

Titel van het project:

Waarschuwing voor auto met trekhaak

Opdrachtgever: Dr. Ir. D. Quak  
Begeleider: Dr. A. Hanjalic

Ontwerpers: M.M.J. Meijer, 9568308  
J. Nierop, 9601756

Delft, juni 2002

## Voorwoord

In dit rapport staat beschreven welk ontwerptraject is doorlopen om tot het, door een externe opdrachtgever gewenste, eindprodukt te komen.

Lezers die vooral geïnteresseerd zijn in het PvE en/of de deelschakelingen en/of de testresultaten en/of de gebruikershandleiding worden verwezen naar respectievelijk paragraaf 3.1, hoofdstuk 4, hoofdstuk 5 en bijlage III.

Wij willen dhr. Hanjalic bedanken voor zijn commentaar op ons project en onze verslagen.

## Samenvatting

Het is bekend dat bij het achteruitrijden met een auto schade kan ontstaan, omdat met de trekhaak ergens tegenaan gebotst kan worden. Een opdrachtgever heeft aan de teamleden van het IPP de opdracht gegeven een (elektronisch) systeem te ontwikkelen dat een oplossing biedt voor bovengenoemd probleem.

Na een grondige probleemanalyse en een herformulering van zijn wens, is het programma van wensen en daaruit het programma van eisen opgesteld. Daarna is met functieblokschema's het ontwerp globaal vormgegeven. Met behulp van een beslissingsboom en morfologische kaart zijn manieren bedacht om concrete implementaties te vinden voor de blokken in het functieblokschema. Aan de hand daarvan zijn verschillende systeemconcepten bedacht, waarvan de meest aantrekkelijke door middel van kwantitatieve toetsing aan een lijst met verschillende criteria, gekozen is.

Het gekozen concept ziet er globaal als volgt uit: Als de auto achteruit rijdt schakelt het systeem in, dit wordt aangegeven met een lichtsignaal op het dashboard. Binnen een afstand van 70 cm worden pas objecten ultrasoon gedetecteerd. Dit wordt met een geluidssignaal aangegeven. Bij een door de gebruiker analoog ingestelde afstand verandert het geluidssignaal van vorm, zodat de gebruiker weet dat een bepaalde afstand bereikt is.

Het gekozen concept is daarna verder ontworpen en gebouwd. Vervolgens is het getest. Met behulp van een kostprijsberekening is de integrale kostprijs voor het produkt berekend.

De conclusie is dat het gehele ontwerp- en implementatietraject vrijwel zonder onvoorziene problemen is verlopen. Dit heeft geresulteerd in een produkt, dat voldoet aan de wensen van de opdrachtgever en het opgestelde PvE.

# Inhoudsopgave

	pagina
Titelpagina	
Voorwoord	1
Samenvatting	2
Inhoudsopgave	3
1 Inleiding	4
2 Probleemanalyse en probleemstelling	5
3 Uitwerking van de probleemstelling	
3.1 Programma van wensen en eisen	6
3.2 Functieblokschema's	9
3.3 De beslissingsboom en morfologische kaart	11
3.4 De systeemconcepten	15
3.5 Vergelijking van de systeemconcepten	16
3.6 Keuze systeemconcept	17
4 Beschrijving van de implementatie van het gekozen concept	
4.1 De deelschakelingen	18
4.2 De totale schakeling	22
5 Testresultaten	23
6 Kostprijs berekening	25
Conclusie en aanbevelingen	26
Literatuurlijst	27
Bijlagen:	28
I Componenten en schema's	29
II Meetapparatuur, datasheets componenten	32
III Gebruikershandleiding	33

# 1 Inleiding

Bij het achteruit inparkeren en het fileparkeren kan schade worden veroorzaakt, als de bestuurder niet goed oplet. Inparkeren blijkt een van de lastigste onderdelen te zijn bij het autorijden.

Voor het IPP-project, een onderdeel van het elektrotechniek-curriculum van de TUDelft, hebben wij, teamleden van het IPP, gekozen voor de opdracht 'waarschuwing voor auto met trekhaak'. Bovengenoemd probleem staat hier centraal, want de opdrachtgever heeft aangegeven een systeem te willen, dat hem bij het achteruit inparkeren op zijn inrit, een waarschuwing geeft als hij te dicht bij zijn garagedeur komt.

In dit rapport wordt het ontwerptraject beschreven dat is gevolgd in het IPP-project. Tevens zijn er een gebruikshandleiding en technische informatie over het produkt in opgenomen. Het doel daarvan is enerzijds om inzicht te geven in de werkwijze die gebruikt is en anderzijds om de gebruiker van het produkt de benodigde informatie te geven.

In hoofdstuk 2 is een probleemanalyse gemaakt van het probleem van de opdrachtgever. Dit heeft geleid tot een herformulering van zijn wens.

In hoofdstuk 3 zijn zijn wensen met betrekking tot het toekomstige produkt samengevat in een programma van wensen. Dit is de basis voor het programma van eisen, wat daaruit volgt. Aan de hand van dit programma van eisen is een functieblokschema uitgewerkt. Een beslissingsboom en een morfologische kaart zijn gebruikt om concrete ideeën te vinden voor de implementatie van het systeem.

Vervolgens is een aantal systeemconcepten uitgedacht, waarvan het beste gekozen is door middel van een toetsing aan bepaalde criteria.

Dit gekozen systeemconcept is vervolgens ontworpen en in hoofdstuk 4 worden de deelschakelingen daarvan op componentniveau beschreven.

In hoofdstuk 5 is de testprocedure beschreven en zijn meetwaarden van diverse metingen aan het inmiddels gerealiseerde produkt weergegeven.

In hoofdstuk 6 is de kostprijs van het produkt berekend.

In bijlage I staat welke componenten en schema's zijn gebruikt en gemaakt. In bijlage II staat welke meetapparatuur en datasheets gebruikt zijn. In bijlage III is de gebruikershandleiding voor het produkt opgenomen.

## 2 Probleemanalyse en probleemstelling

De opdracht die wij gekozen hebben om verder uit te werken is de ‘Waarschuwing voor de trekhaak’. Dit is de titel van de opdracht zoals deze in de lijst met projecten voorkwam. Er stond een erg summiere beschrijving bij van wat de opdrachtgever in gedachten had, zodat er in onderling overleg tot een beter begrip van de probleemstelling gekomen moest worden.

In de gesprekken werd duidelijk dat de opdrachtgever bij de formulering van zijn probleem geïnspireerd werd door het feit dat hij bij het achteruit inparkeren op zijn parkeerplaats regelmatig met de trekhaak tegen de garagedeur aan botste. Hij was genoodzaakt om zo ver mogelijk naar de garagedeur te rijden, omdat zijn inrit erg kort is. Staat de auto niet ver genoeg naar achteren, dan vormt hij een obstakel op de openbare weg. Tevens wil de opdrachtgever dat het systeem niet alleen op zijn inrit functioneert, maar ook als hij inparkeert op bijvoorbeeld de parkeerplaats bij het winkelcentrum.

Bij deze gesprekken met de opdrachtgever is duidelijk geworden wat nu de bedoeling is bij het maken van een ‘waarschuwing voor de trekhaak’. Hierbij is het van belang de 5 W-vragen te stellen, zoals die in de handleiding voor het IPP vermeld staan, om zo tot een correcte probleemanalyse te komen.

Wie:	degene met het probleem: de opdrachtgever
Wat:	waarschuwing voor de trekhaak
Waarom:	de opdrachtgever wil achteruit inparkeren zonder te botsen met de trekhaak tegen objecten, maar tegelijkertijd zover mogelijk achteruit..
Waarvoor:	het voorkomen van schade, veroorzaakt door botsingen bij het achteruit rijden met andere objecten. Vanwege een korte inrit of krappe parkeerplaats is hij genoodzaakt zo ver mogelijk naar achter in te parkeren als mogelijk is.
Waarvoor:	door regelmatig de garagedeur te hebben beschadigd is bij hem deze wens ontstaan.

Uit deze analyse van de opdrachtgever en zijn probleem kan nu een definitieve probleemstelling geformuleerd worden, waaruit de verdere ontwikkeling van het systeem zal plaatsvinden:

*De opdrachtgever zoekt een systeem dat hem in staat stelt om zo ver mogelijk achteruit te parkeren als hij wenst (binnen bepaalde grenzen), zonder risico op schade.*

Nu de juiste probleemstelling opgesteld is, kan er een inventarisatie van de verschillende wensen en eisen van de opdrachtgever gemaakt worden.

Het gebruiken van een doel-middel verschuiving hebben wij niet toegepast, omdat er voor het probleem geen doel is dat als middel genomen kan worden. De waarschuwing voor de trekhaak kan een middel zijn om het doel te bereiken. Dit doel staat hierboven in de definitieve probleemstelling genoemd.

## 3 Uitwerking van de probleemstelling

### 3.1 Programma van wensen en eisen

Uit de gesprekken met de opdrachtgever zijn we steeds meer te weten gekomen over het probleem zelf en zijn wensen om dit probleem op een geschikte manier op te lossen. Aangezien de opdrachtgever met een concreet probleem zit, kan hij duidelijk beschrijven wat er volgens hem moet gebeuren en wat er aan de hand is. We hebben als eerste een inventarisatie gemaakt van de wensen van de opdrachtgever.

Vervolgens is er na enkele overlegondes met de opdrachtgever een programma van eisen opgesteld, waaraan het uiteindelijke ontwerp van het systeem moet voldoen.

Programma van wensen:

- 1 Zo ver mogelijk achteruit kunnen inparkeren zonder schade te veroorzaken
- 2 Waarschuwing geven als een obstakel in de buurt is
- 3 Waarschuwing moet gemakkelijk waarneembaar zijn, bij voorkeur geluid
- 4 Prijs moet onder €150,- liggen
- 5 Detectie vindt plaats in een ruime hoek rond de trekhaak
- 6 Systeem moet makkelijk schoon te maken zijn
- 7 De waarschuwingsafstand moet instelbaar zijn, en minimaal 10 cm zijn
- 8 Het systeem moet werken in personenauto's
- 9 Het systeem moet actief zijn bij achteruitrijden en dit moet op de een of andere manier weergegeven worden
- 10 Produkt moet liefst net zolang meegaan als de auto.
- 11 Het systeem moet onder veelvoorkomende weersomstandigheden functioneren
- 12 Energievoorziening liefst vanuit de auto zelf (accu) en liefst zo laag mogelijk
- 13 Hij moet kunnen weten dat hij bij de ingestelde afstand is
- 14 Je moet direct kunnen begrijpen wat een signaal betekent (geen verwarring)
- 15 Het systeem mag niet een te lange inschakelduur hebben, omdat de auto in de tussentijd weleens tegen een obstakel zou kunnen rijden
- 16 Het systeem moet makkelijk te bedienen, monteren en te begrijpen zijn
- 17 Liefst recyclebare materialen
- 18 Montage mag de auto niet beschadigen
- 19 Voor het systeem wordt alleen een prototype gemaakt

Aan de hand van dit programma van wensen is het nu mogelijk een programma van eisen op te stellen. Daarbij is met het volgende rekening gehouden:

- Alle eisen komen voort uit tenminste 1 wens.
- Elke wens leidt tot tenminste 1 eis (daarbij moet worden bedacht, dat meerdere wensen tot 1 eis kunnen leiden)

Met de opdrachtgever is besproken welke eisen hij stelt aan het ontwerp. Bij bepaalde eisen heeft het ontwerpteam voorgesteld om deze aan te passen en dat ook beargumenteerd, zie bijvoorbeeld toelichting 2 aan het eind van deze paragraaf.

## Programma van eisen:

Achter elk van de eisen staat vermeld van welke wens ze afkomstig zijn, en of de eis een randvoorwaarde (r) of functioneringscriterium (f) betreft.

### A: Eisen vanuit het beoogde gebruik

- Waarschuwing geven aan gebruiker als de ingestelde afstand bereikt is en als de sensor afstand bereikt is (1,2,7,f)
- Systeem is toepasbaar in personenauto's (volgens de wetgeving) (8,r)
- Systeem is alleen actief bij achteruit rijden (1,9,r)
- Waarschuwing vindt plaats d.m.v. een geluidssignaal (1,3,f)

### B: Eisen vanuit de ecologische situering van het systeem in de omgeving

- Maximale geluidssterkte van het waarschuwingssignaal ligt onder de wettelijke normen en is regelbaar (3,r&f)

### C: Eisen met betrekking tot het te ontwerpen subsysteem zelf

#### C1: Eisen in gebruiks-, onderhoud-, en beheertermen

- Signaal moet altijd waarneembaar zijn (1,3,r)
- Elk signaal moet ondubbelzinnig geïnterpreteerd kunnen worden (14,r)
- Het systeem moet zo snel inschakelen dat de gebruiker daar geen hinder van ondervindt, liefst binnen 0,25 seconde (15,r)
- Systeem moet schoon te maken zijn met autoreinigingsprodukten en carwash bestendig zijn (6,r)
- Minimale waarschuwingsafstand is 10 cm en maximaal instelbaar tot 50 cm (1,2,7,r)
- Maximale detectie-afstand is 70 cm (zie toelichting 1) (1,2,7,r)
- De waarschuwing binnen de waarschuwingsafstand is continu (13,14,f)
- De waarschuwing tussen de waarschuwingsafstand en maximale detectie-afstand heeft een pulserend karakter (13,14,f)
- Levensduur van het systeem is gelijk aan die van een auto (10,r)
- Systeem laat weten door een signaal wanneer het bedrijfsklaar is (9,f)
- De detectie vindt plaats in hoek van 13,4 graden (zie toelichting 2) rond de trekhaak (5,r)
- Het systeem moet werken in een temperatuurgebied van -20 tot +70 C (11,r)
- Delen van het systeem die aan de buitenlucht blootgesteld zijn moeten waterdicht zijn (11,r)

#### C2: Eisen in termen van vervaardiging, monteren, installeren, toetsen, overdragen en ingebruikname

- Stroomvoorziening vindt plaats via de autoaccu (12,r)
- Er moet een handleiding komen die de gebruiker in staat stelt het produkt te installeren, en de werking ervan te begrijpen (16,r)
- Maximum consumentenprijs van €150,- zonder installatiekosten (4,r)

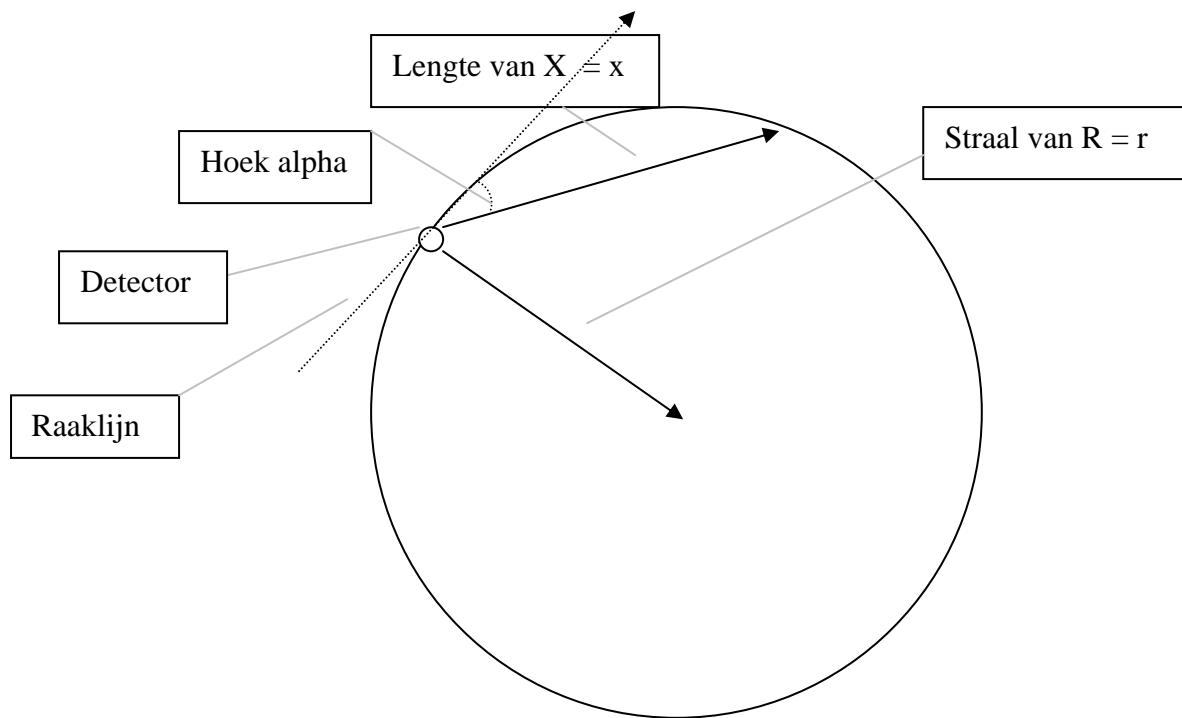


- C3: Eisen in termen van recyclen, duurzaamheid en milieuvriendelijkheid van grondstoffen
- Materiaal voor behuizing moet recyclebaar zijn (17,r)
- D: Eisen met betrekking tot het te ontwikkelen produktiesysteem
- Van het systeem wordt alleen een prototype gemaakt (19,r)
- E: Eisen met betrekking tot een te ontwikkelen liquidatiesysteem
- De personenauto waarin het systeem gemonteerd zit, moet in dezelfde staat terug te brengen zijn als voor de montage (18,r)
- F: Eisen vanuit Bedrijfsstrategische, Marketing en Verkooptechnische omstandigheden
- n.v.t.

Toelichting 1: Er is een grens gesteld aan de detectieafstand, om de volgende redenen:

- Er is geen noodzaak om heel ver te detecteren, omdat obstakels op grote afstand, door de bestuurder zelf al kunnen worden gezien.
- De apparatuur heeft zijn beperkingen en zal niet tot in het oneindige obstakels kunnen detecteren.
- Het is zelfs hinderlijk om een groot detectiebereik te hebben. Obstakels die helemaal geen probleem geven bij het achteruit inparkeren, zouden namelijk kunnen worden gedetecteerd en dat is natuurlijk niet de bedoeling.

Toelichting 2: In eerste instantie hebben we de opdrachtgever voor de detectiehoek een waarde laten opgeven. Hij koos voor 90 graden. Maar later hebben we ingezien dat deze eis veel te streng is. Ons aanraden om voor de hoek 13,4 graden te kiezen, is op het volgende gebaseerd:



figuur 3.1: schematische weergave van een auto, die een cirkel beschrijft

De sensor op de auto is vlakbij de trekhaak gemonteerd. Stel dat auto achteruit rijdt en een cirkel beschrijft met de wijzers van de klok mee, dan is R de straal van deze cirkel met lengte r, X een vector met een bepaalde lengte x (die het beginpunt op de sensor heeft en eindpunt op de cirkel) en alpha de hoek tussen de raaklijn, aan de cirkel op het punt van de detector, en lijn X.

Er bestaat een relatie tussen X, alpha en R. Deze is  $2 \cdot r \cdot \sin(\alpha) = x$ .

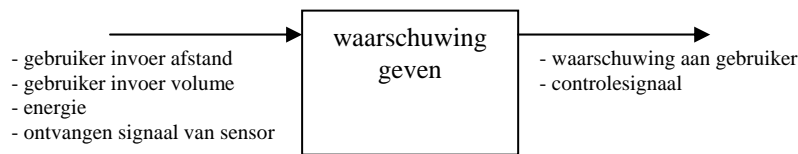
Verder is de detectiehoek gelijk aan  $2 \cdot \alpha$ .

Als een auto achteruit rijdt heeft hij op elk moment een bepaalde draaicirkel met een bepaalde straal. We hebben niet een exacte meting gedaan, maar hebben geschat (aan de hand van informatie van bepaalde autotypes en observaties) dat een auto nooit een kleinere cirkel kan beschrijven, dan een cirkel met een straal van 3 meter (en dat is echt een ruime ondergrens). Verder is gegeven dat het systeem obstakels pas van een afstand van 70 cm detecteert. Uit figuur 3.1 en bovenstaande formules, samen met de waarden  $x = 70\text{cm}$  en  $r = 3\text{m}$  volgt dan, dat een detectiehoek van 13,4 graden voldoende is. De garantie dat een eenmaal gedetecteert object altijd gedetecteerd blijft, blijft ook gewaarborgd, onder de voorwaarde dat de straal van de beschreven cirkel niet verandert.

### 3.2 Functieblokschema's

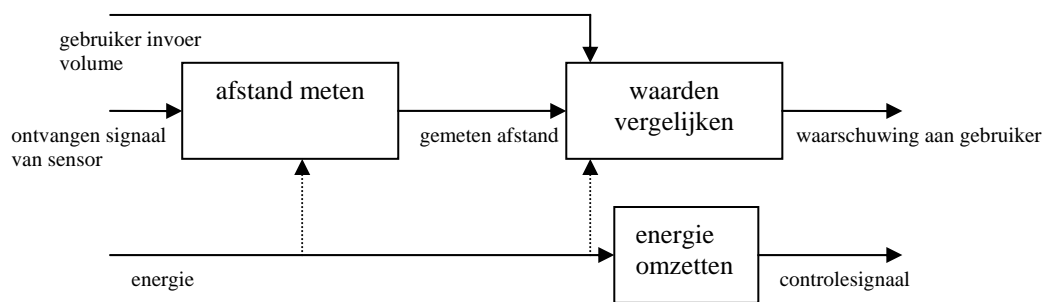
Vanuit de probleemstelling van de opdrachtgever en het hieruit afgeleide programma van eisen, is er nu een begin gemaakt met het opstellen van een algemene systeemvoorstelling. Uit de gesprekken met de opdrachtgever is vooral duidelijk

geworden dat het systeem een waarschuwing moet geven. Deze hoofdfunctie is weergegeven in figuur 3.2

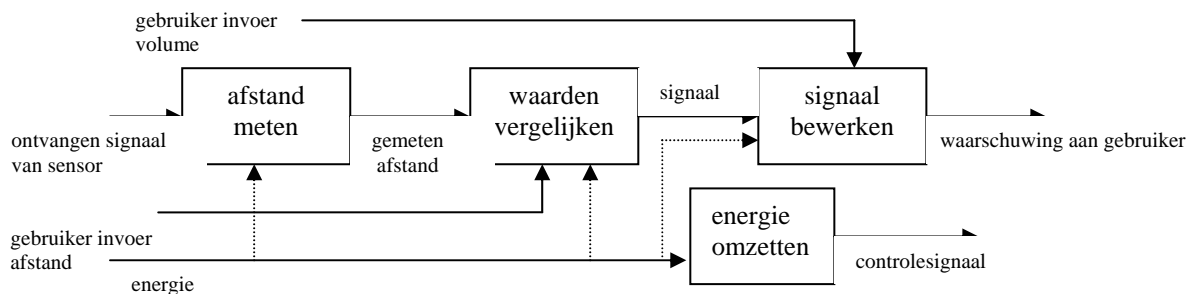


figuur 3.2: hoofdfunctie van het systeem

Vanuit deze hoofdfunctie zijn er, door het programma van eisen te raadplegen, verschillende deelfuncties van het systeem te onderscheiden. Door stapsgewijs de hoofdfunctie in deelfuncties op te splitsen (figuur 3.3 en 3.4), ontstaat er uiteindelijk een blokschema met een gedetailleerde beschrijving van het systeem.

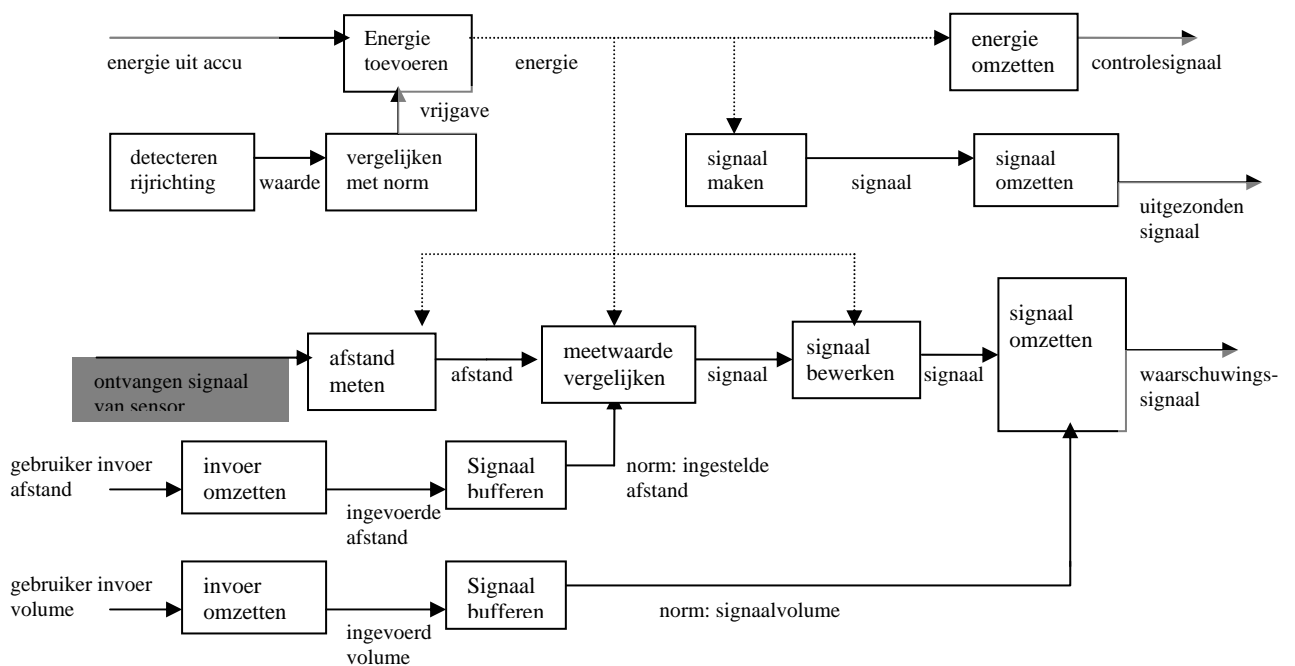


figuur 3.3: eerste ontleding in deelfuncties



figuur 3.4: blokschema op tweede niveau

In het onderstaande blokschema, figuur 3.5, is een overzicht gegeven van de verschillende deelfuncties van het uiteindelijke systeemconcept.



figuur 3.5: uiteindelijke algemene blokschema

### 3.3 De beslissingsboom en morfologische kaart

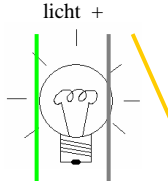
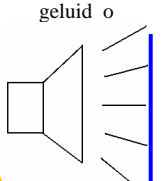
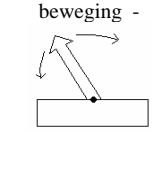
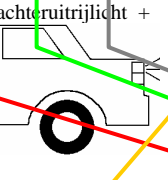
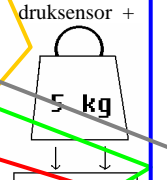
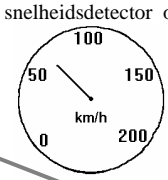

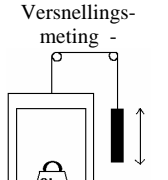
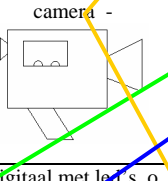
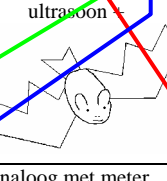
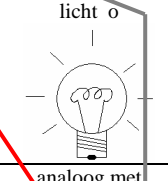
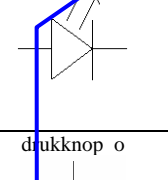
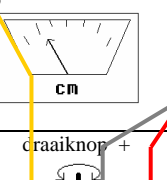
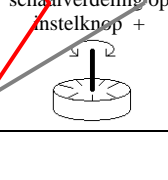
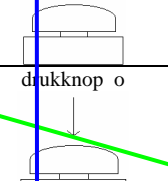
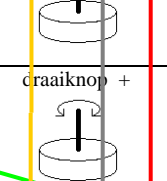
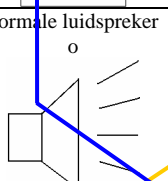
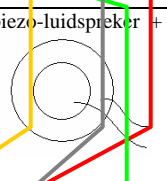
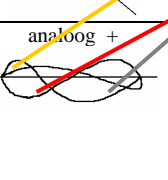
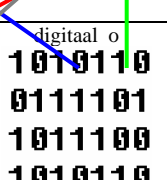

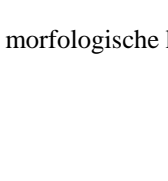
Energie toevoeren	elektrische energie	accu	
		batterij	
		zonnecel	
Energie omzetten	licht	lampje	
		LED	
	geluid	luidspreker	
Detecteren rijrichting	mechanisch	schakelaar	
	elektronisch	druksensor en vergelijkschakeling	
Vergelijken met norm	elektronisch	digitaal	vergelijkschakeling
		analoog	vergelijkschakeling
Signaal maken	elektronische schakeling	oscillator schakeling	
Signaal omzetten in	radio-golven	antenne	
		radar	
	licht	laser	
	geluidsgolven	sonar	
Afstand meten	met gebruik van zender	radio-golven	Antenne/radar

		licht	laser
		geluidsgolven	sonar
	zonder gebruik van zender	licht meten	camera-systeem
		druk meten	mechanische veer
Meetwaardes vergelijken	elektronisch	digitaal	vergelijkschakeling
		analoog	vergelijkschakeling (comparator)
Signaal bewerken	elektronische schakeling	DA	
		AD	
		modulator	FM/AM
Signaal omzetten	licht	lampje	
		LED	
		display	
	geluid	luidspreker	
Omzetten invoer	mechanisch	drukken	drukknopjes
		draaien	draaiknop
Bufferen	elektronisch	geheugen	
	mechanisch	stand van de draaiknop	

tabel 3.1 de beslissingsboom

In de beslissingsboom staat welke concrete ideeën voor de blokjes in het blokschema 3.5 gebruikt kunnen worden.

Om nu tot een aantal alternatieve systeemconcepten te komen, is de methode van oplossen via de morfologische kaart gekozen. In de morfologische kaart worden deelfuncties van het systeem, en de mogelijke oplossingen daarvoor, in een tabel genoteerd. Vanuit deze tabel is het dan mogelijk, door een pad uit te stippelen langs steeds een gekozen deelfunctie, om tot alternatieve systeemconcepten te komen. In de figuur 3.6 is de morfologische kaart weergegeven, met daarin de paden voor 5 systeemconcepten. Aan de hand van weegfactoren worden de gevonden systeemconcepten vervolgens tegen elkaar afgewogen, om zo het meest belovende concept te kiezen.

		BEGINSEL OPLOSSINGEN						
DEELFUNCTIES	controlesignaal	licht + 	geluid o 	beweging - 				
	Detecteren rijrichting	achteruitrijlicht + 	druksensor + 	snelheidsdetector o 	draairichting wielen o 	Versnellingsmeting - 		
	Detecteren obstakel	camera - 	ultrasoon - 	licht o 				
	afstand weergeven	digitaal met led s o 	analoog met meter o 	analoog met schaalverdeling op instelknop + 				
	volume instelling	drukknop o 	craaiknop + 					
	ingestelde afstand	drukknop o 	craaiknop + 					
	waarschuwingssignaal	normale luidspreker o 	piezo-luidspreker + 	motor met ratel o 				
	Buffer	analoog + 	digitaal o 1010110 0111101 1011100 1010110					

figuur 3.6: tabel met de morfologische kaart en 5 systeemconcepten

We zullen de beginseloplossingen nu motiveren.

Controlesignaal: Omdat de gebruiker liever een geluidssignaal als waarschuwingssignaal wilt gebruiken, geven we hier de voorkeur aan licht (om verwarring te voorkomen). Een bewegingssignaal vinden wij de slechtse oplossing.

Detecteren van de rijrichting: Er zijn twee goede oplossingen. Je kunt detecteren of de versnellingspook in zijn achteruit staat of detecteren of het achteruitrijlicht aan staat. Dit vinden wij de beste oplossingen. Andere mogelijkheden zijn: meten van de positie van de snelheidsmeter ten opzichte van de nulstand of de draairichting van de wielen meten. Deze oplossingen hebben als nadeel dat bij stilstand het systeem weer uitschakelt (bij het achteruit parkeren sta je regelmatig even stil). Daarom vinden wij deze oplossingen minder geschikt. Een laatste mogelijkheid is het gebruik van een versnellingsmeter. Deze oplossing heeft hetzelfde nadeel als de vorige twee oplossingen.

Detecteren van een obstakel: Er zijn twee oplossingen, een passieve en twee actieve. De camera is passief, dat wil zeggen, hij vangt beelden op, maar zendt niks uit. Deze oplossing vereist een beeldverwerkingssysteem en gezien de kosten is dit dus een slechte oplossing. De ultrasone oplossing vinden wij de beste. Het systeem zendt geluidsgolven uit en vangt de teruggekaatste golven op. Hetzelfde zou je met licht kunnen doen (3<sup>e</sup> oplossing), maar dit heeft als nadeel dat je last hebt van omgevingslicht en dat de sensor niet vuil mag worden. Daarom vinden wij licht een minder goede oplossing.

Afstand weergeven: De afstand zou je digitaal kunnen weergeven met ledjes, analoog met een wijzertje of analoog op de (analoge) instelknop (zie verder). De eerste twee zijn redelijke oplossingen, maar de laatste is de beste, omdat hij het eenvoudigst is.

Volume instelling: Het volume kan stapsgewijs, met een digitale schakeling, of continu (analoog) ingesteld worden. De analoge optie is het eenvoudigst en verdient daarom de voorkeur.

Voor de afstandsinstelling geldt hetzelfde als voor de volume instelling.

Geluidsomzetter: De oplossingen zijn een normale speaker, een piëzo-elektrische luidspreker of een elektromotortje dat een ratel aanstuurt. De tweede is de beste (klein en goedkoop) en de derde is de slechtste (te omslachtig).

Buffer: Bepaalde gegevens moeten opgeslagen worden (afstand, volume, fabrieksinstellingen). Dit kan analoog of digitaal gedaan worden. Digitaal opslaan heeft als nadeel dat na uitschakeling van het systeem de gegevens verloren kunnen gaan, omdat de geheugencellen niet meer onder spanning staan. Dit soort problemen zijn wel te verhelpen, maar maakt het systeem toch ingewikkelder, dus vinden wij de analoge oplossing beter.

### 3.4 De systeemconcepten

We hebben vijf verschillende systeemconcepten bedacht. De keuze hiervoor is gebaseerd op de beste oplossingen voor bepaalde subsystemen.

Systeemconcept A (rode lijn):

Het controlesignaal is een lichtsignaal, de rijrichting wordt met het achteruitrijlicht gedetecteerd, obstakels worden ultrasoon gedetecteerd, en instellingen worden analoog ingevoerd en opgeslagen (de afstand wordt analoog op de instelknop weergegeven), het waarschuwingssignaal komt uit een piëzo-element.

Commentaar: Vanwege de analoge componenten en de relatief goedkope ultrasoon sensoren, is dit het goedkoopste concept. Verder is het het energiezuinigst van de vijf concepten. Dit is voor ons het beste systeemconcept, zoals zal blijken uit de tabel met criteria (tabel 3.2).

Systeemconcept B (groene lijn):

Dit systeem is als volgt opgebouwd: Het controlesignaal is een lichtsignaal, de rijrichting wordt met het achteruitrijlicht gedetecteerd, obstakels worden ultrasoon gedetecteerd, en instellingen worden digitaal ingevoerd en opgeslagen, het waarschuwingssignaal komt uit een piëzo-element.

Commentaar: Dit is de digitale variant van A. Iets meer gebruiksgemak, maar minder energiezuinig. Verder minder robuust, vanwege de drukknopjes.

Systeemconcept C (gele lijn):

Het controlesignaal is een lichtsignaal, de rijrichting wordt met de versnellingspook gedetecteerd, obstakels worden met een camera gedetecteerd, en instellingen worden analoog ingevoerd en opgeslagen, het waarschuwingssignaal komt uit een piëzo luidspreker.

Commentaar: De camera zal veel dataverwerking eisen. Dat kost een hoop energie en zorgt voor een grotere vertragingstijd. Ook is een camera vrij duur en niet zo robuust.

Systeemconcept D (blauwe lijn):

Het controlesignaal is een geluidssignaal, de rijrichting wordt met een druksensor op de versnellingspook gedetecteerd, obstakels worden ultrasoon gedetecteerd, en instellingen worden digitaal ingevoerd en opgeslagen, het waarschuwingssignaal komt uit een normale luidspreker.

Commentaar: Een geluidssignaal i.p.v. een lichtsignaal voor de controle is minder duidelijk. Het systeem is weer digitaal, commentaar daarover bij concept B.

Systeemconcept E (grijze lijn):

Dit systeem is als volgt opgebouwd: Het controlesignaal is een lichtsignaal, de rijrichting wordt met de achteruitrijlicht gedetecteerd, obstakels worden d.m.v. licht gedetecteerd, en instellingen worden analoog ingevoerd en opgeslagen, het waarschuwingssignaal komt uit een piëzo luidspreker..



Commentaar: De responsietijd van dit systeem is het laagst, omdat licht sneller gaat dan geluid en omdat de dataverwerking ervan ook snel gaat. Maar de gevoeligheid van het systeem voor vuil, maakt het systeem niet echt robuust.

### 3.5 Vergelijking van de systeemconcepten

Criterion	weegfactor	Concept A	Concept B	Concept C	Concept D	Concept E
1.Duidelijke signalen	10	5	5	5	3	5
2.Inschakelduur en responsietijd	10	4	4	3	4	5
3.Betaalbaarheid	7	5	4	2	4	4
4.Gebruiksgemak	8	4	5	4	5	4
5.Robuustheid	10	5	4	3	4	3
6.Energieverbruik	3	5	3	2	3	5
7.Recyclebaarheid	3	3	3	2	3	3
Totaal		231	216	158	196	214

tabel 3.2: vergelijking van de systeemconcepten aan de hand van de criteria

Het puntentoekeningsysteem werkt als volgt: Als aan een bepaald criterium zeer goed wordt voldaan dan krijgt het systeem daarvoor 5 punten. Wordt er zeer slecht aan voldaan, dan wordt slechts 1 punt toegekend. Vervolgens worden deze punten vermenigvuldigd met een weegfactor. Dit wordt bij alle criteria gedaan. Uiteindelijk worden alle punten bij elkaar opgeteld. Het concept met de meeste punten zal dan worden gekozen.

N.B. Alle systemen voldoen sowieso aan het programma van eisen! Als een systeemconcept niet aan alle eisen voldoet dan wordt hij per direct verworpen. De criteria zijn dus gebaseerd op wensen en niet op eisen.

Hieronder staat op welke wensen (zie ook paragraaf 3.1) de criteria in tabel 3.2 gebaseerd zijn en is gemotiveerd waarom de weegfactoren die bepaalde waarde hebben. Alle weegfactoren kunnen een waarde hebben tussen 1 en 10.

1.Duidelijke signalen: (Wens 9,13,14,16) Het moet duidelijk zijn of het systeem aan staat en waar de auto zich bevindt t.o.v. een obstakel. Omdat dit erg belangrijk is voor de gebruiker van het systeem, hebben wij een waarde 10 hieraan toegekend.

2.Inschakelduur en responsietijd: (Wens 14,15) Als het systeem teveel tijd nodig heeft om in te schakelen, kan inmiddels al een object in de buurt van de auto zijn. Verder moet na het inschakelen de vertraging die optreedt in het systeem zou klein mogelijk zijn weer om dezelfde reden. Omdat vertragingen in het systeem voor verkeerde interpretatie van signalen kan leiden, met alle gevolgen van dien, hebben wij aan dit criterium waarde 10 toegekend.

3.Betaalbaarheid: (Wens 4) Het systeem moet het liefst zo goedkoop mogelijk zijn. De prijs van €150,- is dus een bovengrens. Een goedkoop systeem is mooi meegenomen, maar niet noodzakelijk, daarom waarde 7.

4.Gebruiksgemak: (Wens 6,7,16) Instelbare afstand, makkelijke bediening, makkelijke montage en makkelijke schoon te maken, zijn natuurlijk erg gewenst. Waarde 8, de gebruiker wilt niet teveel rompslomp.

5.Robuustheid: (Wens 10,11) Het systeem moet tegen alle weersomstandigheden bestand zijn en moet duurzaam en betrouwbaar zijn. Waarde 10, zelfde redenering als bij 2.

6.Energieverbruik: (Wens 12) Het energieverbruik liefst zo laag mogelijk. Het maximale geëiste energieverbruik is sowieso al laag, vergeleken met energieverbruik in de rest van de auto. Daarom: waarde 3.

7.Recyclebaarheid: (Wens 17) Het systeem moet zoveel mogelijk recyclebare materialen bevatten. Hoe maar aan deze wens is voldaan, hoe beter. Maar dit is ook niet erg noodzakelijk, dus waarde 3.

### **3.6 Keuze systeemconcept**

Uit de tabel 3.2 met criteria blijkt dat concept A het meest belovende systeemconcept is. Dit systeem scoort over het geheel beter dan de overige concepten. Zeer belangrijk is dat het systeem de gebruiker op een juiste en duidelijke manier duidelijk kan maken wanneer er een object gedetecteerd wordt, zonder dat de gebruiker zich kan verwarren in het signaaltype. Bovendien zal een ultrasoon systeem bij de detectie van obstakels minder snel gehinderd worden door vuil op de sensoren, iets wat bij een systeem dat met meting met licht veel sneller problemen zal geven.

Een ander belangrijk punt voor een goed functionerend systeem is dat de gebruiker het eenvoudig kan bedienen en dat het systeem tegen een stootje kan (robuustheid). Uit ervaring, van de gebruiker en ontwerpers, is gebleken dat een systeem met drukknoppen (overwegend een digitaal systeem dus) vaak leidt tot vroegtijdige defecten. Daarom worden bij voorkeur draaiknoppen gebruikt, wat tevens als voordeel heeft dat de gebruiker meteen kan zien (m.b.v. schaalverdeling) wat de instelling geworden is.

Nog een belangrijk punt voor de keuze van dit systeem zijn de, geschatte, lagere kosten voor de onderdelen van het systeem. Vooral de kosten van de sensoren zijn bij dit systeem laag, in tegenstelling tot bijvoorbeeld het camerasysteem of het systeem dat met licht de afstand meet.

## 4 Beschrijving van de implementatie van het gekozen concept

Zoals vermeld in 3.6 hebben we gekozen voor systeemconcept A. Omdat we al wisten dat ons concept veel elektronica zou gaan bevatten, hebben we besloten om bij de vakgroep electronica (ELCA) ons concept te gaan bouwen.

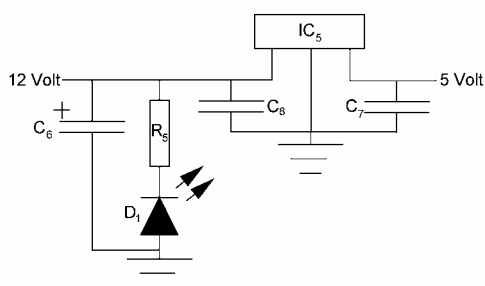
We hebben ook een gesprek gehad met ir. L.P. de Jong. Hij heeft ons aangeraden om niet de gehele schakeling zelf te ontwerpen, omdat dat lastiger is dan vaak gedacht wordt. Hij raadde ons aan om met bestaande sensorschakelingen aan de slag te gaan, en door middel van aanvullingen en aanpassingen het uiteindelijke concept te realiseren.

Wij hebben deze raad opgevolgd en zijn als volgt te werk gaan. We hebben onder andere in de Conrad-catalogus [2] gekeken. Daar kwamen we een ultrasone sensorschakeling tegen [11]. Van deze schakeling hebben we er 2 besteld. Deze schakelingen zijn het uitgangspunt geweest bij de ontwerp van het systeem.

### 4.1 De deelschakelingen

De deelschakelingen komen uit het blokschema van figuur 3.4. Hieronder wordt beschreven hoe deze black-boxes zijn ingevuld. We hebben verschillende blokjes samengenomen, omdat deze in het ontwerp nauw met elkaar zijn verbonden. We komen dan uit op een totaal van 6 deelschakelingen, waarvan de werking voor elk hiervan hieronder beschreven wordt. In bijlage I, figuur FB1, is de totale schakeling weergegeven, waarin goed de relatie tussen de verschillende deelschakelingen te zien is. Het is raadzaam deze bijlage tijdens het lezen te raadplegen.

#### 1. Energie toevoeren en in een lichtsignaal omzetten

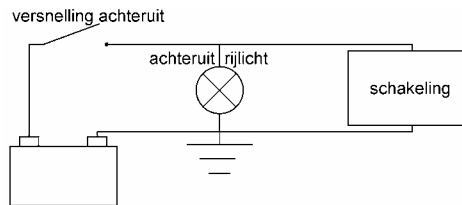


figuur 4.1: energievoorziening van de schakeling

Het systeem dient aangesloten te worden op de 12 V accu van de auto (zie hiervoor ook onderdeel 2). Aangezien niet alle deelschakelingen, zoals het digitale circuit, in het systeem op 12 V kunnen werken, is het noodzakelijk deze spanning omlaag te brengen naar 5 V. Dit gebeurt met IC5, een 78m05 spanningsregelaar [10]. Zie figuur 4.1. Om de gebruiker te laten weten dat het systeem actief is, is er een waarschuwingsslampje ingebouwd, dat zal gaan branden als de voedingsspanning van het systeem ingeschakeld is. Dit signaal

wordt gegeven door middel van een groene LED, D1. De condensatoren in de schakeling dienen om eventuele stoorsignalen te onderdrukken.

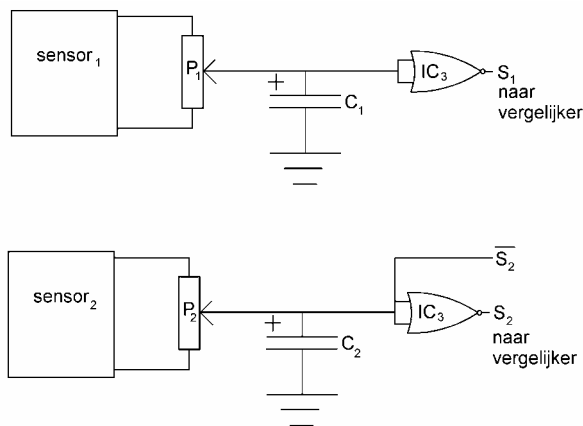
## 2. Detecteren rijrichting



figuur 4.2: montage van het systeem

Vanuit het gebruiksoogpunt is het belangrijk dat het systeem allen actief is bij het achteruitrijden. Om dit te detecteren is handig gebruik gemaakt van het feit dat het achteruitrijlicht gaat branden (of in ieder geval er spanning aanwezig is) als de achteruitversnelling ingeschakeld is, zoals in figuur 4.2 weergegeven. Brandt het licht, dan betekent dit dat men achteruit wilt gaan rijden. Dit betekent voor de schakeling, dat de spanning ingeschakeld wordt, en hij dus klaar is voor gebruik.

## 3. Signaal maken, omzetten en afstand meten; Bufferen van de waarschuwingsafstand



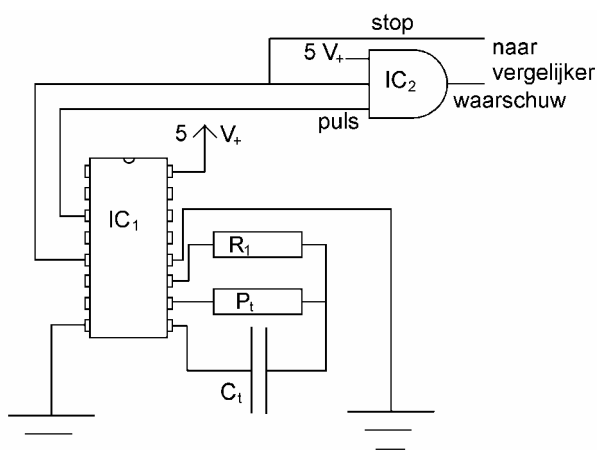
figuur 4.3: sensorschakeling

Voor het waarnemen van obstakels en het geven van een waarschuwing is gebruik gemaakt van standaard verkrijgbare sensoren, waarbij er enkele aanpassingen aan het gebruik zijn gedaan. De sensoren [11] werken volgens het uitzenden en ontvangen van ultrasoon geluid. Op de sensoren zit een variable weerstand om de afstanddetectie (bufferen van de waarschuwingsafstand) in te stellen. De standaardweerstand in de sensoren hebben wij vervangen door een ander type, zodat een nauwkeuriger instelling verkregen kan worden. De oorspronkelijk bedoelde werking van de sensoren

is het laten branden van een LED als er een object gedetecteerd wordt. Aangezien er hier een spanningsverschil van minder dan 1 V bij optreedt, is ervoor gekozen niet de spanning over de LED te gebruiken om de vervolgschakeling te besturen. In plaats hiervan is het spanningsverschil over de schakeltransistor gebruikt. Dit bedraagt ongeveer 10 V, en wordt met een eenvoudige spanningsdeler (P1, P2) op een maximaal niveau van ongeveer 4 V teruggebracht.

Een tweede aanpassing aan het uitgangssignaal van de sensoren is de condensator C1 (en C2), die ervoor zorgt dat het signaal minder last heeft van storingen, veroorzaakt door een wat 'zenuwachtig' gedrag van het uitgangssignaal van de sensor. Uiteindelijk is gebruik gemaakt van een invertor, opgebouwd uit een NOR-poort, om het signaal geschikt te maken om door de vergelijker als input gebruikt te kunnen worden. Zie voor de verduidelijking figuur 4.3.

#### 4. Signaal bewerken



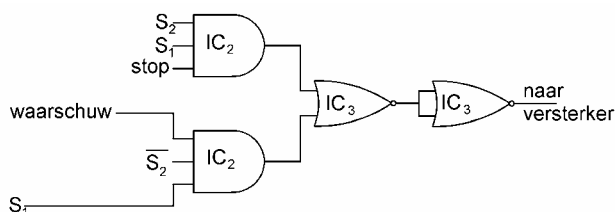
figuur 4.4: oscillator voor het genereren van de waarschuwingssignalen

Om het gewenste waarschuwingssignaal op te wekken, is het noodzakelijk een oscillator met twee verschillende frequenties te hebben. De ene frequentie, die de toonhoogte bepaalt, ligt rond de 1150 Hz. De andere, die het pulskarakter van het waarschuwingssignaal maakt, ligt in de orde van 2 Hz.

In figuur 4.4 staat een schema van deze deelschakeling.

Om de signalen op te wekken, is er gekozen voor een HEF4060 (IC1) [6] met een RC netwerkje. Dit IC heeft als voordeel dat er een delercircuit in zit, dat ervoor zorgt dat de oscillatiefrequentie, bepaald door de juiste keuze van  $R_1$  en  $C_1$ , een aantal keer verlaagd wordt. Bovendien is het verkregen signaal direct geschikt om door te sturen naar de rest van de digitale schakeling, zoals beschreven onder (5). Het 'stop' signaal is de toon met een continu karakter, terwijl het 'waarschuw' signaal de pulserende toon is.

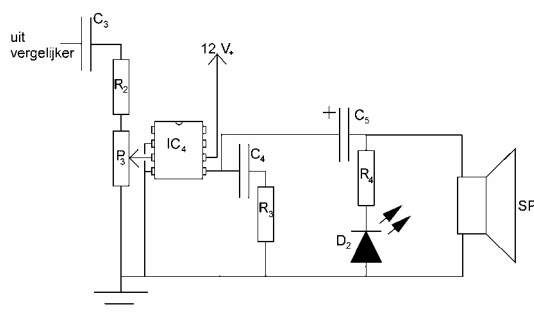
## 5. Meetwaarden vergelijken



figuur 4.5: vergelijkingscircuit

Om binnen het systeem te kunnen beslissen hoe ver een obstakel verwijderd is, moeten de twee waarden van de sensoren met elkaar vergeleken worden. Dit gebeurt d.m.v. een digitale schakeling, waar de twee sensorsignalen, samen met de outputsignalen van de schakeling uit figuur 4.4 de input vormen. De output van de deelschakeling is dan een waarschuwingssignaal, dat verschillend van vorm is, afhankelijk van de gedetecteerde afstand. In de deelschakeling worden 2 digitale IC's gebruikt: IC2, met 3x 3-input AND poorten [8], en IC3, met 4x 2-input NOR's. Om een extra IC uit te sparen, zijn twee NOR poorten [7] omgebouwd tot invertoren. De afbeelding 4.5 toont de werking van de deelschakeling. De signalen vanuit schakeling 4 worden ofwel met elkaar gecombineerd in de NOR poort, na doorgelaten te zijn in beide AND poortjes, of als dat nodig is wordt de constante toon doorgelaten of tegengehouden, afhankelijk van de sensorsignalen. Gebruikte literatuur: [4]

## 6. Signaal omzetten en bufferen van het ingestelde volume



figuur 4.6: versterking van het signaal

Met de regelbare weerstand P3 kan het volume worden afgeregeld. Deze weerstand is onderdeel van een versterkerschakeling, die op een 12V voedingsspanning werkt. Aan de output van deze versterker is een piezo-luidspreker gemonteerd, die het elektrische signaal omzet in geluid. Als versterkerelement is gekozen voor een LM386 IC [9], dat een redelijk vermogen kan leveren aan een luidspreker [12]. Zoals te zien is in figuur 4.6 is, om extra zekerheid te krijgen over de werking van de schakeling, D2

opgenomen, om ook een visuele waarneming van de waarschuwing mogelijk te maken bij foutcontroles.

## 4.2 De totale schakeling

Na het bespreken van de deelschakelingen, wordt nu kort de werking van de totale schakeling uitgelegd. Voor een overzicht van het complete schema wordt verwezen naar bijlage I (FB1 en FB2), waarin dit is opgenomen, samen met de componentenlijst (TB1 en TB2).

De totale schakeling is gebouwd op een standaard printplaat met daarop voor de IC's speciale voetjes, om verwisselen te vereenvoudigen. Bij het bouwen van de totale schakeling is er gebruik gemaakt van in totaal 4 IC's. Zoals al gebleken is uit de deelschakelingen, worden er in meerdere deelcircuits dezelfde poorten gebruikt. Deze zitten uiteraard met 3 of 4 in hetzelfde IC, zodat in het totale systeem de deelblokken niet geheel los van elkaar te zien zijn.

Een ander voordeel van deze aanpak heeft het mogelijk gemaakt bepaalde elementen uit te sparen, door een slimme keuze van IC's.

Uit het gebruikersoogpunt is er in de standaard sensorschakelingen een kleine aanpassing gedaan aan de instelmogelijkheid. Hiervoor is het detectiegebied zo afgeregeld, dat met de draaiknop precies tussen de gewenste grenswaarden voor detectie ingesteld kan worden.

Als output naar de gebruiker toe zijn er in totaal 3 verschillende signalen te onderscheiden:

- Het systeem staat aan en is in rust: er brandt een groen controlelampje.
- Het systeem staat aan en detecteert iets binnen de 70 cm. grens: er klinkt een pulserende waarschuwingston.
- Het systeem staat aan en detecteert de stopafstand (instelbaar door de gebruiker): de geluidston klinkt continu.

In de gebruikershandleiding in de bijlage III staat een uitgebreider beschrijving van de mogelijkheden van het systeem vermeld.

## 5 Testresultaten

Hieronder staan de testresultaten verkregen uit de metingen die we hebben verricht aan het door ons gebouwde systeem.

Energieverbruik van het systeem:

Voedingsspanning (V)	Stroomsterkte (mA)	Energieverbruik (Watt)
9	40	0.36
12	50	0.60

tabel 5.1: meetwaarden voor het systeem, als er geen object wordt gedetecteerd

Voedingsspanning (V)	Stroomsterkte (mA)	Energieverbruik (Watt)
9	145	1.3
12	200	2.4

tabel 5.2: meetwaarden voor het systeem, als er wel een object wordt gedetecteerd

De responsie- en inschakeltijd van het systeem zijn als volgt gemeten:

- We hebben gekeken hoe lang het duurt voordat het systeem bedrijfsklaar is, nadat het systeem is aangeschakeld.
- We hebben gekeken hoe lang het duurt voordat een object in het detectiegebied gedetecteerd wordt.

Voor beide tests bleek dat het systeem vrijwel onmiddellijk klaar voor gebruik is, of een object kan detecteren.

Temperatuurbereik:

Het temperatuurinterval, waarin het systeem naar behoren functioneert is afhankelijk van de gebruikte componenten. In de datasheets[6 t/m 12] staat in welk interval deze componenten goed functioneren. Het circuitdeel werkt in ieder geval zonder problemen binnen een temperatuurbereik van 0-70 graden Celsius. Aangezien deze schakeling binnen in de auto gemonteerd zit, zal een temperatuur buiten deze grenzen bijna nooit voorkomen. Mocht een groter temperatuurbereik gewenst zijn, dan zijn de gebruikte IC's zonder problemen te vervangen door types met een groter temperatuurbereik.

Het systeem detecteert binnen het volgende gebied:

De schakeling is ontworpen om objecten binnen een bereik van 10 tot 70 cm van de sensor te meten. Onder gunstige omstandigheden is het mogelijk om intern deze waarden nog wat aan te passen naar boven toe. De detectiehoek waaronder de



sensoren obstakels detecteren ligt rond de 15 graden, dus boven de berekende minimale detectiehoek.

Toonhoogte en vorm van het uitgezonden geluidssignaal:

Bij bereiken van de waarschuwingsafstand klinkt er een toon met een frequentie van ongeveer 1150 Hz., met een pulserend karakter van ongeveer 2 Hz en een duty-ratio van 50%.

Bij het bereiken van de ingestelde afstand, zal de gebruiker gewaarschuwd worden met een continu signaal met eveneens een frequentie van rond de 1150 Hz.

Meetgegevens:

Nominale voedingsspanning: 12V (9-12V)

Maximale stroomopname bij 12V: 50mA rust, 200mA bij detectie

Frequentie van waarschuwingssignaal:  $\pm 1150$  Hz continu, of met 2,25 Hz puls.

Signaalvolume: instelbaar door gebruiker

Afstanddetectie: 10-70 cm, waarvan bereik 10-50 cm. instelbaar

Detectiehoek: ongeveer 15°

## 6 Kostprijs berekening

	Prijs per stuk/persoon/meter	Aantal	Prijs	Totaalprijs
<b>Directe kosten materiaal</b>				
Componenten	diversen	diversen	12,99	
Conrad-schakeling	12,45	2	24,90	
Printplaat	4,00	1	4,00	
Draad	0,20	8	1,60	
Soldeertin	0,15	2	0,30	
				<b>43,79</b>
<b>Directe kosten bewerking</b>				
Loonkosten ontwerpteam	25	3	75	
				<b>75</b>
<b>Indirecte kosten 1<sup>e</sup> categorie</b>				
Gebruik PC, gereedschappen en ruimte	15	360	5400	
Print, papier, kopie	0,05	500	25	
				<b>5425</b>
<b>Indirecte kosten 2<sup>e</sup> categorie</b>				
Loonkosten team	25	600	15000	
Loonkosten begeleider	60	3	180	
				<b>15180</b>
<b>Totale integrale kostprijs</b>				<b>20723,79</b>

tabel.6.1: kostprijsberekeningstabel

In die hierbovenstaande tabel 6.1 staat uit welke onderdelen de totale integrale kostprijs is opgebouwd. Voor de theorie achter het kostprijsberekenen wordt verwezen naar het dictaat Produktlevenscyclus[1].

De prijzen van het materiaal zijn gehaald uit de Conradgids [2].

De totale integrale kostprijs voor een exemplaar is dus €20723,79. Dit is natuurlijk een erg groot bedrag voor zo'n systeem. Aangezien de opdracht inhield een prototype te maken, moet voor een meer realistisch bedrag per systeem gedacht worden aan een bepaalde oplage in serieproductie. De kostprijs zal dan eerder rond de €125 gaan liggen (de variabele kosten per produkt zijn onafhankelijk van de oplage, de vaste kosten per produkt, ontwerpkosten met name, zullen juist afnemen bij een grotere oplage) en dus beneden de gestelde grens van €150.

## Conclusie en aanbevelingen

Het doel van onze opdracht was het ontwerpen van een systeem dat een waarschuwing geeft als de bestuurder van de auto met de trekhaak ergens tegenaan dreigt te botsen. Na in de eerste drie weken van het traject door middel van ondervragen, brainstormen en onderzoek tot bepaalde concepten te zijn gekomen, werd het beste systeemconcept gekozen en uitgewerkt tot het eindproduct.

In dit verslag is een overzicht gegeven van de verschillende ontwerp- en implementatiestappen. Tijdens het werken aan de realisatie bleek dat er soms kleine veranderingen in het PvE of de ontworpen schakeling aangebracht dienden te worden, omdat deze niet volledig of niet correct bleken te zijn.

Het IPP heeft ons niet voor verrassingen gesteld. Met behulp van de gevolgde ontwerpmethoden volgens de IPP handleiding [1] was het prima mogelijk onze problemen te beschrijven en uiteindelijk op te lossen. Dat er toch af en toe een (klein) probleem opdook in de realisatie, had vooral te maken met moeilijkheden bij het werken met de electronica, dat soms tot onvoorspelbaar gedrag van de schakeling leidde. Uiteindelijk wisten we met deze problemen ook op te lossen.

We hebben nog enkele aanbevelingen, als het gaat om het gevolgde ontwerptraject:

- wellicht is er door toepassing van een ander soort sensoren een nauwkeuriger meting mogelijk. Voor dit project viel het gebruik van deze sensoren echter buiten de begroting.
- als de schakeling in grotere aantallen gemaakt wordt, is het aan te raden een speciale printplaat te ontwerpen, waarop alle onderdelen gesoldeerd kunnen worden, inclusief de (nu losse) sensorschakelingen, en waarbij geen losse draden gebruikt hoeven te worden.

## Literatuurlijst

- [1] Produktlevenscyclus      Ten Haaf, Delft 2001
- [2] Conradgids                hoofdcatalogus 2002
- [3] Inleiding in de elektronica Wissenburgh, DUP, 1998
- [4] digitale techniek        Thijssen, Vink, DUP, 1998
- [5] rapportagetechniek,      Elling, Andeweg e.a., Wolters-Noordhoff, 1994

### Datasheets gebruikte componenten:

- [6] HEF4060                : oscillator/deler  
<http://www.philipslogic.com/produkts/counters/4060/>
- [7] 74F02                 : 4x 2-input NOR  
<http://www.semiconductors.philips.com/pip/N74F02N>
- [8] 74LS11N               : 3x 3-input AND  
<http://engineering.dartmouth.edu/~engs031/databook/sn74ls11.pdf>
- [9] LM386N                : audio opamp  
<http://www.national.com/pf/LM/LM386.html>
- [10] 78M05                : 5 volt regulator  
<http://www.solarbotics.net/library/datasheets/78M05.pdf>
- [11] Conrad sensor        : ultrasone afstandsensor  
[http://www.conrad.nl/cgi-bin/conshop/ConShop.pl?TK\\_EV\[TBLATTLISTE\]=&TK\\_PAR\[BESTNR\]=114456](http://www.conrad.nl/cgi-bin/conshop/ConShop.pl?TK_EV[TBLATTLISTE]=&TK_PAR[BESTNR]=114456)
- [12] Conrad piezo-speaker : piezo speaker  
[http://www.conrad.nl/cgi-bin/conshop/ConShop.pl?TK\\_EV\[TBLATTLISTE\]=&TK\\_PAR\[BESTNR\]=751669](http://www.conrad.nl/cgi-bin/conshop/ConShop.pl?TK_EV[TBLATTLISTE]=&TK_PAR[BESTNR]=751669)

## Bijlagen

- I componenten en schema's
- II meet- en testapparatuur
- III gebruikershandleiding

I

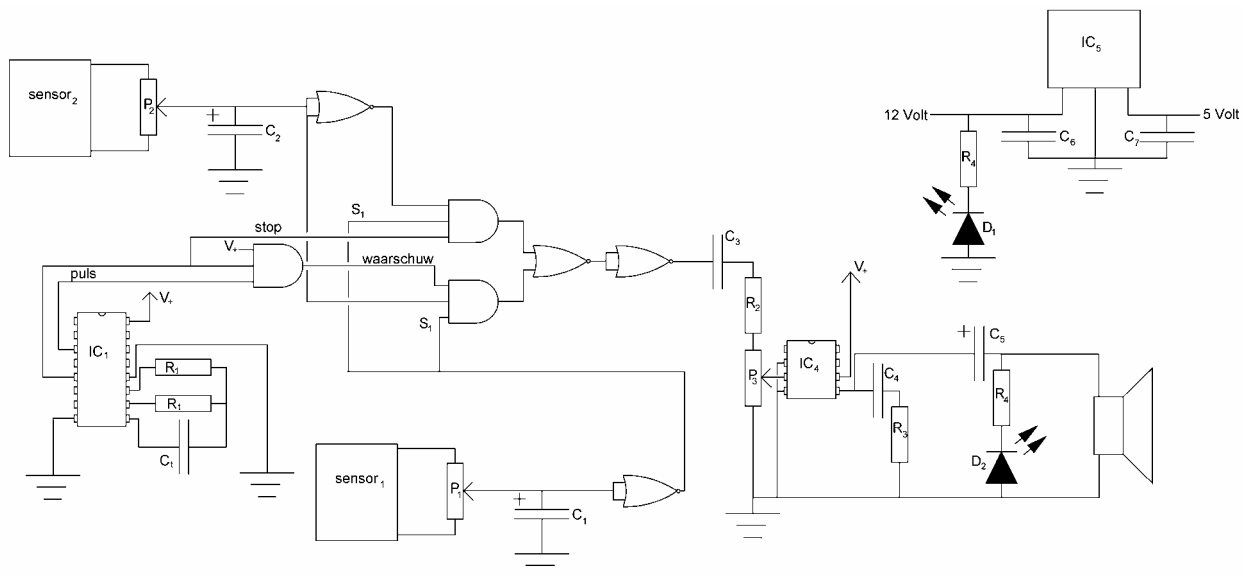
## Componenten en schema's

In de onderstaande tabel TB1 staan alle gebruikte componenten, die in de schakeling gebruikt zijn, genoemd. In figuur FB1 is het bijbehorende schakelschema te vinden.

Component	Waarde
IC1	HEF4060
IC2	74LS11N
IC3	74F02
IC4	LM386N
IC5	78M05
sensor1=sensor2	ultrasoon sensor, Conrad best.nr. 114456-89
P1=P2	1k $\Omega$
P3	2.5k $\Omega$
P <sub>t</sub>	10k $\Omega$
C <sub>t</sub>	1nF
C1=C2	330 $\mu$ F
C3	100nF
C4	56nF
C5	220 $\mu$ F
C6	100 $\mu$ F
C7	330nF
C8	10nF
R1	120k $\Omega$
R2	8.2k $\Omega$
R3	10 $\Omega$
R4=R5	1k $\Omega$
D1	groene led
D2	rode led
SP	piezo speaker, Conrad best.nr. 751669-89
Overige materialen	4x 16 pin IC voetje
	draad, 3 meter
	printplaat

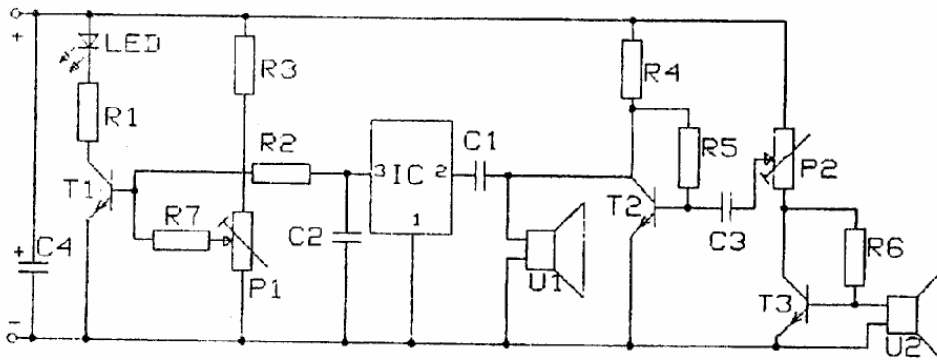
tabel TB1: gebruikte componenten in de schakeling

## Complete schema



figuur FB1: complete schema van de schakeling

De sensoren (sensor<sub>1</sub> en sensor<sub>2</sub>) zijn opgebouwd uit een bouwpakket, volgens het onderstaande schema, uit figuur FB2:



figuur FB2: schema van de ultrasoon sensoren

De componenten die hierin gebruikt zijn, staan genoemd in tabel TB2:

Component	Waarde
IC	IC41BB
T1=T2=T3	BC238C
LED	rode LED
U1	ultrasoon zender
U2	ultrasoon ontvanger
P1	470kΩ
P2	10kΩ logaritmisch
C1	220pF
C2	220nF

C3	22nF
C4	10 $\mu$ F
R1	825 $\Omega$
R2	10k $\Omega$
R3	680 $\Omega$
R4	2.2k $\Omega$
R5	650k $\Omega$
R6	39k $\Omega$
Overige materialen	2 extra weerstanden i.c.m. P2
	printplaat
	draad, 5 meter

tabel TB2: componenten in de ultrasoon sensoren



II

**Meet- en testapparatuur**

Oscilloscoop: Tektronix 475 met HP 10438a probe

Multimeter: Fluke 8842A

Functiegenerator: Hewlett Packard 3100b

### III

## Gebruikershandleiding

### Inleiding

Gefeliciteerd met de aankoop van uw parkeerhulp!

Dit is een apparaat dat u met de nieuwste technologieën in staat stelt veilig achteruit in te parkeren. Achteruit inparkeren en fileparkeren zijn een van de moeilijkste bestuurderstaken en zijn een van de belangrijkste oorzaken van autoschade. Met de parkeerhulp wordt nu in een behoefte aan meer veiligheid bij het autorijden voorzien.

Het apparaat waarschuwt u als u tijdens het achteruitrijden ergens tegenop dreigt te botsen. In de volgende hoofdstukken wordt uitgelegd hoe het systeem precies werkt. In hoofdstuk 1 wordt u uitgelegd uit welke onderdelen het systeem bestaat en hoe u het produkt moet monteren en demonteren. In hoofdstuk 2 wordt u verteld hoe het produkt functioneert en wat de mogelijkheden van de gebruiker zijn om instellingen te veranderen. In hoofdstuk 3 wordt u verteld hoe u het produkt moet onderhouden. In hoofdstuk 4 wordt u uitgelegd hoe u het produkt kunt testen op juiste werking, nadat u het gemonteerd heeft. In bijlage A is een lijst met alle onderdelen opgenomen. In bijlage B is een probleem-oplossingstabel weergegeven.

### Inhoudsopgave

	pagina
Inleiding	33
Inhoudsopgave	33
Hoofdstuk 1: Onderdelen, montage en demontage van het produkt	34
Hoofdstuk 2: Beschrijving van de werking van het systeem	34
Hoofdstuk 3: Onderhoud	35
Hoofdstuk 4: Testen van het produkt	35
Bijlage A	36
Bijlage B	37

## **Hoofdstuk 1: Onderdelen, montage en demontage van het produkt**

In bijlage A is weergegeven uit welke onderdelen het produkt bestaat. Controleer of alle weergegeven onderdelen in de doos te vinden zijn. Als u een of meerdere onderdelen niet heeft, kan het produkt niet naar behoren functioneren. U wordt dan aangeraden met het produkt naar de leverancier terug te gaan.

Montage en demontage:

Bij de montage heeft u de volgende gereedschappen nodig:

- schroevendraaier
- draadstriptang of schaar

U monteert het produkt als volgt:

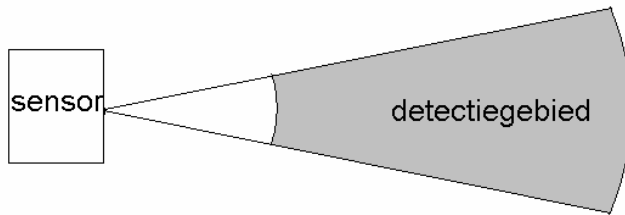
- 1 Zorg ervoor dat het contact van de auto uitstaat
- 2 Zoek de verbinding van het achteruitrijlicht op, zie hiervoor de instructiehandleiding van de auto
- 3 Knip de draad door en verbind het systeem met de draden. Let hierbij op de juiste polariteit.
- 4 Plaats het kastje op een plaats in de kofferbak waar het niet in de weg ligt. Gebruik voor de montage de bijgeleverde schroefjes, en schroef het kastje aan de bekleding.
- 5 Leid de draad met de sensoren naar buiten toe, en bevestig de sensoren aan de trekhaak met de meegeleverde clips.
- 6 De draad met de draaiknop en controlelampje kan nu naar wens naar de bestuurdersplaats in de auto geleid worden.

Het produkt is recyclebaar. U kunt het naar de leverancier terugbrengen als het afgedankt moet worden.

## **Hoofdstuk 2: Beschrijving van de werking van het systeem**

Beschrijving van de werking van het systeem:

Het systeem zendt, als het ingeschakeld wordt, ultrasone geluidsgolven uit. Het systeem wordt ingeschakeld alleen als de versnellingspook in zijn achteruit staat. Gereflecteerde geluidsgolven worden weer door het systeem opgevangen. Als een object zich in het detectiegebied van 10 tot 70 cm t.o.v. de achterkant van de auto bevindt, dan zal er een uitvoer zijn in de vorm van een geluidsignaal, dat de bestuurder waarschuwt. Zie figuur H1.



figuur H1: het detectiegebied van de sensor

Dit zal een pulserend karakter hebben in het gebied van 70 cm (de detectieafstand) tot een door de gebruiker ingestelde afstand (de hierna te noemen waarschuwingsafstand) en een constant karakter van deze waarschuwingsafstand tot 10 cm. Als iemand niet verder of dichterbij een muur of garagedeur wilt parkeren dan bv. 40 cm, zal hij deze afstand dus instellen. Als de toon verandert van een pulserend naar een constant karakter, weet de bestuurder dat hij de waarschuwingsafstand bereikt heeft.

Beschrijving van de in- en uitvoerfuncties van het systeem:

Er zijn twee manieren om het systeem in te stellen. Ten eerste is er een knop om het volume af te regelen. Ten tweede is er een knop om de waarschuwingsafstand in te stellen tussen de 10 en de 50 cm. De instelling van de waarschuwingsafstand en het volume zijn af te lezen van een schaal die op de draaiknoppen is aangebracht.

De uitvoer van het systeem:

- een controlesignaal dat aangeeft dat het systeem op de voedingsspanning is aangesloten
- een geluidssignaal (werking reeds beschreven)

Mogelijkheden en beperkingen van het systeem:

Het systeem werkt alleen als u achteruit rijdt. Omdat het systeem pas een object op een afstand van 70 cm detecteert en de waarschuwingsafstand maximaal 60 cm lager ingesteld kan zijn, wordt u aangeraden niet te hard achteruit te rijden. Verder moet u weten dat het product zo is gemaakt, dat het een eenmaal gedetecteerd object altijd zal blijven zien (het object kan niet nadat het gedetecteerd is weer uit het detectiegebied raken), onder de voorwaarde dat u of gewoon recht achteruit rijdt of een bepaalde cirkel beschrijft (de wielen hebben dus een bepaalde stand en dat blijft zo). Vertrouw nooit blind op het systeem. Er is nooit zekerheid dat het systeem ten alle tijden naar behoren werkt. Let dus ook altijd zelf goed op bij het achteruitrijden.

### **Hoofdstuk 3: Onderhoud**

Het product is heel makkelijk te onderhouden. U kunt er gewone autoreinigingsmiddelen voor gebruiken. U kunt ook gewoon door een wasstraat

rijden. U wordt aangeraden het produkt schoon te maken als er een vuil op het sensorgedeelte zit.

#### **Hoofdstuk 4: Testen van het produkt**

Zet uw auto op een rustige plaats, waarbij u achter de auto een afstand van ongeveer 1,5 meter houdt. Zet vervolgens het contact aan en zet de versnellingspook daarna in zijn achteruit.

Het systeem zou nu in werking moeten zijn gesteld. U ziet een groen lampje branden.

Stel een afstand in. Laat vervolgens iemand naar de achterkant van de auto toelopen. Meet de afstand waarop het systeem begint met een pulstoon te geven en de afstand (de waarschuwingsafstand) waarop een constante toon te horen is. De eerste afstand (de detectieafstand) moet ongeveer 70 cm zijn.

Probeer wat uit met de instelbare afstand. Is alles tussen 10 en 50 cm detecteerbaar? Komen de ingestelde afstanden overeen met de opgemeten afstanden? Test ook of het volume goed regelbaar is. Mocht iets niet correct functioneren, raadpleeg dan de probleemoplossingstabel (zie bijlage B).

## Bijlage A

Lijst met onderdelen:

- systeemkast
- sensorgedeelte
- besturingsgedeelte
- bevestigingsschroefjes
- deze handleiding

## Bijlage B

Probleemoplossingstabel

Probleem	Mogelijke oorzaken	Oplossing
Lampje brandt niet	Lampje is kapot	Leverancier
	Accu is leeg	Accu opladen
	Voedingsspanning is losgeraakt	Controleer verbinding
Systeem reageert niet op objecten	Systeem intern kapot	Leverancier
	Speaker kapot	Leverancier
	Volume staat te laag	Volume hoger zetten
	Bereik staat te laag ingesteld	Draai aan de knop totdat er wel detectie optreedt
De werkelijke waarschuwingsafstand is anders dan de ingestelde	De schaal is niet goed geijkt	Leverancier
Het systeem geeft pas bij een veel lagere waarde dan 70 cm een signaal	Idem	Leverancier
Het volume is niet instelbaar	Volumeknop kapot	Leverancier