rechtdoor rijden.³⁾



Afbeelding 1: Auto in onderstuurde situatie

2.4 Overstuur

Overstuur houdt in dat de achterwielen als eerst hun grip verliezen en gaan slippen. Dit kan worden veroorzaakt als je met een achterwiel aangedreven auto te veel gas in een bocht geeft. Overstuur kan ook voorkomen als er eerst naar links en daarna abrupt naar rechts word gestuurd. De bestuurder in figuur 2 neemt ook met een te hoge snelheid de bocht naar rechts, maar dit keer verliezen de achterwielen als eerst hun grip en breekt de achterkant uit. Hierdoor raakt de auto in een spin en komt hij achterste voren op het wegdek terecht.³⁾



Afbeelding 2: Auto in oversturende situatie

2.5 Berekeningen aan het systeem

Om het systeem te kunnen laten werken worden er verschillende berekeningen gedaan in het systeem. Hieronder zijn de basisberekeningen te vinden voor de benodigde remkracht bij onderstuur en overstuur. In de bijlage bevindt zich het Matlab bestand waarmee deze berekeningen uitgevoerd kunnen worden.

De formules zijn gebaseerd op aannames. De werkelijke formules kunnen afwijken.

We gaan er hierbij vanuit dat het zwaartepunt exact op het midden van het voertuig ligt en de aangegeven lengte en breedte de afstanden tussen de middelpunten van de wielen is.

Als de remkracht is berekend kunnen we met behulp van de diameter van de remzuiger berekenen hoeveel druk de ABS-pomp moet opbouwen in de leiding om die remkracht te verkrijgen. Dit kan met de volgende formules.

Eerst moet het moment ($M, wiel$) berekend worden wat rond het hart van het wiel moet worden gecreëerd. Dit kan met de formule:

$$M, wiel = F, rem * r, wiel$$

Dan kan berekend worden hoeveel kracht er op de remschijf ($F, schijf$) moet worden uitgeoefend om dit moment te behalen, hierin ($r, schijf$) de straal van de remschijf. Omdat het midden van het effectieve remgedeelte van de remschijf op ongeveer $5/6^e$ van de straal van de remschijf ligt word $r, schijf$ daarmee vermenigvuldigd.

$$F, schijf = \frac{M, wiel}{\frac{5}{6} * r, schijf}$$

Daarna kan rem druk berekend worden door middel van de laatste formule:

$$Remdruk = \frac{F, schijf}{\pi * r, zuiger^2}$$

Als laatst rekenen we de remdruk van N/m^2 om naar Bar:

$$Remdruk \text{ in bar} = \frac{Remdruk}{100.000}$$

2.5.1. Onderstuur

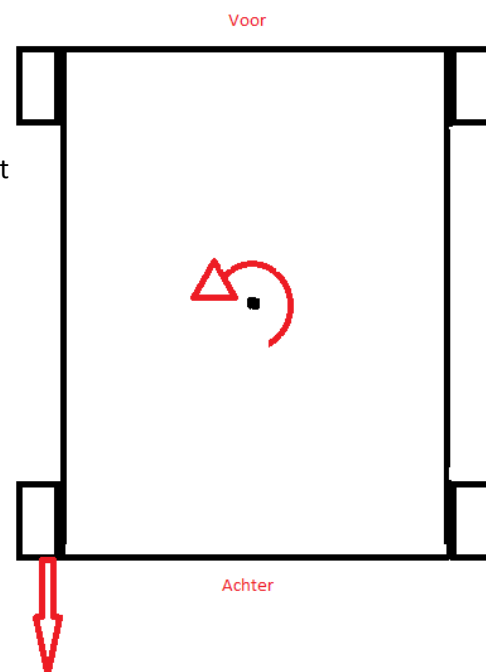
Als er onderstuur in een auto optreedt, betekent dit dat de auto niet of te weinig stuurt. Er moet dus een moment om het zwaartepunt van het voertuig gecreëerd worden door middel van het afremmen van een van de twee achterwielen. Dit omdat de voorwielen bij onderstuur hun grip verliezen waardoor het geen zin heeft om deze wielen af te remmen.

Om de gewenste remkracht op het linker of rechter achterwiel (afhankelijk of er naar links of rechts gestuurd moet worden) te berekenen kan de volgende formule gebruikt worden.

$$F_{rem} = \frac{M_{gewenst}}{\frac{1}{2}b}$$

$M_{gewenst}$ wordt afgeleid van de gegevens van de stuurhoeksensor.

Hiernaast bevind zich een afbeelding om het een en ander te verduidelijken.



Afbeelding 3: Schematische weergave van het geremde wiel en gecreëerde moment bij onderstuur

2.5.2. Overstuur

Bij onderstuur kan het moment worden afgeleid van de stuurhoeksensor. Bij overstuur moet er eerst bereken worden wat het moment om het zwaartepunt is, zodat het zelfde tegenmoment kan worden gecreëerd waardoor de auto niet meer overstuurd

Eerst moet het huidige moment om het zwaartepunt ($M_{\text{overstuur}}$) berekend worden. Dit kan met de volgende formule. Hierin is de $F, \text{lateraal}$ de tegenkracht die door de banden word geleverd zodat deze de bocht in gedrukt word, l is de lengte van het voertuig.

$$M_{\text{overstuur}} = \left(F, \text{lateraal}, \text{achter} * \frac{1}{2} l \right) - \left(F, \text{lateraal}, \text{voor} * \frac{1}{2} l \right)$$

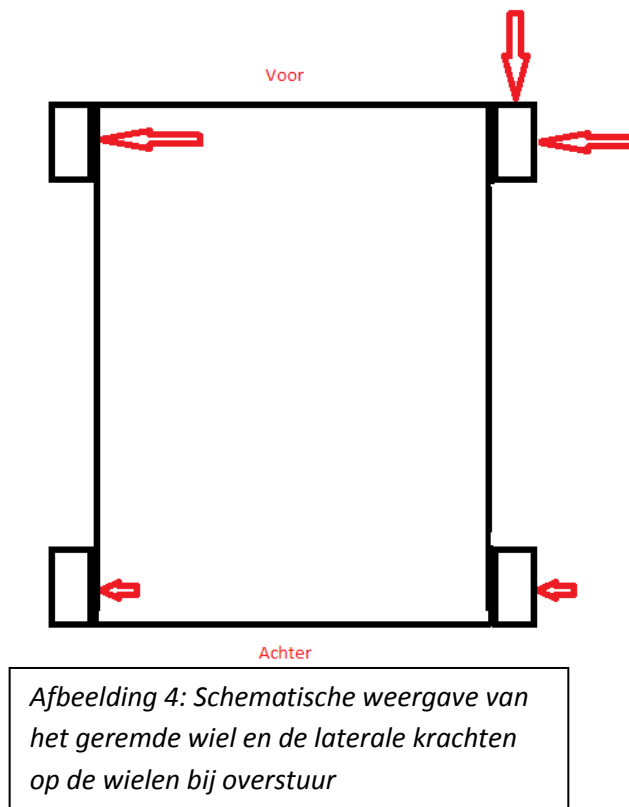
Het gewenste moment moet het overstuurde moment opheffen, dit komt neer op het volgende:

$$M_{\text{gewenst}} = -M_{\text{overstuur}}$$

Als laatste de formule die we ook bij het onderstuurde voertuig gebruikt hebben:

$$F_{\text{rem}} = \frac{M_{\text{gewenst}}}{\frac{1}{2} b}$$

Hieronder een afbeelding om de formules te verduidelijken. Hierop is te zien dat de voorwielen een grotere kracht in laterale richting kunnen opbrengen dan de achterwielen. Hierdoor zullen de achterwielen naar buiten schuiven en ontstaat er een moment. Om dit moment op te heffen moet, in dit geval, het rechter voor wiel worden afgeremd.



2.6. Betrouwbaarheid

Betrouwbaarheid in het algemeen zegt iets over de maten waarin een persoon of product te vertrouwen is. Bij producten houdt dit in dat het product voor lange tijd blijft voldoen aan de gebruikseisen. Hoe langer een product aan de eisen kan blijven voldoen, hoe groter de betrouwbaarheid. Onder betrouwbaarheid vallen dus ook veiligheid en kwaliteit.

2.6.1. Veiligheid

Om het begrip veiligheid te definiëren gaan we eerst naar de uitleg van het woordenboek. In de “van Dale” staat:

vei·lig·heid de; v het veilig-zijn: iets in ~ brengen

Veiligheid is dus het veilig zijn van iets. Dit is nog niet echt een duidelijke definitie. Daarom gaan we verder kijken wat de “van Dale” zegt over het begrip “Veilig”. Hierover staat:

vei·lig bn, bw 1 vrij van gevaar 2 beschermd tegen gevaar

Veilig zijn is dus het vrij zijn van gevaar. Gevaar betekend het risico hebben op het gebeuren van iets ergs. Hieruit kan de conclusie dus worden getrokken dat hoe minder risico op een ongeluk er aanwezig is, hoe veiliger de omstandigheden worden en hoe groter de veiligheid dus is.

Bij het ESP-systeem betekend dit dus dat de veiligheid hoger is alle onderdelen betrouwbaar zijn waardoor het risico op het falen van het ESP-systeem kleiner wordt.

2.6.2. Kwaliteit

De kwaliteit van een product hangt af van het fabricage proces, materialen en de kennis.

2.7. Betrouwbaarheid componenten

De betrouwbaarheid van het gehele systeem hangt af van de betrouwbaarheid van de componenten. Om de betrouwbaarheid van de componenten te toetsen gaan we kijken naar de levensduur van deze componenten.

2.8. Forum onderzoek

Om achter veel voorkomende problemen te komen zal ik op internet opzoek gaan naar mensen die berichten hebben gepost op forums. Van deze posts zal ik alleen degene analyseren en uitwerken als er in de post wordt aangegeven wat het probleem was, en hoe het is opgelost. Daarna kijk ik waardoor het kapotte onderdeel een ESP storing veroorzaakt.

3. Current State

3.1. Inleiding

In de current state gaan we kijken hoe het systeem er nu uit ziet en waar de huidige problemen zich voor doen.

3.2. Berekeningen aan het systeem

De berekeningen die in het theoretisch kader zijn gegeven zullen nu aan de hand van de volgende parameters worden ingevuld. De parameters hieronder zijn gebaseerd op aannamen en kunnen verschillen met de werkelijke gegevens.

Parameters	Waarde	Eenheid
massa	1500 kg	Kg
gewichtsverdeling	60% vooras, 40% achteras	%
mu, normaal voor/achter	0,9	
lengte	4,0	m
breedte	1,8	m
Remzuiger straal voor/achter	0,02	m
Schijfstraal voor	0,15	m
Schijfstraal achter	0,125	m
Wiel straal voor/achter	0.25	m

3.2.1. Onderstuur

We gaan er voor het berekenen van de remkracht voor de onderstuurde situatie van uit dat

$$M_{gewenst} = 500Nm$$

Omdat dit een onderstuurde situatie is gaan we de berekening voor een voorwiel doen.

$$F_{rem} = \frac{500Nm}{\frac{1}{2} * 1,8m} = 555,55N$$

Dan kunnen we nu het moment berekenen wat er door de remmen op de wielen (M_{wiel}) gecreëerd moet worden:

$$M_{wiel} = 550N * 0.25m = 138,89Nm$$

Vervolgens kunnen we de kracht die de remschijf moet leveren ($F_{schijf,achter}$) berekenen:

$$F_{schijf} = \frac{138,89Nm}{\frac{5}{6} * 0,125m} = 1333,344N$$

Als laatste kunnen we de benodigde rem druk die geleverd moeten door de ABS-eenheid:

$$Remdruk = \frac{1333,344N}{\pi * 0,02m^2} = 1061041,44 \frac{N}{m^2}$$

Als laatste de rem druk van N/m^2 naar Bar omrekenen:

$$Remdruk \text{ in Bar} = \frac{1061041,44 \frac{N}{m^2}}{100.000} = 10,61 \text{ Bar}$$

Dit komt er dus op neer dat de ABS-pomp 10,61 Bar naar het linker achterwiel moet pompen om het gewenste stuurmoment te creëren.

3.2.2. Overstuur

Voor de berekeningen van de overstuurde situatie gaan we van de volgende parameters uit:

<i>F, lateraal, voor</i>	2000N
<i>F, lateraal, achter</i>	500N

Eerst berekenen we het moment dat wordt gecreëerd door het overstuur:

$$M_{\text{overstuurd}} = \left(500N * \frac{1}{2} * 4,0m \right) - \left(2000N * \frac{1}{2} * 4,0m \right) = -3000Nm$$

Aan de hand daarvan kunnen we het gewenste moment berekenen dat moet worden gecreëerd om het overstuur te kunnen corrigeren:

$$M_{\text{gewenst}} = - - 3000N = 3000Nm$$

Vervolgens kunnen we de remkracht voor het rechter voorwiel berekenen dat nodig is om dat moment te creëren:

$$F_{\text{rem}} = \frac{3000Nm}{\frac{1}{2} * 1,8m} = 3333,33N$$

Met de benodigde remkracht kunnen we ook berekenen hoeveel druk de ABS-pomp moet leveren, daarvoor moeten we eerst het dat op de wielen gecreëerd moet worden berekenen.

$$M_{\text{wiel}} = 3333,33N * 0,25m = 833,33Nm$$

Vervolgens kunnen we de kracht die de remschijf moet leveren ($F_{\text{schijf, voor}}$) berekenen:

$$F_{\text{schijf}} = \frac{833,33Nm}{\frac{5}{6} * 0,15m} = 6666,64N$$

Als laatste kunnen we de benodigde rem druk die geleverd moeten door de ABS-eenheid:

$$Remdruk = \frac{6666,64N}{\pi * 0,02m^2} = 5305143,59 \frac{N}{m^2}$$

Als laatste de rem druk van N/m^2 naar Bar omrekenen:

$$Remdruk \text{ in Bar} = \frac{5305143,59 \frac{N}{m^2}}{100.000} = 53.05 \text{ Bar}$$

Bij deze berekeningen moet een wel worden vermeld dat het om een berekening gaat die aannames als uitgangsbasis heeft. Toch is een rem druk van 53,05 Bar niet onmogelijk aangezien een remsysteem ruim 200 Bar aan kan!

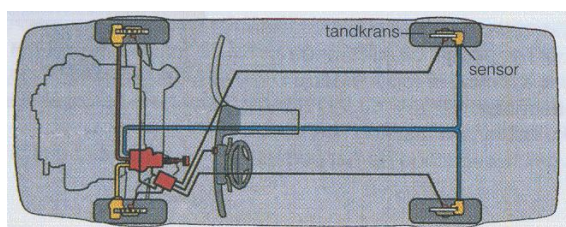
3.3. Onderdelen

3.3.1. Remmen

Een van de belangrijkste randsystemen van het ESP-systeem zijn de remmen. Deze zorgen ervoor dat elk wiel apart kan worden afgeremd. Bij de meeste Volkswagens zijn de voor en achterremmen schijfremmen. Remmen zijn slijtage onderdelen en de levensduur van deze componenten hangt af van de rijstijl van de bestuurder.³⁾

3.3.2. Anti Blokkeringssysteem

Een snel draaiend wiel moet door het remsysteem worden tegengehouden. Als de rem te sterk aangrijpt (krachtig op het rempedaal duwen) kan het geremde wiel blokkeren, en daardoor over het wegdek heen glijden. Indien het wegdek nat of glad is zal het wegglijden vele malen sneller plaatsvinden. Het ABS voorkomt het blokkeren van het wiel.



Afbeelding 6: ABS componenten

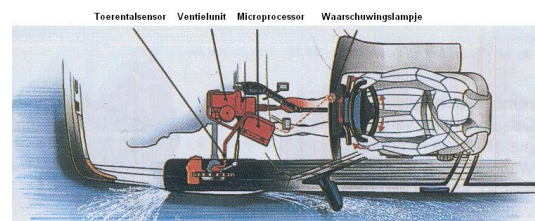
Bij een blokkerend wiel kan de auto een kortere remweg hebben op droog wegdek, maar dan is de auto onbestuurbaar. Bij een rollend wiel heeft de auto een langere remweg, maar blijft de auto wel bestuurbaar, dus dat is veiliger.

Bij ABS zijn er op de wielen een *tandkrans* en een *wieltoerentalsensor*

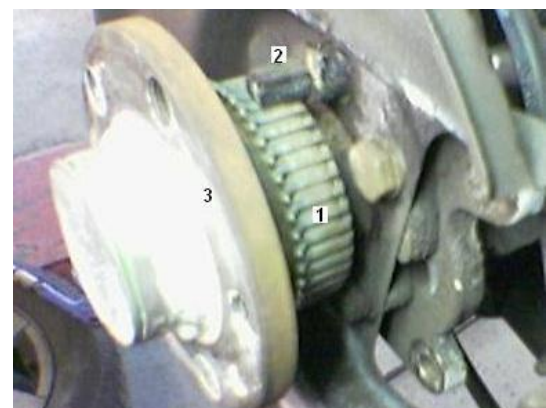
aangebracht. De sensor meet de rotatiefrequentie van het wiel (omtreksnelheid) en geeft deze signalen door aan een microprocessor, ook wel elektronische regeleenheid genoemd. Dit gebeurt wel tientallen keren per seconden. Zodra er gemeten wordt dat er één wiel in het systeem langzamer ronddraait dan het andere wiel van die as, dus blokkeert, wordt het ABS geactiveerd. Het ABS zorgt ervoor dat het blokkerende wiel blijft rollen.

(Het ABS-systeem op de afbeelding heeft 3 remcircuits: één voor de voorwielen en één voor elk van de voorwielen).

Een geringe trilling in het rempedaal is voor de bestuurder een indicatie voor dat de ABS in werking is.³⁾



Afbeelding 5: ABS componenten



1. Tandkrans
2. Toerental Sensor
3. Wielnaaf (hier word de remschijf tegen geplaatst)

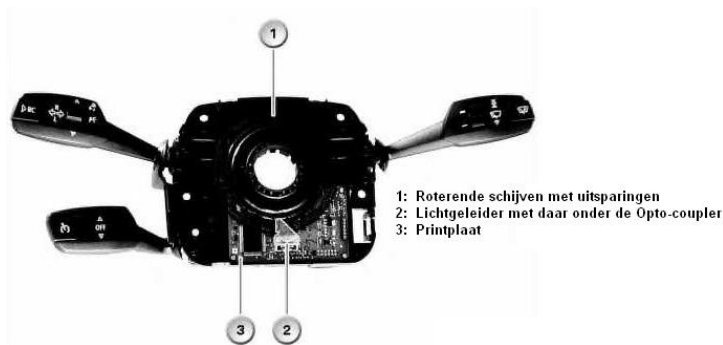
Afbeelding 7: ABS componenten

3.3.3. Wieltoerental sensor

Zoals de naam al doet vermoeden meet de wieltoerental sensor de draaisnelheid van het wiel. Deze sensor zit op elk wiel gemonteerd, zodat er door de ecu berekend kan worden of het wiel de juiste snelheid draait en dus niet bijvoorbeeld doorslipt of blokkeert. Deze sensor wordt ook gebruikt door de ABS en ASR systemen.

3.3.4. Stuurhoek sensor

De stuurhoeksensor zit op de stuurkolom gemonteerd. Dat kan bij het stuurhuis zijn, maar ook in het interieur bij tussen de richtingaanwijzer- / ruitenwisserhendels (achter de airbag) zoals op de afbeelding rechts (van een BMW). De stuurhoeksensor heeft als taak om de draaihoek van het stuurwiel te meten. Deze sensor maakt gebruik van 1 of meerdere opto-couplers die de lichtdoorlaat van de roterende schijven meet. Op elke plek van een roterende schijf zijn de lichtspalten anders, waardoor de exacte positie van het stuurwiel herkend kan worden.



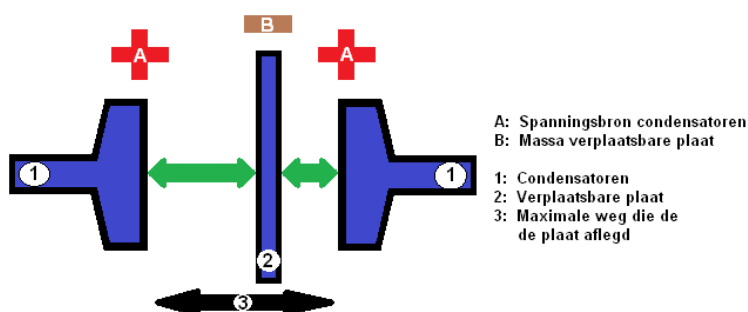
Afbeelding 8: Stuurhoeksensor

Door alle uitsparingen in de schijven, ontstaat een asymmetrisch bloksignaal. De opto-coupler kan namelijk een lichtsignaal omzetten in een spanning, die aan de regeleenheid doorgegeven wordt.³⁾

3.3.5. Dwarsversnellingsensor

De dwarsversnellingsensor (ook wel de G-sensor van de G-krachten genoemd) zit zo veel mogelijk in het midden van de auto geplaatst.

Bij het nemen van bochten verschuift de verplaatsbare plaat (2) tussen de condensatoren (1). Op de condensatoren staat een spanning van 5 volt.



Afbeelding 9: Dwarsversnellingsensor

Wanneer de plaat in het midden staat (dus als de auto recht uit rijdt) bedraagt de spanning op de beide condensatoren 2,5 volt.

Als de auto een bocht maakt, (in het geval van de afbeelding naar links) dan verschuift de plaat als gevolg van de centrifugaal kracht en de centripetaal kracht.

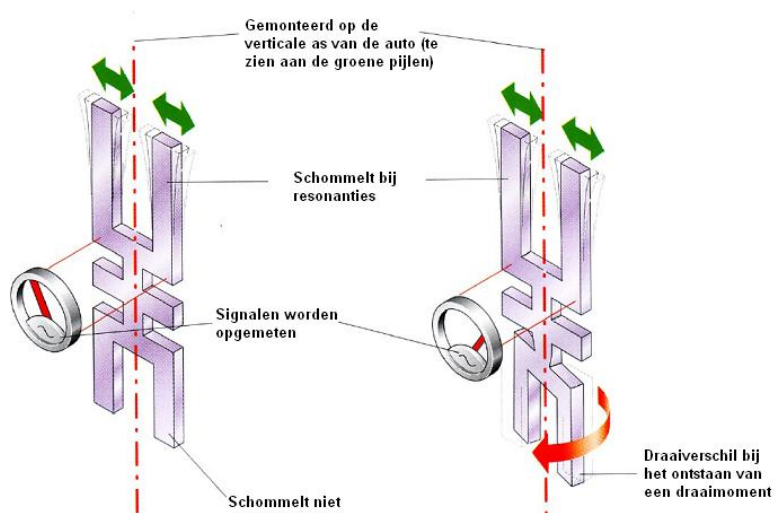
Als de plaat verschuift, dan zakt de capaciteit van de rechter condensator. Deze zal nu geen 2,5 maar bijv. 1,5 volt bedragen. De regeleenheid van de ESP herkent het verschil tussen de beide condensatoren, en kan hier uit herleiden hoe groot de centrifugaal kracht of de centripetaal kracht is (dus hoe scherp de bocht gemaakt word, en of dat de auto eventueel overstuur heeft).

Met de waardes van deze dwarsversnellingssensor worden de gegevens van de wieltoerentalsensoren vergeleken, en wordt er bepaald of dat het ESP-systeem in moet grijpen.³⁾

3.3.6. Giermomentsensor

De giermomentsensor, in het Engels ook "yaw sensor" genoemd, zit samen met de Dwarsversnellingssensor zo veel mogelijk in het midden van de auto geplaatst. De sensor levert gegevens die het ESP-systeem nodig heeft.

De giermomentsensor registreert de neiging van het voertuig om om de verticale as te gaan draaien. De waarde van deze meting wordt de draaisnelheid genoemd, en wordt weergegeven in graden per seconde.



De sensor bestaat uit twee stemvorken. De bovenste stemvork wordt met een wisselspanning tot trilling (resonantie) van

Afbeelding 10.: Giermomentsensor

11000 Hz (11kHz) gebracht, en roteert als het voertuig door een bocht rijdt. Hoe scherper de bocht, hoe meer de onderste stemvork verdraait t.o.v. de bovenste vork.

Het principe berust op de gyroscopische krachten (Corioliskracht). Wanneer het roterend deel met torsie (verdraaiing) uit zijn positie wordt gehaald ontstaan er gyroscopische krachten. (Vandaar de naam giermomentsensor).

Door de torsie genereert een piëzo-element een spanningsverschil dat door het regelapparaat wordt gemeten.

De spanning die wordt opgewekt varieert tussen de 0 en 5 volt. In ruststand (als er geen verdraaiing geregistreerd wordt) geeft de sensor 2,5 volt af.³⁾

3.3.7. Remdruksensor

Bij sommige type auto's zijn er aparte hydraulische druksensoren in het remsysteem toegevoegd. Tegenwoordig zitten de remdruksensoren meestal ingebouwd in de hydraulische unit van het ABS systeem zelf. Deze unit is vaak zichtbaar onder de motorkap. Alle hydraulische remleidingen zitten hiermee verbonden.³⁾

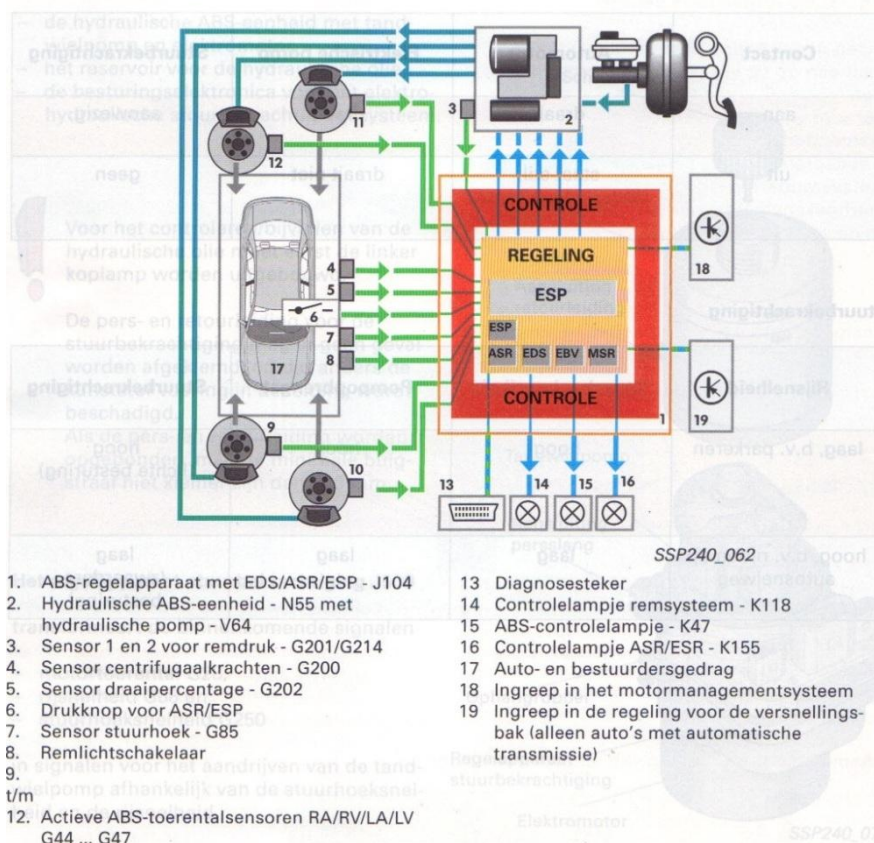
3.3.8. ABS-pomp

Elke rem is verbonden met de ABS-pomp. Deze pomp kan er voor zorgen dat de wielen dieblokkeren minder druk krijgen zodat deze deblokkeren. De ABS-pomp wordt ook gebruikt bij het ESP systeem om naar een afzonderlijk wiel een rem druk op te bouwen zodat er een wiel afgeremd kan worden.

3.4. Elektrisch Schema

Hieronder is een elektrisch schema te zien van het ESP-systeem van een Audi A2. In de Audi A2 wordt het zelfde ESP-systeem toegepast als in Volkswagen. Hierdoor is het elektrische schema nagenoeg hetzelfde.³⁾

ESP-regeling



1. ABS-regelapparaat met EDS/ASR/ESP - J104
2. Hydraulische ABS-eenheid - N55 met hydraulische pomp - V64
3. Sensor 1 en 2 voor remdruk - G201/G214
4. Sensor centrifugaalkrachten - G200
5. Sensor draaipercentage - G202
6. Drukknop voor ASR/ESP
7. Sensor stuurhoek - G85
8. Remlichtschakelaar
9. Stuurwiel positie sensor
10. Stuurwiel draai moment sensor
12. Actieve ABS-toerentalsensoren RA/RV/LA/LV G44 ... G47

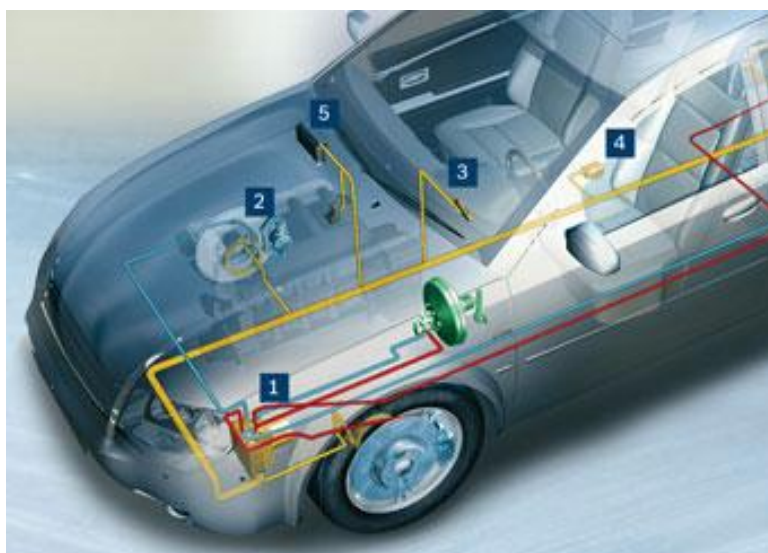
13. Diagnosestekker
14. Controlelampje remsysteem - K118
15. ABS-controlelampje - K47
16. Controlelampje ASR/ESR - K155
17. Auto- en bestuurdersgedrag
18. Ingriep in het motormanagementsysteem
19. Ingriep in de regeling voor de versnellingsbak (alleen auto's met automatische transmissie)

Afbeelding 11: Schema ESP-regeling Audi A2

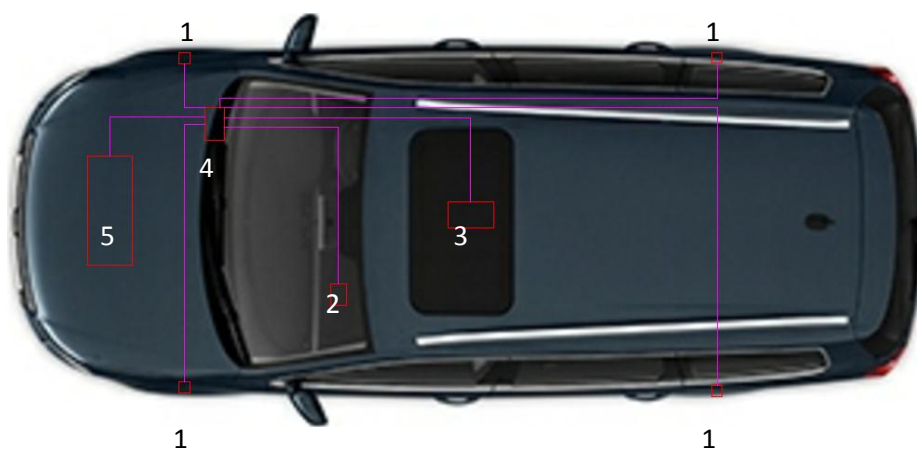
3.5. Plaatsing in auto

Hieronder ziet u hoe de onderdelen in de auto geplaatst zijn. De onderdelen zijn als volgt: 4)

- | | |
|---|--|
| 1 Hydraulische eenheid met bijhorende sturingseenheid | (nr.2 in schema afbeelding 11) |
| 2 Wielsnelheidssensoren | (nr.9 t/m 12 in schema afbeelding 11) |
| 3 Stuurhoeksensor | (nr.7 in schema afbeelding 11) |
| 4 Giersensor en zijdelingse acceleratiesensor | (nr.4 & 5 in schema afbeelding 11) |
| 5 Communicatie met motorbeheersysteem | (nr.18 schema afbeelding 11) ³⁾ |



Afbeelding 12. Plaatsing componenten ESP-systeem



Afbeelding 13. Plaatsing elektronisch componenten ESP-systeem getekend in autocad

1. Wieltoerentalsensor
2. Stuurhoeksensor
3. G-force sensor/yawsensor
4. ECU
5. Belastingssensor

3.6. Problemen op het internet

Na wat zoeken op internet zijn dit voorbeelden van de meest voorkomende oorzaken van ESP storingen. In de analyse fase zijn de oplossingen geanalyseerd.

3.6.1. ESP Foutmelding 1:

Ik plaats hier even de ervaring van een vriend van mij.

Hij heeft een 3BG 1.9 TDi 130 Pk 4-Motion Sedan uit 2002.

Enkele weken geleden kreeg hij telkens een ESP storing.

Lampje op het dashboard ging aan en de auto hield in.

Na het uitzetten van de motor, was het lampje weer uit.

Computer uitgelezen bij de garage, maar geen storing van de ESP sensoren of stuurapparaat te vinden.

Wat blijkt nu..

Onder het rijden ging het ESP lampje aan. Hij dacht dat het ESP ingreep, maar nu blijkt dat de auto af en toe op 3 cilinders ging lopen!

Oorzaak: kabelboom van de pompverstuivers.

Deze is vervangen en het probleem heeft zich niet meer voorgedaan.

Misschien interessant voor iemand, die hetzelfde meemaakt..⁶⁾

3.6.2. ESP Foutmelding 2:

Hallo mannen,

Ik rij net bij het tankstation vandaan, passat begint te **stotteren**, lampje van **ESP** en van de **ABS** beginnen te branden.

Wat is er aan de hand??

ik ben met een gangetje van 40km p/u naar huis gereden....

het gaat hier om een 130pk TDi AVF

Ik kan de auto helaas niet zelf uitlezen (windows 7 🤖)

Heb net nog iets gelezen over:

- * de verstuiver

- * kabelboom van de verstuivers

- * connectoren?

Wil kan me vertellen wat er aan de hand is??⁷⁾

3.6.3. ESP Foutmelding 3:

Hi Allen,

Ik heb eind juni 2011 mijn GTI ED30 (met ABT chip) gekocht. Na 2 dagen de auto in bezit te hebben heb ik er een klasse 3 alarm in laten bouwen.

Ik heb een terugkerend "probleem" waarbij het epc-lampje, het bandenspanningslampje en het esp-lampje (slingerende auto) aangaan. Er is geen pijn te trekken wanneer de lampen weer aan zullen springen. De eerste keer dat de lampen aangingen (augustus) zat de schrik er goed in. Auto aan de kant gezet, in de boekjes gelezen, auto geprobeerd te starten en hij viel telkens uit (bleef niet stationair lopen). Na 4 keer starten geen de motor aan. Na 400 meter ging het EPC lampje uit, ESP en bandenspanning bleven aan maar bij de volgende herstart was waren alle lampjes uit.

Ik heb de storing laten uitlezen bij een VW dealer en deze kwam met 2 storingen, 1 met het contact slot en de ander had betrekking tot de gasklepregeleenheid waarbij de overgangsweerstanden in de kabelboom aan de gasklepregeleenheid opnieuw verbonden moet worden en geïsoleerd.

De universele dealer waar ik de auto heb gekocht zei breng hem maar hierheen dan regelen wij dit voor je. Ik had nog een aantal punten dus heb de auto weggebracht. Drie dagen later kon ik de auto ophalen waarbij alle punten opgelost zouden zijn. Ik heb de storing hierna niet meer gehad.

Vervolgens heb ik een downpipe laten aanbrengen met racekat en ben bij JD geweest voor een chip op maat. Na het chippen ben ik een stuk gaan rijden. Bij de 2de keer doortrekken gingen 3 de lampen aan. De wagen is daar uitgelezen en er kwam een melding uit die te maken had met de gasklepregeleenheid. De meldingen zijn verwijderd en ik heb daarna in de buurt gereden zonder problemen.

Vervolgens heb ik in de afgelopen maand tot 4 keer toe de een kerstboom op mijn dashboard gehad. Bij het branden van de lampen rijdt de auto nog door. Als ik bij het stoplicht kom of stil sta en ik wil optrekken dan slaat de auto af. Tot nu toe is het opgelost met de motorkap openen, wat aan de kabels zitten van de gasklepregeleenheid en starten. EPC lamp gaat na een paar honder meter uit en de overige lampen blijven aan tot de volgende start.

Ik heb de universele autobooer gebeld en kreeg de zoon van de baas aan de lijn. Mijn verhaal, beklag gedaan en hij heeft op kenteken in het systeem gezocht. Nou alle meldingen die ik had gedaan waren opgelost en stonden in het systeem behalve die van de EPC, ABS en bandenspanning. Ik heb erna de verkoper aan de lijn gehad en die kwam met ja kan gebeuren dat we het over het hoofd hebben gezien, ja breng maar langs. Ik was het daar niet mee eens en wou de VW dealer ernaar laten kijken. Daar had ik meer vertrouwen in, oa omdat als de oplossing vanuit de ELSA het probleem niet verhelpt er een DISS melding aangemaakt moet worden. Bij de VW dealer heb ik aangegeven dat ik te horen heb gekregen (JD) dat de kabelboom vernieuwd is, dit was te zien aan de kleur van de kabels van de regelklepeenheid. Oh meneer als dat gebeurd is dan gaan we die niet vervangen maar zoeken en dat kan aardig in de papieren gaan lopen voor u. Dat was niet het antwoord waar ik naar opzoek was.

Ik rij zaterdag naar VAG om de auto uit te laten lezen en om ernaar te laten kijken. Ik hoop dat VAG techniek de oorzaak kan vinden en ik in de auto kan stappen zonder het gevoel te hebben dan de lampen aanspringen en ik stil naast de weg moet staan. Overigens rijdt de auto prima, het is alleen wachten tot de lampen weer aanspringen.

Ik heb wel een stuk op het VW forum gevonden met iemand met dezelfde meldingen (alleen geen oplossing) :

<http://www.vwforum.nl/post1783070.html>

Het is een lang verhaal geworden. Heeft iemand misschien een soortgelijk probleem gehad of ken je iemand die het heeft gehad en weet misschien iemand de oplossing voor dit probleem. Ik snap wel dat het erg moeilijk is om het zo te beoordelen maar vandaar dat ik VAG techniek ernaar laat kijken. Vervolgens zal de uitkomst van het onderzoek hier posten.

GrtD.⁸⁾



3.6.4. ESP Foutmelding 4

Beste mensen,

Ik heb problemen met een VW Passat 1,9tdi. Storingsmelding ESP tijdens rijden motor houdt in tijdens de melding.

ABS Computer uitgelezen storingscode P1857 (18265) belastingssensor?

Ook zat er een storing in de motorcomputer P1666 (18074) pompverstuiver cilinder 1?

Ik hoop dat iemand mij meer info kan geven bij de betreffende storing? ik weet niet of het met elkaar te maken heeft of dat het los staat?

Graag hoor ik van U

Groeten Sander ⁹⁾

3.6.5. ESP Foutmelding 5

Hallo allemaal,

Mijn eerste bericht op dit forum dus effe wennen ...

Al sinds ik mijn auto (passat uit 2003, 100 pk) heb gekocht heb ik het volgende probleem: Bij 95 kmh houdt de auto in en gaat het ESP lampje even knipperen en na ong 5 seconden vanzelf weer uit. Als de cruise control aanstaat wordt ie er vanaf gegooid. Daarna kan ik gewoon weer verder alsof er niets aan de hand is. Als ik dooraccelereer heb ik vaak geen last, maar als ik bijv eerst 90 rij en dan langzaam rond de 95 ga rijden wel. Het maakt niet uit of ik in de 4e of 5e versnelling zit.

Het kabeltje naar de injectoren is vervangen, evenals het 2-massavliegwiel met koppeling (.....)

Als ik rond de 93 o/f rij hoor ik soms iets krakerigs bij het rempedaal, een geluid alsof er druk opgebouwd wordt in een drukvat. Als ik langer op die snelheid blijf rijden en dan moet remmen moet ik de rem eerst ergens doorheen trappen, alsof ie vast is gaan zitten, je hoort dan ook een vrij harde 'klik'. Hij remt dan wel gewoon, maar het lijkt net alsof ik m eerst gangbaar moet maken voor ik kan remmen.

Ik denk dat beide dingen met elkaar te maken hebben, maar kan me geen oorzaak bedenken. Kan bijv de hoofdremcilinder een (onbedoelde) tegendruk krijgen alleen bij een bepaalde snelheid? Of zit er elektronisch iets dat het rempedaal rond de 95 kmh een signaaltje krijgt? Of is er iets met de esp module, dat die druk opbouwt naar de remcilinder? Ik rij hier al 15.000 km mee en het is niet verbeterd of verslechterd in die tijd. Remvloeistof is vervangen, abs sensoren voor zijn los geweest (bij vervanging van het 2massa vliegwiel).

Ik heb wel het idee dat de linker homokineet defect is (ratelend geluid bij linker bocht).

Uitlezen van de auto levert geen enkele storing op.

Hopelijk kan iemand op dit forum mij verder helpen.

Met vriendelijke groet,

Jeroen ¹⁰⁾

4. Analyse

In de analyse fase gaan we kijken waardoor de problemen ontstonden en hoe ze opgelost zijn.

4.1. ESP Foutmelding 1

Zoals in de post van al vermeld staat word de ESP-storing veroorzaakt door de defecte kabelboom naar de pompverstuivers. Dat is niet de eerste plaats waar je zou gaan zoeken bij en ESP storing. Om dit te verklaren heb ik navraag gedaan bij een Volkswagen monteur. Die vertelde mij dat de pompverstuivers ook dienen als motorbelastingssensor. Hiermee kan worden berekend of er gas word gegeven of juist niet. Omdat het ESP geen respons meer krijgt van deze sensor kan niet exact berekend worden hoe het ESP-systeem moet reageren. Hierdoor treed er een storing op.

Dit verklaart ook het inhouden van de auto. Als de pompverstuivers niet goed aangestuurd worden/geen feedback krijgen zal de auto niet optimaal rijden.

4.2. ESP Foutmelding 2

Ook bij post twee was de oorzaak een kapotte kabelboom van de pompverstuivers. Voor de verklaring zie foutmelding 1

4.3. ESP Foutmelding 3

Ook het derde probleem lag de oplossing in een kabelboom. In dit geval was het de kabelboom van de gasklepregeleenheid. Hiervoor geldt weer hetzelfde als bij de pompverstuivers. Dat de gasklepregeleenheid ook een motorbelastingssensor bevat die aangeeft of er wel of geen gas word gegeven en in welke mate de motor belast wordt.

4.4. ESP Foutmelding 4

De fout blijkt hier ook te liggen in de kabelboom naar de pompverstuivers. Voor de verklaring, zie foutmelding 1.

4.5. ESP Foutmelding 5

Bij het laatste probleem was de oorzaak een versleten homokineet. Als de homokineet versleten is zal door de speling het linker of rechterwiel iets eerder worden aangedreven als het andere wiel. Hierdoor ontstaat er een verschil in het toerental tussen beide wielen en zal het ESP systeem ingrijpen.

4.6. Conclusie

Uit de analyse van bovenstaande problemen kan worden geconstateerd dat er één oorzaak is voor 4 verschillende oorzaken. Hiermee kan een mooie verwijzing worden gemaakt naar de Pareto-analyse, dat 80 % van de ongevallen wordt veroorzaakt door 20% van de oorzaken, die in dit geval exact klopt. In de bijlage vindt u deze Pareto analyse.

Er kan dus tot de conclusie gekomen worden dat de bekabeling in naar het pompverstuivers/gasklephuis. Waarschijnlijk zit hier een ontwerpfout in of zijn er niet de juiste kwaliteit materialen gebruikt.

5. Future state

5.1. Ideale situatie

In de ideale situatie moeten de kabelbomen dusdanig geconstrueerd en geplaatst zijn zodat deze niet door ouderdom of slijtage kapot gaan. Ook zouden de kabelbomen vervangen kunnen worden door bijvoorbeeld draadloze aansturing (bv bluetooth, hoogfrequente signalen)

Daarnaast moet er voor gezorgd worden dat er bij een fout in de bekabeling naar de pompverstuivers/gaskleregeleenheid niet een ESP storing wordt aangegeven maar bij voorbeeld een motormanagement storing. Ook kan dit worden opgeslagen in het systeem zodat deze storing bij het uitlezen direct naar voren komt.

Tevens zouden er op de homokineet slijtage indicatoren geplaatst kunnen worden. Hierdoor is sneller duidelijk wanneer een homokineet versleten is en kan deze op tijd worden vervangen.

Verder zou het systeem ook moeten herkennen of er een aanhangwagen achter hangt. Het motormanagement zou via de belasting van de motor kunnen berekenen hoe zwaar de aanhanger ongeveer weegt, zodat de ESP kan ingrijpen als de aanhangwagen begint te slingeren of iets dergelijks.

Ook kan er een uitbreiding worden gemaakt naar de dak dragers. Als een auto namelijk een dakkofter op het dak heeft wordt het zwaartepunt aanzienlijk verhoogd. Hierdoor zal een auto eerder omslaan dan dat het ESP systeem gewend is. Als er een sensor in de dak dragers zit kan deze meten hoeveel gewicht er op het dak ligt, zodat het ESP-systeem hier rekening mee kan houden.

5.2. Gewenste situatie

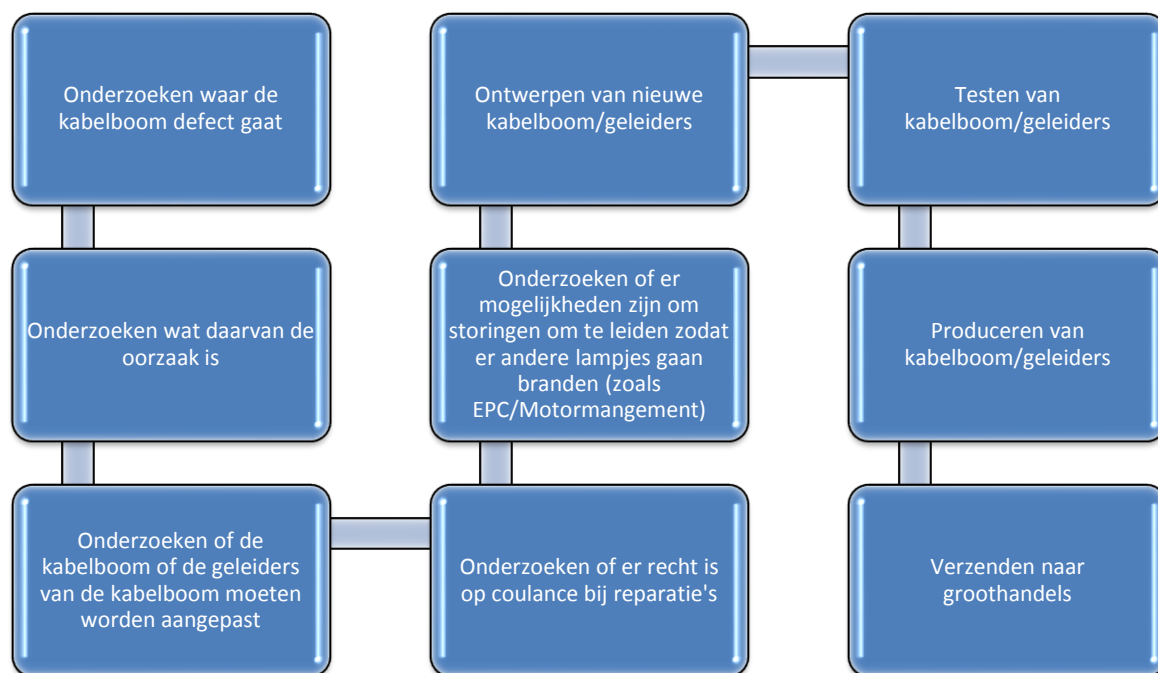
Het is in dit geval gewenst dat de kabelboom dusdanig wordt aangepast zodat deze niet meer defect gaat. Hierdoor zullen een hoop storingen niet meer voorkomen. Ook is het gewenst om storingen die niet direct uit het ESP systeem komen, op een andere manier weer te geven. Bijvoorbeeld door middel van een motormanagement storing of een EPC storing.

5.3. Haalbare situatie

Het is haalbaar om de kabelboom dusdanig aan te passen zodat deze minder snel defect zal gaan.

Wat ook haalbaar is, is dat de computer herkent dat de bekabeling van en naar bepaalde componenten defect is. Ook is het haalbaar om slijtage indicatoren op de homokineet te plaatsen zodat deze tijdig kan worden vervangen.

5.4 Implementatieplan



6. Advies

Naar aanleiding van de gevonden problemen is het advies om de kabelboom anders te ontwerpen zodat deze minder snel slijt, het zei door andere materialen, het zei door een andere constructie.

Verder adviseer ik om een systeem te construeren waardoor de kabelbreuk/kapotte sensor wordt herkend. Als deze storing in het systeem opgeslagen wordt kan er bij het uitlezen gelijk worden gezien waarin de storing zit en waar gezocht moet worden naar kabelbreuk en defecte componenten. Een mogelijke storing die tijdens het uitlezen dan naar voren kan komen is: "Motorbeslastingssensor: signaal onaannemelijk". Hierdoor weet de monteur dat hij in de sensor en de bekabeling hiernaar toe moet gaan zoeken, wat dus veel gerichter is en minder tijd in beslag zal nemen.

Om een versleten homokineet sneller op te merken raad ik aan om slijtage indicatoren (of mechanisch of elektronisch) te construeren/plaatsen. Hierdoor komt men er sneller achter of een homokineet versleten is en kan deze tijdig worden vervangen.

7. Bronnen

7.1. Verwijzingen

- ¹⁾ www.nu.nl
- ²⁾ www.autowereld.com/woordenboek
- ³⁾ www.marcovw.nl
- ⁴⁾ Audi A2-Techniek, constructie en werking, Zelfstudieprogramma 240
- ⁵⁾ Audi A3 '04 Elektrische installatie, Zelfstudieprogramma 312
- ⁶⁾ <http://www.vwpassat.nl/viewtopic.php?f=111&t=32538#p317938>
- ⁷⁾ <http://passatclub.nl/viewtopic.php?t=42488&p=517910>
- ⁸⁾ <http://www.golgtiforum.nl/forum/viewtopic.php?f=21&t=1041>
- ⁹⁾ <http://www.problemcar.nl/viewtopic.php?id=189350>
- ¹⁰⁾ <http://passat.be/viewtopic.php?t=42580&p=492173>

7.2. Bronnen

- M. de Koning autobedrijven
- Voertuigdynamicaregeling ESP, Bosch
- Techniek van de auto, Trommelmans
- Audi, Bandenspanningscontrolesysteem, opbouw en werking, Zelfstudieprogramma 219
- Remsystemen van de Alhambra, Leerboek nr. 16
- De Sharan 2011 Elektrische installatie en elektronica, Constructie en werking, Zelfstudieprogramma 493

7.3 Personen

- Erik Rodriguez (monteur VW)
- Vincent van Grieken (Assistent werkplaats chef)

8. Bijlagen

8.1. Matlab file

```
close all
clc
```

```
%Header
```

```
%-----
% Naam file:      ESP_berekeningen.m
% CVO02:         MTO Casus
% Auteur:        Joost van der Burg, 0844970
% Datum:         25 augustus 2012
% Versie:        1.00
% Status:        definitief
```

```
%Initialisatie
```

```
%-----
l          =4.0;
b          =1.8;
r_zuiger   =0.02;
r_schijf_voor =0.15;
r_schijf_achter =0.125;
r_wiel     =0.25;
M_gewenst_onderstuur =500;
F_lat_voor =2000;
F_lat_achter =500;
```

```
%Berekeningen onderstuur
```

```
%-----
F_rem_voor      = M_gewenst_onderstuur/(0.5*b)
M_wiel_onderstuur = F_rem_voor*r_wiel
F_schijf_onderstuur = M_wiel_onderstuur/((5/6)*r_schijf_achter)
Remdruk_onderstuur = F_schijf_onderstuur/(pi*(r_zuiger^2));
Remdruk_onderstuur_in_bar =Remdruk_onderstuur/100000
```

```
%Berekeningen overstuur
```

```
%-----
M_overstuur      = (F_lat_achter*0.5*1)-(F_lat_voor*0.5*1)
M_gewenst_overstuur =-M_overstuur
F_rem_achter     =M_gewenst_overstuur/(0.5*b)
M_wiel_overstuur = F_rem_achter*r_wiel
F_schijf_overstuur = M_wiel_overstuur/((5/6)*r_schijf_voor)
Remdruk_overstuur = F_schijf_overstuur/(pi*(r_zuiger^2));
Remdruk_overstuur_in_bar =Remdruk_overstuur/100000
```

[illegible]