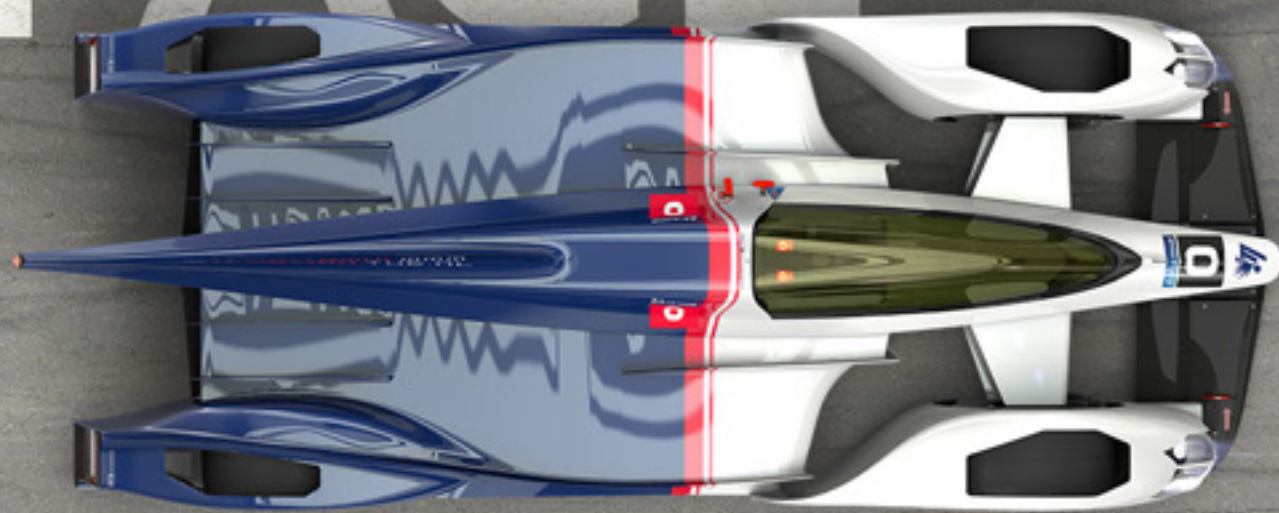


HUMAN MACHINE INTERFACE



Niel Hekkens

Helmond, 12 januari 2016

STUDENT

Naam: Hekkens, NPFG
Studentnummer: 2141353
Afstudeerrichting: ICT & Media Design (voltijd)
Periode: 31 augustus 2015 t/m 27 januari 2016 (91 dagen)

BEDRIJF

Naam: Automotive Technology InMotion
Adres: Steenovenweg 1
5708HN Helmond
Begeleider: Kleissen, Reinier
Functie begeleider: Technisch manager

DOCENTBEGELEIDSTER

Naam: Kuijk, S van

GEGEVENS SCRIPTIE

Titel: Human Machine Interface
Datum uitgift: 12 januari 2016

Getekend voor gezien:

11 januari 2016

De bedrijfsbegeleider,



VOORWOORD

Deze scriptie is geschreven naar aanleiding van mijn afstudeerstage als afsluiting van mijn bachelor opleiding HBO-ICT & Media Design aan Fontys Hogeschool te Eindhoven. Van september 2015 tot en met januari 2016 ben ik bezig geweest met het onderzoek en het schrijven van deze scriptie. In deze periode heb ik voor Automotive Technology InMotion onderzoek gedaan naar de Human Machine Interface van de IM01. Met deze raceauto wil InMotion deelnemen aan de 24 uur van Le Mans, de meest prestigieuze race van het jaar.

Via deze weg wil ik graag mijn afstudeerbegeleider Suzanne van Kuijk bedanken voor de ondersteuning, feedback en begeleiding tijdens deze periode. Ik kon haar elk moment bereiken, wanneer ik dat nodig had. Daarnaast wil ik mijn bedrijfsbegeleider Reinier Kleissen bedanken voor zijn input en begeleiding bij InMotion zelf.

Via deze weg wil ik ook graag de docenten en racecoureurs bedanken die input hebben gegeven tijdens deze afstudeerperiode. Zonder deze input had ik dit onderzoek nooit kunnen uitvoeren.

Als laatste wil ik graag mijn vriendin en familie bedanken voor de steun tijdens deze periode. Het was een periode met veel ups en downs. Jullie hebben mij weer gemotiveerd wanneer het even niet lekker ging.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Niel Hekkens
Helmond, 12 januari 2016

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting / summary	5	3.3 Welke knoppen zijn voor een coureur belangrijk tijdens het rijden?	20
Verklarende woordenlijst	6		
Inleiding	7		
InMotion	8	3.4 Welke informatie is belangrijk voor een coureur tijdens het rijden?	21
Onderzoeksopzet	9		
Aanleiding	9	3.5 Op welke momenten, tijdens het rijden, kan een coureur informatie van zijn display aflezen en verwerken?	21
Hoofdvraag	9		
Deelvragen	9		
Afbakeningen	9		
Methodologie	9		
Hoofdstuk 1: de autosport	10	Hoofdstuk 4: Concept en realisatie	22
1.1 Wat zijn de verschillen en overeenkomsten tussen LMP1 en Formule 1 raceauto's?	11	4.1 Concept	23
		4.2 Paper prototype	24
1.2 De besturing van een auto	13	4.3 Digitaal ontwerp	26
		4.4 User test	28
Hoofdstuk 2: De IM01	14	4.5 Prototype	30
2.1 Welke elektronische systemen komen er in de IM01 te zitten die de coureur moet gaan bedienen?	15	Hoofdstuk 5: Conclusie & aanbevelingen	31
		5.1 Conclusie	32
2.2 Welke componenten zijn het meest geschikt om te gebruiken voor in de cockpit?	16	5.2 Aanbevelingen	32
Hoofdstuk 3: User interface	18	Evaluatie	33
3.1 Welke knoppen en informatie worden door de organisatie verplicht om in de auto te hebben?	19	Literatuurlijst	34
		Bijlagen	36
3.2 Welke zintuigen gebruikt een coureur om informatie te ontvangen en de auto te besturen?	20	A: Projectdocument	37
		B: Lijst functies IM01	44
		C: Interview verslagen	51
		D: Notities paper prototype	58
		E: Ontwerpen	60
		F: Notities user test	64



SAMENVATTING

Deelnemen aan de 24 uur van Le Mans met een geheel eigen ontworpen en gebouwde raceauto. Dat is het ultieme doel van Automotive Technology InMotion. InMotion wil in 2018 deelnemen aan de race met een auto genaamd de IM01. Om de auto zo goed mogelijk te kunnen bedienen is er een goede Human Machine Interface (HMI) nodig. Deze scriptie beschrijft het onderzoek naar de meest optimale HMI voor deze auto en de realisatie van een prototype.

Er is eerst onderzoek gedaan naar de HMI in raceauto's in het algemeen. De HMI van verschillende raceauto's is met elkaar vergeleken en er is bekeken welke functies de coureurs het meest gebruiken en belangrijk achten. Voor dit laatste zijn een aantal racecoureurs geïnterviewd. In de interviews hebben de coureurs aangegeven wat hun wensen en eisen zijn voor een goede HMI. Specifiek voor de IM01 is onderzocht welke elektronische systemen de coureur moet bedienen en wat hiervoor de beste soort interactie is.

De interface van een raceauto moet de coureur ondersteunen bij het besturen van de auto. De beste manier van interactie in een raceauto is door middel van fysieke knoppen en schakelaars, dit is het meest direct en cognitief het snelst. Op het stuur komen de belangrijkste functies. Deze zijn geselecteerd op basis van twee criteria: hoe vaak de coureur deze nodig heeft tijdens het rijden en wat de urgentie is op het moment van activeren. Voor de functies die snel geactiveerd moeten kunnen worden, is het van belang dat de greep op het stuur onveranderd blijft. Dit wordt mogelijk gemaakt door drukknoppen binnen het bereik van de duim te plaatsen. Voor andere functies is het niet noodzakelijk om twee handen op het stuur te hebben. In de cockpit moet er een digitaal dashboard aanwezig zijn voor data en visuele feedback voor de coureur. Op het dashboard staat alleen relevante informatie voor de coureur, zodat deze niet overbelast wordt met te veel informatie.

Aan de hand van de uitkomsten van de interviews en onderzoek is er een concept ontwikkeld. In dit concept zit het display op het dashboard. Dit is belangrijk om het gewicht van het stuur zo veel mogelijk te reduceren. De knoppen krijgen verschillende kleuren. De kleuren hebben verder geen betekenis en dienen alleen om onderscheid te maken tussen de knoppen.

Er wordt verwacht dat de inrichting van de HMI, op deze wijze, zal bijdragen aan een goede ondersteuning van de coureur.

SUMMARY

To participate in the 24 hours of Le Mans with an in house designed and build racecar, that is the ultimate goal of Automotive Technology InMotion. In 2018 the team wants to participate in the race with a car named the IM01. In order to operate the car efficiently, a good Human Machine Interface (HMI) is needed. This thesis describes the research for the most optimal HMI for the IM01 and the build of a prototype.

The study started with research and comparison of the HMI in various racecars. Various racecar drivers have been interviewed in order to make a list of functions that are most used and which are most important according to the drivers. The drivers told what is important for a good HMI. Specifically for the IM01 is researched which electronic systems the driver has to operate while driving and what is the best way to interact with it.

The interface of a racecar must support the driver with the main task: driving the car. The best way to interact with a racecar is through physical buttons and switches. This is the most direct and cognitive the fastest way when activating a function. The most important buttons will be placed on the steeringwheel. These functions are selected based on two criteria: how often the function is needed while driving and what the priority is at the moment of activating. The grip on the steeringwheel must remain when buttons need to be activated instantly. This can be done by placing push buttons within the reach of the thumb. For other functions it is not necessary to hold the wheel with two hands. Inside the cockpit there must be a digital dashboard for data and visual feedback for the driver. The display only shows relevant data for the driver to avoid cognitive overload at high speeds.

A concept has been developed based on the results of the interviews and research. The location of the display is in this concept on the dashboard, in order to reduce the weight of the steeringwheel itself. The buttons will get various colours. The main task of these colours is to distinguish the buttons while driving.

It is expected this interface design will support the driver as good as possible.

VERKLARENDE WOORDENLIJST

ACO

Afkorting voor Automobile Club de l'Ouest. Dit is de organisatie van de 24 uur van Le Mans.

Engine mapping

Een instelling waarmee de prestaties van de auto worden veranderd.

ERS

Afkorting voor Energy Recovery System dat warmte omzet naar elektrische energie, die weer wordt gebruikt.

FIA

Afkorting voor Federation Internationale de l'Automobile. De FIA is de international federatie van de autosport.

Full Course Yellow (FCY)

Full Course Yellow is een procedure waarbij alle auto's tijdelijk 80 km/h rijden, totdat de wedstrijdleiding de baan vrijgeeft.

LMP1

Afkorting voor Le Mans Prototype 1. Dit is de snelste categorie die mee doet aan de 24 uur van Le Mans.

GTE

Afkorting voor Grand Touring Endurance. Dit zijn raceauto's die gebaseerd bestaande modellen straatauto's.

Garage 56

Garage 56 is een speciale categorie tijdens de 24 uur van Le Mans. Deze categorie is bedoeld voor innovatieve auto's.

UI

Afkorting voor User Interface.

Monocoque

De monocoque, ook wel bekend als safety cell, is het deel van auto waar de coureur in zit en moet de coureur beschermen.

Stint

De periode tussen pitstops, dat wordt aangegeven in het aantal afgelegde ronden.

Tractiecontrole

Een elektrisch systeem dat wielspin voorkomt.



INLEIDING

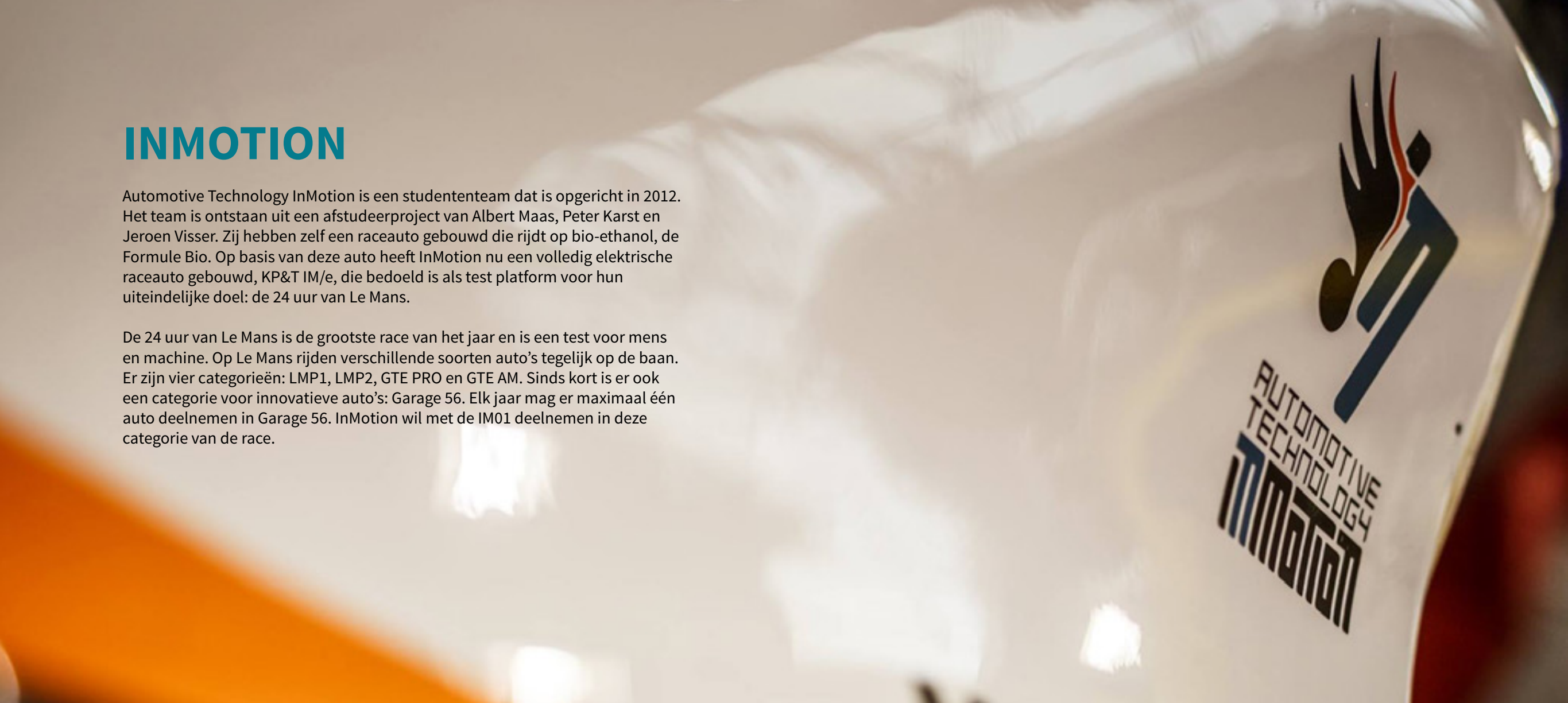
Deelnemen aan een van de grootste races in de wereld: de 24 uur van Le Mans. Dat is het ultieme doel van Automotive Technology InMotion. Deze race wordt al sinds 1923 georganiseerd en elk jaar komen er meer dan 250.000 mensen naar het circuit om deze race mee te maken (Bonardel & Ehrhardt, 2015). Met een eigen ontworpen en gebouwde auto wil InMotion deelnemen aan deze race. Om deze auto te bouwen is er onderzoek vereist naar de verschillende onderdelen.

Dit onderzoek zal zich richten op de Human Machine Interface (HMI) van de cockpit. Dit document is opgedeeld in verschillende delen, die elk een deel van het traject belichten. Het eerste hoofdstuk gaat over de autosport in het algemeen. Het tweede hoofdstuk gaat over de IM01 en de onderdelen die nodig zijn voor de interface. Daarna wordt er in detail gekeken naar de interface en welke functies de coureurs het belangrijkst vinden. Hier wordt ook beschreven wat verplicht wordt vanuit de organisatie. In het vierde hoofdstuk wordt het concept besproken dat voortkomt uit eerdere hoofdstukken en in dit hoofdstuk wordt het proces tot aan de realisatie verder toegelicht. In het laatste hoofdstuk volgt de conclusie, met bijbehorende aanbevelingen.

INMOTION

Automotive Technology InMotion is een studententeam dat is opgericht in 2012. Het team is ontstaan uit een afstudeerproject van Albert Maas, Peter Karst en Jeroen Visser. Zij hebben zelf een raceauto gebouwd die rijdt op bio-ethanol, de Formule Bio. Op basis van deze auto heeft InMotion nu een volledig elektrische raceauto gebouwd, KP&T IM/e, die bedoeld is als test platform voor hun uiteindelijke doel: de 24 uur van Le Mans.

De 24 uur van Le Mans is de grootste race van het jaar en is een test voor mens en machine. Op Le Mans rijden verschillende soorten auto's tegelijk op de baan. Er zijn vier categorieën: LMP1, LMP2, GTE PRO en GTE AM. Sinds kort is er ook een categorie voor innovatieve auto's: Garage 56. Elk jaar mag er maximaal één auto deelnemen in Garage 56. InMotion wil met de IM01 deelnemen in deze categorie van de race.



ONDERZOEKSOPZET

AANLEIDING

Voor het bouwen van de IM01 moet er onderzoek gedaan worden naar de Human Machine Interface (HMI) in raceauto's en naar de mogelijkheden voor de inrichting van de cockpit. De HMI moet de coureur ondersteunen bij het besturen van de auto. Aan het eind van dit onderzoek zal een prototype worden opgeleverd.

HOOFDVRAAG

Hoe kan de userinterface van de cockpit van de IM01 zorgen voor de meest optimale user experience voor de coureur, zodat hij de auto zo goed mogelijk kan bedienen?

DEELVRAGEN

- *Wat zijn de verschillen en overeenkomsten tussen LMP1 en Formule 1 raceauto's?*
- *Welke elektronische systemen komen er in de IM01 te zitten die de coureur moet gaan bedienen?*
- *Welke componenten zijn het meest geschikt om te gebruiken in de cockpit?*
- *Welke knoppen en informatie worden door de organisatie verplicht om in de auto te hebben?*
- *Welke zintuigen gebruikt een coureur om informatie te ontvangen en de auto te besturen?*
- *Welke knoppen zijn voor een coureur belangrijk tijdens het rijden?*
- *Welke informatie is belangrijk voor een coureur tijdens het rijden?*
- *Op welke momenten, tijdens het rijden, kan een coureur informatie van zijn display aflezen en verwerken?*

AFBAKENINGEN

Dit onderzoek is gericht op het ontwerpen van een geschikte HMI voor de IM01 en het realiseren van het prototype. Het eindproduct zal tijdens deze periode niet gerealiseerd worden en technische details hiervan.

METHODOLOGIE

Er is kwalitatief onderzoek gedaan om tot het antwoord op de hoofdvraag te komen. De meningen, eisen en wensen van de coureurs stonden centraal tijdens dit onderzoek. Als eerste is er deskresearch gedaan naar LMP1 en Formule 1 auto's, door beeldmateriaal te verzamelen, om een algemeen beeld te vormen van de interface in raceauto's.

Daarnaast zijn er een aantal coureurs geïnterviewd vanwege hun expertise op het gebied van cockpits. Bij het ontwerpen van een interface, is het belangrijk om kennis te hebben van de eisen en wensen van de eindgebruikers. De resultaten van de interviews zijn vergeleken met het verzamelde beeldmateriaal.

Om erachter te komen welke elektronische systemen de coureur moet gaan bedienen in de IM01 zijn verschillende teamleden van InMotion geïnterviewd. Voor het kiezen van een geschikte interface van de IM01, is er door middel van deskresearch onderzoek gedaan naar de verschillende soorten interacties.

Na de onderzoeksfase werd het concept bedacht. Hierbij werden vooral de lab- en werkplaatsstrategieën gebruikt. Van het concept werd een paper prototype gemaakt, dat werd voorgelegd aan teamleden en een coureur. Dit had als doel feedback krijgen op ontwerpkeuzes en aan de hand daarvan het concept te verbeteren. Daarna is een eerste ontwerp gemaakt en deze is weer getoetst aan de hand van user tests. Deze user tests werden uitgevoerd met behulp van een simulatie. Het doel van de tweede user tests was om de usability te testen en om het ontwerp te verbeteren. Er is geprobeerd om deze test ook met coureurs te doen, helaas was dit niet mogelijk door hun drukke agenda's. Aan de hand van het verbeterde ontwerp is een prototype gerealiseerd.

1.1 WAT ZIJN DE VERSCHILLEN EN
OVEREENKOMSTEN TUSSEN LMP1 EN
FORMULE 1 RACEAUTO'S?

1.2 DE BESTURING VAN EEN AUTO

I. DE AUTOSPORT

1.1 WAT ZIJN DE VERSCHILLEN EN OVEREENKOMSTEN TUSSEN LMP1 EN FORMULE 1 RACEAUTO'S?

In dit deel zal vooral worden gekeken naar de algemene verschillen en overeenkomsten van de interface tussen Formule 1 en endurance raceauto's. Er zal niet naar de technische details worden gekeken.

1.1.1 VERSCHILLEN

Een van de grootste verschillen tussen de Formule 1 en LMP1 auto is de grootte van de cockpit. Een LMP1 auto heeft een grotere cockpit dan een Formule 1 auto. Alle LMP1 auto's moeten namelijk ruimte hebben voor twee personen, ook al wordt maar één plek gebruikt. Daarnaast mag de coureur niet in het midden van de auto zitten. Een Formule 1 auto heeft ruimte voor één persoon. In tegenstelling tot LMP1, zitten de coureurs in de Formule 1 in het midden van de auto. De regels voor de grootte van de cockpit zijn opgesteld door de organisatie ACO en FIA (FIA Sport / Technical Department, 2015; FIA, 2014).

Een ander verschil tussen Formule 1 en LMP1 auto's is de hoeveelheid knoppen en schakelaars en de verdeling ervan. Door de grootte van de cockpit van de LM01 is er meer ruimte voor knoppen en schakelaars in deze auto. Bij een Formule 1 auto is er minder ruimte in de cockpit, waardoor bijna alle functies op het stuur zitten. Figuur 1 weergeeft een cockpit van een LMP1 auto. Figuur 2 weergeeft een cockpit van een Formule 1 auto. Op deze afbeeldingen is het verschil, tussen de hoeveelheid en de verdeling van de knoppen in de auto's, duidelijk te zien.



Figuur 1 - Cockpit van Porsche 919 Hybrid

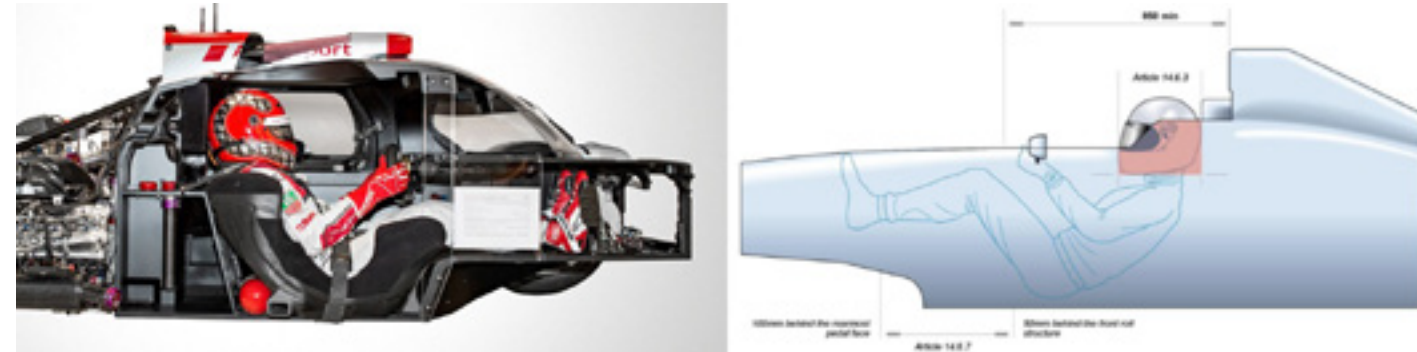


Figuur 2 - Cockpit van de Williams Mercedes FW37

1.1.2 OVEREENKOMSTEN

Een van de grootste overeenkomsten tussen een F1 en LMP1 auto, is de houding van de coureur. In beide auto's heeft de coureur een liggende positie waarbij de voeten ongeveer op borsthoogte zitten, zoals te zien is in figuur 3. In de LMP1 zit de coureur sinds 2014 meer rechtop. Dit is om het zicht van de coureur te verbeteren (Automobile Club de l'Ouest, 2012).

Zoals te zien is op figuren 4 en 5 komt de vorm van het stuur in Formule 1 en LMP1 auto's overeen. Beide sturen hebben over het algemeen een rechthoekige vorm. Bij de LMP1 auto heeft de rechthoekige vorm een functie. Door deze vorm is het gemakkelijker in- en uitstappen en kan de rijderswissel sneller worden uitgevoerd (Engelman, 2014). Op beide sturen is er een display dat functioneert als digitaal dashboard. Er zijn druk- en draaiknoppen aanwezig. Op de achterkant van het stuur bevinden zich flippers, voor onder andere schakelen en de koppeling.



Figuur 3 - Vergelijking zithoudingen bij LMP1 en Formule 1.



Figuur 4 - Stuurwiel Porsche 919 Hybrid (LMP1)



Figuur 5 - Stuurwiel McLaren MP4-29 (Formule 1)

1.2 DE BESTURING VAN EEN AUTO

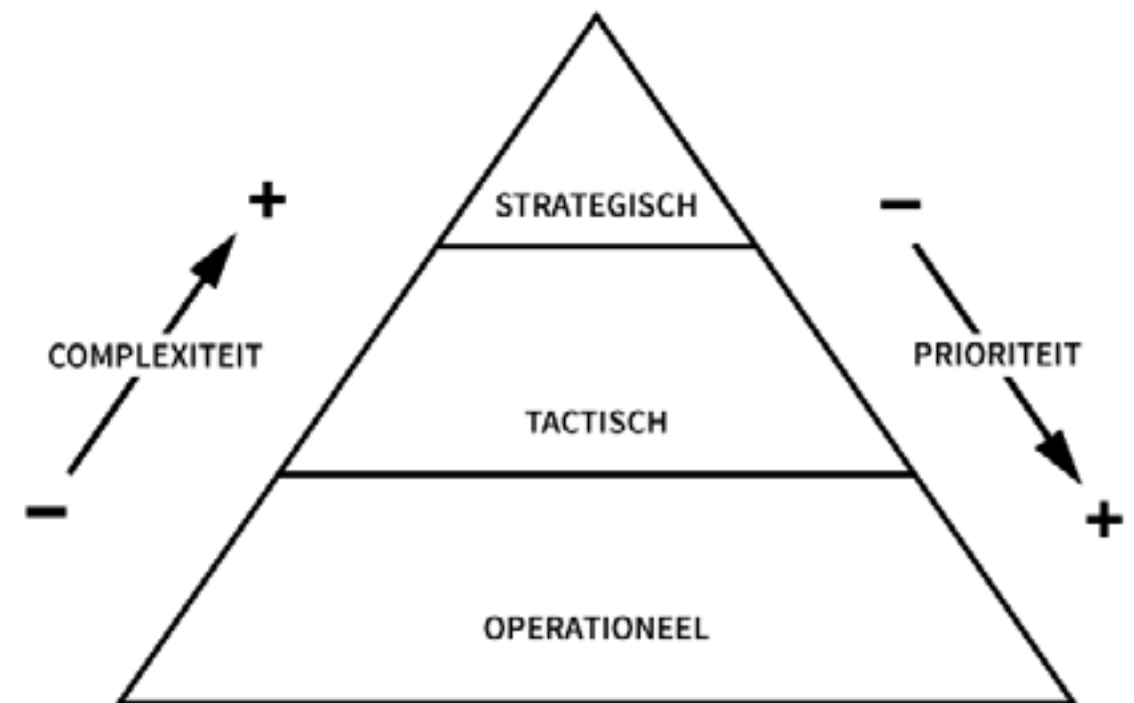
Auto rijden bestaat uit verschillende sub-taken. Volgens het model van Allan, Lunenfeld en Alexander uit 1971 zijn sub-taken onder te verdelen in drie niveaus, op basis van de tijd die nodig is om de taak uit te voeren: strategisch, tactisch en besturing (Michon, 1985; Gkikas, 2011).

Taken op strategisch niveau zijn beslissingen voor een langere termijn, zoals het bepalen van de route. Op dit niveau wordt nieuwe informatie af en toe verwerkt, met intervallen van een paar minuten tot uren. Beslissingen die op dit niveau worden gemaakt zijn input voor het volgende niveau. Taken op tactisch niveau zijn taken die betrekking hebben op de interactie met de omgeving (de weg, verkeersborden) en andere weggebruikers (inhalen, ingehaald worden). Deze taken komen vaak voor, met intervallen van een aantal seconden tot een aantal minuten. Het daadwerkelijk besturen van de auto, zoals sturen en het opereren van het gas- en rempedaal, valt onder het operationeel niveau. Deze taken duren fracties van een seconde en volgen elkaar snel op.

Zoals in figuur 6 te zien is, zijn operationele taken simpeler dan strategische taken en vereisen ze weinig cognitieve capaciteit. Op tactisch en strategisch niveau worden taken al ingewikkelder en vereisen meer cognitieve capaciteit. Het is ook mogelijk dat sub-taken raakvlakken hebben met meerdere niveaus.

De prioriteit van de niveaus wordt bepaald op basis van de ernst van de gevolgen in een onverwachte situatie. Een voorbeeld: wanneer de auto een lekke band krijgt, wordt alle activiteit op strategisch niveau onderbroken. Verdwalen is immers minder erg dan een ongeluk krijgen.

Het model van Allan, Lunenfeld en Alexander is ook te vertalen naar de autosport. De ontwerpers bij Audi passen dit model ook toe in hun LMP1 raceauto (Köbler, 2015). Op operationeel niveau is de coureur vrijwel elk moment bezig om de auto op de baan te houden, zodat de finish kan worden gehaald. Gedurende een ronde op het circuit moet de coureur gas geven, remmen voor de bochten, en sturen. Daarnaast moeten er ook tactische beslissingen worden gemaakt zoals bepalen wanneer het juiste moment is om in te halen. De strategische beslissingen worden meestal voor aanvang van de race bepaald. Hieronder valt de afstelling van de auto en de strategie voor de race zelf.



Figuur 6 - Model van Allan, Lunenfeld en Alexander

2. DE IM01

2.1 WELKE ELEKTRONISCHE SYSTEMEN KOMEN ER IN DE IM01 TE ZITTEN DIE DE COUREUR MOET GAAN BEDIENEN?

2.2 WELKE COMPONENTEN ZIJN HET MEEST GESCHIKT OM TE GEBRUIKEN VOOR IN DE COCKPIT?

2.1 WELKE ELEKTRONISCHE SYSTEMEN KOMEN ER IN DE IM01 TE ZITTEN DIE DE COUREUR MOET GAAN BEDIENEN?

In de IM01 komen verschillende elektronische systemen die ervoor zorgen dat de auto zo optimaal mogelijk presteert. Deze systemen zijn geselecteerd door InMotion (Kamel, 2015). Door de vroege ontwerpfase van de IM01 zijn deze nog niet definitief.

Sommige systemen worden automatisch geregeld door de computer, maar er zijn een aantal systemen die de coureur handmatig moet bedienen. De systemen die de coureur handmatig moet bedienen staan beschreven in onderstaande tabel. Deze tabel is opgesteld op basis van de selectie door InMotion, de resultaten van de interviews met coureurs en inspiratie vanuit andere endurance raceauto's. Deze functies moet de coureur minimaal tot zijn beschikking hebben. In bijlage B is de volledige lijst van functies te vinden.

De functies in onderstaande tabel zijn gesorteerd op basis van het model van Allan, Lunenfeld en Alexander, dat wordt beschreven in hoofdstuk 1. Er zijn een aantal functies die zowel op tactisch als operationeel niveau zitten. Deze functies zijn niet belangrijk voor de besturing van de auto, maar beïnvloeden wel de prestaties van de auto.

Niveau	Functie
Strategisch	- Algemene instellingen met betrekking tot de strategie
Tactisch	- ERS instellingen - Systeem instelling voor soort banden (regen/droog) - FCY activeren - Snelheid ruitenwisser - Nacht licht en dimmer - Alarm - Pagina wisselen op display
Tactisch-operationeel	- Pit limiter - Radiocommunicatie met het team - Aan- en uitzetten van de auto - Ruitenwisser aan- en uitzetten - Rembalans instelling - Tractiecontrole instelling - Knipperen van koplampen - Drink
Operationeel	- Versnelling selecteren (vooruit of achteruit)

Tabel 1

2.2 WELKE COMPONENTEN ZIJN HET MEEST GESCHIKT OM TE GEBRUIKEN VOOR IN DE COCKPIT?

Auto rijden is een complex proces. De bestuurder moet geconcentreerd zijn, want een persoon kan maar een beperkte hoeveelheid informatie opnemen (Baddeley, 2010). Verschillende onderzoeken tonen aan dat afleiding de prestaties vermindert (Wets, 2014; Chaparro, Tokuda, & Morris, 2007). Dit komt doordat de hersencapaciteit verdeeld moet worden over de verschillende taken. Zoals in hoofdstuk 1 beschreven, zitten er veel componenten in de cockpit. Er zijn veel verschillende knoppen en schakelaars die de coureur moet bedienen. Er is naar verschillende mogelijkheden gekeken om de bediening te versimpelen.

2.2.1 NIEUWE TECHNOLOGIEËN

Touchscreens komen steeds vaker voor in straatauto's, zoals bij de Tesla Model S (Beene, 2013). Bij deze centrale systemen moet de gebruiker door verschillende menu's om bij het gewenste scherm te komen. In een raceauto is niet praktisch, want dit kost te veel tijd. De coureur kan een touchscreen ook niet bedienen met handschoenen aan (Gordon, 2005).

Stembesturing is eveneens niet praktisch in een raceauto. De coureur zal voor het systeem moeilijk te verstaan zijn, doordat de auto luidruchtig is. Hierdoor kunnen commando's niet worden herkend. In de Verenigde Staten is onderzoek gedaan naar de geluidsterkte van een raceauto. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat een raceauto gemiddeld 106 db(A) aan geluid produceert. Dit is gemeten van zes meter afstand (Rose, 2008).

2.2.2 KNOPPEN

Fysieke knoppen zijn gebruikelijk in raceauto's. Bij het vergelijken van verschillende cockpits van raceauto's werd duidelijk dat alle auto's fysieke draai- en drukknoppen op het stuur en dashboard hebben. Uit de interviews met coureurs is ook gebleken dat zij het liefst fysieke knoppen hebben met duidelijke feedback. Het testen van de usability van de knoppen is voor een later stadium in de ontwikkeling van de IM01.

Functies met een aan/uit input worden momentschakelaars. Met een druk op de knop kan de functie aan of uit worden gezet. Rotary encoders werken het beste voor functies met progressieve instellingen, zoals het volume bij de autoradio.

2.2.3 DISPLAYS

In een raceauto is ook een display aanwezig. Op dit display staat informatie die belangrijk is voor de coureur. Het moet mogelijk zijn om de helderheid van het display te veranderen en om verblinding in het donker te voorkomen.

Er zijn verschillende bedrijven die displays aanbieden. Het verschil zit hem voornamelijk in de grootte en de technische mogelijkheden van het scherm. De meeste bedrijven hebben hun eigen softwarepakket om het display (en eventueel de led lampen) in te stellen. Nu volgt er een vergelijken tussen vier displays.



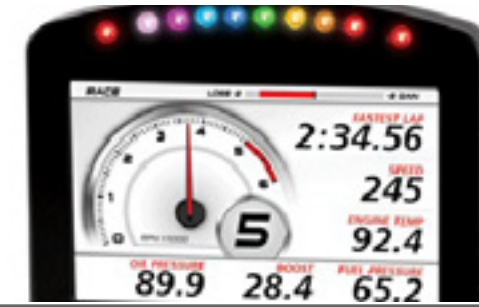
McLaren PCU-8D

- + Op het dashboard en stuur te monteren.
- + Formule 1 teams gebruiken dit model.
- + Extra programmeerbare LED lichtjes.
- + Tot 100 verschillende pagina's.
- LED verlichting staat vast.
- Prijs



Cosworth ICD

- + Programmeerbare LED lichtje die verschillende kleuren kunnen hebben.
- + Meer ruimte op het display.
- Grote afmetingen.
- Software alleen beschikbaar voor klanten.
- Onduidelijk hoe veel verschillende pagina's.



MoTeC C125

- + MoTeC is een zeer bekend merk, zeker in combinatie met data loggen.
- + Programmeerbare LED verlichting.
- + De pagina's zijn volledig zelf in te delen.
- 3 verschillende pagina's.
- Kan alleen op het dashboard worden geplaatst.



GEMS LDS4

- + Op het stuur te monteren.
- + Software is voor iedereen beschikbaar.
- + 24 verschillende pagina's.
- Prijs.
- Lelijke graphics.

2.2.4 KEUZE DISPLAY

Om het stuur zo licht mogelijk te houden is er voor gekozen om het display op het dashboard te plaatsen. Dan valt het display van GEMS al af. De Cosworth ICD is met een breedte van 190 mm te groot voor in de IM01. De keuze moest dus gemaakt worden tussen de displays van McLaren en MoTeC.

De keuze is uiteindelijk op het display van McLaren gevallen. Dit komt mede door de wat compactere dimensies van het scherm zelf en de gehele behuizing. Er zijn ook meer programmeerbare LED lichten beschikbaar en het ondersteunt veel meer pagina's. De helderheid kan bij dit display ook worden veranderd. Dit is wanneer er in het donker wordt gereden. Ondanks de lagere resolutie van het scherm, zal dit scherm prima leesbaar zijn.

3.1 WELKE KNOPPEN EN INFORMATIE WORDEN DOOR DE ORGANISATIE VERPLICHT OM IN DE AUTO TE HEBBEN?

3.2 WELKE ZINTUIGEN GEBRUIKT EEN COUREUR OM INFORMATIE TE ONTVANGEN EN DE AUTO TE BESTUREN?

3.3 WELKE KNOPPEN ZIJN VOOR EEN COUREUR BELANGRIJK TIJDENS HET RIJDEN?

3.4 WELKE INFORMATIE IS BELANGRIJK VOOR EEN COUREUR TIJDENS HET RIJDEN?

3.5 OP WELKE MOMENTEN, TIJDENS HET RIJDEN, KAN EEN COUREUR INFORMATIE VAN ZIJN DISPLAY AFLEZEN EN VERWERKEN?

3. USER INTERFACE

3.1 WELKE KNOPPEN EN INFORMATIE WORDEN DOOR DE ORGANISATIE VERPLICHT OM IN DE AUTO TE HEBBEN?

De organisatie van de 24 uur van Le Mans, de ACO en FIA, heeft een aantal veiligheidseisen waar alle deelnemers aan moeten voldoen (FIA Sport / Technical Department, 2015). Er zijn verschillende soorten veiligheidseisen, echter in deze paragraaf worden alleen de eisen die relevant zijn voor de interface van de IM01 verder toegelicht.

Volgens de technische reglementen van LMP1, moet er een brandblussysteem in de auto aanwezig zijn. Dit systeem moet de coureur zelf kunnen activeren. Deze knop moet afgedekt zijn om te voorkomen dat het knopje per ongeluk wordt ingedrukt.

In LMP1 moeten de auto's twee achteruitkijkspiegels hebben. Een aan elke kant van de auto. Het is ook toegestaan om een camera met display te gebruiken, ter aanvulling van de spiegels.

Voor de coureur, monteurs en de baancommissarissen moet het duidelijk zijn wat de status van ERS is. In de veiligheidseisen is terug te lezen dat op verschillende locaties rondom de auto led-verlichting moet zijn, die de status van de ERS weergeeft. Dit wordt weergegeven door middel van een groen licht en een rood licht. Groen licht betekent dat het veilig is. Rood of geen licht geeft aan dat er gevaar is.

Alle auto's moeten zijn voorzien van een Driver Master Switch. Deze knop is een kill switch voor noodgevallen. Deze schakelaar moet op het dashboard worden geplaatst en fysiek worden beschermd door middel van bijvoorbeeld een kapje.

Daarnaast moeten alle auto's ook een display hebben voor het 'marshalling system' (FIA Sport, 2015). Dit systeem toont de verschillende vlaggen op het display. Wanneer er bijvoorbeeld een ongeluk is gebeurd, wordt de gele vlag getoond door de baancommissarissen. Ter aanvulling wordt de vlag ook op het display getoond.

3.2 WELKE ZINTUIGEN GEBRUIKT EEN COUREUR OM INFORMATIE TE ONTVANGEN EN DE AUTO TE BESTUREN?

Volgens een model van Ronn Langford gebruikt een coureur drie zintuigen tijdens het rijden. visuele, kinesthetische en auditieve zintuigen (Bentley, 2005). Deze zintuigen dienen als input voor de hersenen. Het resultaat hiervan is een soort actie, reactie of beslissing.

Ruimtelijk inzicht, perifere blikveld, diepte perceptie en het vermogen om de focus snel te verleggen zijn de belangrijkste onderdelen van het visuele zintuig. De coureur ziet niet alleen wat de auto doet, maar voelt dit ook. Hier zorgt het kinesthetische zintuig voor. De coureur voelt de G-krachten op zijn lichaam. Met zijn gevoel voor balans, weet de coureur precies wat de auto doet. Via het auditieve zintuig hoort de coureur wat de limiet van de banden is en aan de het aantal toeren van de motor is ook te horen wat de auto doet.

3.3 WELKE KNOPPEN ZIJN VOOR EEN COUREUR BELANGRIJK TIJDENS HET RIJDEN?

Zoals in hoofdstuk 1 naar voren kwam, hebben de stuurwielen in de LMP1 en Formule 1 veel functies. Om meer kwalitatieve data te verzamelen is er met vier racecoureurs gepraat. Deze coureurs hebben endurance ervaring. De verslagen van deze interviews zijn in bijlage C te vinden. Uit de interviews kwam naar voren dat de belangrijkste knoppen op het stuur zitten. De meest gebruikte knoppen zitten op de bovenste helft van het stuur, binnen bereik van de duim. Zo kan de coureur het stuur goed vast blijven houden en een knop tegelijk induwen. Minder belangrijke knoppen zitten onderaan op het stuur, dashboard of middenconsole.

De meest belangrijke en gebruikte knop is de knop waarmee met de koplampen wordt geknipperd. Dit is om een voorganger te waarschuwen dat er een snellere auto aan komt. Alle geïnterviewde coureurs gaven aan dat deze knop bijna altijd rechts of rechtsboven op het stuur zit. De radio knop is volgens de vier deelnemers ook zeer belangrijk. Deze wordt veel gebruikt tijdens het rijden. Deze knop zit bijna altijd links op het stuur in endurance raceauto's.

Op circuits geldt er een snelheidslimiet in de pitstraat (FIA/ACO, 2015). Om te voorkomen dat de auto's te hard rijden, hebben deze een pit limiter. Deze knop zorgt ervoor dat de auto niet harder rijdt dan de snelheidslimiet. De geïnterviewde coureurs gaven aan dat deze knop ook altijd op het stuur aanwezig is.

In de cockpit wordt het warm, zeker wanneer deze gesloten is zoals bij de huidige LMP1 wagens. Door de hitte en warmte verliest een coureur 5 tot 10% aan lichaamsgewicht door dehydratatie (Klarica, 2001). De fysieke prestaties van de coureur worden minder bij uitdroging (Castro-Sepúlveda, 2014). Een knop om het drink systeem te activeren is daarom essentieel.

Bij een gesloten cockpit is er ook altijd een ruitenwisser aanwezig. Deze wordt volgens de coureurs altijd aan- of uitgezet door middel van een drukknop op het stuur.

Twee van de vier coureurs gaven aan dat zij regelmatig een knop gebruiken om een waarschuwing op het display weg te drukken. Deze knop wordt vooral gebruikt bij meldingen die niet belangrijk zijn voor de coureur.

Door middel van een draaiknop kan de coureur de engine mapping veranderen. Hiermee wordt het vermogen van de auto aangepast, voor de beste balans van prestatie en efficiëntie. Tractiecontrole is ook een belangrijke functie. In veel auto's wordt dit veranderd met een draaiknop. In sommige LMP1 auto's gebruiken ze ook wel drukknoppen om de instelling hoger of lager te zetten.

3.4 WELKE INFORMATIE IS BELANGRIJK VOOR EEN COUREUR TIJDENS HET RIJDEN?

De coureurs is ook gevraagd welke informatie op het display belangrijk is. Alle vier noemden het toerental als belangrijkste. Het toerental wordt visueel weergegeven door een rij led lampen die van links naar rechts oplichten naarmate de toeren oplopen. Wanneer de coureur moet schakelen licht een bepaalde kleur op of gaat de gehele rij knipperen. De versnelling waarin de auto zich bevindt, is eveneens belangrijk. Het benziniveau werd ook genoemd als noodzakelijke informatie. Hier kijken ze vooral naar aan het eind van de stint.

Ook de rondetijd werd door de coureurs als belangrijk bestempeld. Hier wordt vrijwel elke ronde naar gekeken. Aan de hand van de rondetijden kan het tempo worden bijgehouden. Op het display wordt naast de rondetijd, ook de zogenoemde ‘delta tijd’ weergegeven. Met de delta tijd kan de coureur real-time zien of hij sneller of langzamer is dan het gewenste tempo.

Twee van de vier coureurs gaven aan dat zij de informatie over de bandenspanning handig vinden. Hiermee kan in real-time de status van de banden worden afgelezen (Audi Motorsport Wiki – Cockpit, 2015). Zo kan er worden afgelezen wanneer de banden optimaal presteren of wanneer er een lekke band is.

Het display in de IM01 hoeft geen informatie te tonen zoals het toerental of de versnelling waarin de auto zich bevindt. Er wordt namelijk niet geschakeld in de IM01.

3.5 OP WELKE MOMENTEN, TIJDENS HET RIJDEN, KAN EEN COUREUR INFORMATIE VAN ZIJN DISPLAY AFLEZEN EN VERWERKEN?

In elke moderne raceauto zit tegenwoordig een digitaal display. Deze vervangt ouderwetse dashboards met analoge meters. Het display wordt door de coureur gebruikt om informatie af te lezen. Soms zit dit display op het stuur, soms op het dashboard. Uit de interviews is gebleken dat de coureurs geen voorkeur hebben over de positie van het display. In een bocht kan er niet op het display worden gekeken. Alle focus moet liggen op het zo goed mogelijk nemen van de bocht (Krumm, Driving on the edge, 2011). Alleen op de rechte stukken van het circuit heeft de coureur tijd om op het display te kijken. De informatie op het display moet daarom zeer duidelijk en snel te vinden zijn.

4.1 CONCEPT

4.2 PAPER PROTOTYPE

4.3 DIGITAAL ONTWERP

4.4 USER TEST

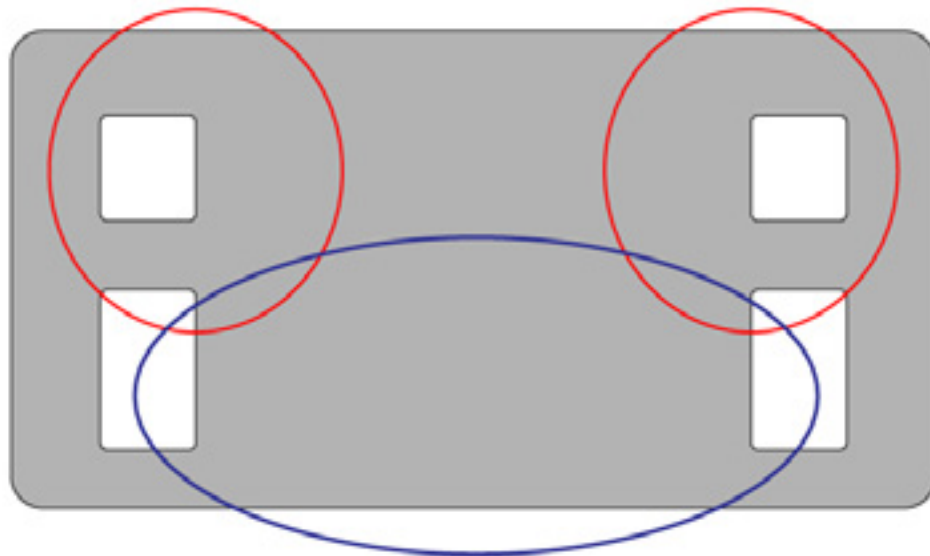
4.5 PROTOTYPE

4. CONCEPT & REALISATIE

4.1 CONCEPT

Zoals in het vorige hoofdstuk is beschreven, komen er een beperkt aantal functies op het stuur. Het stuur wordt zo klein en licht mogelijk gemaakt. De functies op het stuur zijn voor de coureur het belangrijkste tijdens het rijden. Deze zijn geselecteerd op basis van tabel 1 uit hoofdstuk 2.1 en de resultaten van de interviews met de coureurs.

Bij de indeling van de functies op het stuur moet er rekening worden gehouden met het niveau van de functie. Functies op operationeel niveau hebben voorrang op functies op andere niveaus. Deze functies moeten onmiddellijk geactiveerd kunnen worden, zonder de greep op het stuur te veranderen. Tactische functies moeten worden uitgevoerd wanneer de cognitieve belasting en operationele taken minder zijn, zoals op een recht stuk. Deze functies kunnen worden geactiveerd met eventueel één hand van het stuur. Bij de functies op tactisch-operationeel niveau, wordt per functie bekeken of deze meer bij het tactisch of operationeel niveau hoort. Uit interviews kwam naar voren dat sommige functies van dit niveau, radio of flashen van de koplampen, dermate belangrijk zijn dat de meeste binnen bereik van de duim zullen zitten. Figuur 7 is een schematisch overzicht van een stuur. De rode cirkels geven aan waar operationele functies komen. De blauwe cirkel is voor de tactische functies. De strategische functies zijn niet weergegeven. Deze functies zullen op het dashboard komen.



Figuur 6 - Schematische weergave van het stuur. Binnen de rode cirkels komen de operationele functies. In de blauwe cirkel de tactische functies.

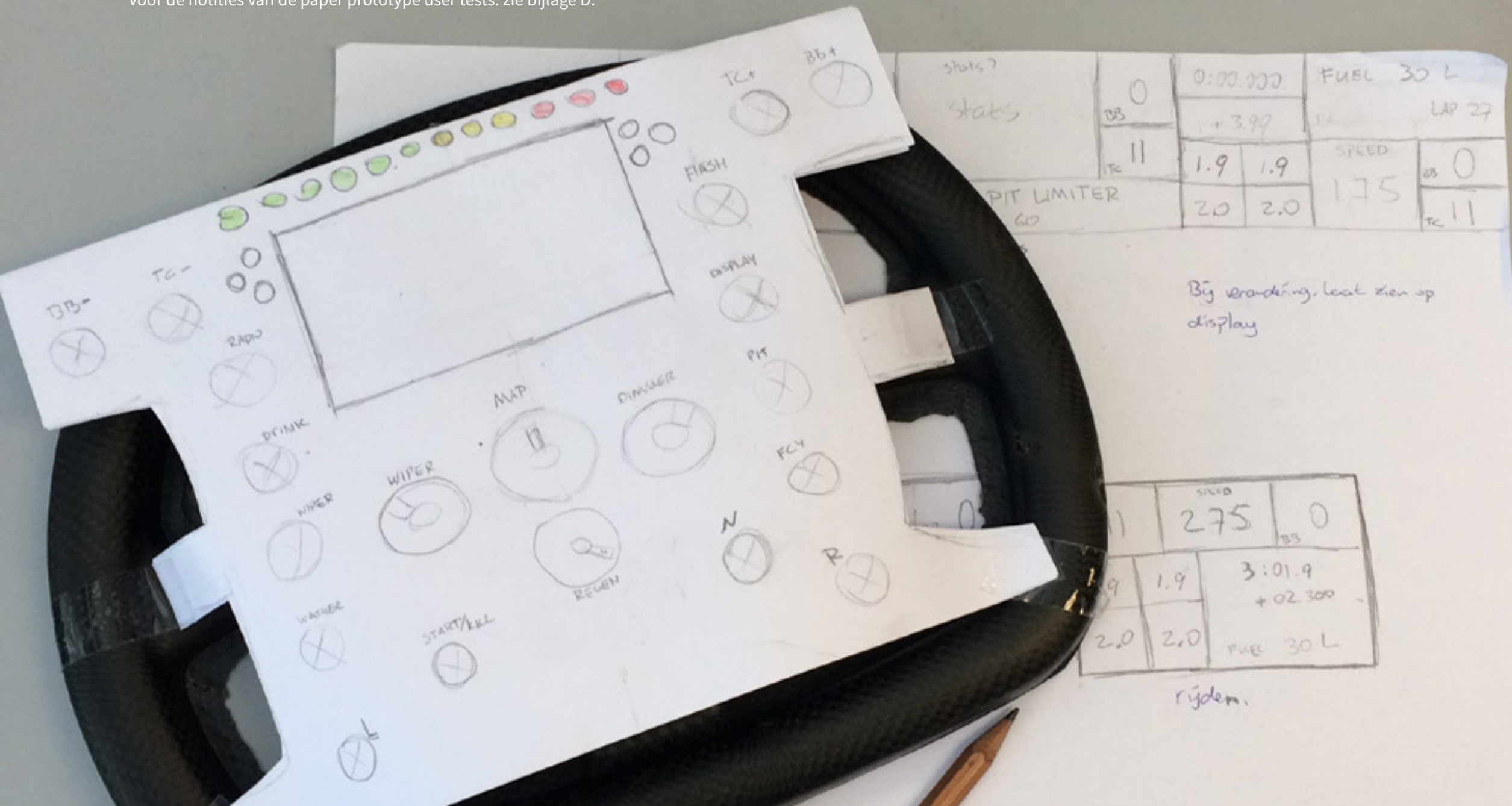
De knoppen op operationeel niveau worden drukknoppen. Dit is namelijk sneller dan een draaiknop. Deze zijn met de duim te bedienen, zonder de greep op het stuur te veranderen. Dit betekent dat een functie zoals rembalans twee drukknoppen krijgt, voor het verhogen en verlagen van het niveau. Dit geldt ook voor de tractiecontrole.

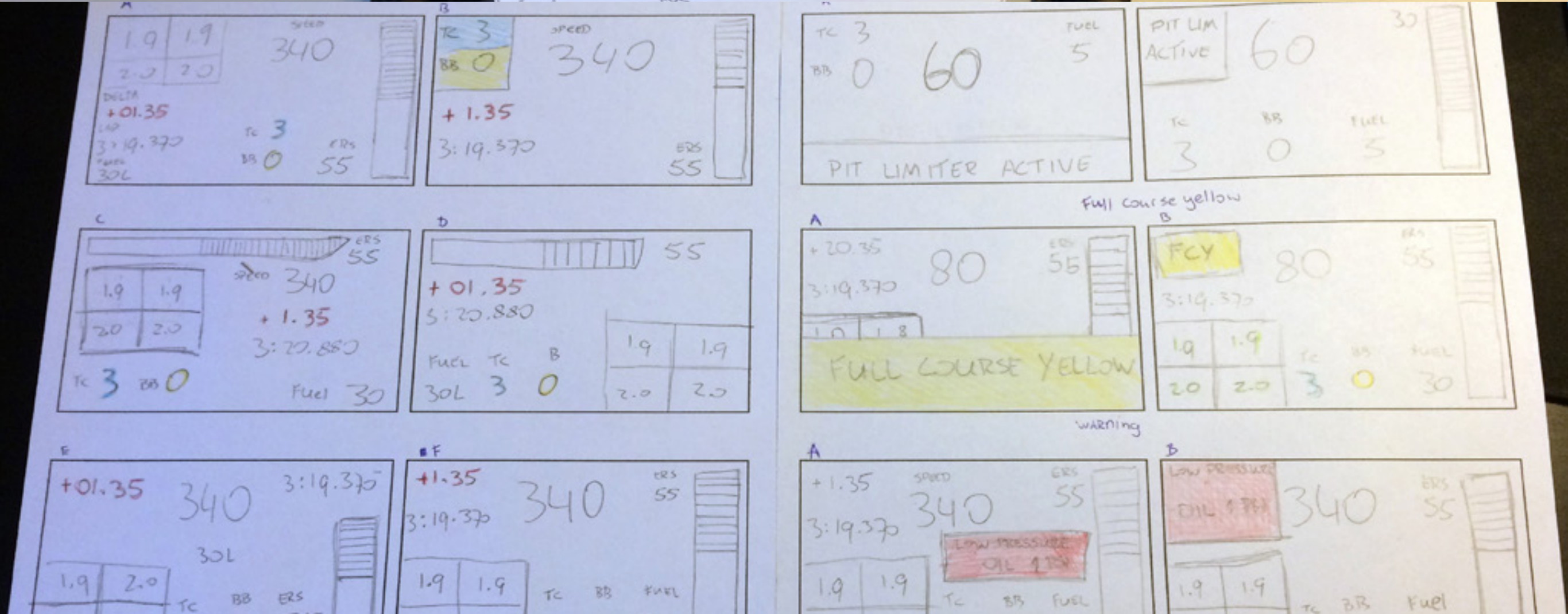
Het display moet overzichtelijk zijn en mag tegelijkertijd niet afleiden (Smith, Vardhan, Malet, & Mingay, Are we there yet? Thoughts on in-car HMI, 2014). Op het display komen verschillende pagina's. Er zijn minimaal twee pagina's nodig: één voor de coureur en één voor de monteurs. De belangrijkste pagina is de pagina voor de coureur. Op deze pagina wordt informatie weergegeven die relevant is voor de coureur. Deze informatie is gekozen met behulp van de resultaten van de interviews en vergelijkingen met andere endurance raceauto's.

4.2 PAPER PROTOTYPE

De eerste fase was het schetsen van het prototype op papier, ook wel een paper prototype genoemd. Het voornaamste doel van deze test was om feedback op verschillende ontwerpkeuzes te verkrijgen en eventueel nieuwe input te krijgen. Er zijn een aantal ontwerpen van het stuur en display getekend. Er zijn verschillende lay-outs getekend, rekening houdend met een globale indeling van de knoppen. Deze ontwerpen zijn voorgelegd aan verschillende teamleden binnen InMotion die verstand hebben van HMI en aan coureur Nick Catsburg. Zij gaven hun voorkeur, input en feedback. Aan de hand van de resultaten van de paper prototype tests en eigen ontwerpkeuzes is het uiteindelijke design ontstaan.

Voor de notities van de paper prototype user tests: zie bijlage D.





4.3 DIGITAAL ONTWERP

Op basis van de resultaten van de paper prototype is ervoor gekozen om de drukknoppen in twee rijen op het stuur te plaatsen. Deze rijen komen links en rechts op het stuur. De draaiknoppen komen in het midden van het stuur. Hierdoor ziet de lay-out er overzichtelijk en rustig uit. De breedte van de knoppen wordt minimaal 10 cm. Dit is de ideale grootte van een knop voor de duim (Park & Han, 2010).

4.3.1 KLEUREN

Door middel van kleur worden de functies opgedeeld in verschillende categorieën. Functies die met elkaar verbonden zijn, zoals de ruitenwisser en de sproeier, worden op deze manier met elkaar in verband gebracht door de wet van overeenkomst van de Gestaltpsychologie (Klumpsma & Wobben, 2011). Onderzoek wijst uit dat knoppen sneller worden gevonden bij het gebruik van meerdere kleuren (Michalski, 2014). De knoppen die gerelateerd zijn aan noodsituaties of stoppen krijgen een rode kleur. De kleur rood wordt geassocieerd met gevaar of stoppen (Pravossoudovitch, Cury, Young, & Elliot, 204). Voor andere functies zijn kleuren gekozen die gemakkelijk van elkaar te onderscheiden zijn.

Voor de achtergrond van het display is er gekozen voor een donkere kleur. Dit leidt namelijk minder af en reflecteert minder dan een lichte achtergrond (Smith, Vardhan, Malet, & Mingay, Are we there yet? Thoughts on in-car HMI, 2014). Visueel kan informatie worden versterkt door middel van kleur. Bij de bandenspanning zijn er gekleurde vlakken als achtergrond. Deze worden rood wanneer de bandenspanning te hoog of te laag wordt.

4.3.2 INDELING

Er zijn 15 knoppen op het stuur geplaatst. Deze knoppen zijn volgens de coureurs belangrijk en zijn volgens het model van hoofdstuk 1.2 ingedeeld op basis van prioriteit en hoe vaak deze wordt gebruikt. De meest belangrijke operationele functies zitten op de bovenste helft van het stuur. Op de onderste helft van het stuur zijn de meer tactische functies te vinden.

Zoals eerder is beschreven krijgt de IM01 geen versnellingsbak en hierdoor komt er op de achterkant van het stuur plek vrij. Het is mogelijk om de flippers een andere functie te geven. Het is belangrijk dat deze functies geen negatieve invloed hebben op de prestaties van de auto wanneer deze uit gewoonte of per ongeluk worden ingedrukt. Daarom is ervoor gekozen om de functies flash en radio aan de flippers toe te wijzen. Uit de interviews kwam naar voren dat deze het meest gebruikt worden tijdens het rijden. Flash komt rechts, omdat deze knop in andere endurance raceauto's ook rechts zit. De knop voor de radio wordt dan aan de linker flipper toegewezen, omdat coureurs gewend zijn dat deze knop aan de linkerkant zit.

Op het display is de informatie gegroepeerd weergegeven. Dit oogt rustiger (Klumpsma & Wobben, 2011). De belangrijkste informatie staat boven in het scherm.





STATE OF ART
MENWEAR

tan

tan

PROFILE TYRE CENTER

Auto We

DELTA
+1.35
PREV LAP
3:19.370
TIRE PRES
1.9 2.0
1.9 1.9
TC 3 BB 3 FUEL 30



HARVEST



DEPLOY



MAP

PWR OFF



RADIO



VOLUME



WIPER SPEED



DIMMER

4.4 USER TEST

Het ontwerp is getoetst met een user test. Dit is gedaan op een racesimulator. Er is een cockpit nagebouwd, met een Playseat racestoel en Logitech G27. Zes testpersonen hebben de user test doorlopen. De meeste knelpunten kunnen al worden opgespoord met zes testpersonen (Kompsma & Wobben, 2011).

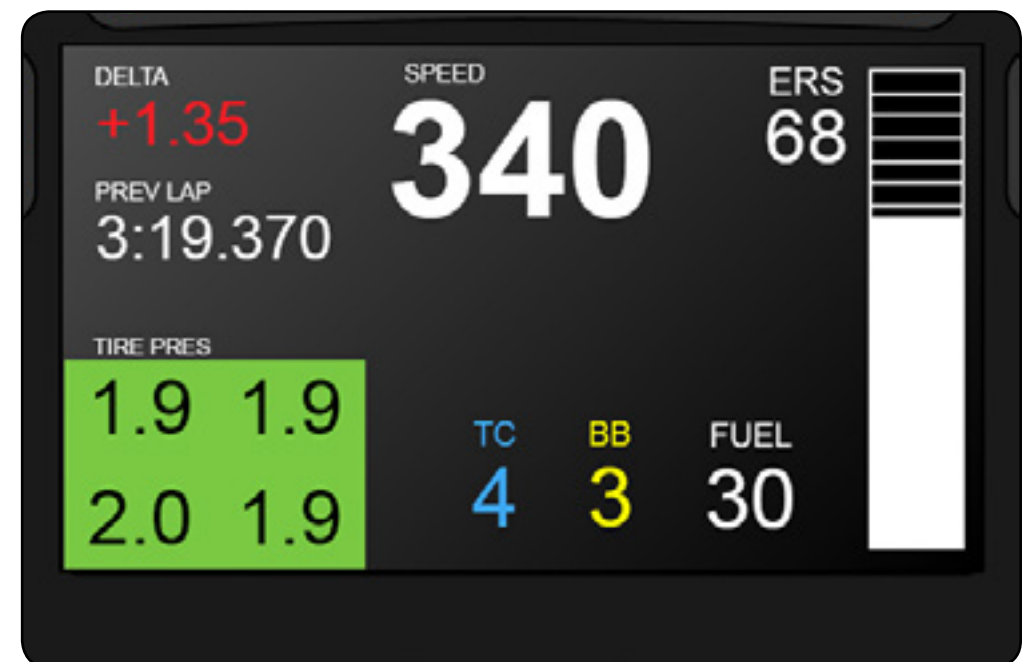
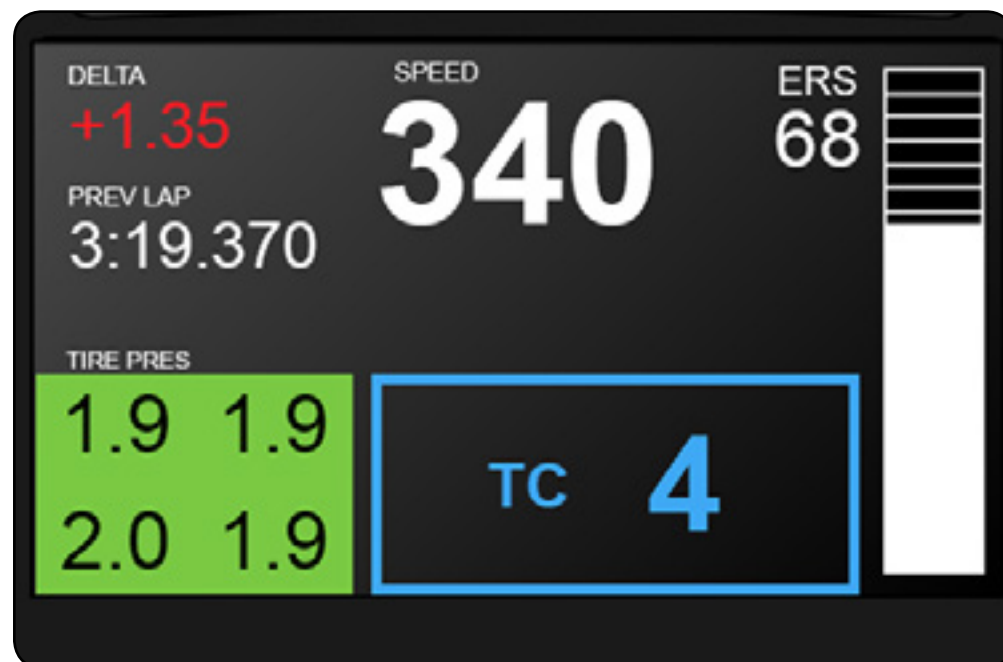
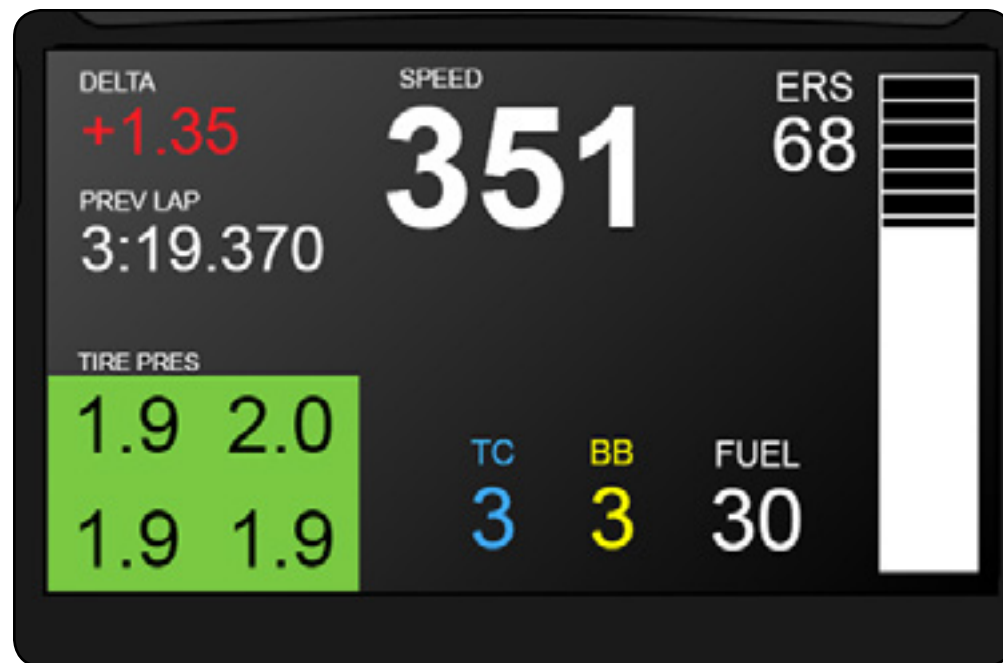
De testpersonen moesten tijdens het rijden verschillende opdrachten voltooien. De interface bleek al goed in elkaar te zitten. De opdrachten verliepen bij het merendeel vlot. Er waren enkele kleine problemen. De volledige notities van de user tests staan beschreven in bijlage F. De deelnemers hadden soms moeite met het vinden van juiste knoppen. Vier testpersonen gaven aan dat ze moeite hadden met het vinden van de knoppen op tast, omdat de knoppen niet voelbaar waren. Dit zal in de IM01 geen probleem zijn door het gebruik van fysieke knoppen. Het was opvallend dat geen enkel testpersoon moeite had met de opdracht om met de koplampen te knipperen. Het activeren van 'radio' en 'flash' met de flippers ervoer iedereen als prettig.

Op het display werd niet weergegeven wanneer een instelling was gewijzigd. Bij functies als tractiecontrole of ERS ontstond hierdoor onduidelijkheid over het al dan niet doorvoeren van de wijziging. In de nieuwe situatie komt er ook visueel feedback wanneer een instelling is veranderd. Dit is op de volgende pagina te zien.



VISUELE FEEDBACK BIJ HET VERANDEREN VAN EEN INSTELLING

Wanneer de coureur een instelling verandert, bijvoorbeeld bij de tractiecontrole, krijgt hij nu een visuele bevestiging dat hij die instelling heeft veranderd. Deze melding blijft enkele seconden in beeld staan.

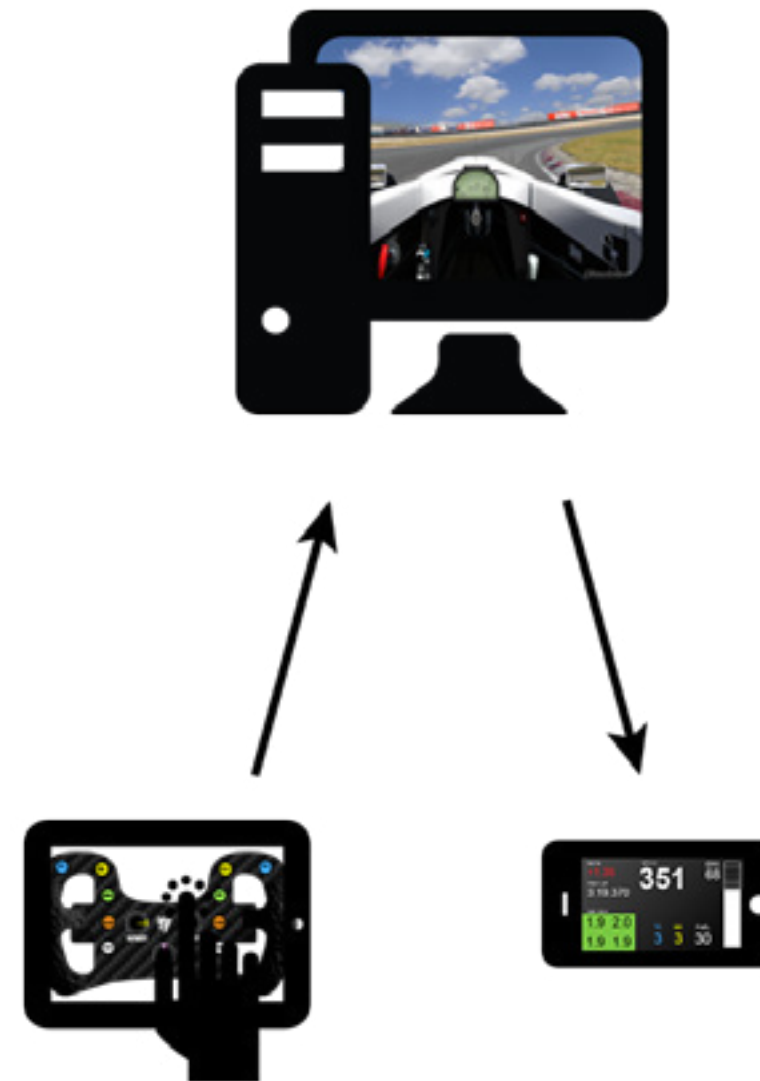


4.5 PROTOTYPE

Voor het prototype zijn er verschillende ontwikkelmogelijkheden onderzocht. Er zijn verschillende fabrikanten van displays met elk hun eigen softwarepakket. Alle stuurwielen en displays werken met een Controller Area Network (CAN) bus. Dit is een standaard in de automotive industrie die ervoor zorgt dat alle elektronische systemen met elkaar kunnen communiceren. Hiervoor moeten verschillende elektronische systemen worden gesimuleerd. Dit bleek zeer ingewikkeld te zijn en het is op dit moment nog te onduidelijk welke systemen in de auto zullen komen. Snel werd duidelijk dat het niet realistisch was om deze softwarepakketten, zonder enige ervaring van deze systemen, binnen de afstudeerperiode te leren.

Voor het prototype is ervoor gekozen om een simulatie te doen met behulp van de race simulator software iRacing in combinatie met Logitech ARX. iRacing is een simulator die beschikbaar is voor consumenten en deze exporteert live data via een API. Ontwikkelaars kunnen deze API gebruiken om verschillende applicaties te maken. Het doel van het prototype was om de lay-out van het stuur en het display te demonstreren.

Op de tablet komt een interactief stuur waarmee de auto kan worden bedient. Deze informatie wordt naar iRacing gestuurd en deze stuurt op zijn beurt weer data naar het display.



5.1 CONCLUSIE

5.2 AANBEVELINGEN

5. CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

5.1 CONCLUSIE

Hoe kan de userinterface van de cockpit van de IM01 zorgen voor de meest optimale user experience voor de coureur, zodat hij de auto zo goed mogelijk kan bedienen?

De belangrijkste taak van de coureur is het besturen van de auto. De interface moet de hoofdtak ondersteunen en deze mag niet afleiden. De beste manier om de auto te bedienen is door middel van fysieke schakelaars, omdat deze manier van input goede feedback geeft en direct is. Een touchscreen scherm of stembesturing is niet handig omdat deze niet efficiënter zijn dan normale knoppen.

Door de hoge snelheden moeten de handen zo veel mogelijk op het stuur blijven. De meest gebruikte knoppen komen op het stuur. De knoppen worden gesorteerd op prioriteit. De belangrijkste knoppen moeten binnen het bereik van de duim zitten, zodat deze knoppen in te drukken zijn met twee handen aan het stuur. Deze knoppen zitten daarom op de bovenste helft van het stuur. De minder belangrijke knoppen zitten meer in het midden en op de onderste helft van het stuur.

In de auto zit ook een display, als feedback en informatiebron voor de coureur. Displays hebben meestal meerdere pagina's. De belangrijkste pagina is te zien tijdens het rijden en hierop mag alleen informatie staan die relevant is voor de coureur.

5.2 AANBEVELINGEN

De IM01 bevindt zich nog in een vroege ontwerpfase. Veel elektronische systemen zijn nog niet definitief. Hierdoor is het lastig te bepalen welke systemen er definitief in de auto zullen komen. Het is aan InMotion om de komende maanden beslissingen te nemen.

De ruimte van de IM01 is beperkt vergeleken met LMP1 auto's. Hierdoor zal er gekeken moeten worden naar elementen uit Formule 1, om de ruimte zo goed mogelijk te benutten. De breedte van het stuur zal ongeveer 27 centimeter worden. Er is voor deze maat gekozen omdat de ruimte in de cockpit maar beperkt is en omdat een kleiner stuur het sturen te direct zal maken. Voor de vorm is er gekozen voor een rechthoekige vorm. Een rechthoekige vorm bespaart ruimte en maakt het voor de coureur gemakkelijker om in en uit te stappen.

Voor het bedienen van de auto is er gekozen voor het gebruik van fysieke knoppen. Bij het gebruik van de knoppen moet een goede klik voelbaar zijn, zodat de coureur er zeker van is dat hij de functie heeft geactiveerd. Voor functies zoals tractiecontrole, rembalans, ERS en engine mapping wordt er visuele feedback toegevoegd die wordt getoond op het display. Elke knop moet één functie hebben. Op het stuur komen de belangrijkste functies. Deze functies moeten worden ingedeeld op basis van het model, geselecteerd op basis van het ontwerp dat tijdens deze stage is gemaakt.

Het ontwikkelen van een eigen display voor een raceauto is zeer moeilijk. Daarom wordt aanbevolen om een display van een bestaand merk aan te schaffen. Voor de IM01 is er gekozen voor het display PCU-8D van McLaren Technologies. Dit display heeft verschillende programmeerbare led lichten en ondersteunt meerdere pagina's. Vooral dit laatste is belangrijk voor de coureur. Er moet een pagina zijn waarop alleen relevante informatie te zien is voor de coureur. De indeling op het display moet overzichtelijk zijn, zodat de coureur de gewenste informatie snel kan vinden. Andere informatie, die minder relevant is voor de coureur, kan dan op de andere pagina's getoond worden.

EVALUATIE

Tijdens mijn stageperiode heb ik veel geleerd. Zowel binnen als buiten mijn vakgebied. Naast het leren over human machine interfaces, heb ik ook mee mogen kijken naar wat er allemaal komt kijken bij het ontwerpen en bouwen van een raceauto.

In het begin vond ik het lastig om de juiste grenzen te stellen aan mijn opdracht. Doordat er veel teamleden waren met een automotive achtergrond, was het verleidelijk om te veel aspecten vanuit dit vakgebied er bij te betrekken. In overleg met beide begeleiders is het gelukt om duidelijke grenzen te stellen met de nadruk op HMI design en ICT.

Bij het schrijven van mijn scriptie had ik moeite met de opbouw van het document. Tijdens het onderzoek heb ik veel informatie verzameld en ik had moeite om hier structuur in te brengen. De oorzaak hiervan bleek enkele fouten in de formulering van sommige deelvragen. Hierdoor pasten deze deelvragen niet bij het geheel. Na het corrigeren van enkele woorden, klopten de deelvragen weer en kon hierdoor verder gaan met het schrijven van de scriptie.

Alles bij elkaar was het een leuke en leerzame periode bij InMotion. De sfeer was serieus maar ook gezellig. Dankzij deze stageopdracht heb ik veel verschillende mensen ontmoet en met veel verschillende mensen mogen werken, waaronder mijn ‘helden’: de racecoureurs.

LITERATUURLIJST

Audi Motorsport Wiki – Cockpit (2015). [Film]. Opgehaald van <https://www.youtube.com/watch?v=AqZBSV6Vk0s>

Automobile Club de l'Ouest. (2012, Juni 14). 2014 LM P1 prototype regulations - press release. Opgeroepen op Oktober 30, 2015, van ACO: http://www.lemans.org/wpphpFichiers/1/1/ressources/Pdf/2012/24-heures-du-mans/conference_de_presse/technical_regulation_2014.pdf

Automobile Club de l'Ouest. (2015, Mei 24). Regulations. Opgeroepen op November 30, 2015, van The official website of 24 Heures du Mans: <http://www.24h-lemans.com/wpphpFichiers/1/1/ressources/Pdf/2015/24-heures-du-mans/regulations/2015-24-heures-du-mans-supplementary-regulations.pdf>

Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136-140.

Beene, R. (2013, September 23). New cars give peek at tomorrow's center stack. *Automotive news*, 88(6587), pp. 23-34.

Bentley, R. (2005). *Speed Secrets 4: Engineering the Driver*. In R. Bentley, *Speed Secrets 4: Engineering the Driver* (pp. 25-28). St. Paul: Motorbooks International.

Bonardel, C., & Ehrhardt, N. (2015, Juni 19). The 2015 24 Hours of Le Mans in 24 numbers. Opgeroepen op November 8, 2015, van 24 heures du Mans - Official website: http://www.24h-lemans.com/en/news/the-2015-24-hours-of-le-mans-in-24-numbers_2_2_1746_21205.html

Castro-Sepúlveda, M. (2014, December 1). Prevalence of dehydration and fluid intake practices in elite rally Dakar drivers. *Science & sports*, 29(6), 327-330. doi:10.1016/j.scispo.2014.04.005

Chaparro, A., Tokuda, S., & Morris, N. (2007, Juni). Effects of visual-spatial and verbal working memory load on visual attention and driving performance. *Journal of vision* (Charlottesville, Va.), 7(9), 683.

Dobres, J., Reimer, B., & Mehler, B. (2014, Juni). Seeing Voices. *Vision Zero International*, pp. 16-20.

Engelman, D. (2014, October 16). The steering wheel of the Porsche 919 Hybrid – a multifunctional control center . The steering wheel of the Porsche 919 Hybrid – a multifunctional control center . Atlanta, GA, Verenigde Staten.

FIA. (2014). 2015 Formula 1 Technical Regulations. In FIA, 2015 Formula 1 Technical Regulations (pp. 49-53).

FIA Sport / Technical Department. (2015, Juli 14). 2015 Technical Regulations for LMP1 Prototype. Technische reglementen, 34.

FIA Sport / Technical Department. (2015). 2015 Technical Regulations for LMP1 Prototype. In F. S. Department, 2015 Technical Regulations for LMP1 Prototype (pp. 37-44).

FIA Sport. (2015, December 10). List of suppliers of mandatory equipments and systems for eligible cars in WEC. Opgehaald van Fédération Internationale de l'Automobile: <http://www.fia.com/regulations/regulation/fia-world-endurance-championship-118>

FIA/ACO. (2015). 2015 FIA WORLD ENDURANCE CHAMPIONSHIP SPORTING REGULATIONS. In 2015 FIA WORLD ENDURANCE CHAMPIONSHIP SPORTING REGULATIONS (p. 58).

Gkikas, N. (2011, Juli 1). Formula 1 Steering Wheels: A Story of Ergonomics. *Ergonomics in design*, 19(3), 30-34.

Gordon, J. (2005, Maart 1). Up Suiting: the clothing and equipment a racecar driver wears has one very crucial purpose: it is designed to keep the precious cargo it carries safe. *Aftermarket business*, 115(3), pp. 52-57.

Green, M. (2000, September 1). "How Long Does It Take to Stop?" Methodological Analysis of Driver Perception-Brake Times. *Transportation human factors*, 2(3), 195-216.

Kamel, M. (2015, Juni 9). Monocoque: First concept monocoque of the IM01. 13-17. Helmond.

Klarica, A. (2001). Performance in motor sports. *British Journal of Sports Medicine*, 290-291.

Klompsma, R., & Wobben, S. (2011). Zo kan het ook. In R. Klompsma, & S. Wobben, *Zo kan het ook* (pp. 30-34). Groningen: Concept7 BV.

Köbler, J. (2015, Januari 9). Racing Wheels. *Encounter*, pp. 92-97.

Kompsma, R., & Wobben, S. (2011). Zo kan het ook. In R. Kompsma, & S. Wobben, *Zo kan het ook* (p. 27). Groningen: Concept7 BV.

Krumm, M. (2011). Driving on the edge. In M. Krumm, *Driving on the edge* (pp. 38-39, 69-76). Worcesteshire, Verenigd Koninkrijk: Icon Publishing Limited.

Krumm, M. (2011). Driving on the Edge. In M. Krumm, Driving on the Edge (pp. 148-154). Worcestershire: Icon Publishing Limited.

Michalski, R. (2014). The influence of color grouping on users' visual search behavior and preferences. Displays, 176-195.

Michon, J. A. (1985). A critical view of driver behaviour models: What do we know, what should we do. Human behavior and traffic safety, 485-520.

Nam, K. (2015, Juli 1). Wheel Slip Control for Improving Traction-Ability and Energy Efficiency of a Personal Electric Vehicle. Energies, 6820-6840.

Park, Y. S., & Han, S. H. (2010). Touch key design for one-handed thumb interaction with a mobile phone: Effects of touch key size and touch key location. International Journal of Industrial Ergonomics, 40(1), 68-76.

Porsche North America. (2015, Juni 23). 395 laps to victory. Atlanta, Georgia, Verenigde Staten: Porsche North America Public Relations Department.

Pravossoudovitch, K., Cury, F., Young, S. G., & Elliot, A. J. (204). Is red the colour of danger? Testing an implicit red-danger association. Ergonomics, 57(4), 503-510.

Rose, A. S. (2008, December). Noise exposure levels in stock car auto racing. Ear, nose, & throat journal, 87(12), 689-692.

Scoltock, J. (2013). Race to recovery: for hybrid powertrains to help racing cars win Endurance contests, the technology needs to be robust and system recharge times fast. Automotive engineer, 30-31.

Smith, T., Vardhan, H., Malet, B., & Mingay, D. (2014). Are we there yet? Thoughts on in-car HMI. ustwo.

Smith, T., Vardhan, H., Malet, B., & Mingay, D. (2014). Are we there yet? Thoughts on in-car HMI. ustwo.

Wets, G. (2014). Investigating the influence of working memory capacity when driving behavior is combined with cognitive load: An LCT study of young novice drivers. Accident analysis and prevention, 377-387.

A. PROJECTDOCUMENT

B. FUNCTIES IM01

C. INTERVIEW VERSLAGEN

D. NOTITIES PAPER PROTOTYPE

E. ONTWERPEN

F. NOTITIES USER TEST

BIJLAGEN

BIJLAGE A

PROJECT DOCUMENT

Projectdocument

Periode september 2015 – januari 2016

Niel Hekkens - 2141353



Versie 1.1

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Document historie	3
Het bedrijf	4
InMotion	4
InMotion in de branche	5
De opdracht	5
Opdrachtschrijving	5
Doelen van de opdracht	6
Analyse van de opdracht	6
Werkzaamheden	7
Eisen aan de opdracht	8
Overzicht deel- en eindproducten	8
De aanpak	9
Onderzoeksstrategieën en methoden	9
Planning	11
Afspraken rondom communicatie	12
Bibliografie	12

Document historie

Versie	Datum	Aard van werkzaamheden	Distributie
0.1	2 september 2015	Eerste opzet en invulling projectdocument	n.v.t.
0.2	4 september 2015	Afronding eerste opzet	R. Kleissen
0.3	9 september 2015	Verbetering details over opdracht en InMotion. Opmaken van document.	S. van Kuijk
0.4	21 september 2015	Opdracht specifiek geformuleerd.	S. van Kuijk
0.5	23 september 2015	Herschrijven van de hoofdvraag en deelvragen	R. Kleissen
1.0	25 september 2015	Verbetering van de deelvragen.	S. van Kuijk F. Vonken
1.1	7 oktober 2015	Herschrijven van het gebruik van onderzoeksstrategieën en methoden.	S. van Kuijk

Het bedrijf

InMotion

Automotive Technology InMotion is een studententeam dat zich volledig gericht heeft op de ontwikkeling en bouw van een hybride raceauto, de IM01 genaamd. Deze auto wordt ontwikkeld en gebouwd in het hoofdkantoor dat gevestigd is op de Automotive Campus in Helmond. Het uiteindelijke doel van InMotion is het deelnemen en uitrijden van de meest prestigieuze race in de wereld: de 24 uur van Le Mans.



In deze race is er een speciale categorie voor auto's met innovatieve technologieën. Deze categorie heet Garage 56. Elk jaar mag er maar één auto in deze categorie mee doen en het doel is om innovatieve ideeën en technologieën te laten zien én te bewijzen. Normaal moeten auto's voldoen aan technische reglementen van de organisatie, maar in Garage 56 is dat niet het geval. De IM01 heeft dus volledige vrijheid in het gebruik van techniek en vorm van de auto. Er zijn wel een aantal veiligheidseisen waaraan elke auto moet voldoen.

Op dit moment is InMotion bezig met een volledig elektrisch aangedreven auto: de KP&T IM/e. Het doel van deze auto is om ervaring op te doen voor de IM01. Deze auto zal voornamelijk worden gebruikt om ervaring op te doen met de ontwikkeling, bouw en onderhoud van de elektrische aandrijflijn.

Deze auto zal volledig worden ontworpen en gebouwd door studenten van het Summa College, de TU Eindhoven (TU/e) en Fontys. De studenten worden begeleid door professionals met ervaring in de automotive industrie.

InMotion in de branche

InMotion is een van de zes Automotive Student Teams van TU/e. Deze teams ontwikkelen en bouwen verschillende voertuigen waarmee ze internationaal de strijd aangaan met teams van andere universiteiten. Het doel van InMotion is net anders. Zij strijden niet tegen andere studenten teams, maar tegen de professionele teams die op Le Mans rijden. Binnen de groep van deze zes teams is er geen directe concurrentie omdat die zich specialiseren op hun eigen gebied.

Buiten de TU/e zijn er meerdere automotive teams die willen mee doen aan Garage 56. Elk team heeft zijn eigen innovatieve idee. Het aantal concurrenten en wie deze precies er zijn, is onduidelijk. Soms heeft een team steun van een fabrikant. BMW heeft aangegeven interesse te hebben om een auto te ontwikkelen voor Garage 56 (Dailysportscar.com, 2015). Dat zou dan een grote concurrent van InMotion zijn. Verdere concurrenten zijn niet bekend, want veel teams maken hun plannen niet in zo'n vroeg stadium officieel bekend.

De opdracht

Opdrachtschrijving

Aanleiding

InMotion wil mee doen met de 24 uur van Le Mans met een eigen ontworpen en gefabriceerde auto. Deze auto zal naast een normale motor ook vier elektromotoren hebben. Daarnaast zijn er innovatieve ideeën om deze auto zo snel mogelijk te maken. In de cockpit is er weinig ruimte vergeleken met een normale auto. Om er voor te zorgen dat de coureur de auto zo goed mogelijk kan bedienen, is er een goede interface van de cockpit nodig. De knoppen moeten op een logische plek zitten. Daarnaast moet alles binnen handbereik zijn, want de coureur heeft weinig bewegingsvrijheid.

Opdrachtschrijving

In de IM01 zitten verschillende elektrische systemen en de coureur moet naast het rijden ook de status van de deze systemen kunnen zien en eventueel handelen wanneer er iets mis is. Het is dus belangrijk dat de coureur de juiste informatie op het juiste moment kan zien en dat de coureur de auto zo goed mogelijk kan bedienen, zonder afgeleid te worden. De interface van het digitale en analoge deel van de interface moet natuurlijk aanvoelen en gemakkelijk te bedienen zijn, zodat de coureur zich kan concentreren op de weg. Er moet een functioneel ontwerp komen dat zo gebruikt kan worden voor implementatie.

Ontwikkelingen binnen het bedrijf of markt

In de racerij zijn ze nu veel bezig met hybride en elektrisch aangedreven auto's. In de Formule 1 en LMP1 hebben ze een hybride systeem waarbij ze energie opvangen die vrijkomt tijdens het remmen. De energie wordt opgeslagen en weer gebruikt bij het accelereren. De LMP1 auto van Porsche, 919 Hybrid, kan ongeveer 900 pk genereren wanneer de gewone en elektromotor samenwerken bij acceleratie (Porsche, 2015). In 2014 begon de internationale autosportfederatie (FIA) met een kampioenschap voor volledig elektrisch aangedreven auto's, Formula E genaamd.



Audi R8 (2001)

Audi R18 e-tron quattro (2015)

Veel fabrikanten en teams zijn druk bezig met hybride en/of volledig elektrisch aangedreven auto's. Deze systemen zorgen ervoor dat het besturen van deze auto's ingewikkelder wordt. In de afbeelding hieronder is het verschil van 14 jaar heel duidelijk. De laatste paar jaar zijn de sturen aanzienlijk ingewikkelder geworden. Zie afbeelding 1.

Doelen van de opdracht

Aan het eind van de stage periode moet een functioneel ontwerp klaar zijn. In het functioneel ontwerp worden de locaties van de knoppen en schakelaar binnen de cockpit gespecificeerd en welke informatie de coureur te zien krijgt. Ook wordt er een proof of concept van de interface gemaakt. Het functioneel ontwerp bevat een visueel ontwerp, een proof of concept en een inventarisatie van de onderdelen. Hiermee kan InMotion de interface zo kunnen implementeren.

InMotion wil in 2018 mee doen aan de 24 uur van Le Mans met de eigen ontworpen, en gebouwde IM01.

Analyse van de opdracht

Wat is precies het vraagstuk?

Voor de IM01 moet er een functioneel ontwerp van de interface van de cockpit worden gemaakt. De bediening van de auto moet zo simpel en intuïtief mogelijk zijn. De coureur moet relevante informatie op het juiste moment zien. Daarnaast moet het mogelijk zijn om de interface op gevoel te bedienen. Dit is nodig zodat de coureur zijn ogen zo veel mogelijk op weg kan houden. De indeling van de knoppen moeten ook logisch zijn zodat de coureur deze gemakkelijk kan vinden zodat hij zijn ogen zo veel mogelijk op de weg kan houden.

Wat is het probleem dat moet worden opgelost? Wat is de uitdaging?

Op dit moment is er geen functioneel ontwerp voor interface van de cockpit. Door de aerodynamische vorm van de IM01 is de ruimte om mee te werken beperkt. Het zal een uitdaging worden om de besturing van de auto met de systemen voor feedback in deze ruimte te plaatsen.

Het probleem en de uitdaging van deze opdracht samen, levert de volgende onderzoeksvraag op: Hoe kan de user interface van de cockpit van de IM01 zorgen voor de meest optimale user experience voor de coureur, zodat hij de auto zo goed mogelijk kan bedienen?

Om de hoofdvraag goed te beantwoorden, zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- Wat zijn de verschillen en overeenkomsten tussen verschillende modellen van lange afstands- en Formule 1 raceauto's?
- Welke knoppen zijn voor een coureur belangrijk tijdens het rijden?
- Welke knoppen en informatie is door de organisatie verplicht om in de auto te hebben?
- Welke informatie is belangrijk voor een coureur tijdens het rijden?
- Op welke momenten, tijdens het rijden, kan een coureur informatie van zijn display aflezen en verwerken?
- Welke elektronische systemen komen er in de IM01 te zitten die de coureur moet gaan bedienen?
- Welke materialen zijn het meest geschikt om te gebruiken voor de onderdelen in de cockpit?
- Welke zintuigen gebruikt een coureur om informatie te ontvangen en de auto te bedienen?

Wat is de urgentie?

In april 2016 wil InMotion beginnen met het bouwen van de IM01. Het functioneel ontwerp moet dan klaar voor implementatie zijn. InMotion moet dan precies weten hoe de interface van de cockpit er uit komt te zien, welke onderdelen, zoals knoppen en schakelaars, en materialen benodigd zijn en waar deze te kopen.

Wat zijn de gevolgen als er niets gedaan wordt?

Wanneer deze opdracht niet wordt uitgevoerd, kan de auto niet worden gebouwd. De cockpit is een essentieel onderdeel van de auto, want zonder een plek voor de coureur kan de auto niet rijden.

Wat is er al gedaan om tot een antwoord te komen?

Specifiek voor de IM01 is er nog veel onbekend. Er is al wel research gedaan naar andere LMP1 auto's en een lijst met requirements opgesteld. Op dit moment werkt InMotion vooral aan de IM/e en voor die auto is er ook een interface ontworpen. Hoewel er voor deze auto andere eisen zijn, is dit wel een goede basis voor de IM01.

Werzaamheden

Tijdens het onderzoek zal gekeken worden naar verschillende interfaces van raceauto's. Denk hierbij aan auto's als LMP1, LMP2, Formule 1, Formule E, GP2 etc.

Tijdens deze stageopdracht ga ik een functioneel ontwerp voor de human machine interface voor de IM01 maken. Het gaat om de user interface en user experience van de bediening van de auto. De interface van de cockpit bestaat uit de interface op het digitale scherm, maar ook de indeling van de knoppen, led lampen, knoppen en schakelaars op het dashboard en het stuur zelf.

Nevenactiviteiten

Naast de werkzaamheden voor InMotion, moet het begin, de voortgang en de afronding van het project worden bijgehouden voor Fontys, InMotion en mijzelf. Hiervoor moeten er een aantal documenten worden gemaakt. Deze zijn het projectdocument en scriptie. Aan het einde van de stage periode is er ook nog een eindpresentatie.

Eventuele risico's

Zoals eerder beschreven is InMotion op dit moment ook met de IM/e bezig. Het is de bedoeling dat de auto deze herfst wordt gepresenteerd en nog dit kalenderjaar kan rijden. Het succes van de IM/e is bepalend voor de toekomst van de IM01.

Eisen aan de opdracht

De eisen van het project staan hieronder beschreven volgens de MoSCoW-methode. Met behulp van de MoSCoW-methode worden de eisen van het project ingedeeld op prioriteit.

De letters staan voor:

M - must have: deze eisen (requirements) moeten in het eindresultaat terugkomen, zonder deze eisen is het product niet bruikbaar;

S - should have: deze eisen zijn zeer gewenst, maar zonder is het product wel bruikbaar;

C - could have: deze eisen zullen alleen aan bod komen als er tijd genoeg is;

W - won't have (ook wel *would have* genoemd): deze eisen zullen in dit project niet aan bod komen maar kunnen in de toekomst, bij een vervolgproject, interessant zijn.

Must have

- Het functioneel ontwerp moet compleet zijn met lijst van onderdelen, visuele ontwerpen en een rapport bevatten met de design keuzes en de motivatie ervan.
- Het functioneel ontwerp moet de technische specificaties van alle onderdelen bevatten.
- De inventarisatie van onderdelen moeten ook prijzen en namen van winkels bevatten.
- Het functioneel ontwerp moet worden getest aan de hand van een user experience test.
- Het functioneel ontwerp moet voldoen eventuele veiligheidseisen die de organisatie (ACO¹ en FIA²) heeft opgesteld. Deze eisen staan in de technische regels³ van de FIA.

Should have

- Veldonderzoek bij coureurs en raceteams.

Could have

- Een interactief prototype van het display.

Won't have

- Onderzoek naar de mogelijkheden voor augmented reality.

Overzicht deel- en eindproducten

Het eindproduct van dit project is een functioneel ontwerp van Human Machine Interface voor de IM01. In de decompositie structuur hieronder staan de deel- en eindproducten beschreven.

Eindproducten

Analyserapport requirements HMI

Onderzoeksrapport HMI

Functioneel ontwerp HMI-cockpit IM01

Proof of concept

Eventuele tussen producten en testresultaten

Scriptie

¹ Automobile Club de l'Ouest - lemans.org

² Federation Internationale de l'Automobile - fia.com

³ Dit document is hier te downloaden: [2015 Technical Regulations for LMP1 Prototype](#)

De aanpak

Onderzoeksstrategieën en methoden

Het onderzoek zal worden verricht aan de hand van de vijf onderzoeksstrategieën. Door deze strategieën te hanteren wordt het onderzoek op een logische manier ingedeeld en kan gestructureerd te werk worden gegaan. Per activiteit wordt de aanpak beschreven, met de bijbehorende onderzoeksstrategieën.



Research naar interface raceauto's / Vooronderzoek

Het onderzoek naar de verschillen en overeenkomsten tussen verschillende interfaces van Formule 1, Le Mans Prototypes en andere lange endurance race auto's, zal vooral worden gedaan met behulp van de Veld en Bieb strategieën. Om erachter te komen welke knoppen en informatie voor de coureur belangrijk zijn, zullen interviews met verschillende coureurs worden afgenomen. Sommige van deze coureurs hebben enige ervaring in endurance races. Deze interviews worden het liefst persoonlijk, en eventueel op locatie, gehouden. Wanneer dit niet mogelijk is, dan kan dit ook per e-mail worden gedaan.



Daarnaast zal ook beeldmateriaal van verschillende modellen raceauto's geanalyseerd. Dit beeld materiaal zal deels zelf worden gemaakt en deels van verschillende andere bronnen. Hier kan er een goed overzicht worden gemaakt welke functies gebruikelijk zijn. Ook worden hierdoor overeenkomsten en verschillen van verschillende soorten raceauto's ontdekt.

De cockpit moet niet alleen voldoen aan de eisen en wensen van de coureur, maar ook aan de veiligheidseisen en eventuele technische regels van de race organisatie. Om hieraan te voldoen moet er worden uitgezocht wat de precieze veiligheidseisen zijn van de organisatie, met nadruk op de binnenkant van de cockpit. Zo staat er in de technische regels van LMP1 dat er theoretisch plek voor twee personen moet zijn (Fédération Internationale de l'Automobile, 2015). Het is onduidelijk of dit ook het geval is voor auto's in Garage 56, maar dit is wel belangrijk voor het ontwerp van de interface met betrekking tot de beschikbare ruimte.

Ook moet elke auto een aparte monitor hebben voor het 'marshalling system' (FIA, 2014). Tijdens een race communiceren de marshals langs de baan met behulp van vlaggen. Deze zijn niet altijd even goed te zien en met het marshalling system, worden deze vlaggen en informatie ook binnen in de auto getoond. Dit moet dan ook worden verwerkt in het ontwerp van de cockpit. Overige veiligheidseisen en technische regels moeten nog worden opgezocht of nagevraagd.

Er moet ook worden gekeken naar de regels en conventies op het gebied van usability. De coureur moet namelijk de auto moeten kunnen besturen zonder enige moeite en de handelingen binnen de cockpit moeten natuurlijk zijn. Dit zal worden gedaan door verschillende literatuur, over automotive, te bestuderen.

Met behulp van de bovenstaande methoden, is het mogelijk om een goede basis te creëren voor het eerste concept.

Conceptontwikkeling

Het proof of concept wordt aan de hand van een combinatie van de Lab, Showroom en Werkplaats strategieën ontwikkeld. Het concept wordt getoetst op usability en user experience door middel van user tests en verbeterd waar nodig. Daarnaast worden de gevonden oplossingen voor het concept vergeleken met de al bestaande oplossingen. Waar zijn de overeenkomsten en verschillen, en waarom? Dit in combinatie met de literatuur van usability en resultaten van het vooronderzoek kunnen de juiste design keuzes worden gemaakt en onderbouwd.

In overleg met InMotion teamleden en eventueel coureurs, kunnen de volgende aanpassingen worden besproken. Teamleden kunnen zeer snel feedback geven. De aanpassingen worden dan weer getoetst door middel van nieuwe user tests. Door dit proces steeds opnieuw te doorlopen, kan snel feedback worden gegenereerd, verwerkt en wordt het concept steeds verbeterd.

De precieze opzet van de user tests is nog niet bekend. Verschillende mogelijkheden worden eerst besproken met de lead HMI, Casper van Gorkom.

SCRUM methode

De opdracht zal volgens de scrum methode worden gemaakt. In deze opdracht staat het soort eindproduct al vast, namelijk de Human Machine Interface van de cockpit. Hoe dit precies er uit komt te zien, is nog helemaal open. De wensen en eisen van de opdrachtgever kunnen veranderen naarmate het ontwerp meer vorm krijgt. Met scrum methode is het mogelijk om flexibel het concept te ontwikkelen, samen met eindgebruiker(s). Dit is niet mogelijk met de waterval methode, waar de ontwikkeling stap voor stap gaat.

Met de scrum methode is het belangrijk om realistische en uitdagende doelen te stellen. Hierbij is er vrijheid en zelfsturing nodig om te doen wat nodig is om deze doelen te halen. Per week worden er nieuwe doelen gesteld en deze doelen moeten binnen een week worden gehaald. Door middel van het scrum bord is het ook mogelijk om in één oogopslag de voortgang van het proces te zien.



Planning

Week nr		Deadline
1	Start	
2	Plan van aanpak	
3	Plan van aanpak	
	Analyse en veld onderzoek HMI	
5	Deadline plan van aanpak	NTB
	Analyse en veld onderzoek HMI	
7	Uitslag onderzoek HMI analyseren	
9	Ontwerp HMI	
11	Gebruikerstest opstellen	
12	Gebruikerstest uitvoeren	
13	Test resultaten analyseren	
	Ontwerp HMI	
17	Concept scriptie	NTB
	Functioneel ontwerp HMI	
19	Scriptie afronden	
20	Scriptie inleveren	12-01-16
20+	Eindpresentatie	

Afspraken rondom communicatie

Elke vrijdag stuur ik een e-mail naar mijn docent begeleider, Suzanne van Kuijk, met daarin een overzicht van de afgelopen week. Wanneer er vragen zijn, kan ik altijd telefonisch of via e-mail contact opnemen. Suzanne zal de voortgang en de kwaliteit van het gehele project controleren en waarborgen.

Bas de Wit is de stagebegeleider bij InMotion, samen met Reinier Kleissen. Minimaal een van hen is altijd wel aanwezig bij hen kan ik terecht voor vragen over InMotion of de IM01. Zij zullen ook de details van het project begeleiden. Indien nodig kan ik ook via e-mail of telefonisch contact opnemen.

Casper van Gorkom, lead HMI, is een van de experts tijdens het project. Omdat Casper vanuit Amsterdam moet komen, zal hij niet altijd fysiek aanwezig zijn. Bij dringende vragen is het mogelijk om contact met hem op te nemen via telefoon, e-mail of Skype. Casper zal mij specifiek begeleiden op het gebied van HMI.

Vivek Devaraj heeft aan HMI gewerkt voor de IM/e. Vivek zal mij ook begeleiden met zijn ervaring met de IM/e. Hij is elke woensdagavond aanwezig, daarnaast is hij ook telefonisch en via e-mail te bereiken. Met Vivek en Casper zal ik naar verwachting het meest contact hebben over de opdracht zelf.

Bibliografie

Fédération Internationale de l'Automobile. (2015, juli 14). 2015 Technical Regulations for LMP1 Prototype. 34. Parijs, Frankrijk.

Fédération Internationale de l'Automobile. (2014, Januari 17). LIST OF SUPPLIERS OF MANDATORY EQUIPMENTS AND SYSTEMS FOR ELIGIBLE CARS IN WEC. 1. Parijs, Frankrijk: FIA Sport.

BIJLAGE B

FUNCTIES IM01

1 Driver controls

Besides a steering wheel and pedals, to control the car, the following controls need to be in the IM01. These are controls the driver need to operate the car as good as possible.

These controls are split into two categories: primary and secondary controls. The primary controls are used frequently while driving and these need to be within reach of the thumbs, while the hands stay on the steering wheel. This is usually the top half of the steering wheel.

The secondary controls are not always used while driving or are used once in a while over a stint (length between pit stops). The secondary controls are usually placed on the dashboard/console of the car. In case these are on the steering wheel, these controls are place outside the reach of the thumb. To press a button or change a switch, the driver would have to (re)move one hand from the steering wheel. Usually these controls are place on the bottom half of the steering wheel.

1.1 Primary

Flash

This button is used to flash the headlights a couple of times. Flashing the headlights is used to warn the slower cars there is a faster car coming. The flash button is probably the most used button while driving in a multi class race.

For example, Audi has placed the flash button on a paddle on the back of the steering wheel. This allows the drivers to flash the lights without moving the hand and maintain the grip on the steering wheel. It is the same movement as shifting gears with paddles.



Image 1 - Position of the flash button Porsche 919

Brake bias

In LMP1 the brake bias is changed multiple times a lap, to ensure the best performance under braking for each corner. Audi and Porsche both have multiple buttons to adjust the brake bias in the car. The steering wheel of a Porsche 919 Hybrid LMP1 car is shown in Image 1. The pink buttons, BR- and BR+, are used to change the brake bias. An example of Audi is shown in Image 2. The brake bias buttons are labeled BB-F and BB-R.



Image 2 - Steering wheel Porsche 919 Hybrid LMP1



Image 3 - Steering wheel of 2015 Audi R18 e-tron quattro

Traction control settings

Traction control is allowed and most LMP1 cars have also multiple buttons to set the traction control. As shown in Image 1, Porsche has 4 buttons for traction control: two for the front (TF- and TF+) and two for the rear (TR- and TR+). Audi has buttons labeled as ASR- and ASR+, shown in Image 2.

Radio

The radio button is used for communication between the team and the driver. This button is according to various drivers one of the most used buttons while driving.

Both Audi and Porsche, and other Formula 1 cars have also an OK button to acknowledge/confirm the message from the team.

Pit limiter

The pit limiter makes sure the car does not exceed the pit lane speed limit. At Le Mans this speed limit is 60 km/h. The pit limiter may not be activated by accident when driving on track. There are some ways to avoid this:

- Put the button out of reach of the thumb.
- Put a ring around the button, as Lamborghini has done with the red and green button shown in Image 4.
- When pressed, the pit limiter will only be activated if the car goes 60 km/h or slower. In this case a protection ring is not needed.



Image 4 – Lamborghini Gallardo GT3 (2013)

Warning reset button

While driving is possible there will be a system overheating or failure. When this is the case, the driver must be warned. Drivers said the warnings might also be a false alarm and then the driver must be able to remove the warning from his display.

1.2 Secondary

Start/kill engine

It is mandatory the car can be started and killed in the cockpit. During pit stops the car has to be shut down (FIA WEC, 2015). Therefore, there needs to be switches or buttons for the ignition and starting the car.

Drink

One stint (the run between pit stops) is usually about 45 to 50 minutes long and drivers will do usually double or triple stints at Le Mans. Therefore, the drivers need to stay hydrated and a drink button will allow them to drink while driving.

This button is usually placed somewhere in the middle or the bottom half of the steering wheel.

Full Course Yellow

Besides a pit speed limiter, there must also be a speed limiter for the Full Course Yellow (FCY) or slow zones. The speed limit for a FCY or slow zone is 80 km/h.

The position of the button must be within reach of the driver, but must not be activated by accident.

Windscreen wiper

If the car will be fitted with a windscreen wiper, the interface must have a button to activate or deactivate this.

Windscreen speed

For visibility purposes the driver might want to change the speed of the windscreen wiper. Best solution for this would be rotary knob on the dashboard/console. Like Corvette Racing did in Image 5.



Image 5 - Console Corvette C7.R GTE

Dimmer

The drivers will also be driving at night during the race. Various drivers said it must be able to turn down the brightness of the lights inside the cockpit, to avoid blinding and distracting the driver. This can be done by a rotary knob, like in Image 5. This way the driver can set the lights to his preference.

It would also be possible to set the lights on a pre-defined night mode setting. Then the driver would flip a switch to activate the night mode.

Engine mapping

Engine mapping is usually used to change the performance level of the engine while driving. This is used to get more performance or a better fuel mileage when needed. There are various pre-defined settings and can be changed by a rotary knob on the steering wheel. In the image below (Image 6), the engine mapping can be found on the bottom left (red rotary knob).



Image 6 - Steering wheel Oreca 05 LMP2

Energy regenerating mapping

The IM01 will have a ERS system and therefore there must also be a setting for the amount of energy that will be harvest under braking. This can also be done by a rotary knob on the steering wheel.

Windscreen heater

When it rains, the windshield might fog up. To avoid this the car must be equipped with a windscreen heater. It is possible to operate this manually or leave this on by default. When it is operated manually there must be a switch on the console. This switch is not needed on the steering wheel.

2 Display interface

This chapter is about the interface of the display. The driver must be able to get the right information about the car while driving. The information on the display must not overload the driver with unnecessary data.

After interviews with multiple drivers, with endurance racing experience, the following information list of requirements is formed. Again the list is split into two categories: primary and secondary information. The primary information is (very) important for the driver while driving. The secondary information is not as important and does not have to be shown all the time.

Depending on how much telemetry is transferred to the pits, some of the data can also be monitored by the team. This is not taken into account at this moment.

2.1 Primary

Speed

The driver wants to know how fast he is going and can use this as a reference when there is something wrong with the car (see if the car is lacking top speed).

Usually the driver will also use the gear indicator as reference on how fast it can go through the turns, but this is not present in the IM01.

Lap time

The driver is looking at the lap times while driving. This way the driver can see how his pace is and if he is hitting his target lap times.

Delta time

Delta time is a feature where the driver can see the difference between his current lap and a target lap time, in real time. So during the lap, the driver can already know if he on pace or too slow. Drivers said they use this a lot to monitor their performance while driving.

Tire pressures

Tire pressures are important for the driver. This way he can see if there is something wrong with the tires before he spins or crashes the car. With the tire pressures on the display, the driver can see how hard he can push the tires.

Battery capacity

The capacity of the batteries must be monitored while driving. The battery drains while driving and is recharged by the ERS and the rotary engine.

The status of the battery must be monitored at all times by the driver, to know how hard he can push the car. If the draining and recharging balance is not good, the driver can change the mapping of the engine or ERS regenerating.

Fuel remaining

The fuel remaining in the fuel tank is also important for the drive. The driver must know when he has to pit. If he does not know how much fuel is remaining, he will run out of fuel on the track.

Rear view camera

There must be an extra display for the rear view camera. This way the driver can monitor the cars coming from behind.

2.2 Secondary

Temperature various systems

While driving the temperatures can be monitored by the driver, in case the temperatures get critical. It is not necessary to have these temperatures on the display at all times, but the driver needs to get the information when pressing a button.

Usually there are multiple pages on a display. One display is mainly for the driver and additional pages would be for extra information, on request. For example: Peter Kox said in an interview there is usually also a page for the engineer, to start and warm-up the car.

In case there are multiple pages, there must be a button on the steering wheel to scroll through the pages.

The following temperatures need to be monitored:

- Engine (oil and water)
- Electric engines.

System warnings

While driving the driver needs to be warned when there is something wrong with the car. It can be a temperature being too high or the active front flaps not working anymore.

Examples of warnings for various systems:

- Active aero front error.
- Active aero rear error.
- Fan system error.
- Active suspension error.
- Temperature of a systems gets too high.

When a warning is not very critical is, the driver can remove the driver by pressing a button on the steering wheel. This is also described in chapter 1.1.

Setting brake bias and/or traction control

When changing the traction control or brake bias while driving, it would be great if the driver can see his setting being changed. Audi has the setting of the traction control and brake bias shown at all times. The red and blue numbers in the bottom right corner of the display, as shown in Image 7.



Image 7 - Display Audi R18 e-tron quattro

If it is necessary to show these settings in the main display page for the driver, is up to the preference of the drivers. If so, it would be primary information.

3 Requirements by the ACO

Garage 56 is free of any technical regulations regarding the design of the car. Although the cars must meet the safety requirements of the ACO and FIA. Below are requirements listed that are mandatory by the ACO and FIA.

Master switch

All cars at Le Mans are required to have a driver master switch (DMS) which kills all systems in the car. The DMS must be located on the dashboard and be able to be operated by the driver at any time when seated normally.

Fire extinguisher

All cars must have fire extinguishers, which can be activated by the driver from the cockpit or the marshal from the outside of the car. For the driver it is important the location is easily to be found, but at the same time the extinguisher may not be activated by accident.

Corvette Racing distinguished the location of the extinguisher button with a big red sticker and protected the button itself with a ring, to avoid pressing it by accident, as shown in Image 8.



Image 8 - Corvette C7.R

Strakka Racing located the switch for the fire extinguisher on the dashboard left of the driver and added a cover to protect the switch, as shown in Image 9 below.



Image 9 - Dashboard of Strakka Racing LMP2

Turn indicator

Technical Regulations also state all cars must have turn indicators present (FIA WEC, 2015). The controls for the turn indicators must be present in the cockpit, but can be located on the dashboard.

Display for marshalling system

All cars are required to have a display in the car for the marshalling system. This system will show the state of the track, directly controlled by race control. For example: when there is a yellow flag, this will be showed on the display besides the yellow flag being waved by the marshals.

The supplier for this display is MAGNETI MARELLI S.p.a Motorsport, from Italy.

A full list of mandatory equipment and systems can be found on the website of the FIA and it is called [Technical List n°46 – WEC Mandatory Equipment and Systems](#).

Headrest

In LMP1 it is required to have a head rest in the car for the driver.

The full requirements of the headrest can be found in article 17.6 of the 2015 technical regulations (pages 38 and 39).

ERS status light

Article 17.8 of the Technical Regulations for LMP1 state all cars must have a LED to show if it could be life-threatening to touch the car. This light must remain powered for at least 15 minutes if the cars comes to rest with its engine stopped. One light should be placed inside the cockpit (Images 10 and 11) and one close to the external general circuit breaker (Image 12).c

In Images 10 and 11, the location of the ERS status lights are shown inside a red circle.



Image 10 - Location of ERS status light in Porsche 919 Hybrid



Image 11 - Location of ERS status light in Audi R18

The light must have two colors: green and red. The table below shows that the lights mean.

Light Status	ERS Status
GREEN	SAFE
RED	DANGER (System Defect)

If the lights are OFF or any other color than green or red, the system must be considered as unsafe.

Literature

FIA WEC. (2015, Maart 26). FIA WEC Sporting Regulations 2015. 64.
 FIA WEC. (2015, July 14). FIA WEC Technical Regulations 2015 LMP1. 27.



Image 12 - Location of the exterior ERS status light

BIJLAGE C

INTERVIEW VERSLAGEN

INTERVIEW 16-9 MET PETER KOX

Onderwerp: Cockpit interface
Naam interviewer: Niel Hekkens
Naam geïnterviewde: Peter Cox
Datum: 16-9-2015
Duur: 150 minuten
Plaats: Eindhoven

De eerste vraag was welke auto Peter het fijnst vond wat betreft de interface. Dit vond hij lastig te beantwoorden want door de jaren heen is er veel veranderd, vooral qua techniek.

Peter vertelde dat elke auto zijn eigen button lay-out heeft en dat hij de pit- en radioknoppen van de Ferrari heeft laten omwisselen omdat hij dat zo gewend is. Radio zat vroeger links omdat coureurs met de rechterhand moesten schakelen.

Daarna maakte Peter maakt een bruggetje naar displays. Tegenwoordig hebben veel auto's een lcd of led display. Zo'n display heeft meerdere pagina's. Een is voor de coureur. Hierop wordt informatie getoond dat belangrijk is voor de coureur: rondetijd, voorspelde rondetijd, snelheid, versnelling en het benzine niveau. Andere pagina's zijn normaal bedoeld voor de monteur.

De "rev lights", een strip van led lampjes die aangeven wanneer de coureur moet schakelen, is ook essentieel voor de interface.

Tijdens het rijden wisselt Peter normaal niet van pagina, alleen als er een probleem is of wanneer de monteur vraagt voor bepaalde informatie. Als telemetrie data live wordt bijgehouden, dan zou de monteur dit eventueel vanuit de pits kunnen uitlezen. Het kan altijd gebeuren dat de verbinding weg valt en dan is handig als er nog een andere manier is om informatie uit te lezen.

De positie van het display maakt niet zo veel uit. Sommige auto's hebben het display in het dashboard en bij sommigen zit het in het stuur. Voor de coureur zelf maakt het niets uit, tijdens het sturen is het display in beide gevallen niet te lezen en concentreert de coureur zich op de weg. Deze keuze moet InMotion zelf maken.

Hierna ging het over knoppen op het stuur. Er werd benadrukt dat de knoppen goede feedback moeten geven wanneer erop wordt gedrukt. Er moet een duidelijk klik worden gevoeld, anders kan de coureur niet voelen of hij op de knop heeft gedrukt of niet.

De volgende knoppen zijn volgens Peter heel belangrijk voor de coureur en moeten volgens hem sowieso op het stuur zitten:

Flash: hiermee kan de coureur met de koplampen knipperen.

Pitlane speed limiter: Deze functie zorgt ervoor dat de auto niet harder dan 60 km/u rijdt door te pits straat.

Radio: met deze knop kan de coureur met de monteurs communiceren.

Traction control: dit is meestal een draaiknop waarmee de coureur het niveau van de traction control kan instellen.

Ruitenwisser: ruitenwisser aan of uit zetten. Eventueel kan de coureur ook de snelheid instellen.

Fuel reset: met deze knop kan de coureur de benzine meter op het display resetten. Hiermee kan hij dan ook zelf bijhouden hoeveel benzine de coureur nog heeft.

Peter had ook nog een goede tip voor de rembalans. De rembalans kan worden veranderd en hiermee kan de coureur zelf de rembalans aanpassen. De tip van Peter was om met een "nullijn" te werken. Hiermee wordt bedoeld dat de rembalans in de garage wordt afgesteld en die instelling wordt de basis, oftewel nullijn, in de auto. Wanneer de coureur van rembalans aanpast tijdens het rijden, bijvoorbeeld naar +2, dan kan de nieuwe coureur zien wat er is veranderd. Wanneer er niet met mee wordt gewerkt, dan is het voor de nieuwe coureur lastig te zien of de rembalans is veranderd voor de pit stop.

Het laatste onderwerp ging over de middenconsole. De vraag was welke functies normaal op een middenconsole zitten. Deze functies worden onder het rijden niet gebruikt, maar moeten meestal wel binnen hand bereik zijn voor het geval dat. Volgens Peter zitten de volgende functies meestal op de middenconsole: Hoofschakelaars: ignition en starter knop om de auto mee aan te zetten.

Schakelaar voor het licht.

Dimlicht voor het display: 's nachts is het licht van het display te fel.

Draaiknop voor de rembalans.

Verder moet InMotion ook rekening houden met een ruitverwarming om te voorkomen dat de voorruit beslaat.

INTERVIEW 19-9 MET YELMER BUURMAN

Onderwerp: Cockpit interface
Naam interviewer: Niel Hekkens
Naam geïnterviewde: Yelmer Buurman
Datum: 19-9-2015
Duur: 30 minuten
Plaats: Nürburgring, Duitsland

Op zaterdagmiddag sprak ik met Yelmer Buurman in de AMG Lounge van de Nürburgring. Yelmer Buurman rijdt voor Black Falcon met de Mercedes SLS GT3 auto in verschillende series. Black Falcon rijdt onder andere in de Blancpain Endurance Series en de VLN serie. Yelmer rijdt ook nog in andere endurance races met Black Falcon en heeft veel ervaring in endurance racen.

Belangrijke knoppen

De eerste vraag was welke knoppen Yelmer belangrijk vindt en/of nodig heeft tijdens het rijden. Volgens Yelmer zijn de volgende knoppen belangrijk tijdens de race en moeten deze binnen het bereik van de duim zijn:

- Flash: het laten knipperen van de koplampen.
- Radio: voor contact met de radio.
- Pit limiter: voor de pits straat.
- Drink: hiermee kan de coureur drinken tijdens het rijden. Het wordt namelijk heel warm in de auto.
- Pagina wisselen: hiermee kan de coureur van pagina wisselen op het display.
- Start: om de auto mee te starten.
- Ruitenwisher

Daarnaast zijn er nog andere functies die op het stuur aanwezig moeten zijn:

- Traction control
- Engine mapping: hiermee kan de coureur de stand van de motor aanpassen. Stand 1 is het snelst, maar verbruikt ook de meeste benzine. Stand 6 is het langzaamst, maar wel het zuinigst.
- ABS: GT3 auto's hebben ABS en met deze draaiknop kan de coureur instellen in hoeverre de ABS actief is.

Display

De tweede vraag ging over het display. Als eerste vroeg ik wat zijn voorkeur waar het display zat. In het dashboard of op het stuur? Yelmer's zei dat het display bij de Mercedes op het stuurkolom zit. Hierdoor kan de positie van het stuur worden aangepast en blijft het display goed zichtbaar voor de coureur.

Daarna vroeg ik wat welke informatie Yelmer belangrijk vindt en moet worden getoond op het display. De volgende zaken zijn volgens hem belangrijk:

- Versnelling.
- Rondetijd en delta tijd.
- Aantal ronden in de stint: dan kan de coureur zien hoe veel ronden hij heeft gereden sinds de laatste pitstop.
- Benzine niveau.
- De stand van de traction control.
- Stand van de ABS.
- De stand van de engine map.
- Verschillende temperaturen (olie, water)
- Bandenspanning

Middenconsole

Op middenconsole moeten volgens Yelmer functies komen die de coureur niet altijd nodig heeft tijdens het rijden. Deze functies moeten wel binnen handbereik zijn voor het geval dat.

- Ignition
- Knoppen voor de verlichting en eventueel 24-uurs verlichting (dimmen).
- Bediening van de airco.
- Brandblusser, in het geval van brand.
- Zekeringen
- Draaiknop voor de rembalans.
- Traction control schakelaar.

Dit waren de onderwerpen die tijdens het interview werden besproken. Een allerlaatste vraag aan het einde was: hoe veel kan de coureur met zijn hoofd bewegen? Yelmer zei dat hij de spiegels vanuit zijn ooghoeken kan zien. Wanneer hij naar het middenconsole moet kijken, dan moet hij een ruk geven met zijn hoofd. Door de riemen, de helm en het HANS-systeem is er niet veel bewegingsvrijheid. Dit moet ook mee worden genomen in het ontwerp van de interface voor de IM01.

INTERVIEW 4 -11 MET XAVIER MAASSEN

Onderwerp: cockpit interface
Naam interviewer: Niel Hekkens
Naam geïnterviewde: Xavier Maassen
Datum: 4-11-2015
Duur: 1 uur en 30 minuten
Plaats: Maastricht

Op woensdagmorgen 11 november sprak ik met Xavier Maassen in Maastricht. Xavier rijdt onder andere voor ProSpeed Competition en rijdt de laatste jaren vooral in verschillende Porsches in verschillende (endurance) kampioenschappen.

Belangrijke knoppen

Net als bij de andere coureurs vroeg ik als eerste welke knoppen het het belangrijkst zijn tijdens het rijden. Xavier gebruikt zelf de volgende knoppen het vaakst:

- Flash
- Radio
- Pit limiter
- Drink
- Ruitenwisher
- Mark: hiermee kan de coureur een moment markeren zodat ze dit later gemakkelijk terug kunnen vinden.
- Alarm: om eventuele waarschuwingen op het display weg te drukken.
- Page: om door de verschillende pagina's te klikken.
- Engine mapping: met deze knop kan de coureur verschillende motorinstellingen selecteren.

Deze knoppen moeten wel op het stuur zitten. De meest belangrijke knoppen moeten volgens, zoals flash en radio, moeten binnen bereik van de duim zitten zonder dat de coureur zijn hand van het stuur moet halen.

Minder belangrijke knoppen zitten gewoonlijk lager op het stuur, aldus Xavier. Dit zijn knoppen als de 'pit limiter', 'mark' of ruitenwisher. Wat Xavier belangrijk vindt, is dat de interface van de cockpit zo simpel mogelijk zijn, zodat de coureur het gemakkelijk kan gebruiken. Het is ook belangrijk dat de cockpit één geheel vormt. Xavier vindt het niet fijn wanneer er geen (voor hem) logische volgorde is in de plaatsing van de knoppen of wanneer de knoppen niet uitgelijnd zijn.

Tegenwoordig hebben sommige raceauto's knoppen op het dashboard die vergelijkbaar zijn met het soort knoppen als bij een magnetron. Xavier gaf aan dat hij dit niet fijn vond en liever de 'ouderwetse' knoppen, die duidelijk feedback geven of de knop is ingedrukt.

Display

Het tweede deel van het gesprek ging over het display in de auto en de informatie die belangrijk is voor de coureur. In een normale, conventionele, auto kijkt Xavier vooral de volgende informatie:

- Toerental
- Ronde- en deltatijd. Delta tijd is het verschil tussen de referentie en huidige rondetijd. Hierdoor heeft de coureur een goed beeld van zijn pace.
- Verschillende informatie over motor, zoals oliedruk, temperatuur van het water etc.
- Alarm instellingen.

Daarnaast gaf Xavier ook aan dat InMotion rekening moet houden met de haalbaarheid van alle onderdelen van de auto. Het zou slim zijn wanneer InMotion met een fabrikant samen werkt die voor data logging. Een van de bekendste bedrijven is MoTeC.

MoTeC biedt verschillende producten, software en services voor automotive industrie, zoals verschillende displays en sensoren voor in de auto. Hiermee kan data van de auto en coureur worden uitgelezen.

Een andere tip was om te kijken naar een verschuifbare pedal box. Comfort is belangrijk in een cockpit. Wanneer de coureur comfortabel zit, kan hij zit beter concentreren op het besturen van de auto. Weinig coureurs zijn altijd precies even lang en in een prototype auto, zoals de IM01, is het niet mogelijk om de stoel te verplaatsen. Daarom is het wel handig als de pedalen naar voor of achter kunnen schuiven, zodat de coureur een goede positie heeft en goed bij de pedalen kan.

INTERVIEW 3-12 MET NICK CATSBURG

Onderwerp: Cockpit interface

Naam geïnterviewde: Nick Catsburg

Datum: 3-12-2015

Duur: 40 minuten

Plaats: Eindhoven, via FaceTime

Op donderdag middag (3 december) heb ik met Nick Catsburg gesproken. Dit gesprek vond via FaceTime plaats. Nick heeft het afgelopen jaar in veel verschillende auto's en teams gereden. Hij reed onder andere voor Lada in het WTCC, Reiter Engineering in een Lamborghini in de VS en zijn hoogtepunt was de overwinning in de 24 uur van Spa met de BMW. De afgelopen weken heeft Nick ook getest in een LMP2 auto. Net zoals bij alle andere interviews, ging het over de interface van de cockpit in verschillende raceauto's.

Meest prettige interface

De eerste vraag was: welke interface vind je als het meest prettig om mee te werken?

Nick vond de Oreca 05 een zeer fijne auto. "Als ik daar instap, dan merk ik aan alles dat die auto is gemaakt voor lange afstand racen. De ergonomie was fijn, met alle belangrijke knoppen binnen handbereik. Er is een groot dashboard, met een tweede scherm." Er is ook nog een andere fabrikant voor LMP2 en dat is Ligier. Qua interface vond Nick dat beide heel erg overeenkwamen en zit positie was in beiden zeer comfortabel.

Minst prettige interface

Op de vraag welke interface Nick het minst prettig vond, kon hij niet meteen een antwoord geven. Meestal is het dat de zitpositie niet prettig is, omdat deze niet op Nick is afgesteld. "Dat ligt meestal niet zozeer aan de auto, maar meer aan het team," aldus Nick.

Hij kon wel een voorbeeld geven van een iets van wat hij raar vond: het draaiknopje op het stuur van de Porsche 911 RSR GTE. Normaal is het zo dat bij een draaiknop een streepje of een uitsparing aangeeft wat de huidige stand is, zoals in afbeelding 2.



Afbeelding 2. Draaiknoppen in verschillende raceauto's.

Alleen in de Porsche GTE bleef de uitsparing boven staan, maar het het streepje op de knop zelf draaide wel rond. In afbeelding 3 is er een voorbeeld hiervan te zien. Dit vond Nick wel een detail dat een beetje verwarrend was. Verder was de interface van de Porsche goed volgens Nick.



Afbeelding 3. Draaiknoppen Porsche 911 GTE

Rijden in verschillende auto's

Zoals eerder beschreven, heeft Nick in 2015 in veel verschillende auto's gereden. Hierdoor moet hij altijd even goed kijken wanneer hij weer in een andere auto stapt. Sommige auto's zijn hier makkelijker in dan andere.

Bij pitstops is er een procedure die de coureurs moeten uitvoeren. In de BMW moet de coureur de auto uitzetten met de 'ignition' knop, dan 'fuel reset' (om de teller weer op nul te zetten) en dan moet de auto weer gestart worden. Bij de BMW Z4 GT3 zitten deze knoppen naast elkaar (afbeelding 4) en zo kan de coureur in één handbeweging de procedure doorlopen. In andere auto's is dit weleens anders en zitten deze drie knoppen op heel andere plekken in de cockpit.



Afbeelding 4. Middenconsole van BMW Z4 GT3. De ignition, fuel reset en start knoppen zitten naast elkaar.

Een ding wat teams soms doen om de coureur te helpen met de knoppen, is de knoppen verschillende kleuren te geven per categorie. Bij BMW Z4 in de onderstaande afbeelding (afbeelding 5) zijn de knoppen voor de richtingaanwijzers groen en de ruitenwissers grijs. Volgens Nick is dit wel handig voor coureur.



Afbeelding 5. Knoppen op het stuur van BMW Z4 GT3

Overeenkomsten verschillende auto's

Belangrijkste knoppen zitten meestal boven op het stuur, binnen bereik van de duim. Bij het duim zitten altijd drukknoppen. De rotatie knoppen zitten altijd wel beneden op het stuur. De minder belangrijke knoppen zitten vrijwel altijd op de console of dashboard.

Belangrijkste knoppen

Welke knoppen zijn nu het belangrijkste voor de coureur? Volgens Nick zijn dit:

- Radio
Radio wordt gebruikt om met het team te communiceren.
- Flash
Met 'Flash' kan de coureur de koplampen van de auto laten knipperen en dit wordt veel gebruikt in lange afstand racen.
- Pit limiter
De pit limiter zorgt ervoor dat de auto niet sneller dan 60 km/h rijdt in de pitstraat.
- Traction control
Dit systeem zorgt ervoor dat de (achter)banden niet gaan spinnen bij het accelereren. Dit zorgt ervoor dat de banden langer goed blijven. De coureur verandert de traction control instelling door een run heen.
- Kill switch
Hiermee kan de coureur sneller de motor afzetten, zonder de ignition uit te zetten.

- Engine mapping

Met engine mapping kan de coureur verschillende standen van de motor kiezen. Achter de safety car, is niet al het vermogen nodig en dan kan de coureur dit tijdelijk terug schroeven om zo benzine te besparen.

- Ruitenwisser

Nick zei dat dit soms een drukknop en soms een draaiknop is. Dit verschilt per auto.

- Alarm reset

Deze knop wordt gebruikt om alarmen weg te drukken, wanneer deze niet nodig zijn.

- Mark

Dit is een redelijk nieuwe functie en nog niet alle raceauto's hebben deze knop. Met de 'mark' knop kan de coureur tijdens het rijden een moment markeren in de telemetrie maken tijdens rijden. Dan kan het team later dat moment gemakkelijk terugvinden. Xavier Maassen had het hier ook al over gehad.

Daarnaast vroeg ik nog naar specifieke functies voor Le Mans. Nick zei dat er ook rekening moet worden gehouden met noodgevallen. Bijvoorbeeld, wanneer een brandstofpomp niet werkt, kan de coureur met behulp van een schakelaar, schakelen een reserve brandstofpomp. Dit is ook van toepassing voor andere systemen, zoals de batterijen en de aandrijving.

Het is ook belangrijk om na te denken over rijderswissels. Elastieken aan de riemen. Locatie radio connector (Nick heeft dit het liefst in het zicht). Licht voor het rijden in de nacht.

Belangrijke informatie display

De laatste vraag was: welke informatie op het display is voor de coureur het belangrijkste tijdens het rijden? De informatie die Nick zelf het belangrijkste vindt, is:

- Versnelling

- Toerental

- Benzine niveau

Dit geeft aan hoe veel benzine er nog over is. Sommige auto's geven ook het gemiddelde verbruik per ronde aan.

- Vorige rondetijd

- Delta tijd of predictive lap times

Delta tijd geeft real time aan wat het verschil van de huidige ronde met een referentie ronde. Halverwege de ronde kan de coureur al zien of hij sneller of langzamer is. De predictive lap time doet ongeveer hetzelfde als de delta tijd en

voorspelt wat de rondetijd wordt van de huidige ronde.

Het digitale dashboard heeft meestal meerdere pagina's. Eén is voor de coureur en deze gebruikt ook alleen tijdens de race. Alleen in geval van een probleem is het mogelijk dat de coureur naar een andere pagina wisselt tijdens het rijden.

De andere pagina's zijn voor meer gedetailleerde informatie, of informatie die voor de coureur niet van belang zijn tijdens het rijden. Deze pagina's worden meestal ook alleen gebruikt door de monteurs bij het opwarmen.

De temperatuur van verschillende systemen worden meestal op de secundaire pagina's gezet. De coureur krijgt altijd een waarschuwing op zijn display te zien wanneer er een error is.

BIJLAGE D

NOTITIES PAPER PROTOTYPE

NOTITIES PAPER PROTOTYPE

NICK

Indeling stuur: B

De middelste lijkt mij het overzichtelijkst en meest praktisch. Die flippers kun je inderdaad prima gebruiken voor radio en flash ook.

Main display: F

Ers liever verticaal aangezien de revs daar wel vlak boven zullen zitten en horizontaal zullen zijn. Anders heb je twee horizontale balken vlak bij elkaar die wellicht verwarring creëren. Het blijft natuurlijk even afwachten welke systemen specifiek voor deze auto belangrijk zijn.

Pit limiter: B

FCY: B

Zeker tijdens FCY is het belangrijk om ook de bandenspanning te kunnen blijven zien. Omdat die tijdens een FCY behoorlijk kunnen zakken.

Warning: B

VIVEK

Indeling stuur: C

The one near the mouse looks less cluttered. So, I would voice for that.

Main display: A

I prefer the ones with text labels since, drivers seem to be driving lot of other courses in a year and it may not be very intuitive to just display numbers.

Pit limiter: A

FCY: A

Warning: A

Big texts and centre location of error display.

REINIER

Indeling stuur: C

Ziet het er het beste uit. Simpel en met de verschillende kleuren zijn de knoppen goed herkenbaar.

Main display: C of F

Ik denk dat ik voor c kies want die is wat efficiënter ingevuld, ik denk dat het zonde is als er 'niet' gebruikte stukken op het scherm zitten namelijk en dat zie je bij f meer.

Pit limiter: A

De rechterbalk is niet echt nodig.

FCY: Combinatie van A en B

Ik denk dat het goed is om groot in beeld te hebben maar daarna kan ie wel weer klein in de hoek.

Warning: A

CASPER

Indeling stuur: C

Still I would add some control Lights, not too much as Quick reference.

Main display: E of F

My focus would be laptime and timing (delta) primary.

Pit limiter: B

FCY: B

Warning: B

From the scenarios I like the popup mechanism best. At TomTom this was firmly tested and really understood very well in automotive context. So pit limiter and fullcourse yellow could use the same visual principle. When you focus on the track, the driver quickly notices this warning.

BIJLAGE E

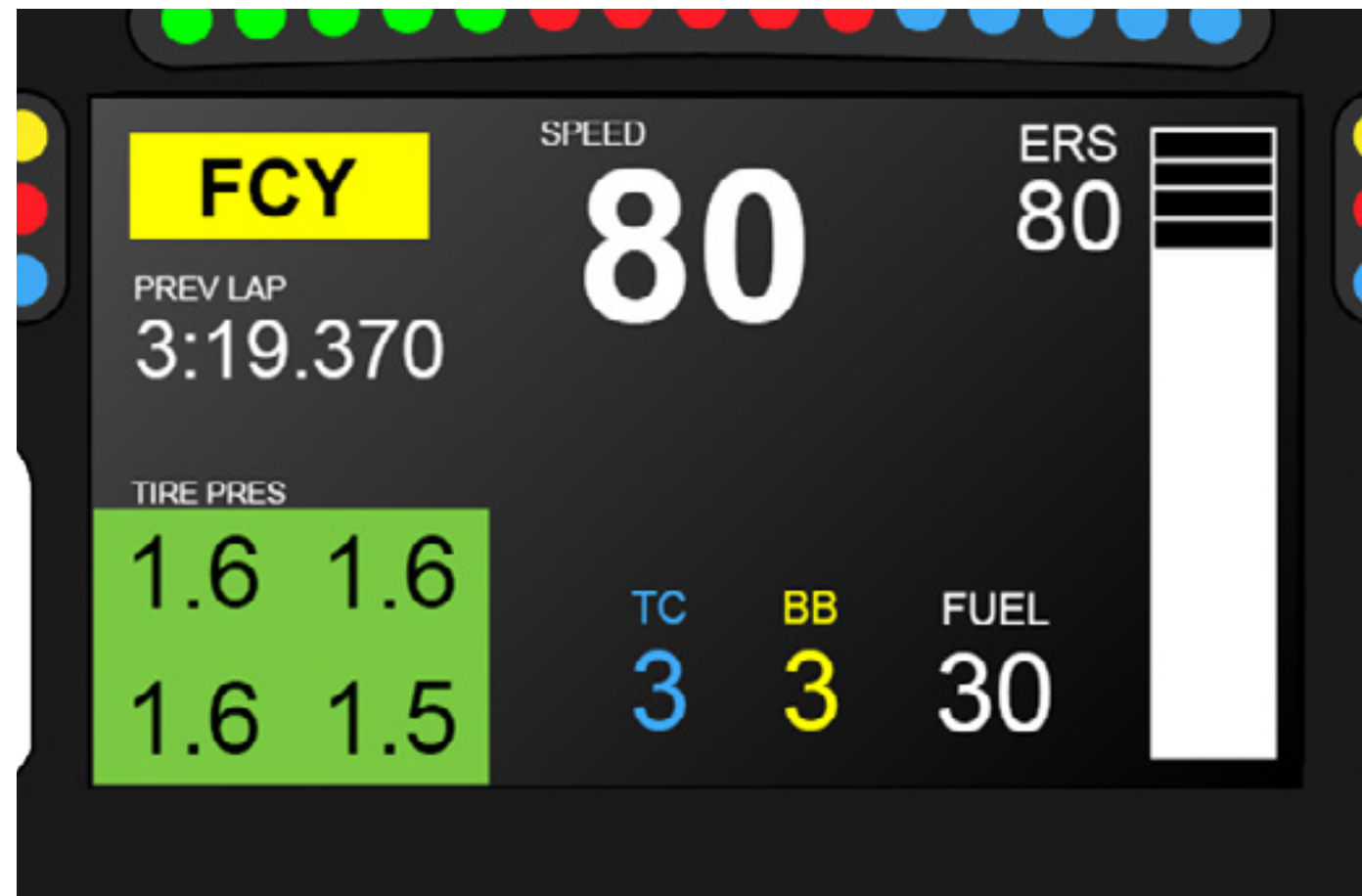
ONTWERPEN

ONTWERPEN VAN ANDERE PAGINA'S

FULL COURSE YELLOW

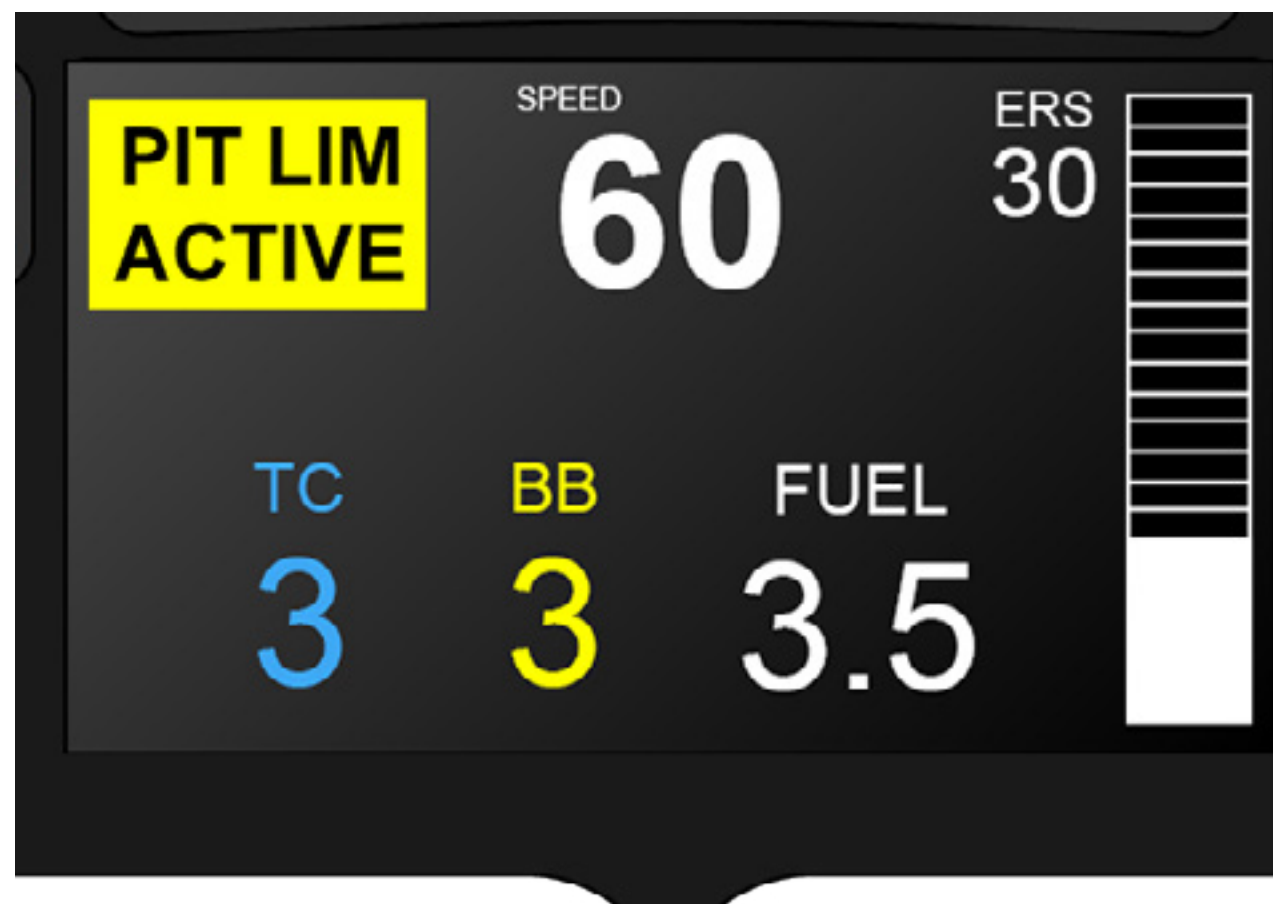
Bij een Full Course Yellow (FCY) moeten alle auto's 80 km/h rijden. Wanneer de FCY functie wordt geactiveerd, komt op het display een bevestiging. De belangrijkste informatie voor deze periode blijft in beeld: snelheid, de ERS, benzine, rembalans en tractiecontrole.

Uit de interviews is gebleken dat de bandendruk ook heel cruciaal is tijdens deze periode, want deze koelen af en verliezen hierdoor grip. De coureur moet in de gaten kunnen houden wat de bandendruk is tijdens de FCY periode.



PIT LIMITER ACTIEF

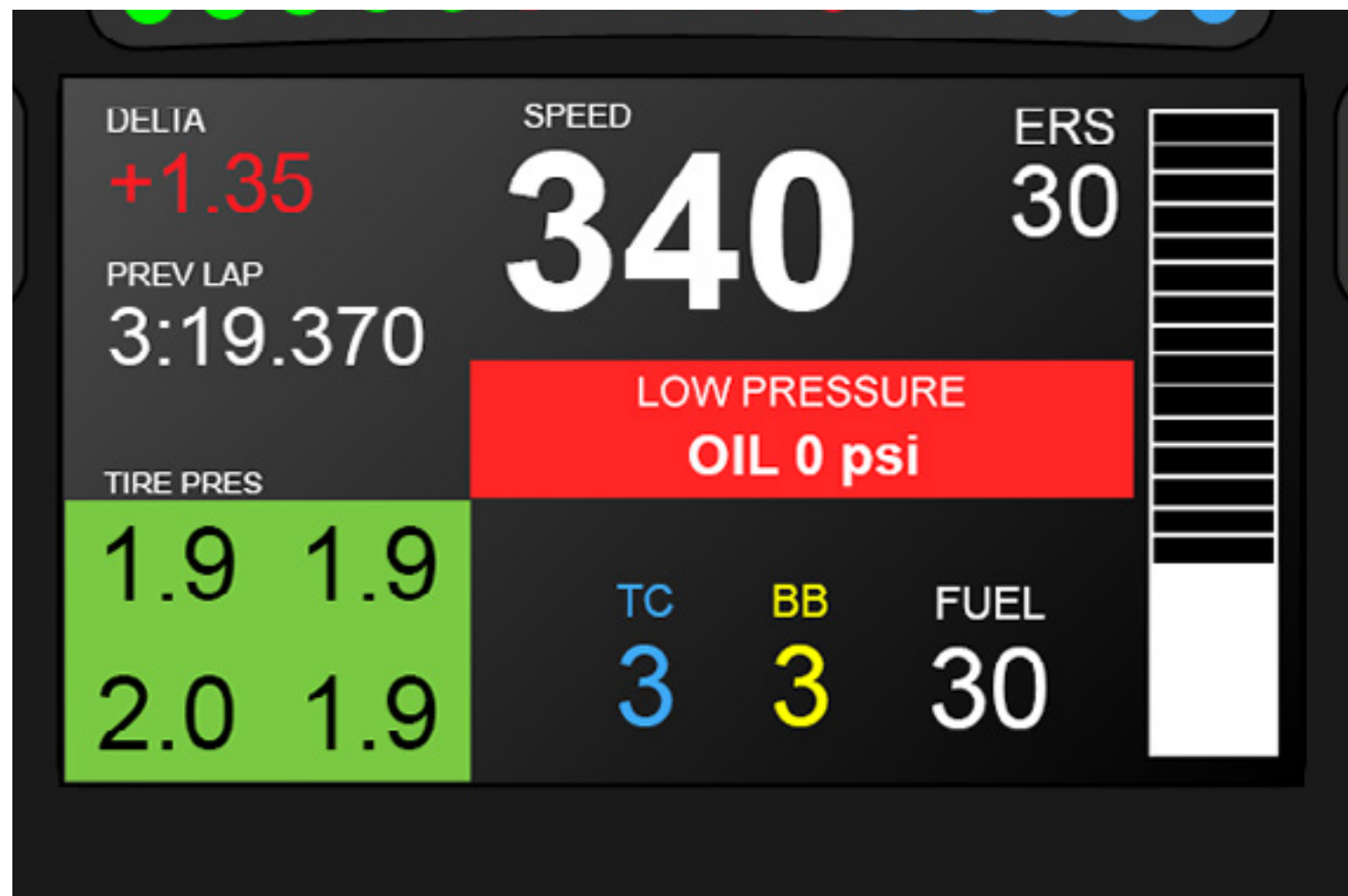
In de pitsstraat wordt de pit limiter geactiveerd. Deze zorgt ervoor dat de auto niet harder dan 60 km/h rijdt. Bij de pit stop is de bandendruk en ronde tijd niet belangrijk. Daarom worden deze weg gelaten op deze pagina. Het is wel handig om te weten waar de tractiecontrole en rembalans op staan. De auto reageert namelijk anders op nieuwe banden en een volle tank. Bij een rijderswissel kan de nieuwe coureur ook zien waar de rembalans op stond en deze eventueel aanpassen naar eigen voorkeur.



WAARSCHUWINGEN

Wanneer er iets fout is, communiceert de auto dit via het display. Hierop komt dan een melding te staan. De rode achtergrond en de knipperende tekst moet de coureur duidelijk maken dat er iets fout is. De melding is in het midden van het scherm geplaatst. Hier was ruimte voor gereserveerd en zorgt ervoor dat geen ander informatie wordt gemist.

Het is mogelijk dat er een vals alarm is. Wanneer dit het geval is, kan de coureur er ook voor kiezen om de melding weg te drukken met de 'ALARM' knop op het stuur.



BIJLAGE F

NOTITIES USER TEST

NOTITIES USER TEST

SCENARIO

De coureur is op het circuit van Silverstone voor een test in de IM01. Tijdens het rijden zal de bestuurder een aantal opdrachten moeten uitvoeren. Tijdens het rijden moet de testpersoon op de radioknop inhouden tijdens het praten.

OPDRACHTEN

De auto staat in de garage en het is tijd om de baan op te rijden. De auto moet worden gestart.

1. Ignition aan.

2. Start de auto.

Je moet testen of de radio werkt.

3. Radio check. Activeer de radio en controleer de radio.

4. Rijd de baan op en zet de pit limiter uit bij het verlaten van de pits.

De instellingen van de motor en ERS staan verkeerd. Er wordt te veel benzine verbruikt en te weinig energie opgewekt.

5. Zet de engine mapping op twee klikken lager.

6. Zet ERS HARVEST mapping twee klikken hoger.

Er verschijnt een waarschuwing van een systeem. Deze is onbelangrijk en kan weg.

7. Klik de waarschuwing weg.

Op de baan rijden er ook nog andere auto's. Deze zijn langzamer en je moet deze inhalen.

8. Knipper met de koplampen de langzamere auto's te waarschuwen.

Tijdens het rijden is het belangrijk om gehydrateerd te blijven. Niet vergeten om te drinken.

9. Activeer het drink systeem.

Er is te veel wielspin bij het uitkomen van de bochten.

10. Zet de tractiecontrole twee stappen hoger.

Bij het remmen is de auto onrustig. Dit is op te lossen door de rembalans meer naar voren te zetten.

11. Zet de rembalans drie stappen hoger.

12. Verander de rembalans een paar keer tijdens de volgende ronde. De rembalans kan naar achteren voor langzame bochten en naar voren voor de snelle bochten.

Het begint te regenen.

13. Zet de ruitenwischer aan.

Dan begint het harder te regenen en het zicht wordt minder.

14. Zet de ruitenwissers sneller.

Na een paar minuten is het gestopt met regenen en droogt de baan weer op.

15. De ruitenwissers kunnen weer uit.

Dit is het einde van sessie.

16. Maak de ronde af en kom terug naar de pits. Niet vergeten om de pit limiter te activeren.

17. Bij het stoppen in de box, zet de auto uit.

NOTITIES

In de notities zijn niet alleen de opdrachten opgenomen waar de testpersonen moeilijkheden mee hadden. Ook interessante opmerkingen zijn opgeschreven. De lengte van de user test heeft ook te maken met de vaardigheden van de testpersoon. Sommigen spinden vaker of reden langzamer.

Testpersoon	Duur test
Mathijs	12:10
Darmal	11:40
Vivek	10:49
Reinier	13:50
Bart	11:38
Lex	11:25

Opdracht 5: Zet de engine mapping op twee klikken lager.

Darmal was op zoek naar de knop voor de engine mapping. Eenmaal gevonden probeerde hij dit in de bocht te veranderen. In de bocht spinde hij bijna en moest bijna stil staan.

Een opmerking van Vivek was, dat de rotary encoders te dicht op elkaar geplaatst zijn. Meer ruimte tussen de encoders zou helpen.

Opdracht 8: Knipper met de koplampen om de langzamere auto's te waarschuwen.

Darmal, Mathijs en Vivek vonden het gebruik maken de flipper achter het stuur een goede en logische manier om met de koplampen te knipperen. In een gewone auto zit deze ook achter het stuur.

Opdracht 10: Zet de tractiecontrole twee stappen hoger.

Vivek was in eerste instantie bij de draaiknoppen aan het zoeken naar de instelling voor tractiecontrole. Na herhaling ging de opdracht zonder problemen.

Opdracht 11: Zet de rembalans drie stappen hoger.

Vivek en Reinier hadden moeite met het vinden van de juiste knop. Dit duurde langer dan gedacht.

Opdracht 14: Zet de ruitenwisser sneller

Mathijs was op het stuur op zoek naar de draaiknop om de ruitenwisser sneller te zetten. Na wat uitleg kon hij deze snel vinden en werd de instelling snel veranderd.

Algemene notitie

Bij het in- en uitstappen, raakten alle testpersonen het ‘dashboard’. Dit komt omdat men vanaf de zijkant in de stoel stapt bij de simulator. In de IM01 stapt men is zoals in een Formule 1 auto. In de auto stappen en dan in de stoel laten glijden. Op dit moment is het nog lastig in te schatten hoe veel ruimte er zal zijn in verband met de onbepaalde ruimte voor verschillende componenten.