

Activating Parkinson Patients with Sensors



S3 Project '22-23

Opdrachtgever

Rudie van de Heuvel

Opgeleverd door

Steven van Ek, Teun Rensing, Jon Rauwerdink, Jordi Aalbers,
Rick van den Brink, Ezra den Boer en Victor Hogewej

Opleidingen

Elektrotechniek, Embedded Systems Engineering
en Industrieel Product Ontwerpen

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
1.1 Achtergrond.....	4
1.3 Hoofdvraag	4
1.3.1 Deelvragen	5
1.5 Vorig onderzoek.....	5
1.5.1 S3 2021.....	5
1.5.2 S4 2022.....	5
1.6 Documentconventies.....	6
1.7 Opbouw van dit document.....	6
2. Probleemstelling	7
2.1 Probleem.....	7
2.2 Doel	7
3. Programma van Eisen.....	8
3.1 Eisen	8
3.2 Testmethoden.....	10
4. Analyse	10
4.1 Doelgroep.....	10
4.2 Stakeholders.....	11
4.3 Wet- en regelgeving	12
4.4 Markt.....	13
4.5 Materiaal.....	13
4.6 Trend	14
4.7 Product.....	14
4.8 Feedback methoden.....	15
4.8.1 TENS	15
4.8.2 Trilmotor	17
4.8.3 Licht	17
4.8.4 Aaien	18
5. Ontwerp	18
5.1 Software ontwerp	18

5.1.1 User Interface	18
5.1.2 Functionele decompositie.....	22
5.2 Hardware ontwerp.....	27
5.2.1 Moederbord.....	28
5.2.3 Module	29
5.2.4 Connector.....	30
5.2.5 Knoppen.....	31
5.2.6 Display.....	33
5.2.7 Extra connectiepoort	34
5.2.8 SD-kaart slot.....	36
5.2.9 Microcontroller	37
5.2.10 Voeding	38
5.2.11 Hardware assemblage gereedschap.....	40
5.3 CAD ontwerp	40
5.3.1 Controller kast	40
5.3.2 Modules	42
5.5.3 Wearables.....	42
6. Realisatie	49
6.1 Solderen.....	49
6.2 3D-printen	50
6.1 Naaimachine	50
7. Afsluiting	51
6.1 Handleiding.....	51
6.2 Aanbeveling	51
8. Bijlagen	51
8.1 Analyses.....	51
8.2 Schetsboek	64
8.3 Handschoen.....	72
8.4 Posters.....	72
8.5 Video.....	74
8.6 Handleiding.....	75
8.7 Testrapporten	75
8.8 Bibliografie.....	75

1. Inleiding

Er zijn rond de 58 duizend mensen in Nederland met de aandoening Parkinson. Wereldwijd zijn dit er zo'n 10 miljoen. De ziekte ontstaat in de hersenen waarbij er steeds minder dopamine aangemaakt wordt. Dopamine zorgt ervoor dat een persoon zich goed voelt (Beloningssysteem) en is een neurotransmitter (boodschappen stofje) die informatie van de ene zenuwcel naar de andere overbrengt. Het zorgt onder andere voor de aansturing van de spieren.

Door het tekort aan dopamine kan het zijn dat Parkinsonpatiënten last krijgen van symptomen zoals: Freezing, trillen, slikproblemen, spraakproblemen, slaapproblemen en depressie. Deze symptomen kunnen de Parkinsonpatiënten en de omgeving hinderen in het dagelijks leven.

Het doel van het Activating Parkinson Patients With Sensors Project (APPS) is om patiënten met Parkinson en mensen in hun omgeving te helpen met behulp van sensoren en actuatoren. De sensoren kunnen bepaalde symptomen van Parkinson detecteren en vervolgens met een actuator een prikkel geven die de patiënt kan helpen om een bepaald symptoom te onderdrukken.

Dit project is een samenwerkingsproject tussen het bedrijf OnePlanet, ROC Rijnmond en de Radboud Universiteit.

1.1 Achtergrond

Eén van de complicaties die de aandoening meebrengt is het niet goed kunnen vormen van stemklanken.

Uit onderzoek is gebleken dat spraaktherapie deze complicatie kan verlichten voor de patiënt. Twee bewezen therapieën die kunnen helpen tegen deze complicatie zijn: PLVT (Swart, Willemse, Maassen, & Horstink, 2003) en LSVT (Spielman, et al., 2011). Bij deze therapieën wordt aangeleerd om luider en lager spreken als de spreker merkt dat hij onverstaanbaar wordt. Het probleem is dat de spreker er wel eerst van bewust moet worden dat hij onverstaanbaar wordt.

Om te oefenen met het maken van stemklanken is er een app ontwikkeld door het Radboud UMC. Deze app werkt, maar is onpraktisch om te detecteren of de spreker mompelt in een actief gesprek. De app levert alleen maar visuele terugkoppeling naar de gebruiker waardoor de gebruiker gedurende het hele gesprek naar de telefoon moet kijken.

1.3 Hoofdvraag

Welke prototypes kunnen er gemaakt worden om parkinsonpatiënten een aangename en waarneembare terugkoppeling te geven op hun spraak door middel van sensoren en actuatoren?

1.3.1 Deelvragen

1. *Welke verschillende actuatoren kunnen feedback op het lichaam geven?*
2. *Hoe kan er een aangename terugkoppeling gegeven worden aan de Parkinson patiënten?*
3. *Hoe kan er een duidelijke terugkoppeling gegeven worden aan de Parkinson patiënten?*
4. *Waar op het lichaam kunnen we dit apparaat plaatsen?*
5. *Wat zijn de wensen en behoefte van de doelgroep met betrekking tot terugkoppeling van spraakproblemen?*

Doormiddel van analyses (aangegeven bij projectactiviteiten) en testen (trial en error) willen we antwoord krijgen op de gestelde deelvragen.

1.5 Vorig onderzoek

1.5.1 S3 2021

Door de groep van S3 IPO-studenten hebben het onderzoek erg breed aangepakt en zo onderzoek gedaan naar Voice trainer én de Freeze detection. Er zijn prototypes gemaakt van een Trilmodule + band, aan/uit knop en een Laser. Dit werk is goed uitgetest en in posters gepresenteerd.

1.5.2 S4 2022

Voor de plaatsing van het trainingsapparaat is door de voorgaande S4 groep al veel onderzoek naar gedaan. Er zijn prototypes gemaakt van een vibrator en van een warmte- en kou-regelaar. Vervolgens zijn deze zelf uitgetest op deze plaatsen van het lichaam:

- *In de nek*
- *In de handpalm*
- *Achter het oor*
- *Om de enkel*
- *Op de navel*
- *Tussen de schouderbladen*
- *Onderkant van de rug*

Als resultaat kwam er uit de testen dat achter het oor en in de nek het meest comfortabel zit en de feedback was goed te ontvangen. Om de enkel en op de rug was er bijna niets te voelen en het was ook lastig om te plaatsen. In de handpalm en in de nek was de kou en de hitte het beste te vernemen. De vibrator was op veel plekken vervelend en storend als het begon met trillen, vooral achter het oor. Het apparaat in de nek zat wel comfortabel, alleen verschoof het wel soms tijdens het gebruik. Ook zal deze strak tegen de huid waardoor enigen hoofdpijn kregen.

Uiteindelijk heeft de groep gekozen om een product te maken dat is te plaatsen in de handpalm. Het beschikt over een temperatuurregelaar (actuator) en een kleine vibrator.

1.6 Documentconventies

Om de kwaliteit van dit document te kunnen waarborgen, zijn aan de volgende standaarden en typografische afspraken voldaan:

- *Al het werk wordt door een ander lid van het projectteam gecontroleerd.*
- *Bronnen worden volgens APA methode genoteerd.*
- *Werk wordt binnen de deadlines ingeleverd.*
- *Het document dient in formele vorm geschreven zijn en mag ook geen spelfouten bevatten.*
- *Het gehele document is in dezelfde schrijfstijl geschreven*
- *Afbeeldingen en andere gegevens krijgen een verwijzing en een beschrijving.*
- *De versie van het document moet goed bijgehouden worden.*
- *Het project wordt stapsgewijs uitgevoerd volgens het human centred design model.*

1.7 Opbouw van dit document

Het document is geschreven en bestemd voor belanghebbenden en stakeholders van dit project. De stakeholders van dit project zijn:

- *Health Concept Lab*
- *Radboud UMC*

Dit verslag begint met een inleiding en programma van eisen en vanaf daar gaat het verder met hoofdstukken die een onderzoek beschrijven over een bepaald soort terugkoppelmethode.

De hoofdstukken die volgen na de inleiding en programma van eisen bevatten naast kleine stukken literatuuronderzoek ook praktijkonderzoek met technische onderbouwing.

Voor het gemak van de lezer zijn deze hoofdstukken onderzoek apart ingedeeld in paragrafen met elke paragraaf een deelonderzoek bestaand uit een technisch, praktijk- of literatuuronderzoek.

Het verslag is geschreven door de IPO-studenten en ESE-studenten. De verdeling is als volgt:

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| - H. 1 - 3 | <i>gezamelijk</i> |
| - H. 4.1 - 4.7 | <i>IPO</i> |
| - H. 4.8 | <i>ESE</i> |
| - H. 5.1.2 , 5.3 | <i>IPO</i> |
| - H. 5.2.3 | <i>ELT</i> |
| - H. 5.2.1, 5.2.4 - 5.2.11 | <i>ESE</i> |
| - H. 6.1 | <i>ESE</i> |
| - H. 6.3, 6.4 | <i>IPO</i> |
| - H. 7 | <i>IPO</i> |
| - H. 8.1 - 8.6 | <i>IPO</i> |
| - H.8.7 | <i>ELT</i> |

2. Probleemstelling

2.1 Probleem

Er is een app die helpt met het trainen, alleen moeten er op dat moment gekeken worden naar de telefoon, letten op het praten en de omgeving (multitasking). De huidige commerciële applicatie die ontwikkeld is om te oefenen met het verstaanbaar uitspreken van woorden voor Parkinsonpatiënten komt erg negatief uit de testen.

2.2 Doel

Om deze redenen worden met behulp van prototypes een draagbaar apparaat ontworpen die gedurende een gesprek terugkoppeling geeft aan de gebruiker over zijn of haar stemhoogte- en hardheid. Dit met als doel dat de gebruiker er minder bij na hoeft te denken en zich meer op zijn/haar omgeving kan focussen.

Welke terugkoppeling effectief is op de doelgroep is nog niet bekend en er is ook nog niet voldoende onderzoek gedaan.

Om deze reden is het doel waar dit onderzoek zich op gaat richten, het uitwerken van een testapparaat voor verschillende soorten terugkoppeling (vibraties, licht, geluid).

Dit apparaat gaan de verpleegkunde studenten gebruiken om in het vervolg van dit onderzoek vakkundig onderzoek te kunnen doen op de doelgroep met de verschillende soorten terugkoppelingsmethoden.

Het einddoel van het project is om een draagbaar apparaat te ontwerpen die Parkinsonpatiënten kan helpen met spraaktraining.

3. Programma van Eisen

De eisen die voor dit product zijn opgesteld zijn opgedeeld in vier categorieën:

- *Gebruik (Wat is het gedrag van het apparaat)*
- *Ergonomie (Aan welke gebruiksgemakken voldoet het apparaat)*
- *Technisch / functioneel*
- *Sociaal*

Deze categorieën hebben elk aparte eisen met een toelichting en weging Q en de toelichting.

3.1 Eisen

Groep	Eis	Toelichting	Q	Bron
Gebruik	1.1 Het product moet draagbaar zijn op het lichaam.	<i>Makkelijk in gebruik</i>	5	
	1.1.1 Het is makkelijk te plaatsen.	<i>Mensen met Parkinson trillen soms erg met hun handen waardoor het plaatsen lastig kan zijn.</i>	4	
	1.2 Het product geeft terugkoppeling op het stemgeluid van de gebruiker	<i>De terugkoppeling op het stemgeluid van de gebruiker moet real-time via een 'prikkel' doorgegeven worden.</i>	5	
	1.3 Het product is makkelijk in gebruik.	<i>Het product kan in- en uitschakelen en afstellen.</i>	4	
Ergonomie	2.1 Het product mag niet hinderlijk en vervelend zitten bij gebruik	<i>n.v.t.</i>	3	
	2.2 Het product kan in- en uitschakelen	<i>Makkelijk in gebruik</i>	5	
	2.3 Het apparaat is te bedienen met fysieke knoppen.	<i>n.v.t.</i>	5	
	2.4 Het product heeft accessoires die makkelijk te plaatsen op het lichaam.	<i>Mensen met Parkinson trillen soms erg met hun handen waardoor het plaatsen lastig kan zijn.</i>	4	
	2.5 Het product mag geen schade aanrichten aan de gezondheid van de gebruiker.	<i>n.v.t.</i>	5	

Groep	Eis	Toelichting	Q	Bron
Technisch / Functioneel	3.1 Het product moet standalone zijn en mag niet verbinden met een derde partij om de stemdata te verwerken	<i>Het moet voor iedereen te gebruiken zijn en de app is mogelijk niet goed te gebruiken.</i>	4	
	3.2 Het product moet een communicatiemethode toepassen om data uit te kunnen wisselen met externe partijen.	<i>In een later stadium van dit project moet het product statistieken over de verwerkte stemdata kunnen uitwisselen met externe partijen voor onderzoeksdoeleinden.</i>	2	
	3.2.1 Het product bevat een microcontroller	<i>n.v.t.</i>	3	
	3.2.1.2 Het apparaat moet gebruik maken van een microcontroller uit de esp32 serie.	<i>n.v.t.</i>	5	
	3.2.2 Het product werkt op accu's of batterijen	<i>De voeding moet vervangbaar of oplaadbaar zijn</i>	4	
	3.2.3 Het product heeft een uitgangsbescherming	<i>n.v.t.</i>	4	
	3.3 Het product moet op het moment van praten direct feedback kunnen geven	<i>Hierdoor kan de gebruiker zich op het gesprek focussen tegelijkertijd zijn spraak verbeteren</i>	3	
	3.4 Het product moet vallen binnen WMO Klasse 2b.	<i>In samenwerking met de opdrachtnemer is bepaald dat het product binnen klasse 2 moet vallen.</i>	4	
	3.4.1 Het product heeft te voldoen aan CE-certificeringen.	<i>Dit is een project waarbij alle documentatie en code vrij wordt gegeven.</i>	5	
	3.4.2 Het product voldoet aan de ROHS regels.	<i>n.v.t.</i>	5	
	3.5 De broncode mag alleen zelfgeschreven of open broncode bevatten	<i>Het is een open project</i>	3	
	3.5.1 De broncode mag alleen zelfgeschreven of open broncode bevatten.	<i>n.v.t.</i>	2	
	3.6 Het product moet feedback kunnen geven	<i>Hierdoor kan de gebruiker zich op het gesprek focussen in plaats van de voice trainer</i>	4	
	3.6.1 De gewenste toonhoogte moet per persoon ingesteld kunnen worden	<i>n.v.t.</i>	3	S3 vorig jaar
	3.6.2 De hardheid van praten moet per persoon ingesteld kunnen worden	<i>n.v.t.</i>	3	S3 vorig jaar

Groep	Eis	Toelichting	Q	Bron
Sociaal	4.1 Het product moet toegankelijk zijn voor mensen met laag economische status.	<i>Elke patiënt moet hulp kunnen krijgen</i>	2	

3.2 Testmethoden

Om te valideren dat het product aan de eisen voldoet zijn er testformulieren opgesteld. Wanneer het eindontwerp helemaal is gerealiseerd wordt deze nagelopen om te zien of het door de test komt. De formulieren zijn te vinden in de bijlage.

4. Analyse

4.1 Doelgroep

4.1.1 Doel

Het doel van de analyse is om een goed beeld te krijgen van mensen met Parkinson. Er zal vooral gekeken worden naar de spraak beperking en hier zullen de wensen en behoefte op een rij gezet worden, om zo te kunnen kijken naar de verschillende mogelijkheden om een zo goed mogelijke ondersteuning te bieden. Om dit doel te behalen zijn er verschillende onderzoeks vragen opgesteld. De hoofdvraag is als volgt: Wat zijn de wensen en behoefte van de doelgroep met betrekking tot terugkoppeling van spraakproblemen? Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn er verschillende deelvragen opgemaakt. Deze zijn hieronder te vinden.

- *Wat houd Parkinson in?*
- *Waar lopen mensen met Parkinson tegen aan?*
- *Wat zijn de eerste en meest voorkomende symptomen?*
- *Hoe wordt de spraak aangetast?*
- *Wanneer in het ziektebeeld komt de spraak beperking aan bod?*
- *Wat zijn de wensen en behoefte die te koppelen zijn aan de spraak beperking?*

4.1.2 Aanpak

Als aanpak zal het internet geraadpleegd worden. Ook zullen verschillende uitkomsten uit vorige projectgroepen gebruikt worden. Dit zullen interviewen en online onderzoek zijn.

4.1.3 Bevinding

Bij de ziekte van Parkinson sterven langzaam zenuwcellen in de hersenen af. Deze zenuwcellen produceren de stof dopamine. Dopamine is een neurotransmitter en deze wordt gebruikt om in de hersenen communicatie tussen verschillende hersendelen goed te laten verlopen. Door het dopamine te kort worden signalen minder goed doorgegeven, en kunnen er 'haperingen' ontstaan.

De ziekte van Parkinson is een ziekte met veel verschillende symptomen die bij ieder persoon anders kunnen zijn. Een paar voorbeelden van belangrijke symptomen voor dit project zijn stijve spieren en tremor. De symptomen komen bij iedere persoon op een ander moment in de ziekte en zijn niet te voorspellen.

Door het stijver worden van de spieren, kunnen mensen met Parkinson problemen met hun spraak ondervinden. Hierin wordt vooral het duidelijk en nauwkeurig spreken beïnvloed, de stem wordt zachter en er wordt minder duidelijk gesproken. Naast de stijvere spieren, heeft oom speeksel een invloed om het spreken. Voor mensen met Parkinson verloopt het slikken niet meer automatisch en hierdoor is er over het algemeen meer speeksel aanwezig in de mond. Hierdoor wordt spreken

ook lastiger en onduidelijker. Verder komen veel Parkinson patiënten moeilijker opgang met praten, dit komt door een combinatie van moeilijker bewegen en trager denken en hierop reageren. Dit, in combinatie met bovengenoemde symptomen zorgt ervoor dat mensen met Parkinson slechter verstaanbaar zijn en zich minder goed kunnen verwoorden.

4.1.4 Conclusie

Voor de doelgroep is het van belang een goed werkend device te krijgen die hun kan helpen met hun spraak, door middel van feedback. Een apparaat wat mooi en klein is heeft de voorkeur, omdat mensen met Parkinson vaak ook schaamte koppelen aan de ziekte. Het is dus van belang dat de wearables een mooie uitstraling hebben en niet te veel opvallen als een hulpmiddel.

4.2 Stakeholders

4.2.1 Doel

De belangen van alle betrokkenen in kaart brengen.

4.2.2 Aanpak

Desk research en Expert interview.

4.2.3 Bevinding

De volgende stakeholders zijn in kaart gebracht:

- *Health Concept Labs*
- *Ben Cox*
- *Rudie van den Heuvel*
- *Radboud UMC*
- *Logopedisten*
- *Parkinson patiënten*
- *Verzorgers*

Verdere uitleg over deze stakeholders is te vinden in de bijlage.

4.2.4 Conclusie

Hieronder is een grafisch overzicht van de verschillende stakeholders en de invloed en het belang dat zij hebben bij dit project. Het is belangrijk dit in ons achterhoofd te houden wanneer er ontwerpkeuzes gemaakt moeten worden.



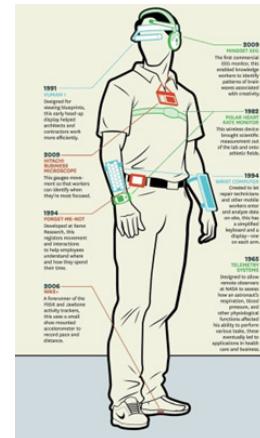
4.3 Wet- en regelgeving

4.3.1 Doel

In deze analyse wordt er gekeken welke regelgeving er geldt voor het uitvoeren van klinisch onderzoek (onderzoek met mensen), keuring van de wearable en categorie van de keuring/certificatie. Ook zal er gekeken worden naar de ethiek.

4.3.2 Aanpak

Deze analyse word uitgevoerd door in te lezen in de Wet- en Regelgeving voor klinisch onderzoek (WMO: Wet medisch-wetenschappelijk onderzoek) met mensen. Ook zal er gekeken worden naar wat de regelgeving is voor producten die worden gebruikt met medische doeleinden.



4.3.3 Bevinding

WMO

Wetenschappelijk onderzoek met mensen valt onder de Wet medisch-wetenschappelijk onderzoek met mensen (WMO) als er sprake is van medisch wetenschappelijk onderzoek waar personen aan handelingen worden onderworpen of hen gedragsregels worden opgelegd.

Wanneer een onderzoek onder de WMO valt zal deze door een erkende METC of de CCMO getoetst worden.

Medische classificatie hulpmiddelen

Volgens de Verordening Medische Hulpmiddelen zijn alle medische hulpmiddelen verplicht om van een CE keurmerk voorzien te zijn. Hiermee kan de fabrikant aantonen dat het product veilig is en voldoet aan de eisen.

Medische hulpmiddelen kunnen onderverdeeld worden in vier categorieën, van het laagste naar het hoogste risico: I*, IIa, IIb en III. Hoe hoger het risico voor de gebruiker, hoe hoger de categorie. Hierbij zal er dus meer tijd, aandacht, controle en meer eisen aan een product worden besteed zodra deze in een hogere categorie valt.

4.3.4 Conclusie

Deze analyse is niet verder afgemaakt en uitgezocht. Rudie vond dit nog niet nodig in het stadium waar we nu in zitten. Vandaar dat er maar 2 wetten zijn uitgewerkt.

4.4 Markt

4.4.1 Doel

In deze analyse word gekeken naar de huidige wearables die op de markt te koop zijn. Hieruit word inspiratie gehaald voor de prototypes.

4.4.2 Aanpak

Op Pinterest is een bord gemaakt met veel medische apparaten en met draagbare producten. In het verslag is de verzameling van afbeeldingen en bronnen samengevat.

4.4.3 Bevinding

Er is gekeken naar een bestaande band om de been, arm en pols. Daarnaast ook naar een ketting met een ingebouwde sensor. Er zijn ook oordopjes die zo achter het oor kan worden bevestigd. Ook kwamen we een klem tegen die kan worden bevestigd in de handpalm. Dit ontwerp is door vorige groepen in dit project meegenomen. Het klem-systeem was erg sterk en daarom hebben we ook clipjes die geplaatst kunnen worden op de plek waas de gebruiker ook wil. Als laatste hebben we ook gekeken naar plakbevestigingen op de schouder, borst en op de arm.

4.4.4 Conclusie

De producten die we hebben opgezocht hebben we voornamelijk gebruikt voor de inspiratie in het ontwerp van onze wearables.

4.5 Materiaal

4.5.1 Doel

Bij de keuze van het materiaal voor het feedback apparaat zijn er een paar randvoorwaarden waar aan moeten worden gehouden. Daarom is er nu onderzoek gedaan naar de materiaaleisen van producten die in het ziekenhuis worden gebruikt.

4.5.2 Aanpak

In deze analyse zijn verschillende artikelen gelezen die de regels in ziekenhuizen goed omschrijft. Daarnaast is er onderzoek gedaan naar het materiaal dat we gaan gebruiken voor de prototypes.

4.5.3 Bevinding

Het product moet na gebruik goed schoongemaakt kunnen worden met de gebruikelijke reinigings- en ontsmettingsproducten die worden gebruikt door zusters en verzorgers. Ook moet het materiaal antibacterieel zijn tegen mogelijke infecties. Het materiaal moet ook latexvrij zijn van preventie van latexallergieën.

De bovenstaande criteria is erg kritisch bij de keuze van het uiteindelijke materiaal. Vaak geldt de prijs ook zwaar mee bij het besluit, alleen dat is in het geval van dit project niet het geval. Voor de prototypes die worden gebouwd zal de 3d-printer worden gebruikt. De vorige groepen hebben het 3d-print materiaal PLA gekozen omdat dit goedkoop en eenvoudig te printen is. Voor het eindproduct wilden ze Polycarbonaat (PC) gebruiken.

4.5.4 Conclusie

De keuze van die gemaakt is door andere groepen hebben we niet meegenomen i.v.m. de beschikbare 3D-printer die wij mochten gebruiken. Deze kon alleen PLA en

4.6 Trend

4.6.1 Doel

In het trendonderzoek worden de ‘looks’ van de producten uit een ziekenhuis onderzocht. Aan de hand van dit onderzocht wordt het testapparatuur ontworpen. Het moet een schone en rustige maar ook een moderne uitstraling krijgen.

4.6.2 Aanpak

Bij dit onderzoek wordt op internet gezocht naar afbeeldingen van medische producten.

4.6.3 Bevinding

Er zijn verschillende moodboards gevormd. Deze zijn te vinden in hoofdstuk 8 van de Bijlagen.

4.6.4 Conclusie

Aan de hand van deze moodboards hebben we de uitstraling van het controller kastje ontworpen. Ons product is een medisch product dus het moet de uitstraling hebben van een product dat uit het ziekenhuis komt. Deze vormgeving is te vinden in de eerste moodboard. De knoppen zijn rond en zacht geworden en de display is duidelijk en overzichtelijk, zo te zien is in de derde moodboard.

4.7 Product

4.7.1 Doel

Er achter komen welke actuatoren gebruikt kunnen worden voor feedback en waar deze geplaatst kunnen worden.

4.7.2 Aanpak

Desk research

4.7.3 Bevinding

Er is uitvoerig onderzoek gedaan naar de benodigde componenten bij bepaalde vormen van feedback. We kwamen uit bij de TENS, vibratie, licht, warmte/kou en de veeg beweging.

4.7.4 Conclusie

Voor dit project zijn de volgende terugkoppelingsmethodes interessant om naar te kijken:

- *TENS*
- *Vibratie*
- *Licht*

4.8 Feedback methoden

In een vorig onderzoek van het APPS project is er onderzoek gedaan naar terugkoppelingsmethodiek. De terugkoppelingsmethoden die toen zijn getest waren:

- *Terugkoppeling door middel van warmte*
- *Terugkoppeling door middel van vibraties*

Op dit onderzoek gaat dit hoofdstuk verder door nieuwe terugkoppelingsmethoden te introduceren en een technisch ontwerp te maken die het mogelijk maakt om de vorm van terugkoppeling te testen. De prototypes worden later gebruikt om een uitgebreid gebruiksonderzoek te doen naar welke vorm van terugkoppeling het meest past bij de doelgroep. Dit gebruiksonderzoek zal niet toegelicht worden in dit projectdocument. Het onderzoek zal door een extern team verpleegkundigen uitgevoerd worden.

De methoden die getest gaan worden zijn:

- *Terugkoppeling door middel van vibraties*
- *Terugkoppeling door middel van elektropulsen*
- *Terugkoppeling door middel van licht*

Elk van deze methodes wordt toegelicht in een aparte paragraaf met:

- *Een uitleg over de werking*
- *Aanvullende eisen*
- *Technische testen en een testprocedure voor een gebruiksonderzoek*
- *Detailontwerp voor hardware-, software- en behuizing*
- *Testresultaten*
- *Toetsingmatrix met conclusie*

4.8.1 TENS

4.8.1.1 Werking

Bij TENS therapie worden elektrode-pads op het lichaam geplakt voor stimulatie van de spieren. Deze elektroden kun je op het hele lichaam plakken. TENS apparaten leveren zachte en veilige elektrische stroomjes via de plakkers. Het is wel belangrijk te weten dat niet voor iedereen veilig is.

TENS is beter niet te gebruiken:

- *Door iemand die een pacemaker of serieuze hartritmestoornissen heeft.*
- *Tijdens een zwangerschap.*
- *Op plekken in de buurt van het hart, de ogen, de slapen of keel en mag absoluut niet geplaatst worden op de halsslagader.*
- *Bij huidziekten*

(Zorgelooslijf, sd)

Ook is het goed te weten dat met het gebruik van de pads het plakkend vermogen

afneemt. De pads zijn gemiddeld zo'n 1 tot 3 weken te gebruiken bij dagelijks gebruik.

(Antonius, 2019)

Het idee is om een klaparmband als basis te gebruiken met twee elektroden erin. Deze elektroden zijn van een geleidend materiaal wat ook flexibel in een klaparmband verwerkt kan worden. De twee elektroden zullen gedurende een training gesprek kleine schokjes geven om de gebruiker te informeren dat hij/zij onduidelijk praat.

4.8.1.2 Technische werking

De technische werking van tens is toch nog aardig complex, er zijn twee manieren waarop een tens apparaat gebouwd kan worden. Het kan stroom gestuurd zijn of spanning gestuurd zijn. Bij stroom gestuurde tens apparaten blijft de spanning hetzelfde maar wordt de intensiteit van de elektropuls bepaald door de stroom die toegelaten wordt. Bij spanning gestuurde tens wordt de intensiteit van de elektropuls bepaald door de amplitude van de spanning. Spanning gestuurd is makkelijker te implementeren dan stroom gestuurd. Dit is dan ook de reden dat de meeste apparaten op de markt deze methode toepassen. Het prototype maakt dan ook gebruik van de spanning gestuurde methode.

Om een spanning gestuurde bron te maken kan er gebruik gemaakt worden van een boost converter met een hele kleine tot geen uitgangscondensator.

Tense zal worden doorgegeven doormiddel van plakkertjes. Dit zullen standaard plakkertjes zijn zoals die van een elektrostimulatieapparaat. Deze zullen een klein schokje geven wanneer er ander gepraat moet worden.



Of tens/ems (oftewel schokken geven) een goede vorm van terugkoppeling is voor de gebruiker is nog onduidelijk. Om deze rede staat er in deze folder een testopstelling getekend in kicad en ltspice. De versie van kicad is met MCU en ltspice zonder anders kan het niet simuleren. Die van kicad kan ook zonder mcu gebruikt worden door de MCU te vervangen met een functiegenerator.

4.8.1.3 Wetten en regeleringen

Volgens de MDR is het een medisch hulpmiddel. Het heeft dan ook te voldoen aan de regels opgesteld voor medische hulpmiddelen. Het prototype wat hiervoor gebouwd wordt zal geen rekening houden met deze regels. Dit onderzoek zal dan ook onofficieel uitgevoerd worden.

4.8.2 Trilmotor

4.8.2.1 Werking

Een andere manier van feedback geven aan de patiënt kan gedaan worden door middel van vibratie. Dit kan bereikt worden met vibratie motoren. Deze motoren zouden op het lichaam geplaatst kunnen worden. Wanneer de patiënt bewust moet worden van zijn spraak dan begint de motor te trillen. Er moet wel rekening gehouden worden met het feit dat veel parkinsonpatiënten van zichzelf al trillen en het dus de vraag is of ze het snel zullen opmerken of dat ze erop zitten te wachten.

4.8.2.2 Technische werking

Trilling zal worden doorgegeven via een trilmotor. Deze trilt net zoals een telefoon doet. Zo weet de patiënt dat er anders gesproken moet worden.

Deze heeft de afmetingen: 10x3 mm (D x H)



4.8.3 Licht

4.8.3.1 Werking

Ook licht gebruikt worden voor feedback. Er zijn hier verschillende mogelijkheden: Je kunt een lampje alleen aan en uit laten gaan of een met meerder kleuren gebruiken voor verschillende soorten feed-back. Bij een lampje met meerdere kleuren kun je meer informatie overbrengen aan de patiënt. Dit lijkt een voordeel, maar dat hoeft het niet per se te zijn. Want hierdoor kost het ook meer aandacht. De patiënt moet onthouden wat welke kleurtjes betekenen.

De vorige groep die dit project heeft gedraaid heeft gekeken naar feedback doormiddel van een temperatuur element. Dit kan opwarmen en afkoelen. Het warmte element kost alleen veel stroom om op te warmen. Dit is niet haalbaar op een draagbare accu. Vandaar dat er hier niet verder naar wordt gekeken.

4.8.3.2 Technische werking

Licht zal worden doorgegeven doormiddel van een klein LED-lampje. Deze zal knipperen wanneer er feedback gegeven moet worden om anders te praten.

Deze heeft de afmetingen: 2 x 2 mm (L x B)

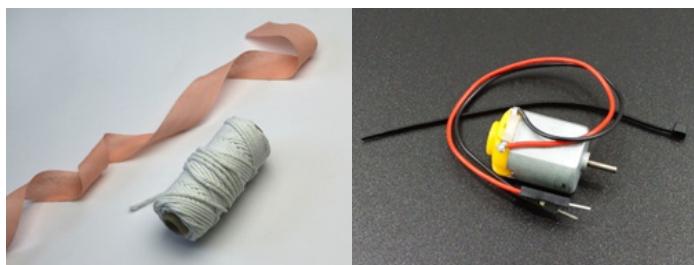


4.8.4 Aaien

4.8.4.1 Werking

Aaien zal worden doorgegeven doormiddel van een elektromotortje met een stukje stof eraan vast. Zo weet de gebruiker wanneer deze anders moet praten.

4.8.4.2 Technische werking

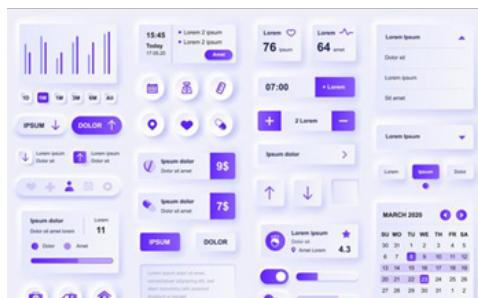


5. Ontwerp

5.1 Software ontwerp

5.1.1 User Interface

Het product gaat gebruikt en aangestuurd worden door verpleegkunde studenten. Het is belangrijk dat het product door hen makkelijk gebruikt kan worden. Hierdoor is het belang van een goede en duidelijke User Interface groot. Voor de besturing van het apparaat is gekozen voor een draai-druk knop waarmee door het menu genavigeerd kan worden. Ook beschikt het apparaat over een terug knop voor wanneer een actie ongedaan gemaakt moet worden en een start knop waarmee de gewenste feedbackmodule mee gestart wordt. Omdat er per soort feedback verschillende instellingen gewijzigd kunnen worden is er gekozen voor een display waarin deze instellingen te zien zijn. Voor dit scherm is een Graphical User Interface (GUI) ontworpen. Voor de vormgeving van deze GUI is er gekeken naar wat er in de medische wereld veel gebruikt wordt. Hieronder staan wat voorbeelden.



Aan de hand van deze informatie is er GUI ontworpen dat goed te begrijpen moet zijn voor de verpleegkunde studenten. De GUI wordt ontworpen in het programma Squareline Studio. Met dit programma kan de GUI geëxporterd worden naar code die daarna door de ESE studenten op de microcontroller gezet kan worden. Met de eerste ontwerpen is er feedback gevraagd bij verpleegkunde studenten over wat zij er van vonden en wat er beter kon. Het eerste ontwerp is gemaakt voor een horizontaal liggend scherm.

Versie 1



Voor de tweede versie van het ontwerp is het schermaangepast naar een staande verticale stand. Wanneer geen van de opties geselecteerd is, is er een schaduwvariant van het draaiwiel te zien. Hierdoor is het scherm niet zo leeg en uit balans wanneer er niets geselecteerd is. De start knop is veranderd naar een rondje, deze valt nu op de plek van het draaiwiel. Hierdoor hoeft er niet nog een aparte knop gemaakt te worden en wordt het ontwerp simpel gehouden.



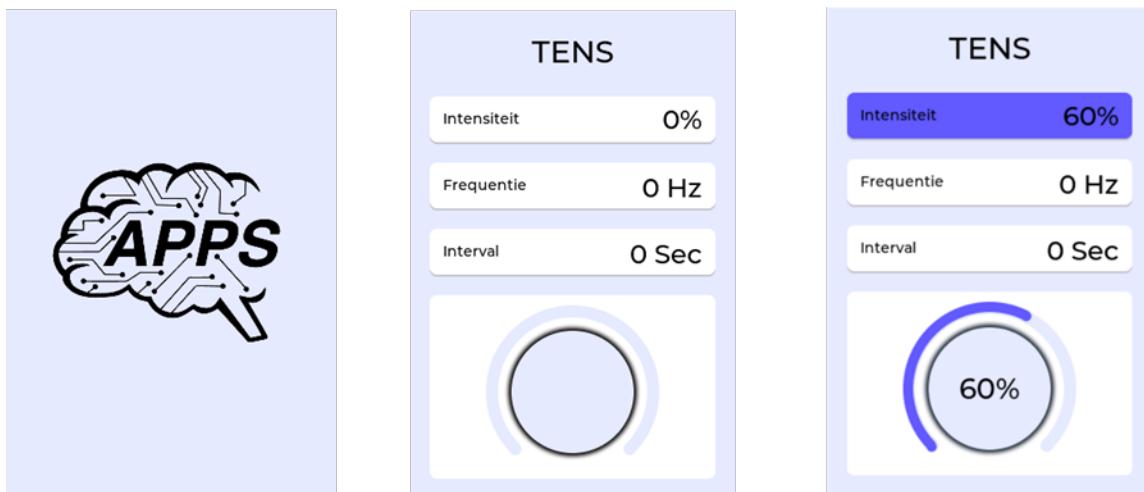
Versie 2



Bij deze versie konden alle opties nog tegelijk geselecteerd worden. Wanneer die gebeurd kunnen de vorige instellingen niet meer aangepast worden. Dit is niet de bedoeling en daarom is dit in de volgende versie aangepast.

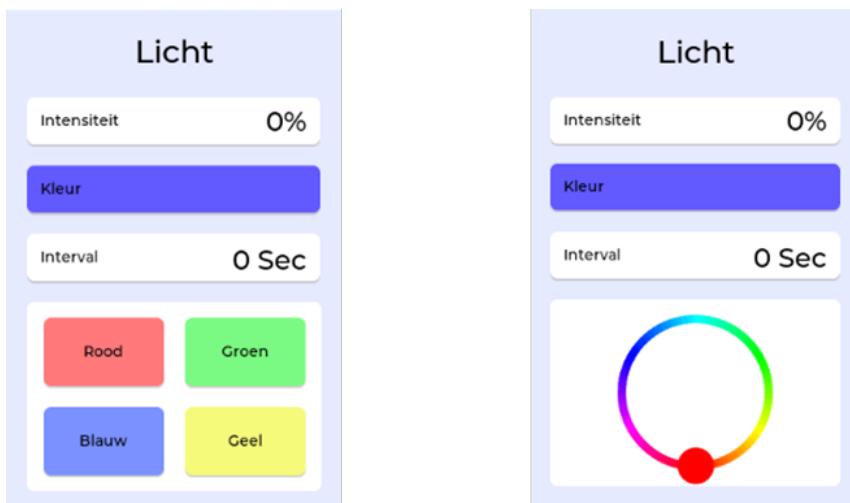
Versie 3

Voor de derde versie is er gekozen om de kleuren te veranderen. Dit is gedaan omdat het donkerblauwe er wel erg somber en donker uitziet. Om te zorgen dat het beeld beter te zien en te lezen is, is er gekozen voor een licht thema. Dit is hieronder te zien.



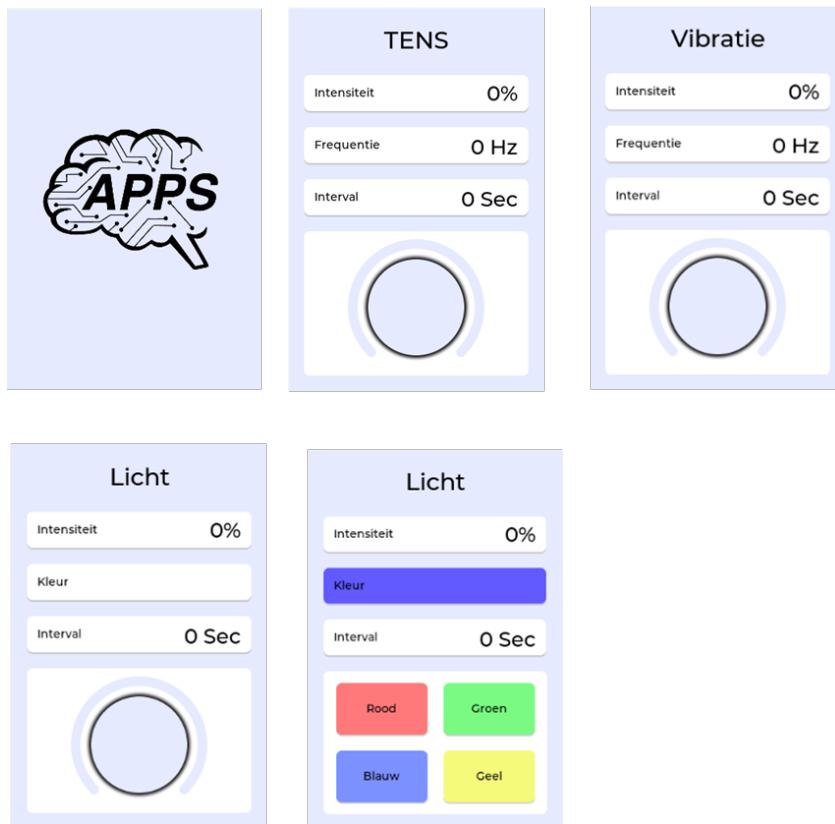
Versie 4

In de vierde versie van de GUI zijn de andere vormen van feedback ook opgenomen in het ontwerp. Voor het licht zijn er twee opties gemaakt voor het selecteren van de kleur. Dit omdat er nog overlegd moet worden met de ESE en ELT studenten over wat er mogelijk is.



Versie 5

Voor de laatste versie is er een keuze gemaakt voor het selecteren van de kleur van het ledje. Om het overzichtelijk te houden voor de studenten is er gekozen voor mogelijkheid van vier kleuren. Hiermee is de GUI af en kan nu door de ESE studenten in de code voor het besturingsapparaat verwerkt worden.

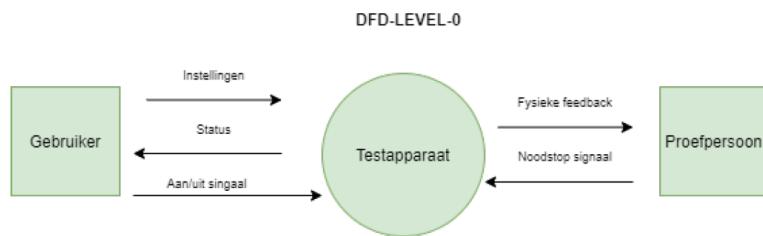


5.1.2 Functionele decompositie

Voor dat er begonnen kan worden met coderen is er gekozen om een functionele decompositie te doen van de software. Dit is gedaan door data flow diagrammen te maken. Data flow diagrammen geven een goed overzicht over welke deelonderdelen geprogrammeerd moeten worden en wat er met elkaar onderling communiceert.

DFD-0

DFD0 is bijna hetzelfde als een UML use-case diagram. DFD-0 geeft een goed beeld over wat de datastromen tussen het apparaat en externe partijen zijn.



Er zijn drie externe partijen:

- *De gebruiker*
- *De proefpersoon*

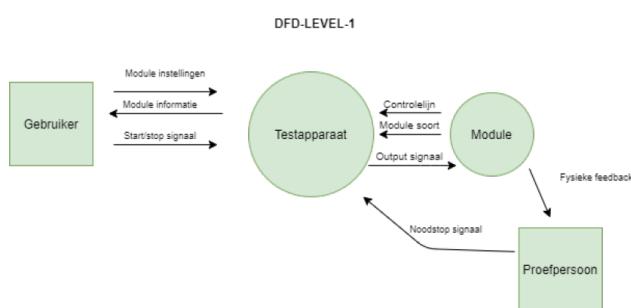
De gebruiker is het persoon die het apparaat instelt en de proefpersoon is het persoon die de fysieke feedback ontvangt.

De taak van de gebruiker in deze situatie is om de instellingen van het testapparaat te veranderen, de status van het testapparaat te controleren en het testapparaat aan en uit schakelen. De taak van

de gebruiker is om fysieke feedback te ontvangen en in het geval van nood de noodstop te gebruiken.

DFD-1

Het proces Testapparaat kan een niveau uitgediept worden. Om het beter te illustreren is het DFD-1 als gedetailleerde variant van DFD-0 getekend:



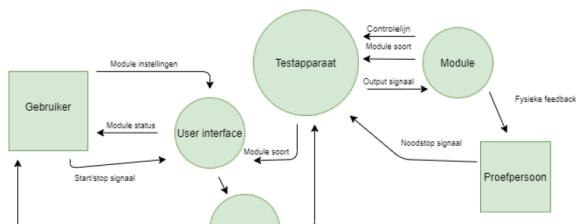
De uitdieping in DFD-1 houdt in dat er een proces "Module" is toegevoegd. Het proces "Module" is verantwoordelijk voor het genereren van de fysieke feedback voor de proefpersoon.

Het proces "Module" werkt als volgt, op de output "Module soort" geeft de module aan wat van soort module het is. Op basis van de soort module kiest het testapparaat

het signaal uit wat via de output "Output signaal" naar de module wordt gestuurd. Met de input van "Output signaal" maakt de hardware van de module een fysieke feedback voor de proefpersoon. De output "Controlelijn" van de module dient om te controleren of de module naar behoren functioneert.

DFD-2

Het proces Testapparaat kan een niveau uitgediept worden. Om het beter te illustreren is het DFD-2 als gedetailleerde variant van DFD-1 getekend:



In DFD-2 zijn er 2 processen toegevoegd:

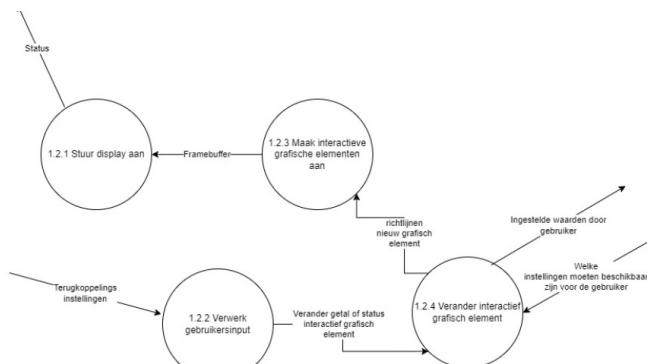
- *Bevestiging*
- *User interface*

Het proces "Bevestiging" is er om een extra veiligheid te bieden door bevestiging te vragen aan de gebruiker. Het proces "User interface" is er voor de gebruiker om instellingen te veranderen en het programma aan en uit te schakelen.

Softwarecomponent GUI

Uit de functionele decompositie zijn een aantal softwarecomponenten te halen. De gui is één van deze componenten. Het doel van de GUI is het bieden van een grafisch gebruikersinterface waar gebruikers de instellingen voor de terugkoppelingsmethoden in kunnen stellen.

De GUI kan ook nog functioneel opgedeeld worden:



De GUI is vrij complex, om deze reden is er gekozen om gebruik te maken van bestaande software die sommige van deze taken op zich neemt.

Er zijn veel softwarebibliotheeken die deze taak op zich kunnen nemen. Zo zijn er de opties:

- *Adafruit GFX library*
- *LovyanGFX*
- *LVGL*

Adafruit GFX library is een softwarebibliotheek geschreven door hardware en softwarefabrikant Adafruit gebruikmaken van de Arduino framework. Deze library bevat basisfuncties om geometrische vormen en tekst weer te kunnen geven op displays. Wat de Adafruit GFX library niet levert zijn drivers voor displays. Drivers zijn de stukjes software die inkomende framebuffers (een

stuk geheugen die informatie voor elke pixel op het scherm, kleur e.g. opslaat) omzetten in iets wat het display begrijpt (dataprotocol). Van het diagram hierboven zou het proces 1.2.3 implementeren

Lovyangfx is een softwarebibliotheek geschreven door loyan03 en is ook vrij populair in de open source gemeenschap voor het leveren van hoge performance basale functies die geometrische vormen leveren. De library is wat betreft functionaliteit vergelijkbaar met de Adafruit GFX library.

LVGL is een softwarebibliotheek geschreven door de open source gemeenschap die een compleet framework levert (van display driver tot interactieve elementen (zoals sliders en knoppen)). LVGL is niet geschreven voor een bepaald framework en kan gebruikt worden op bijna elk embedded platform met wat lichte modificaties. LVGL implementeert alle processen van de gui.

Er is gekozen voor LVGL. LVGL is het meest uitgebreid van alle onderzochte opties en bied ook de mogelijkheid om de gui in een simulator op de computer te ontwikkelen. De grote aanpassing die moet plaatsvinden om LVGL te laten werken op de printplaat zijn de drivers (proces 1.2.1) en verwerk gebruikersinput (proces 1.2.2).

Drivers aanpassing

De aanpassingen gemaakt om de software drivers werkend te krijgen:

- *De software driver voor het gebruikte display met de "ILI9488" controller is aangepast om de DC en RST-lijn via een schuifregister aan te kunnen sturen.*
- *Voor het gebruiksgemak van de softwarecomponent is er in de build-configuration tool van de ESP32 een speciaal menu aangemaakt voor het veranderen van de pinnen van het schuifregister en om de ondersteuning voor het schuifregister uit te schakelen.*
- *De drivers waren niet compatibel met de nieuwste versie van lvgl. Hiervoor moesten drie kleine aanpassingen gemaakt worden aan het lvgl_helpers.h bestand.*
- *De driver voor de ILI9488 functioneerde niet en moet herschreven worden om het werkend te krijgen (zelfs zonder de schuifregister ondersteuning).*

De drivers voor de displays zijn ingevoegd als extern softwarecomponent met behulp van GitHub submodules. De GitHub submodule bevat een zelf gemodificeerde fork van de originele lvgl-esp32-drivers met de schuifregister aanpassing erin aangebracht.

De github repo van deze fork is: Hoog-V/lvgl_esp32_drivers.

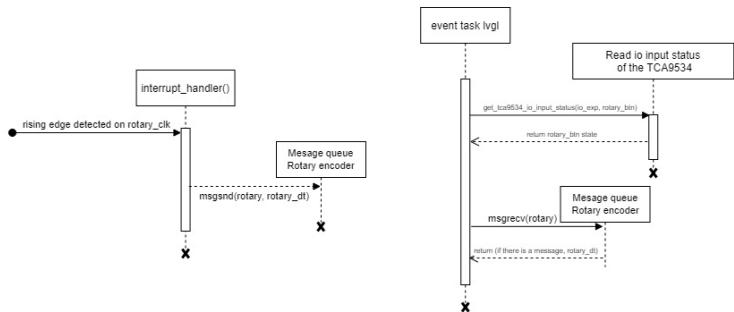
https://github.com/Hoog-V/lvgl_esp32_drivers

5.1.3 GUI ontwerp

Het ontwerp van de GUI werd gedaan in Squareline studio. Deze applicatie is vergelijkbaar met QT-studio. In de applicatie kon de GUI grafisch ontworpen worden en vervolgens geëxporteerd worden naar .c en .h bestanden die met lichte aanpassing geïmporteerd konden worden in het bestaande softwareproject.

Input driver

LVGL heeft ondersteuning voor rotary encoders. Maar niet op de manier waarop het geïmplementeerd is in het hardware detailontwerp. Ook hiervoor moet een zelfgemaakte driver geschreven worden. Om het ontwerp van de driver te beschrijven is er een sequence diagram gemaakt:



De interrupt_handler reageert op een opgaande flank op de rotary_clk pin. Vervolgens wordt er vanuit de ISR een bericht naar een msgqueue gestuurd met de draairichting gelezen vanaf de rotary_dt pin.

De periodiek draaiende event task van de lvgl library leest de message queue, als er een nieuw bericht is wordt de richting gelezen en teruggegeven aan de onderliggende functies in de lvgl libraries die ervoor zorgen dat de waarde aangepast wordt. Ook leest de event task de TCA9534 io expander uit. Dit ic op de printplaat heeft de rotary drukknop erop aangesloten. Deze ingang wordt uitgelezen en er wordt vervolgens teruggegeven.

5.1.4 Softwarebibliotheeken

TCA9534 Io expander

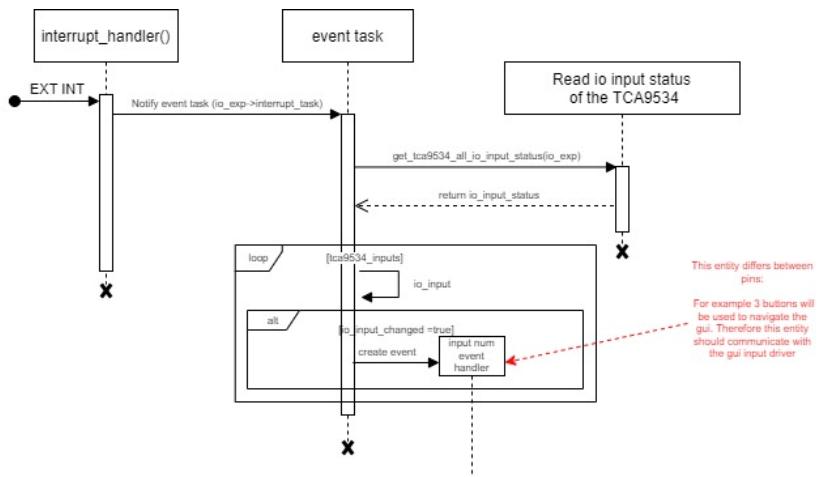
In het hardware ontwerp wordt gebruik gemaakt van een TCA9534 IO expander. Deze IO expander communiceert via I2C en er was nog geen bestaande library voor de aansturing ervan. Om deze reden moest er een software library zelf geschreven worden. De software library is te vinden op GitHub: Hoog-V/TCA9534_IDF.

https://github.com/Hoog-V/TCA9534_IDF

Werking

Bij het schrijven van de library was het nog niet helemaal duidelijk hoe de TCA9534 uitgelezen zou worden. Om deze reden heeft de library naast polling ook ondersteuning voor uitlezen op interrupt basis.

Het uitlezen op interrupt basis is beschreven in een sequence diagram:



De interrupt handler triggert op de external interrupt pin. Vervolgens wordt in een event task de io-expander uitgelezen. Het resultaat hiervan is bij de standaard meegeleverde event taak het afdrukken van de pin status met printf. Maar zoals in het diagram beschreven kan er ook een custom implementatie geleverd worden van de event task. Deze kan dan bijvoorbeeld functies aanroepen die bepaalde gui elementen aanpassen als er een bepaalde pin van status veranderd.

5.2 Hardware ontwerp

Het hardware ontwerp van het moederbord bestaat uit drie aparte ontwerpen met drie printplaten. De reden dat er voor drie printplaten is gekozen is flexibiliteit. Door drie printplaten te maken van kleinere formaten is het makkelijker om een ontwerp later aan te passen. Bovendien is het een stuk makkelijker om een behuizing te maken voor drie kleine printplaten dan voor één grote.

Deze drie printplaten zijn:

- *Moederbord*
- *IO print*
- *User interface print*

De IO print bevat de laad connector en DB-9 connector voor externe serieële communicatie. De User interface print bevat de knoppen en draaiknop.

Overzicht keuzes

Naam onderdeel	Type
<i>CPU/MCU</i>	ESP32-WROOM-32 Module
<i>Display</i>	ILI9488 3,5 inch display
<i>Knoppen</i>	6x6x5mm tactile drukknop
<i>Draaiknop</i>	20p/r rotary encoder
<i>Accu</i>	Lood accu 12v 2,2Ah
<i>Zekering</i>	2,5A Snel reagerende glazen zekering 20x5mm
<i>Spanningsregulatoren</i>	2xLM2596s-adj (één voor 3,3V en één voor 5V)
<i>IO uitbreiding en afvlakking</i>	2xSIP0 schuifregisters (74HC595), 2xIO expanders (TCA9534) en 3xSchmitt triggers (74HC14)
<i>Module connectoren</i>	2x12 2,54mm pitch pinheaders
<i>Communicatiepoort connector</i>	DB-9 connector aangesloten volgens RS232 standaard.
<i>Noodknop connector</i>	Mini-din-3 Pannelmount connector met schroefverzekering
<i>Oplaadpoort connector</i>	5,5mm DC barrel jack connector
<i>Interne debug connector</i>	2x6 2,54mm pitch pinheaders
<i>Opslag</i>	Microsd kaartslot

5.2.1 Moederbord

Dit onderdeel van het testapparaat is het brein en zorgt ervoor dat de gebruiker het testapparaat kan instellen, uitlezen en veilig aan/uit zetten.

De manier waarop de gebruiker het apparaat kan instellen is met behulp van een draaiknop, fysieke drukknoppen en een scherm. Na het invullen van de instellingen voor een terugkoppelingsmethode drukt de gebruiker op een start knop.

Het onderdeel zal dan aan de hand van ingestelde gegevens van de gebruiker de juiste signalen genereren op de ingangspoorten van de modules. De modules zullen de signalen vervolgens omzetten in de gewenste terugkoppelingsmethode.

De manier waarop dit technisch is geïmplementeerd zal worden besproken in dit hoofdstuk.

5.2.1.1 Wet en reguleringen

In overleg is besproken met de opdrachtgever dat er niet aan de regels in de MDR gehouden hoeft te worden. Dit is met de rede dat het apparaat na en gedurende het project niet in een zorginstelling in gebruik zal worden genomen. Tevens zal het klinisch onderzoek benodigd om de effectiviteit van de terugkoppelingsmethoden te valideren informeel worden uitgevoerd.

Ondanks dit is er geprobeerd om toch rekening mee te houden met de MDR klasse 2b regels en CE-regels.

5.2.1.2 Aanvullende technische eisen

Ondanks het duidelijke programma van eisen zijn er door de opdrachtgever en de projectleden nog een aantal aanvullende technische eisen gegeven die betrekking hebben op dit ontwerp.

De aanvullende technische eisen zijn:

Groep		Eis	Toelichting	Q	Bron
Technisch	1.1	Het apparaat is te bedienen met fysieke knoppen.	n.v.t.	MH	
	1.2	Het apparaat bevat een noodknop die direct de terugkoppelingsmethode laat stoppen.	n.v.t.	MH	
	1.3	Het apparaat kan de gebruikersinstellingen op een visuele wijze weergeven.	n.v.t.	MH	
	1.4	Het apparaat moet een commercieel beschikbare connector met vaste pinout hebben die verbindt met de terugkoppelingsmodules.	n.v.t.	MH	
	1.5	Het apparaat moet gebruik maken van een microcontroller uit de esp32 serie.	n.v.t.	SH	
	1.6	Het apparaat moet afzonderlijke aan/uit knoppen hebben voor het in en uitschakelen van de terugkoppelingsmethode.	n.v.t.	MH	
	1.7	Het apparaat kan twee terugkoppelingsmodules tegelijk aandrijven.	n.v.t.	SH	

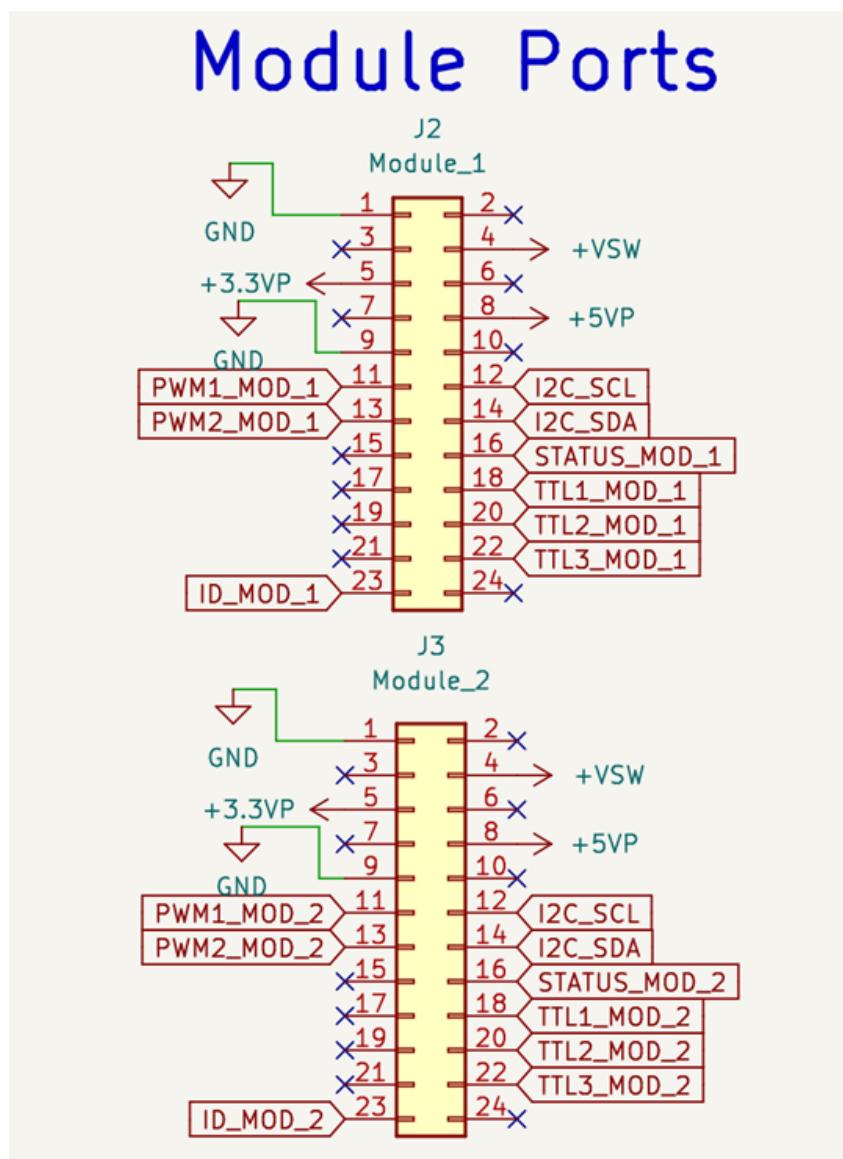
5.2.3 Module

De module connectoren hebben te voldoen aan eis 1.4 van de aanvullende eisen:

1.4	Het apparaat moet een commercieel beschikbare connector met vaste pinout hebben die verbindt met de terugkoppelingsmodules.	n.v.t.	MH
1.7	Het apparaat kan twee terugkoppelingsmodules tegelijk aandrijven.	n.v.t.	SH

Pinout ontwerp

1 tekening waarin staat wat de functie van een pin is



Figuur 0 1 Schematische tekening module connectoren

De pinout van deze connector is opgesteld door eerst vast te stellen welke signalen nodig waren voor de modules. Het volgende kwam eruit:

- *2x PWM-kanalen, PWM2_MOD_1 kan eventueel omgezet worden in 1x ADC-kanaal*
- *1x I2C bus*
- *1x status signaal*
- *3x aan/uit uitgangssignalen (TTL)*
- *Identificatie pin.*

Bij de indeling van de connector is rekening gehouden met interferentie, zodanig dat het signaal van de ID_PIN niet verstoord kan worden. Ook is er rekening gehouden met isolatieafstanden tussen de voedingslijnen. En zijn dezelfde soort signalen naast elkaar gezet zodat de layout iets makkelijker is aan de module kant.

5.2.4 Connector

Om een stap richting een connectorkeuze te kunnen maken is er eerst een pinout1 gemaakt.

Om vervolgens een connectorkeuze te maken en aan deze eis te voldoen is er een overzicht gemaakt van connectoren met een aantal weegpunten:

	Is de connector te verbinden met dupont connectoren (breadbord draden)	Is de connector verkrijbaar in het aantal berekende pinnen van de pinout.	Wat is de grootte van de connector	Is de connector geschikt voor board to board connecties	Is de connector makkelijk verkrijgbaar	Wat is de prijs van de connector
Pin header 2,54mm	JA	JA 2x12	27,94 x 5,08mm	JA	JA, te koop bij alle leveranciers	0.63
Molex Mezzanine connector	Nee, 1,27mm in plaats van 2,54 mm pitch	JA 2x12	13,97 x 5mm	JA	NEE, alleen kleine voorraden bij grote leveranciers zoals mouser en digikey	3.36
JST PH	NEE	JA 2x12		NEE	JA, te koop bij alle grote leveranciers	

Er is gekozen voor de 2,54mm pin header vanwege de grote beschikbaarheid, het makkelijk kunnen verbinden met een breadbord en de lage prijs.

5.2.5 Knoppen

De knoppen hebben te voldoen aan eis 1.1 en eis 1.6:

1.1	Het apparaat is te bedienen met fysieke knoppen.	<i>n.v.t.</i>	MH
------------	--	---------------	-----------

1.6

Het apparaat moet afzonderlijke aan/uit knoppen hebben voor het in en uitschakelen van de terugkoppelingsmethode.

n.v.t.

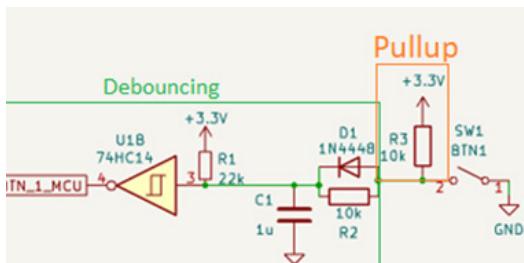
MH

Keuze

De knop keuze en aantallen zijn nog niet besproken met de projectgroep. Om deze reden is in het ontwerp rekening gehouden met een maximaal aantal van 10 knopen. En dat er gebruik gemaakt wordt van carbon pads of fysieke SMD-knoppen zoals (6x6x5mm).

Ontwerp

Het ontwerp voor elke knop ziet er als volgt uit:



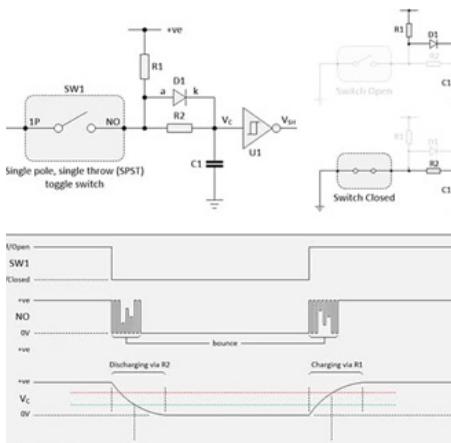
De knopt trekt de lijn met pullup laag, vervolgens trekken de componenten U1, D1, R2 en C1 de knop bounce eruit (Zie figuur 0-1). Het uitgangssignaal is gekoppeld aan de MCU.

Druk knop

Als een knop wordt ingedrukt schakelt de knop niet één keer, maar 50 keer soms wel 100 keer. Dit fenomeen heet knop bounce, oftewel knop stuitering. Dit fenomeen ontstaat door de contacten in de knop die op elkaar stuiteren als de knop ingedrukt wordt.

Knop bounce is niet wenselijk in digitale circuits omdat het onstabiel en onveilig is. Het is niet wenselijk dat de controller de intensiteit van een terugkoppelingsmethode aangesloten aan een testpersoon met 50 verhoogt in plaats van 1. Of het apparaat laat crashen omdat 50 keer dezelfde knop ingedrukt wordt.

Om deze redenen bestaat er een debouncing circuit die deze stuitering eruit filtert.



Figuur 0 2 Knop debouncing circuit

Draaiknop

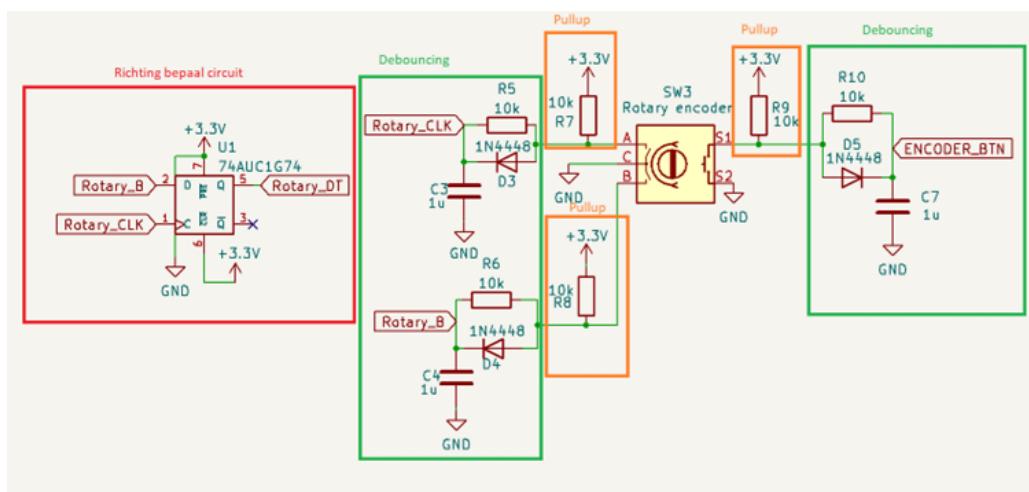
De draaiknop heeft te voldoen aan eis 1.1:

1.1	Het apparaat is te bedienen met fysieke knoppen.	n.v.t.	MH
------------	--	--------	----

De keuze om een rotary encoder kwam indirect van de opdrachtgever. De opdrachtgever wilt graag een draaiknop in het ontwerp hebben. Een draaiknop kan uiteraard op veel manieren geïmplementeerd worden. Om een keuze te maken is weer gebruik gemaakt van een matrix:

	Is de connector te verbinden met dupont connectoren (breadboard draden)	Is de draaiknop bruikbaar met LVGL (De grafische library gebruikt om het scherm aan te drijven.)	Pin gebruik	Wat is de prijs van de component
Potmeter	NEE, voor het gebruik in een digitaal circuit moet de positie van de potmeter analog bepaald worden a.d.h.v. spanningsmeting en vervolgens naar digitale waarden omgezet worden (ADC).	Ja, met koppeling aan zelfgeschreven adc routines.	1 (2 met ingebouwde drukknop).	1.89
Rotary encoder	Ja, de signalen uit de rotary encoder zijn al digitaal. Wel zijn hiervoor debouncing circuits nodig (er zitten contacten in die verbinding maken en breken)	Ja, zonder enige modificatie.	3 (4 met ingebouwde drukknop). -1 met circuit die de draairichting bepaald.	1.56

Er is gekozen voor de rotary encoder. Omdat het makkelijk te implementeren is in lvgl en het is al een digitaal circuit.



Het ontwerp bestaat uit vier gedeelten:

- Een debounce circuit voor de knop en de sleepcontacten
- Een pullup om te voorkomen dat de uitgangen gaan zweven
- Een richting bepaal circuit die de draaiknoprichting bepaald.
- En de rotary knop zelf.

Draairichting bepalen

De draairichting wordt bepaald met een d-flipflop, waarbij één van de twee contacten van de rotary encoder als een clk signaal wordt gebruikt en het andere contact als het d signaal. Als de knop rechtsom gedraaid wordt dan is de uitgang Q hoog en als de knop linksom gedraaid wordt is de uitgang Q laag.

5.2.6 Display

Keuze

De display keuze voor dit project is een ILI 9488 RPI Display. Dit display is oorspronkelijk voor een Raspberry pi bedoeld. Maar het kan ook gebruikt worden in een combinatie met een microcontroller via de SPI-bus van het display. De reden dat dit display is gekozen is het formaat, ondersteuning voor lvgl en de verbindingsmogelijkheden.

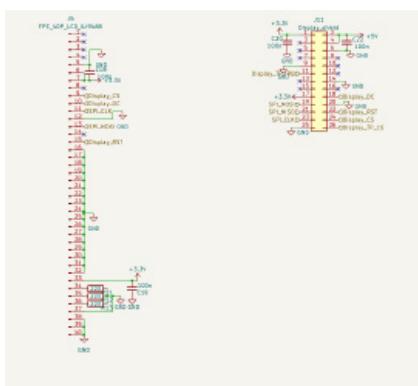
Het formaat was een belangrijk aspect van de display keuze. In overleg met de projectgroep en de opdrachtgever is besloten voor een display van 3.5" te kiezen.

De ondersteuning voor de lvgl library was ook belangrijk. Het idee was om de Grafische User Interface grafisch te ontwerpen in Squareline Studio. Om deze reden was het belangrijk dat het display lvgl ondersteund. Bovendien creëert lvgl een belangrijke abstractie laag zodat er geen driver voor het display ontworpen hoeft te worden.

En tenslotte de verbindingsmogelijkheden. Het belangrijkste aspect van de keuze was de verbindingsmogelijkheden. Een display met MIPI of HDMI is niet wenselijk met een simpele microcontroller. Om deze reden is voornamelijk SPI of QSPI (QUAD SPI- vier datalijnen + clk en CS) gewenst. Door de relatief lage overhead en de reden dat er in vrijwel elke moderne microcontroller een speciaal circuit (peripheral) zit voor het gebruik van SPI-verbindingen.

Ontwerp

Het ontwerp voor het display ziet er als volgt uit:



In het ontwerp zitten twee connectoren. De reden hiervoor is dat er twee versies van het display op de markt zijn. De ene heeft een RPI pinheader (de rechter connector) en de ander heeft een flat flex kabel (de linker connector). Om meer flexibiliteit te geven aan het ontwerp zijn beide connectoren erin getekend. Bij het assembleren en bestellen kan er gekozen worden voor degene die het best leverbaar is of het makkelijkst te implementeren in de behuizing.

5.2.7 Extra connectiepoort

PvE:

3.2	<p>Het product moet een communicatiemethode toepassen om data uit te kunnen wisselen met externe partijen.</p>	<p><i>In een later stadium van dit project moet het product statistieken over de verwerkte stemdata kunnen uitwisselen met externe partijen voor onderzoeksdoeleinden.</i></p>	2
-----	--	--	---

Communicatiemethode

Er zijn heel veel communicatiemethoden die gebruikt kunnen worden om data mee uit te wisselen. Om het makkelijker en veiliger te maken is er gekozen voor een communicatiemethode over bedraad medium. Hierbij vallen direct keuzes zoals: WiFi, Bluetooth, Lora, Zigbee, 2.4GHz RF af.

De keuzes die overbleven waren: UART(RS232), SPI, I2C, RS485, CAN, Ethernet. Om de keuze zorgvuldig te maken is hier een matrix voor gemaakt:

	Gemaakt voor communicatie over langere afstanden dan 1m	Makkelijk te implementeren voor device to device communicatie (geen pc)	Kan ook gebruikt worden met een PC m.b.v. een bestaande poort of usb converter	Opzet protocol: P2P, Bus, veldbus, ethernet
UART(RS232)	Ja volgens RS232 standaard	JA	Ja, met rs232 poort op een computer of met rs232 usb converter.	P2P Full duplex
SPI	Trillen/ LED	JA	NEE	Bus, 1 master meerdere slaves
I2C	Trillen	JA	NEE	Bus, 1 master meerdere slaves
RS485	JA	Alleen als de mcu/ cpu een peripheral hiervoor heeft of als er een extern ic voor gebruikt is.	Ja, met rs485 usb converter	Veldbus
CAN	JA	Alleen als de mcu/ cpu een peripheral hiervoor heeft of als er een extern ic voor gebruikt is.	NEE	Veldbus

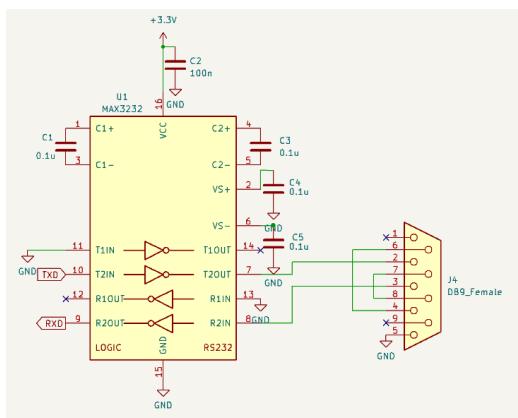
	Gemaakt voor communicatie over langere afstanden dan 1m	Makkelijk te implementeren voor device to device communicatie (geen pc)	Kan ook gebruikt worden met een PC m.b.v. een bestaande poort of usb converter	Opzet protocol: P2P, Bus, veldbus, ethernet
Ethernet	JA	Nee, vereist veel randcomponenten.	Ja, met de LAN-poort.	Ethernet

Er is gekozen voor UART met de RS232 standaard. Omdat:

- *Erin bijna alle Microcontrollers een uart peripheral zit*
- *Weinig benodigde randcomponenten*
- *Het voor zowel device to device als device to pc-communicatie gebruikt kan worden*
- *Het protocol eenvoudig is doordat het geen abstractielagen heeft zoals bij veldbus.*
- *Het voor lange afstanden gebruikt kan worden door het RS232 protocol.*

Connectorkeuze

Bij het RS232 protocol hoort de DB9 connector met bijbehorende pinout. Dit is dan ook de connector die gekozen is voor het ontwerp. Deze connector is naast dat het gestandaardiseerd en makkelijk beschikbaar is, ook vrij robuust en bevat schroefbevestiging zodat de kabel er niet uit kan vallen.



Het ontwerp bestaat uit twee onderdelen, de connector en de MAX3232 RS232 transciever ic.

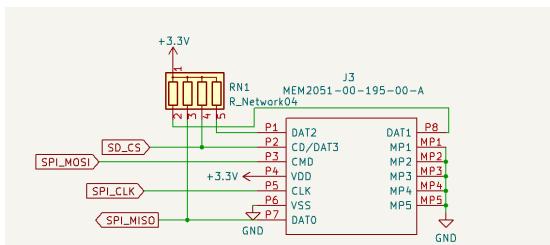
RS232 is een protocol wat gebruik maakt van hogere spanningen dan 0-3.3V. De hoge spanningen zorgen ervoor dat het signaal minder vatbaar is voor ruis en spanningsval. Om deze spanningen te kunnen maken uit de 3.3V en terug te brengen naar 3.3V wordt de MAX3232 gebruikt.

De condensatoren zijn volledig volgens het voorbeeld diagram en tabel in de datasheet gekozen. Behalve C2, dat is een ontkoppelcondensator.

5.2.8 SD-kaart slot

MicroSD of normale SD kaartslot

Vanwege de hoge beschikbaarheid en uitgebreidere assortiment aan MicroSD kaartsloten is er gekozen voor een MicroSD kaartslot.



Het ontwerp bevat alleen een Microsd kaartslot en weerstandsnetwerk. De verbindingen SD_CS, SPI_MOSI, SPI_CLK en SPI_MISO zijn verbonden met de Microcontroller of CPU.

Het weerstandsnetwerk is nodig om bepaalde pinnen een pull-up te geven.

Het dataprotocol is 1-bit spi.

5.2.9 Microcontroller

De microcontroller is het brein van het project. De microcontroller heeft te voldoen aan de volgende eisen:

3.2.1	Het product bevat een microcontroller	3
3.2.1.2	Het apparaat moet gebruik maken van een microcontroller uit de esp32 serie.	5

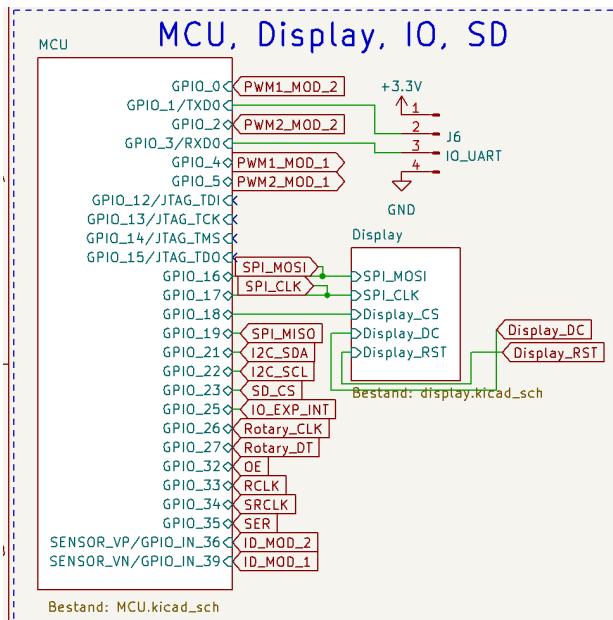
Deze eis is ontstaan doordat de opdrachtgever van deze microcontroller een voorraad had liggen en deze eerst wilt opmaken. Om te voorkomen dat er nog een hele voorraad aan verschillende microcontrollers komt te liggen had de opdrachtgever aangegeven dat het de ESP32 of de NRF52840 moest worden met arduino.

Keuze

De keuze voor dit project was de normale ESP32-wroom-32, dit is met de reden dat de opdrachtgever deze graag wilde gebruiken in het project. Bovendien is deze microcontroller een goede keuze voor dit project omdat het:

- *Goedkoop is*
- *Een goed gedocumenteerde SDK heeft*
- *WiFi en bluetooth heeft*
- *Veel pinnen*
- *Veel peripherals en vooral PWM-kanalen*

Ontwerp



Hierin staan de pinmappings van de MCU:

De signalen met *_MOD_<1 of 2> zijn voor de terugkoppelingsmodules.

De signalen met SPI_* zijn voor het display en SD kaart.

De signalen beginnend met Rotary_* zijn voor de rotary encoder.

De signalen met I2C_* en IO_EXP zijn voor de IO_expanders.

De signalen OE, RCLK, SRCLK en SER zijn voor de schuifregisters.

De signalen GPIO_1/TXD0 en GPIO_3/RXD0 gaan van en naar de MAX3232 om omgezet te worden in een RS232 signaal.

De signalen op GPIO12, -13, -14 en -15 zijn vrijgehouden voor debugging.

5.2.10 Voeding

De voeding heeft te voldoen aan de volgende eisen:

3.2.2

Het product werkt op accu's of batterijen

De voeding moet vervangbaar of oplaadbaar zijn

4

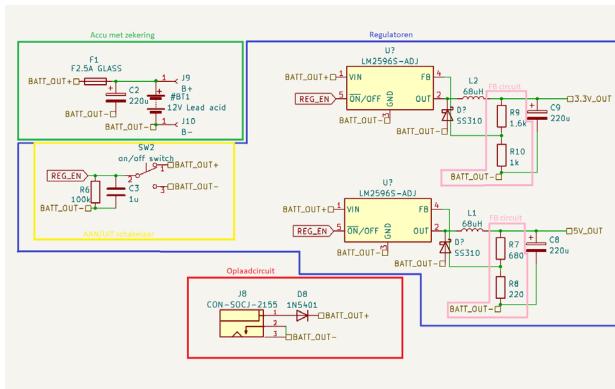
Accukeuze

Er is gekozen voor een lood accu, de lood accu was het makkelijkst te implementeren. Het apparaat heeft geen hoge energiedensiteit nodig, dan was het niet noodzakelijk om te kiezen voor een lithium of accu op Nickel basis te kiezen.

Regulatorkeuze

Er zijn veel regulatoren op de markt die allemaal hetzelfde doel bereiken. Er is echter gekozen voor LM2596s-adj schakelende regulatoren. Deze regulatoren zijn zeer eenvoudig te ontwerpen en vereisen een zeer beperkt aantal randcomponenten. Bovendien zijn ze zowel als legitieme als namaakonderdelen zeer goed leverbaar.

Ontwerp



Het ontwerp bestaat uit vier onderdelen:

- *Regulator*
- *Aan/uit schakelaar*
- *Oplaadcircuit*
- *Accu met zekering*

Spoelkeuze

De spoelkeuze is gemaakt op basis van de maximale belasting stroom en ingangsspanning. In de datasheet van de LM2596s-adj (de gebruikte spanningsregulator). Staat een tabel voor de LM2596-3.3 en LM2596-5 dit zijn tabellen met een vaste uitgangsspanning van 3.3 en 5V. Op de y-as van de tabel staat de maximum ingangsspanning en op de x-as staat de maximale belasting stroom.

De benodigde specificaties voor de regulator waren:

- *Maximum input voltage: 15V (hetzelfde voor zowel 5V als 3.3V)*
- *Maximum Load Current: 1A (hetzelfde voor zowel 5V als 3.3V)*
- *Output voltages: 3.3V and 5V (twee aparte regulatoren)*

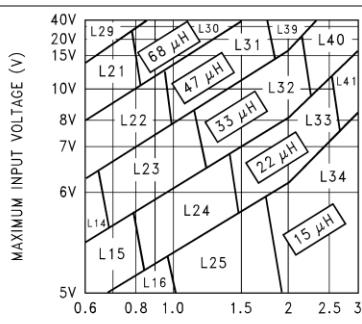


Figure 9-5. LM2596-3.3

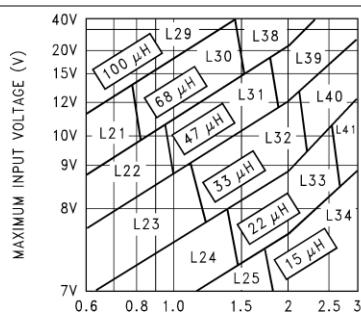


Figure 9-6. LM2596-5.0

Figuur 0-3 Spoelkeuze tabel uit datasheet LM2596s-adj

Bij het invullen van de maximum input voltage en maximum load current komt er een spoelwaarde van 68 uH uit voor zowel de 3.3V als 5V regulator.

Feedback weerstanden

De feedback weerstanden zijn berekend met een formule uit de datasheet van de LM2596s-adj, de formule is:

$$R_2 = R_1 \left(\frac{v_{out}}{v_{ref}} - 1 \right)$$

$R_2 = ?$

R_1 = Een zelfgekozen waarde, bij de 3.3V $R_1 = 1\text{K}$ en bij 5V $R_1 = 220\text{R}$

$V_{ref} = 1.23\text{ V}$

Invullen geeft:

Voor 3.3V:

$$R_2 = 1000 \left(\frac{3.3}{1.23} - 1 \right) = 1682\text{ R}$$

Met de dichtstbijzijnde reekswaarde van 1,6k komt er een spanning van:

$$V_{out} = v_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$V_{out} = 1.23 \left(1 + \frac{1600}{1000} \right) = 3.2\text{ V}$$

Voor 5V:

$$R_2 = 220 \left(\frac{5}{1.23} - 1 \right) = 674\text{ R}$$

Met de dichtstbijzijnde reekswaarde van 680R komt er een spanning van:

$$V_{out} = v_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$V_{out} = 1.23 \left(1 + \frac{680}{220} \right) = 5.0318\text{ V}$$

5.2.11 Hardware assemblage gereedschap

Voor het assembleren van de pcb's hebben we verschillende gereedschappen gebruikt, hieronder is een lijst weergegeven met de namen van het gereedschap en andere benodigdheden:

- *Soldeer pasta*
- *Loodvrije soldeertin*
- *Soldeerbout*
- *Warme luchtstation*
- *Microscoop*
- *Pincet*
- *Warmteplaat*

5.3 CAD ontwerp

5.3.1 Controller kast

In het begin van het project kwam het idee op tafel om voor de Voice trainer een aparte controller te ontwerpen. Een controller waarmee de verschillende wearables bestuurt kunnen worden. Aan de hand van de schetsen uit de ideefase werd al snel het volgende computer kastje gemodelleerd.



Verder in het ontwerp werd er geconcludeerd dat het kast groter moest worden omdat de componenten, als de printplaat, accu en display meer ruimte nodig hadden. Ook is er rekening gehouden met het samenstellen in de realisatie fase; hierbij is het eenvoudiger als er ruimte genoeg over is in de kast. Daarnaast kan bij dit ontwerp de controller op tafel worden geplaatst.



Na de eerste print bleek het vastschroeven van de printplaat in de kast een flink karwei. Daarom bestaat bij het uiteindelijke ontwerp het kastje niet meer uit twee maar uit drie onderdelen. Het gedeelte in het midden houdt alles bij elkaar. De printplaat kan eenvoudig worden bevestigd aan de voorkant. De voorkant kan dan worden vastgeklikt aan het middelste gedeelte. Ook de achterkant kan er zo op worden geklikt. Als alles goed is bevestigd kunnen de verbindingen worden geborgd door 4 schroeven aan de voorkant en twee schroeven aan de achterkant.



5.3.2 Modules

De controller kan alleen in werking gaan als er module(s) zijn aangesloten. De module is een overdrachtspoort van de controller naar de wearables. Er zijn 5 verschillende modules. Alles kastjes daarvoor zijn hebben dezelfde afmetingen. Het enige dat er verschilt tussen de module kastjes zijn de bevestigpunten van de printplaat tot het kastje.



5.5.3 Wearables

Na het vaststellen van de eisen, de analyses en de soorten terugkoppeling te hebben vastgesteld kon er begonnen worden aan de prototypes. Aan het begin van deze fase zijn er 11 prototypes uitgekomen. Deze zullen hieronder per categorie behandeld worden, en verder in dit verslag zal er uitleg en onderbouwing gegeven worden over de wel en niet gekozen ontwerpen.

Het eerste prototype wat hiernaast te zien is gelokaliseerd op de hand, hiervoor zijn er verschillende mogelijkheden te zien. Een van de ontwerpen zit tussen duim en vingers en de andere gaat om de hand palm heen (onder de pink). Het idee hierbij was, dat de Parkinsonpatiënt zelf de locatie kon bepalen van de wearable. Hiermee kan je meerdere wensen van verschillende mensen vervullen en zal het gebruik aangenamer zijn. Voor ons ontwerp zou het wel lastig worden om bijvoorbeeld een trilmotor in een klein product te stoppen dus is dit idee voor nu aan de kant gelegd.



Niet alleen voor deze reden maar ook is dit geen goed ontwerp voor deze doelgroep, omdat veel mensen met Parkinson last hebben van tremor en hierdoor kan het lastig zijn om de wearable aan te doen en om te houden.

In de afbeeldingen hiernaast is een ontwerp te zien van een ketting, deze ketting zou boven en onder kleding gedragen kunnen worden en zou eventueel aangekleed kunnen worden met een foto, steentjes of een andere decoratie. De ketting is

makkelijk om te doen en zal niet snel gezien worden als een hulpmiddel. Hierdoor kan er minder schaamte zijn en kunnen mensen met Parkinson gemakkelijker gebruik maken van een hulpmiddel tijdens openbare gelegenheden.

De ketting zelf is voor nu niet uitgewerkt als gevolg van te weinig tijd. Wel is er nagedacht over het ontwerp en deze zou gemakkelijk gerealiseerd kunnen worden met behulp van het ontwerp van het horloge. Dit kastje kan met kleine aanpassingen zo gemaakt worden dat het als ketting gebruikt kan worden met een trilmotor erin.

De volgende prototypen zijn geplaatst in de onderste extremiteiten, zoals te zien in de afbeeldingen naast deze tekst.

Links in de afbeelding is een enkelband te zien. Deze zou werken aan de hand van een trilmotor. Deze zou ingebouwd zijn in de band. In de rechter afbeelding is een been band te zien, deze zou hetzelfde werken als de enkel band. De band zou op verschillende plekken van het been geplaatst kunnen worden, waardoor er meer verschillende wensen gerealiseerd kunnen worden.

De enkelband en beenband zijn voor nu niet verder uitgewerkt, dit heeft meerdere redenen, als eerst zou het lastig zijn met kleding en schoenen. Hoe wordt het omgedaan en voelen mensen het nog over de kleding heen? Zo niet zou de kleding eerst uit moeten en dit zijn allemaal extra handelingen die niet gewenst zijn. Ook is een enkelband vaak gelinkt aan slechte dingen en niet aan iets positiefs.

Een nek band of oor-device zijn ook kort uitgewerkt. Dit is gedaan in de eerste fase van de prototype ontwikkeling en zijn hierna niet verder opgepakt. Voor de nek band is er de keuze gemaakt om het niet te doen, omdat dit te dicht in de buurt zit van de halsslagader, dit zorgt ervoor dat er niet gewerkt kan worden met pulsen. Trillen zou mogelijk zijn, maar dit is erg onaangenaam. Verder is het een erg opvallend device, waardoor mensen schaamte kunnen krijgen en het hierdoor niet willen dragen in het openbaar.

Voor het oor device is er niet gekozen, omdat dit een te klein ontwerp is om onze onderdelen erin kwijt te kunnen. Ook zijn kleinere producten moeilijker universeel te maken.

Wel universeel is deze armband van elastiek, hierbij kan



de maat makkelijk aangepast worden en zo kunnen verschillende mensen met verschillende afmetingen deze zonder probleem om doen. Deze armband in de afbeelding hiernaast kan op verschillende plaatsen geplaatst worden en is door het elastiek makkelijk om te doen, ook voor mensen die last hebben van bijvoorbeeld trilling. Verder is dit een ontwerp dat goed aansluit op het gemaakte ontwerp van het trilmotor kastje. Deze zal in een van de volgende hoofdstukken aan bod komen.

De polsband was een van de eerste prototypes die bedacht is. Deze is in de linker afbeelding hiernaast te zien, deze is hierna verder ontwikkeld naar het horloge (te zien in de rechter afbeelding). Dit horloge is een modern en fijn ontwerp. In het horloge zit een trilmotor voor de feedback en deze kan zowel aan de binnen- en buitenkant van de pols gedragen worden.

De borstband is uitgewerkt na het interview, hierdoor zijn verschillende inzichten naar boven gekomen en dit was er een van. Voor deze band kan het uitgewerkte kastje van het horloge gebruikt worden. Deze kan aangesloten worden op de band en geplaatst worden waar gewild. Aan de voorkant op de borst of op de rug. Hierdoor is dit ontwerp geschikt voor meerdere mensen met andere wensen. De borstband is niet verder uitgewerkt, dit heeft voornamelijk te maken met de tijdsnood en het feit dat er geen onderdelen waren zoals de trilmotoren.

Het laatste prototype wat door deze groep is uitgewerkt is de handschoen. Deze is makkelijk om te doen, ook voor mensen met bijvoorbeeld tremor. Door gebruik van klittenband is het makkelijk op maat te maken. De handschoen zal verschillende plekken krijgen om een trilmotor in kwijt te kunnen, deze kan zelf gekozen worden door de gebruiker.



Zo is deze handschoen voor meerdere mensen met andere wensen te gebruiken en zonder grote aanpassingen kan het op maar gemaakt worden.

5.3.3.1 Overzicht wearables

Prototype	Feedback methode	Wel of niet verder uitgewerkt?	Waarom wel/niet uitgewerkt?
Handklem	Trillen	NIET	<i>Geen tijd gehad om deze uit te werken en zit niet fijn voor mensen met tremor.</i>
Ketting	Trillen/LED	NIET	<i>LED is toch minder zichtbaar dan gedacht. De trillingen zijn 50/50 te voelen aangezien de ketting niet 100% van de tijd tegen de borst aan gedrukt zit.</i>
Enkelband	Trillen	NIET	<i>De trillingen zijn minimaal en worden niet opgemerkt.</i>

Prototype	Feedback methode	Wel of niet verder uitgewerkt?	Waarom wel/niet uitgewerkt?
Beenband	Trillen	NIET	Ook hier zijn de trillingen minimaal en worden nauwelijks opgemerkt.
Nekband	Trillen	NIET	Trillingen in de nek zijn niet comfortabel of fijn.
Oordopje	Trillen/ge-luid	NIET	Geen tijd gehad om deze uit te werken. En moeilijk universeel te krijgen.
Armband	Trillen	NIET	Niet praktisch i.v.m. dat we het horloge al hebben. Hebben bijna dezelfde functies en plek op het lichaam.
Horloge	Trillen /LED	WEL	Het horloge is voor de trillingen perfect aangezien de pols gevoelig genoeg is, maar de trillingen daar niet vervelend zijn. Het ledje is hier ook goed zichtbaar.
Borstband	Trillen	NIET	Op de borst zijn de trillingen matig te voelen.
Hand-schoen	Trillen	WEL	Bij de handschoen hetzelfde verhaal als voor het horloge. De trillingen zijn goed te voelen en niet vervelend. Ook het ledje is goed zichtbaar.
TENSE plakkers	TENSE	WEL	Deze hebben verder geen aandacht nodig en zijn plug en play uit de verpakking te gebruiken.

5.3.3.1 Uitgewerkte wearables

Handschoen

Na het maken van het eerste prototype, is er gekeken naar een betere vormgeving. De handschoen moest namelijk goed aansluiten op de hand, niet lomp zijn en het moest makkelijk om te doen zijn. Er is gebruik gemaakt van een panty, hiermee is de vorm goed te zien en kon er besloten worden hoelang het ontwerp moest worden.

Hierna is er met schilder tape een mal gemaakt van de handschoen en hiermee is het eerste prototype gemaakt van stof. De blauwe handschoen, dit was een snelle opzet en nog niet perfect, maar hiermee kon wel een patroon gemaakt worden.

De handschoen is gemaakt door middel van een naipatroon. Deze is zelf ontwikkeld en is bijgevoegd in de bijlage. Door middel van het patroon was het gemakkelijk de handschoen meerdere keren hetzelfde te maken.

Er is voor gekozen om al sluiting klittenband te gebruiken. Dit is namelijk een gemakkelijke manier om de maat gemakkelijk aan te passen en het is makkelijk te gebruiken door iedereen.



Voor de testen is het van belang dat veel verschillende mensen de handschoen aan doen, dus moest het ontwerp sterk worden, hierdoor is ervoor gekozen om een sterke stof te gebruiken en geen kleine onderdelen toe te voegen zoals kleine knoopjes of ritzen die snel kapot kunnen gaan.

Voor de feedback is het voor het eindproduct de bedoeling dat de trilmotoren worden

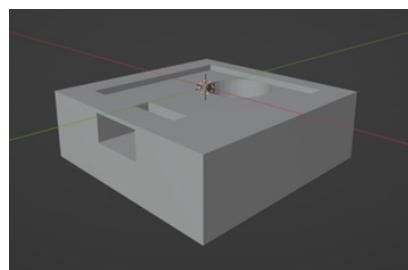
ingegebouwd in de handschoen, alleen voor de testen door de verpleegkundigen, is ervoor gekozen om nog geen vaste plek te kiezen. Hierdoor kunnen er tijdens de test verschillende locaties getest worden en kan er hierna besloten worden welke locatie het beste zou zijn voor de Parkinsonpatiënten.

Hieronder zijn verschillende afbeeldingen te zien van het uiteindelijk product. In het schetsboek zijn nog meer foto's te vinden van het ontwerp en het gebruik van de handschoen.



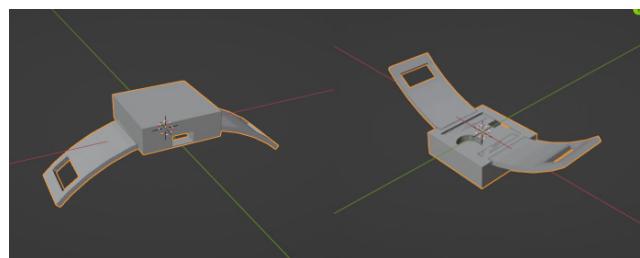
Horloge

Horloge: Foto's 1ste model van de trilcase voor het prototype



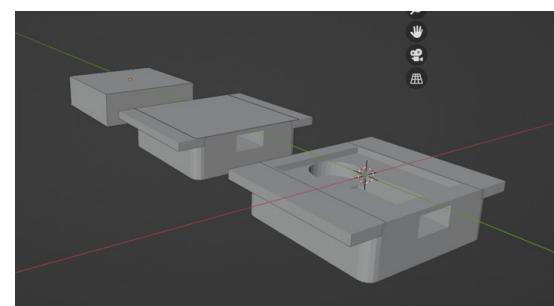
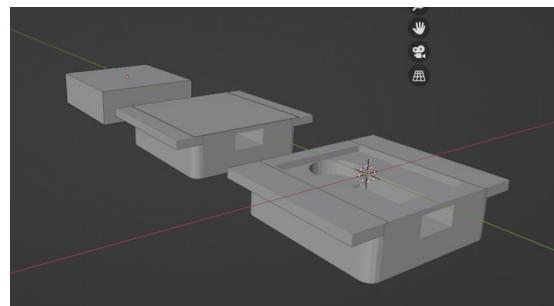
Het eerste prototype was het uitwerken van de trilcase. Hier moest een trilmotorje inpassen waarbij de draadjes netjes weggewerkt werden.

Horloge: Foto's 1e prototype trilmotor



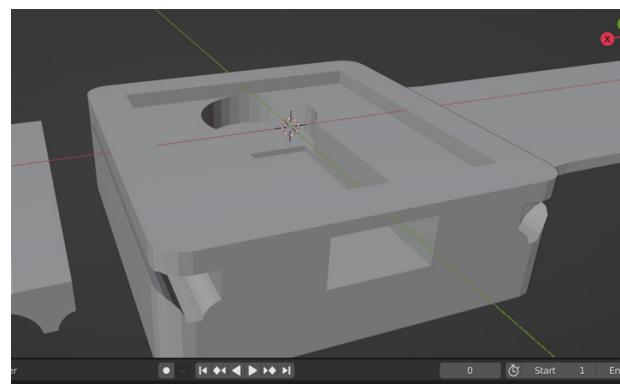
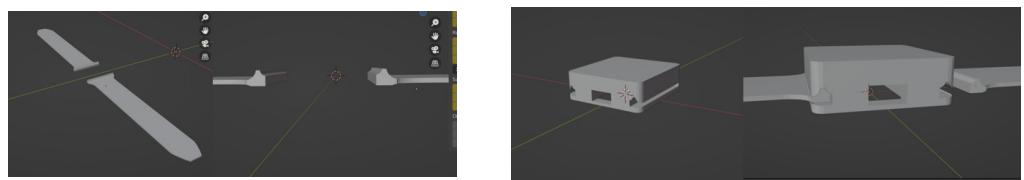
Bij het eerste horloge prototype werd er voor het eerst gebruikgemaakt van horlogebandjes. Deze kwamen aan de trilcase vast. Om hem te dragen zou er hier een klittenband doorheen moeten worden gehaald. Ook zat de trilmotor aan de onderkant zodat deze op de huid drukt.

Horloge: Foto's 2e prototype trilmotor



Hier was het idee van het vaste product af te raken. Zo kan er gezorgd worden dat de trilcase op verschillende plekken vastgemaakt kan worden (universeel) op het horloge, de handschoen, de enkelband, etc. Ook is er een combicase gemaakt waarbij er ook een ledje in kon. Dit was net wat gemakkelijker. Zo is het idee gekomen met het railsysteem.

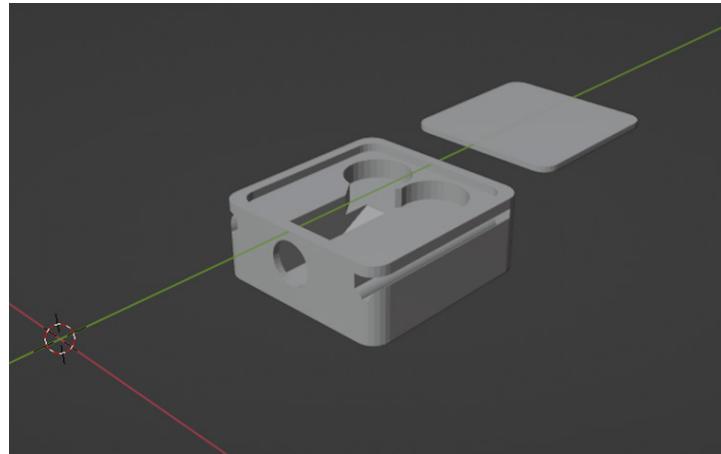
Horloge: Foto's 1ste officiële prototype trilmotor



Uiteindelijk is er toch weer naar een normaal horloge idee gegaan. Het vorige idee was te uitgebreid en overbodig voor het doel van het testen. De trilmotor en ledje

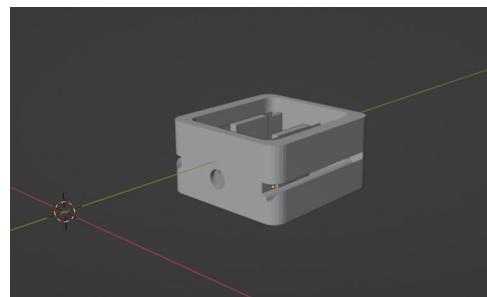
krijgen allebei een eigen case. Ook krijgen ze allebei de aansluiting voor de bandjes. De bandjes kunnen los en vastgemaakt worden doormiddel van het in elkaar schuiven. De reden dat deze bandjes los kunnen is dat er 2 of 3 maten gemaakt worden voor verschillende diktes polsen.

Horloge: Foto's 2e officiële prototype trilmotoren



Om meer sensatie te geven en een sterkere trilling is het model aangepast naar 2 trilmotoren. Ook kan er nu een ander patroon trillen, omdat de 2 trilmotoren los van elkaar aangestuurd kunnen worden. Het horloge idee is hetzelfde gebleven met de in -en uitschuif bandjes. Ook is er een opening gemaakt voor de kabel die naar de XLR-aansluiting gaat. De 2 trilmotoren worden aangesloten aan de kabel, Deze wordt aan de andere kant aangesloten aan de module.

Horloge: Foto's 1ste officiële prototype LED

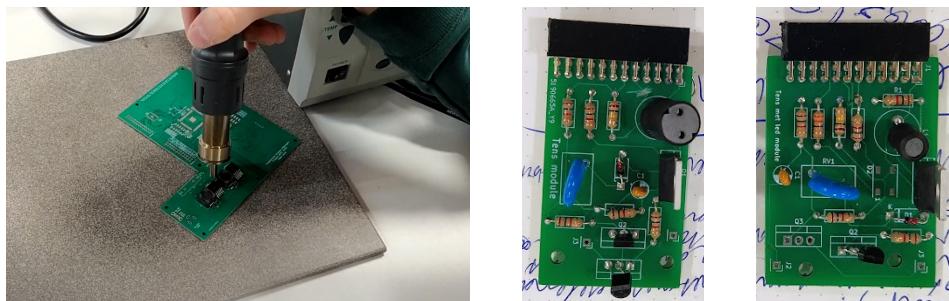


Met dezelfde case zoals die van de trilmotor maar dan iets hoger en uitgehouden is er een LED-case gemaakt. Hier passen 2 LED lampjes in en kunnen alle snoeren erin kwijt. Om het te dragen wordt hetzelfde armbandsysteem gebruikt zoals die van de trilmotoren case.

6. Realisatie

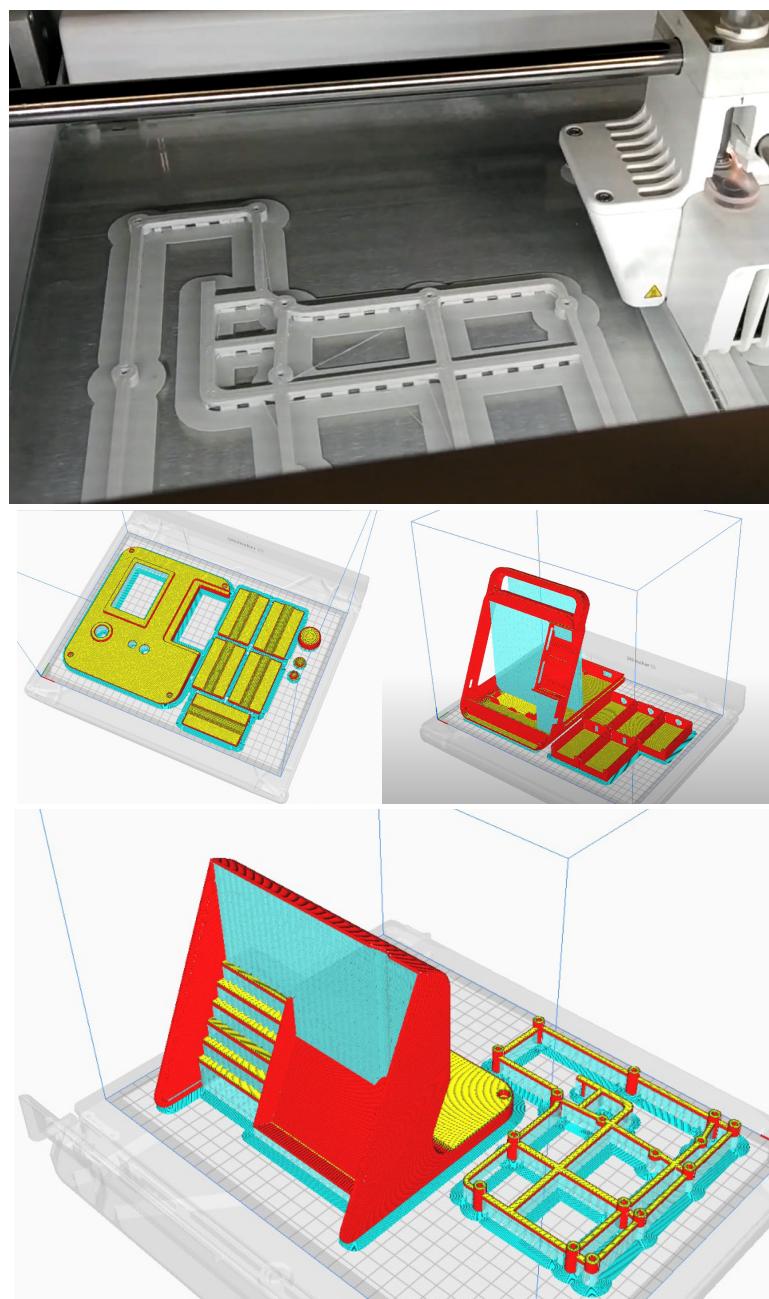
6.1 Solderen

De componenten die op de printplaat zijn ontworpen worden met een hete lucht kanon en een soldeer handmatig vastgesoldeerd. De plaat is wel op maat besteld.



6.2 3D-printen

De ontwerpen van het controller kastje uit Solid-Works zijn geëxporteerd naar STL-files. Zo kunnen ze gesliced worden voor de 3D-printer Ultimaker S5. Als doelstelling hadden wij om 5 kastjes te produceren maar dat werd niet meer haalbaar door de vakantie en het gebrek aan 3D-printers. Het tweede ontwerp van de controller is als wel gemaakt alleen toen werd er een paar verbeteringen geconcludeerd. In de komende tijd zal het uiteindelijke ontwerp geprint worden. In het hoofdstuk van de materiaal analyse is te lezen welke print materialen wij gebruiken.



6.1 Naaimachine

Voor het maken van de handschoenen is er gebruik gemaakt van een naaimachine. Hierbij is een patroon gemaakt voor de handschoen en deze zijn stap voor stap in elkaar gezet. Hieronder zal een beknopte uitleg gegeven worden van het in elkaar naaien van de handschoen.

Het patroon bestaat uit 3 lossen stukken (nr. 1 en 2 en de onderkant, O.K) deze stukken moeten los van elkaar geknipt worden. Het is van belang dat patroon nummer 1 en 2 dubbel geknipt worden met als vouwlijn de aangegeven kant waar fold staat. De onderkant is enkele stof.

Zodra alle stukken stof zijn uitgeknipt is het de bedoeling om eerst overal zomen te maken, dit kan los gedaan worden maar kan ook gecombineerd worden met de volgende stap. Voor de onderkant moeten er zomen inkomen en moet de stof in de lengte dubbel gevouwen worden. Voor nummer 1 en 2 is het slim om eerst de zomen erin te maken en daarna verder te gaan.

Patroon nr. 1 is voor op de hand en nr. 2 zal in de handpalm komen. Na het zomen is de volgende stap om nr. 1 en nr. 2 te verbinden, dit kan zo gedaan worden dat er geen buiten naden ontstaan. Alles moet binnenste buiten gedaan worden. Hierna kan de onderkant vastgemaakt worden. Deze zal alleen vast gemaakt worden aan patroon nr. 2

Zodra alle stukken aan elkaar zitten is de volgende stap om de sluiting te maken. Hiervoor is klittenband en D-sluitingen nodig. De klittenband kan vastgemaakt worden op de handschoen en doormiddel van zelfgemaakte lussen kunnen de D-ringen bevestigd worden aan de handschoen. Het klittenband wordt genaaid op patroon nr. 1 en de onderkant en de D-ringen komen aan patroon nr. 2 en de onderkant.

7. Afsluiting

6.1 Handleiding

In de bijlage zijn de storyboards te zien die illustreren hoe het product gebruikt moet worden. Ook is daar de volledige handleiding te vinden.

6.2 Aanbeveling

Om het project volledig af te ronden moet er in de toekomst nog meer wearables en controller kasten worden gerealiseerd.

8. Bijlagen

8.1 Analyses

8.1.1 Doelgroep

Parkinson in het kort

Bij de ziekte van Parkinson sterven langzaam zenuwcellen in de hersenen af. Deze zenuwcellen produceren de stof dopamine. Dopamine is een neurotransmitter en deze wordt gebruikt om in de hersenen communicatie tussen verschillende hersendelen goed te laten verlopen. Door het dopamine te kort worden signalen minder goed doorgegeven, en kunnen er 'haperingen' ontstaan.

De ziekte van Parkinson is de op een na meest voorkomende neurologische aandoening, alleen de ziekte van Alzheimer komt nog vaker voor. Naast Parkinson is er ook een minder bekende variant, namelijk Parkinsonisme. Parkinsonisme is een vorm waarbij hersencellen afsterven die dopamine ontvangen, en niet die dopamine produceren. Parkinsonisme is de verzamelnaam voor een combinatie van verschillende klachten die kenmerkend zijn bij de ziekte van Parkinson. Denk hierbij bijvoorbeeld aan stijve of bevende ledematen.

Symptomen en Beperkingen

Door een tekort aan dopamine zullen de spierbewegingen worden beïnvloedt, er ontstaan bewegingsproblemen zoals:

- *Langzaam en weinig bewegen*
- *Tremor*
- *Voorovergebogen lopen*
- *Stijve spieren*
- *Kleiner en slordiger schrijven*
- *Uitdrukkingsloos gezicht*
- *Moeite met slikken en spreken*
- *Verminderd balans*
- *Moeite om te starten of veranderen van beweging*
- *Afwijsend looppatroon*

Verder zijn er nog een heel aantal andere symptomen die komen kijken bij de ziekte van Parkinson. Naast de boven genoemde bewegingsproblemen zijn er ook automatische functies die beïnvloedt kunnen worden, denk hierbij aan:

- *Overmatige talgproductie*
- *Verhoogde speeksel aanmaak*
- *Overmatige transpiratie*
- *Obstipatie*
- *Urineverlies*

Naast de fysieke symptomen zijn er ook psychische problemen die een grote rol kunnen spelen in het dagelijks leven. Vermoeidheid en concentratieproblemen zijn de twee mildere vormen, maar er zijn ook mensen die dementie of zelfs psychose kunnen ervaren.

Spraak

Door het stijver worden van de spieren, kunnen mensen met Parkinson problemen met hun spraak ondervinden. Hierin wordt vooral het duidelijk en nauwkeurig spreken beïnvloed, de stem wordt zachter en er wordt minder duidelijk gesproken. Naast de stijvere spieren, heeft oom speeksel een invloed om het spreken. Voor mensen met Parkinson verloopt het slikken niet meer automatisch en hierdoor is er over het algemeen meer speeksel aanwezig in de mond. Hierdoor wordt spreken ook lastiger en onduidelijker.

Verder komen veel Parkinson patiënten moeilijker opgang met praten, dit komt door een combinatie van moeilijker bewegen en trager denken en hierop reageren. Dit, in combinatie met bovengenoemde symptomen zorgt ervoor dat mensen met Parkinson slechter verstaanbaar zijn en zich minder goed kunnen verwoorden. Naast de problemen met de spraak, zijn er ook symptomen die te maken hebben met de non-verbale signalen. Denk hierbij aan minder intonatie en een zwakke gezichtsuitdrukking, hierdoor kunnen mensen met Parkinson hun spraak minder ondersteunen of nadruk opleggen, en dit zorgt voor nog minder verstaanbaarheid.

Wensen en behoefte

Voor mensen die moeite hebben met hun spraak en hier hinder aan ondervinden zijn er uiteraard wensen en behoefte die zullen bijdragen aan een betere spraak vorming en hierdoor een betere verstaanbaarheid.

Mensen met Parkinson zouden graag een hulpmiddel willen die fijn zit en niet irriteert. Dit hulpmiddel moet helpen bij de spraak problemen en moet makkelijk in gebruik zijn. Door bijvoorbeeld tremor kan het lastig zijn om kleine sluitingen dicht te krijgen, dit zal voor ongemak zorgen en dit moet voorkomen worden. Daarom is het van belang dat er makkelijke systemen worden gebruikt die zelfstandig te doen zijn voor mensen met Parkinson.

Interview

Om de doelgroep beter te begrijpen en te leren kennen zijn wij in gesprek gegaan met een Parkinson verpleegkundige. In het interview hebben wij het gehad over de verschillende ziektebeelden, over bestaande hulpmiddelen en over het beroep van een Parkinson verpleegkundigen.

Uit het interview hebben wij een paar mooie dingen kunnen halen die gebruikt kunnen worden in het vervolg van het project. Aan het begin van het interview is er gesproken over de verschillende verschijnselen en de verschillende momenten van behandeling. Locatie, omgeving en mensen kunnen grote invloed hebben op de mate van symptomen. Hierbij kan spanning een rol spelen, maar ook kunnen mensen met Parkinson zich beter voor doen en hierdoor kan een ander beeld gecreëerd worden. Hieruit kan gehaald worden dat het belangrijk is om patiënten op hun gemak te stellen en zo te zorgen voor een zo goed mogelijk beeld.

Door de schaamte van sommige Parkinson patiënten, is het van belang dit mee te nemen in het ontwerp. Een ontwerp die niet veel opvalt of die juist heel mooi een gewild is, zou veel beter zijn dan een groot en lelijk ontwerp die je aan niemand wilt laten zien.

Tijdens het interview hebben wij onze ideeën voorgelegd, wij hebben het gehad over trillingen, pulsen en ook over de locaties. Tijdens dit gesprek hebben we het gehad over mogelijke locatie op het lichaam en hier zijn een paar leuke ideeën uit gekomen. Een polsband, borstband, handschoen of ketting. In deze ideeën moeten wij dan wel rekening houden met de verschillende symptomen, wensen en handelingen.

Naast de wearables hebben wij het ook gehad over het besturing apparaat en hierin kwamen niet specifieke eisen uit, wel is het belangrijk om het goed schoon te kunnen maken en het moet makkelijk zijn in gebruik. Hieronder zijn enkele vragen te vinden die wij gebruikt hebben tijdens het interview.

Interview vragen Parkinson verpleegkundige

1. *Wat is u beroep?*
2. *Wat doet een Parkinson verpleegkundige?*
3. *Wat voor ervaring heeft u met parkinsonpatiënten?*
4. *In welke setting ziet u deze mensen?*
5. *Ervaren mensen met Parkinson gevoelloosheid op ledematen?*
6. *In welke vorm zou terugkoppeling het beste werken bij mensen met Parkinson?*
7. *Wat is het grootste verschil tussen en vroeg en laat stadium van Parkinson?*
8. *Zijn er beperkingen die bij bijna iedereen verschijnen?*
9. *Zijn er beperkingen die heel zelden voorkomen maar wel belangrijk zijn om mee te nemen?*
10. *In welk lichaamsdeel vind de meeste hinder plaats?*
11. *Waar hebben mensen met Parkinson de meeste hulp bij nodig?*
12. *Zijn er nog extra gevolgen bij spraakverandering? Is er bijvoorbeeld veel schaamte wat ook een rol speelt?*
13. *Zijn er al trucjes die de spraak kunnen verbeteren?*

8.1.2 Stakeholders

In deze analyse zijn de belangen van alle betrokkenen in kaart gebracht. Het is gebeurt aan de hand van desk research en Expert interview.

Health Concept Labs

De opdracht wordt uitgevoerd onder Health Concept Labs. Dit is een overkoepelende project manager die verschillende projecten op het gebied van gezondheidszorg leidt. Deze projecten zijn multidisciplinair. Dit betekent dat studenten van verschillende opleidingen samen werken tijdens een project.

(Heuvel, 2022)

Ben Cox

Ben Cox is de begeleider en beoordelaar voor de IPO-studenten. Het is belangrijk

om goed duidelijk af te spreken wat er van ons verwacht wordt aan het eind van dit project en waar wij op beoordeeld zullen worden.

Rudie van den Heuvel

Rudie is de opdrachtgever voor dit project. Hij is dit project gestart omdat hij zelf Parkinson heeft. Door onderzoek te doen naar wat er mogelijk is op het gebied van sensoren en feedback wil hij de symptomen van Parkinson draagbaarder maken. Ook zit Rudie er aan te denken om te gaan promoveren op dit onderzoek.

(Heuvel, 2022)

Radboud UMC

Het Radboud UMC heeft een expertisecentrum dat gericht is op Parkinson. Er worden hier mensen geholpen en begeleid die aan de ziekte Parkinson leiden. Ook wordt er veel onderzoek gedaan naar hoe de levenskwaliteit verbeterd kan worden en hoe de ziekte afgeremd of gestopt kan worden.

(Radboud UMC, sd)

Logopedisten

Het te ontwerpen product kan thuis gebruikt worden. De patiënt hoeft dan niet elke keer langs te komen. De logopedist kan eventueel op afstand de patiënt monitoren.

De meest optimale behandelfrequentie is vier weken lang drie keer per week; waarna de therapie wordt afgebouwd.

(Tergooi MC, sd)

Parkinson patiënten

Het product dat ontworpen gaat worden is bedoeld voor mensen die aan de ziekte van Parkinson lijden. Zij zijn degene die profijt moeten gaan ondervinden van het ontwerp. Het is daarom erg belangrijk om deze groep mensen te begrijpen en te onderzoeken.

Verzorgers

De verzorgers van de Parkinson patienten zullen in sommige gevallen degene zijn die de sensoren en actuatoren op de patient gaan plaatsen. Zij over het algemeen weinig technische achtergrond, dus moet het product niet te ingewikkeld worden.

(Heuvel, 2022)

Hieronder is een grafisch overzicht van de verschillende stakeholders en de invloeden het belang dat zij hebben bij dit project. Het is belangrijk dit in ons achterhoofd te houden wanneer er ontwerpkeuzes gemaakt moeten worden.



8.1.3 Wet- en regelgeving

In deze analyse gaan we kijken welke regelgeving er geldt voor het uitvoeren van klinisch onderzoek (onderzoek met mensen), Keuring van de wearable en categorie van de keuring/certificatie. Ook zal er gekeken worden naar de ethiek.

Deze analyse word uitgevoerd door in te lezen in de Wet- en Regelgeving voor klinisch onderzoek (WMO: Wet medisch-wetenschappelijk onderzoek) met mensen. Ook zal er gekeken worden naar wat de regelgeving is voor producten die worden gebruikt met medische doeleinden.

WMO:

Wetenschappelijk onderzoek met mensen valt onder de Wet medisch-wetenschappelijk onderzoek met mensen (WMO) als er sprake is van medisch wetenschappelijk onderzoek waar personen aan handelingen worden onderworpen of hen gedragsregels worden opgelegd. Wanneer een onderzoek onder de WMO valt zal deze door een erkende METC of de CCMO getoetst worden.

- *METC: Medisch Ethische Toetsing Commissie*
- *CCMO: Centrale Commissie Mens gebonden Onderzoek*

Onderdelen WMO-plichtig onderzoek

- *Toestemmingsprocedure (informed consent)*
- *Bewaren van essentiële documenten en inzage in medische gegevens proefpersonen*
- *Bijzondere persoonsgegevens, gegevensbescherming (AVG) en klinisch onderzoek*
- *Openbaar maken resultaten klinisch onderzoek*
Betrokken partijen bij klinisch onderzoek met mensen:
- *Verrichter: Sponsor/opdrachtgever*
- *Uitvoerder: De onderzoeker en personen betrokken bij het uitvoeren van het onderzoek zoals een specialist of huisarts.*
- *Derde partijen: Deze kunnen worden ingehuurd door de verrichter. Hieronder vallen onder andere contract research organisaties (CRO's), apotheken, laboratoria, etc.*
- *Proefpersonen: een deelnemer aan een klinisch onderzoek*

Ons onderzoek plichtig?

Onderzoeken die onder de WMO vallen moeten altijd vooraf getoetst worden door een erkende METC of CCMO. Om te checken of ons onderzoek hieronder valt kijken we naar 2 punten:

- *Is er sprake van een medisch wetenschappelijk onderzoek én*
- *Personen worden aan handelingen onderworpen of hen worden gedragsregels opgelegd*

Toch is het in sommige gevallen lastig om te bepalen waaronder een onderzoek valt. De CCMO heeft de volgende definitie geformuleerd:

'Medisch-wetenschappelijk onderzoek is onderzoek dat als doel heeft het

'beantwoorden van een vraag op het gebied van ziekte en gezondheid (etiologie, pathogenese, verschijnselen/symptomen, diagnose, preventie, uitkomst of behandeling van ziekte), door het op systematische wijze vergaren en bestuderen van gegevens. Het onderzoek beoogt bij te dragen aan medische kennis die ook geldend is voor populaties buiten de directe onderzoekspopulatie.'

(Kennisbank, 2021)

In praktijk valt onderzoek met mensen alleen onder de wet als er op de een of andere manier inbreuk wordt gemaakt op de lichamelijke en/of psychische integriteit van de proefpersoon.

Dit is bij ons niet het geval wanneer wij een wearable maken voor spraaktraining van Parkinson.

Maar wanneer we kijken naar eerdere ondervindingen zien we dat er ook sprake is van WMO zodra personen aan een handeling worden onderworpen of hen gedragsregels worden opgelegd. Dit valt wel onder ons onderzoek. Wij zullen de proefpersonen onderwerpen aan een handeling om een training te doen en te kijken of het helpt, de feedback fijn is, etc. Er is dus een twijfelgeval.

Bevindingen medische classificatie hulpmiddelen:

Volgens de Verordening Medische Hulpmiddelen zijn alle medische hulpmiddelen verplicht om van een CE keurmerk voorzien te zijn. Hiermee kan de fabrikant aantonen dat het product veilig is en voldoet aan de eisen.

Medische hulpmiddelen kunnen onderverdeeld worden in vier categorieën, van het laagste naar het hoogste risico: I*, IIa, IIb en III. Hoe hoger het risico voor de gebruiker, hoe hoger de categorie. Hierbij zal er dus meer tijd, aandacht, controle en meer eisen aan een product worden besteed zodra deze in een hogere categorie valt.

Klasse I*

Bij klasse I producten kunt u denken aan stethoscopen, tilliften, verband en pleisters. Deze producten vormen een relatief laag risico voor de patiënt, tenzij het gaat om een steriel klasse I-hulpmiddel of een hulpmiddel met een meetfunctie.

* Klasse I hulpmiddelen worden verder onderverdeeld in steriele hulpmiddelen (Is), hulpmiddelen met een meetfunctie (Im) of herbruikbare chirurgische instrument (Ir). Deze hulpmiddelen bevinden zich tussen laag en middelgroot risico in *

Klasse IIa & IIb

Voorbeelden van klasse IIa producten zijn injectienaalden, gehoorapparaten of contactlenzen. Bij klasse IIb producten kunt u denken aan anesthesieapparaten of een bloedtransfusiezak.

Klasse III

Medische hulpmiddelen in klasse III zijn producten die rechtstreeks in contact komen met het lichaam en het centrale zenuwstelsel, het hart en de centrale bloedsomloop. Omdat dit medische hulpmiddelen zijn die een specifiek probleem bij het hart of de centrale bloedsomloop nagaan, opsporen, in de gaten houden of herstellen vallen deze producten onder risico klasse III. Daarnaast behoren deze producten in deze

hoogste categorie omdat ze rechtstreeks in contact komen met bovengenoemde lichaamsdelen.

Bij klasse III producten kunt u denken aan hartkatheters en spiraaltjes, maar ook borstimplantaten en actieve implanteerbare medische hulpmiddelen en bijbehorende accessoires van deze implanteerbare hulpmiddelen.

Waaronder valt ons product?:

Ons product zal onder klasse I^m vallen. Het is geen chirurgisch instrument (Lr) of richting de gehoorapparaten/ injectienaalden etc. (I^{lb}). Het komt eerder in de buurt van de medische producten met een meetfunctie.

Bevindingen Ethisiek

Iedereen heeft zijn eigen waarden. Wanneer verschillende waarden botsen, spreken we van een ethisch dilemma. Evenzo zijn er enkele ethische dilemma's van patiënt tot product. Parkinsonpatiënten willen allemaal graag van hun aandoening af, maar dat is helaas niet mogelijk. Er zijn een aantal symptomen zoals, spraakproblemen, trillen of slikproblemen. Voor dit project focussen we op de spraakproblemen waarbij ze last hebben van een vermindering van het spraakvolume en de articulatie.

Ethische vraag

Hoe ver kunnen we de autonomie vergroten versus de gezondheid verbeteren bij het ontwerpen van het product?

(Rijksoverheid, 2022)

(ccmo, 2022)

(igj, 2021 en 2022)

8.1.4 Markt

In deze analyse word gekeken naar de huidige wearables die op de markt te koop zijn. Hieruit word inspiratie gehaald voor de prototypes.

Op Pinterest is een bord gemaakt met veel medische apparaten en met draagbare producten. In het verslag is de verzameling van afbeeldingen en bronnen samengevat (IPO'ers, n.d.)

Band om de been

Dit zijn banden die constant gedragen wordt door de gebruiker. Het geeft de gebruiker signalen wanneer het tijd is voor een pauze. Zo kan de gebruiker blessures voorkomen.



Band om de arm

Hier staan verschillende armbanden om de pols en/of om de bovenarm.



Koptelefoon

Deze koptelefoon is een all-in-one device omdat het in de buurt van de mond is. Hier kan de microfoon die de gesprekken meeluistert worden ingebouwd. Daarnaast ook de componenten die feedback leveren wanneer de gebruiker Parkinson symptomen vertoont.



Ketting

Een ketting met een elektronisch ingebouwd meetsysteem wat eenvoudig te plaatsen is.



Klem in de handpalm

Dit ontwerp is door de vorige groep gebruikt als inspiratie voor hun prototype. Dit is heet voor voordelen omdat het makkelijk te plaatsen is. Ook is de feedback goed te voelen omdat de handpalm een zeer gevoelige plek is.



Clipje

Het clipje is een compact product dat de gebruiker kan plaatsen waar hij/zij ook wil. Wanneer het tijdens de training irriteert dan is het eenvoudig te verplaatsen van de kraag naar de broekzak bijvoorbeeld. Wel is het een klein product dus de productiekosten gaan daardoor omhoog omdat alles microscopisch niveau moet worden uitgewerkt. Ook de batterijduur gaat naar beneden. Maar dat zal voor ons product niet enorm veel baten omdat onze training maar 10-30 min. duurt.



Plakstrip

Dit is een strip met elektrische componenten die je zo op de plek naar wens op de huid kunt plakken. Zo heeft de gebruiker veel vrijheid in het gebruik. Wel moet het product na verloop van tijd worden vervangen.



Op de schouder

In de onderstaande afbeeldingen zijn draagbare producten te zien die op de schouderbladen zijn geplakt.



Op de borst:

In de onderstaande afbeeldingen zijn draagbare producten te zien die op de borstkast zijn geplakt.



8.1.5 Materiaal

Bij de keuze van het materiaal voor het feedback apparaat zijn er een paar randvoorwaarden waar aan moeten worden gehouden. Daarom is er nu onderzoek gedaan naar de materiaaleisen van producten die in het ziekenhuis worden gebruikt.

In deze analyse zijn verschillende artikelen gelezen die de regels in ziekenhuizen goed omschrijft. Daarnaast is er onderzoek gedaan naar het materiaal dat we gaan gebruiken voor de prototypes.

Het product moet na gebruik goed schoongemaakt kunnen worden met de gebruikelijke reinigings- en ontsmettingsproducten die worden gebruikt door zusters en verzorgers. Ook moet het materiaal antibacterieel zijn tegen mogelijke infecties. Het materiaal moet ook latexvrij zijn van preventie van latexallergieën.

(Frank Van Laer, 2022)

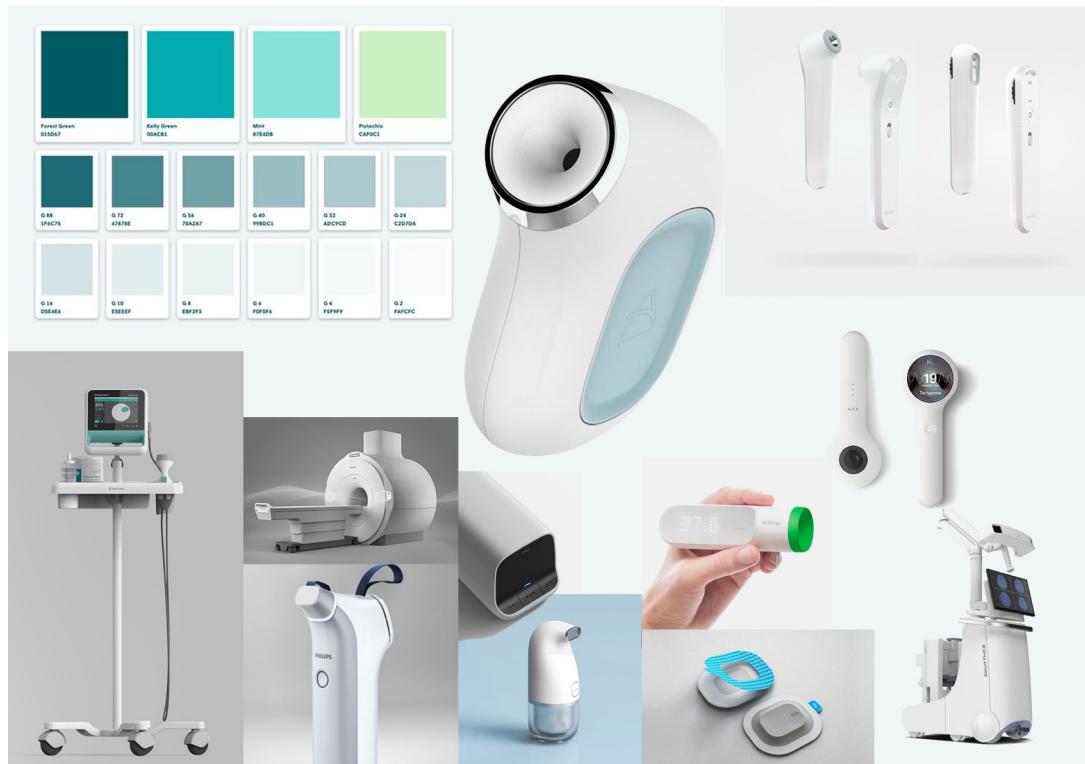
De bovenstaande criteria is erg kritisch bij de keuze van het uiteindelijke materiaal. Vaak geldt de prijs ook zwaar mee bij het besluit, alleen dat is in het geval van dit project niet het geval. Voor de prototypes die worden gebouwd zal de 3d-printer worden gebruikt. De vorige groepen hebben het 3d-print materiaal PLA gekozen omdat dit goedkoop en eenvoudig te printen is. Voor het eindproduct wilden ze Polycarbonaat (PC) gebruiken.

(S3 project, 2021)

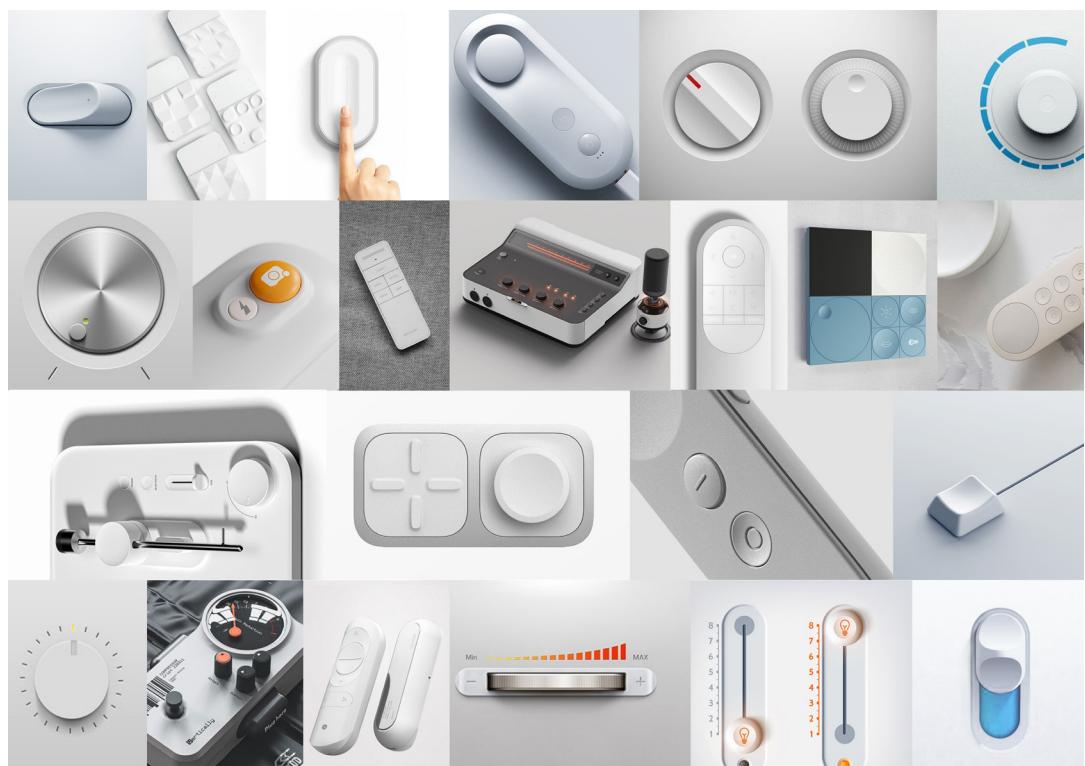


8.1.6 Trend

Moodboard 1



Moodboard 2



Moodboard 3



8.1.7 Product

Actuatoren

Transcutane elektrische neurostimulatie (TENS)

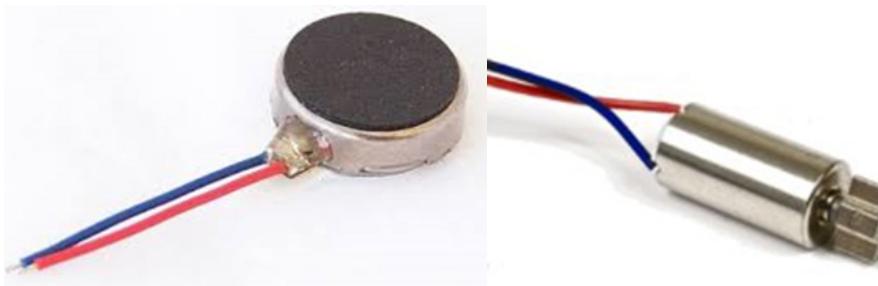
Bij TENS therapie worden elektrode-pads op het lichaam geplakt voor stimulatie van de spieren. TENS apparaten leveren zachte en veilige elektrische stroomjes via de plakkers.



(Zorgelooslijf, sd)

Vibratie

Een andere manier van feedback geven aan de patiënt kan gedaan worden door middel van vibratie. Dit kan bereikt worden met vibratie motoren. Deze motoren zouden op het lichaam geplaatst kunnen worden. Wanneer de patiënt bewust moet worden van zijn spraak dan begint de motor te trillen.



(Store, 2022)

Licht

Er kan ook licht gebruikt worden voor feedback. Er zijn hier verschillende mogelijkheden: een lampje alleen aan en uit laten gaan of een met meerdere kleuren gebruiken voor verschillende soorten feedback.



(Conrad, 2022)

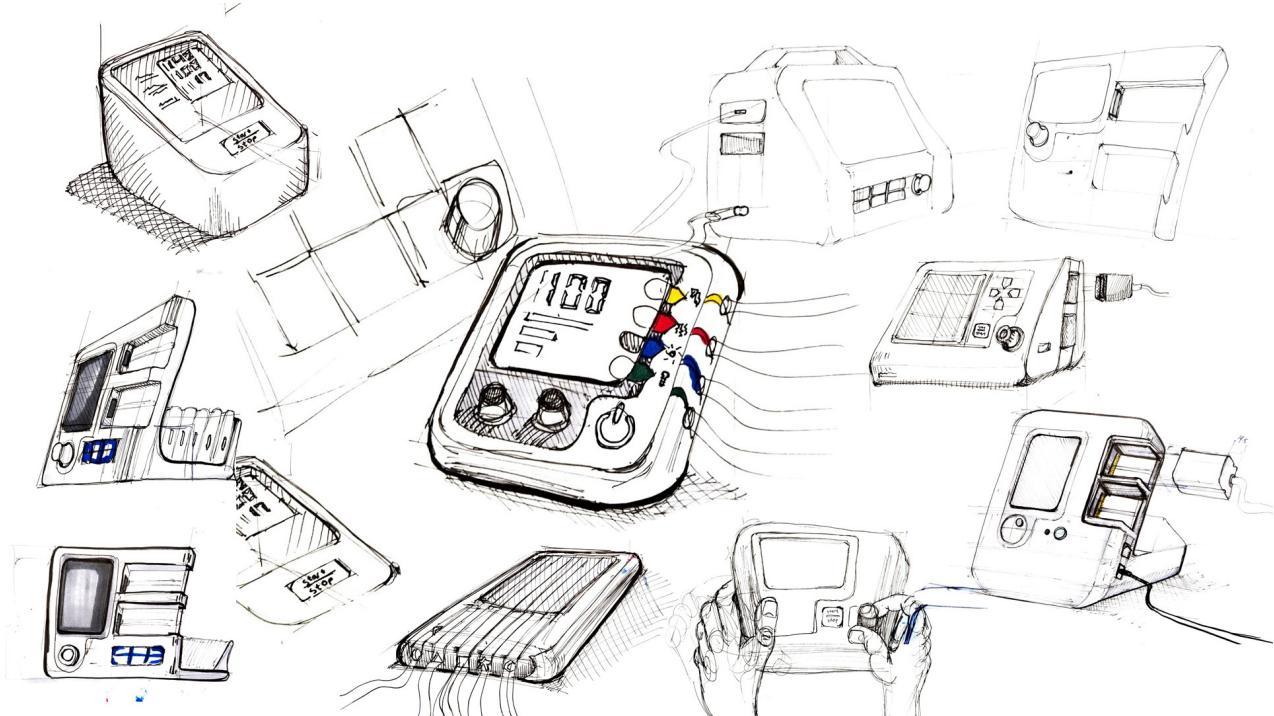
Warmte/kou

De vorige groep die dit project heeft gedraaid heeft gekeken naar feedback doormiddel van een temperatuur element. Dit kan opwarmen en afkoelen. Het warmte element kost alleen veel stroom om op te warmen. Dit is niet haalbaar op een draagbare accu. Vandaar dat er hier niet verder naar wordt gekeken.

Veeg beweging

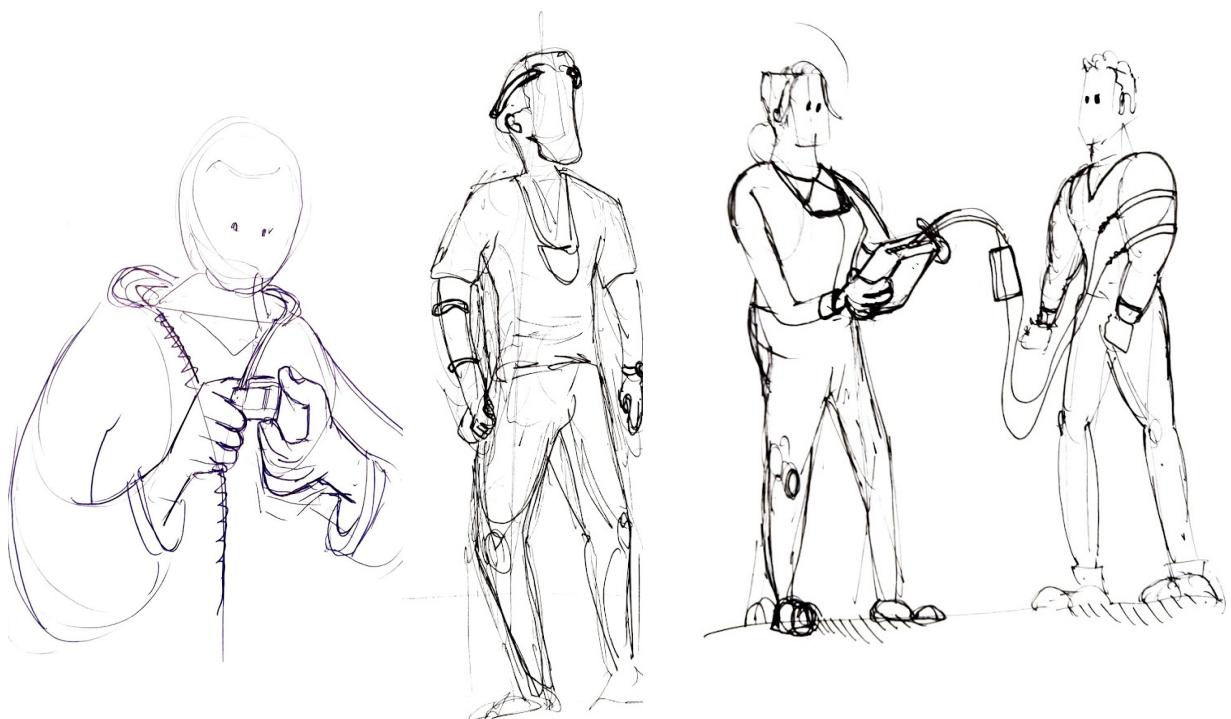
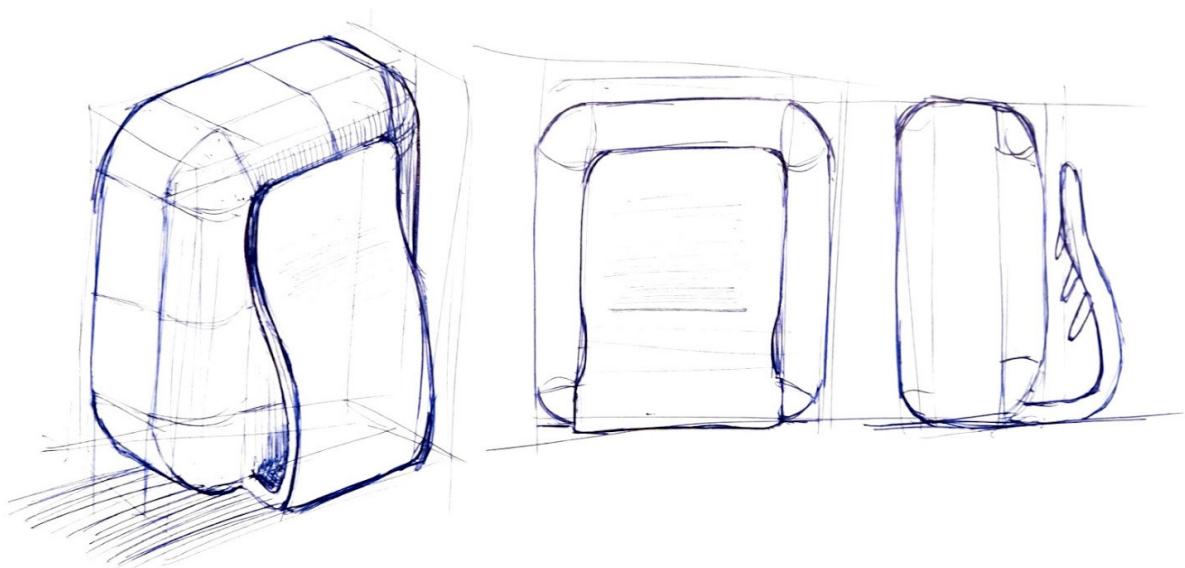
Een andere manier van feedback die ontdekt is, is het gebruik van een voorwerp dat tegen de huid van de patiënt aanveegt. Dit kan gedaan worden met behulp van een kleine motor met daaraan soort lint of strook die langs de huid gaat. Het probleem hiermee is dat het lastig is om dit compact en draagbaar te maken. Daarom wordt deze methode voor nu achterwege gelaten.

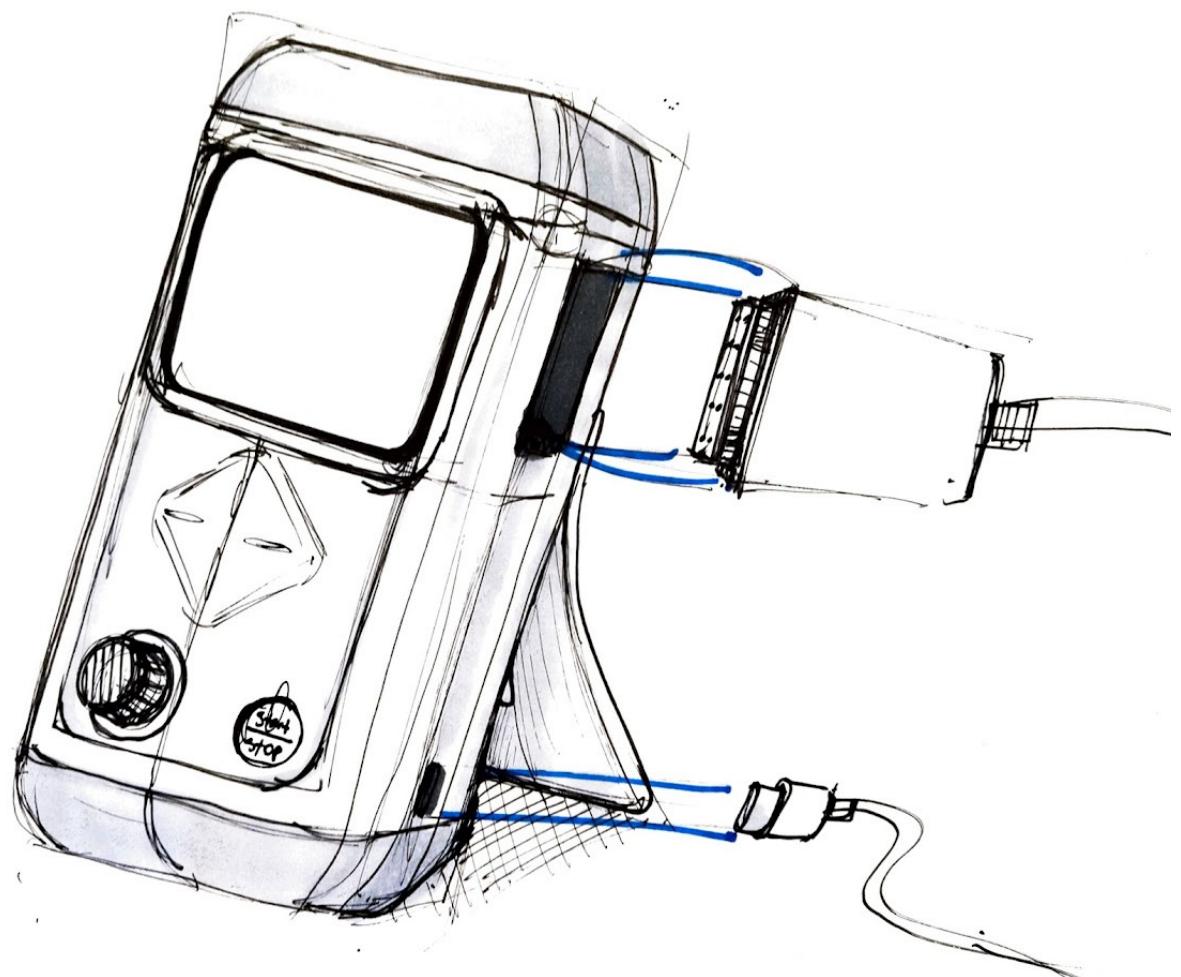
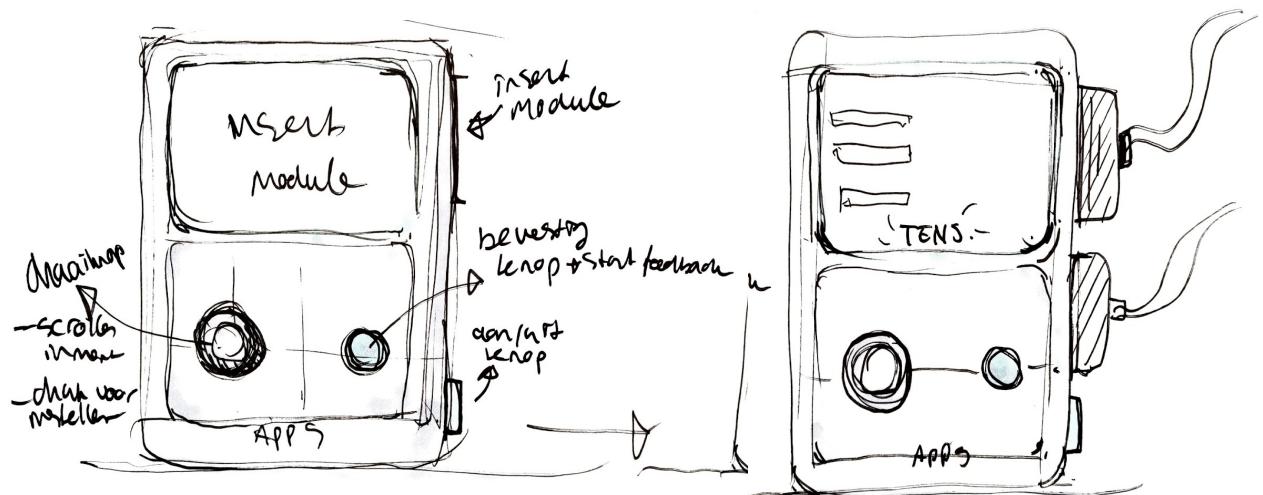
8.2 Schetsboek

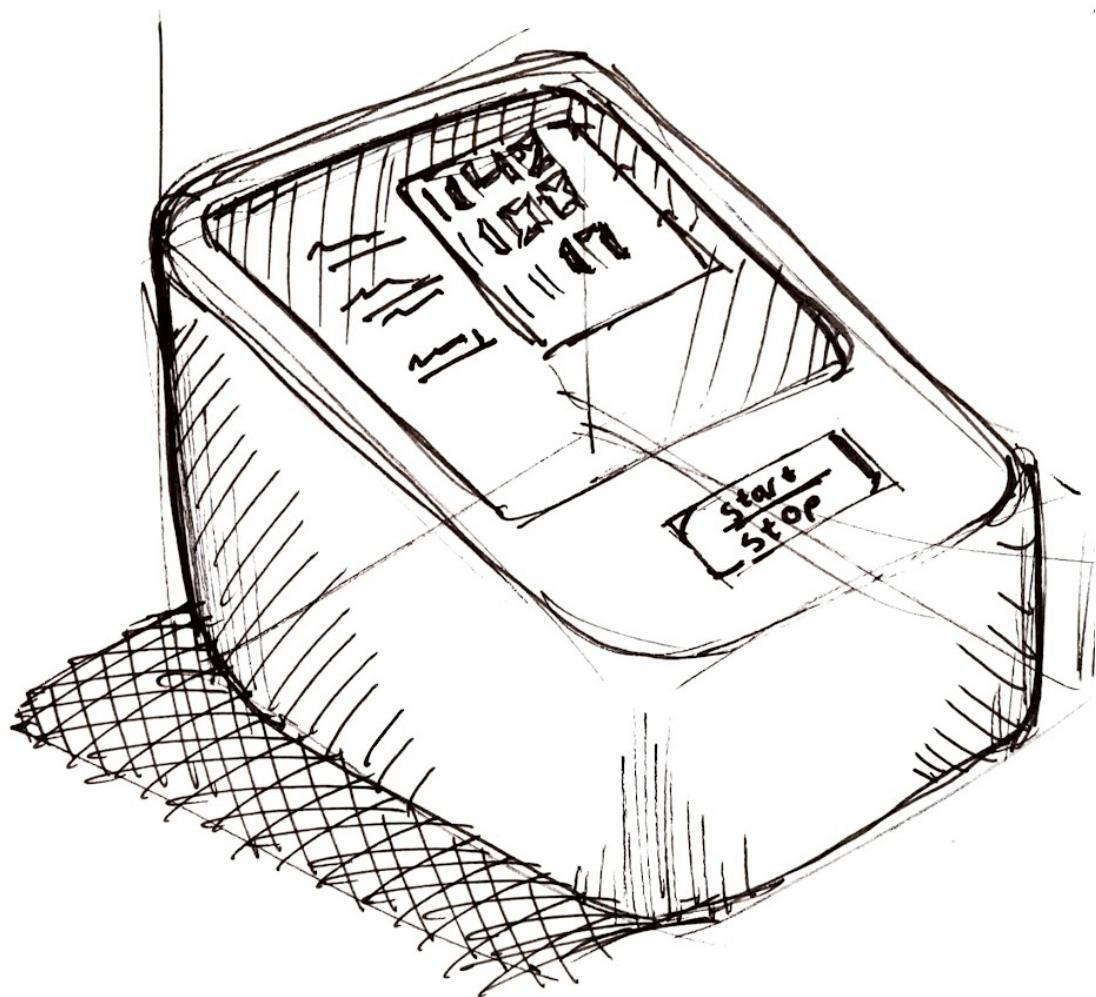
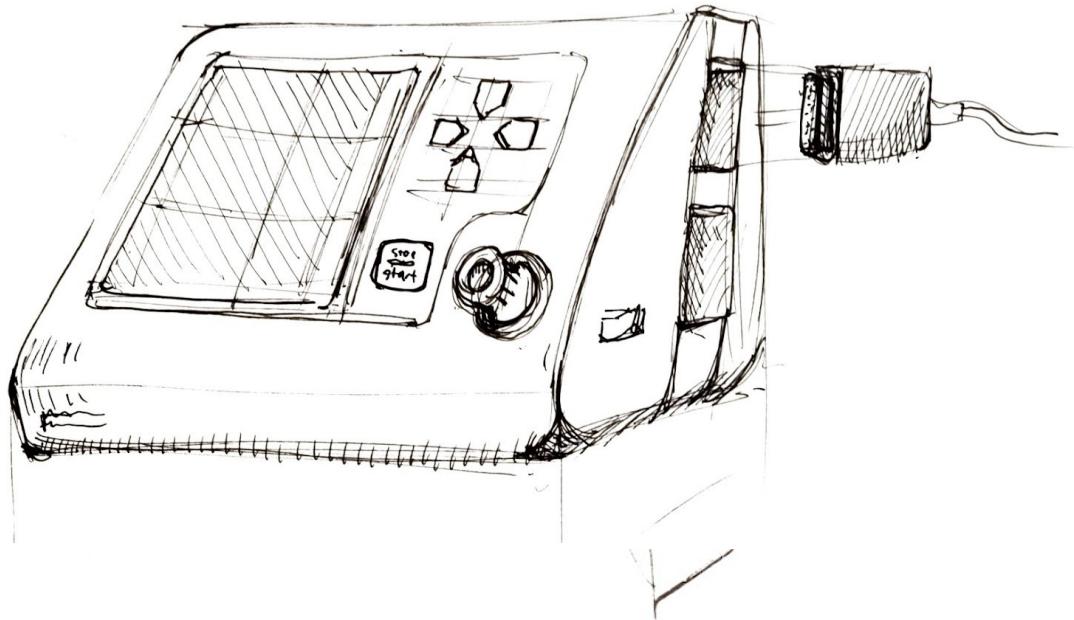


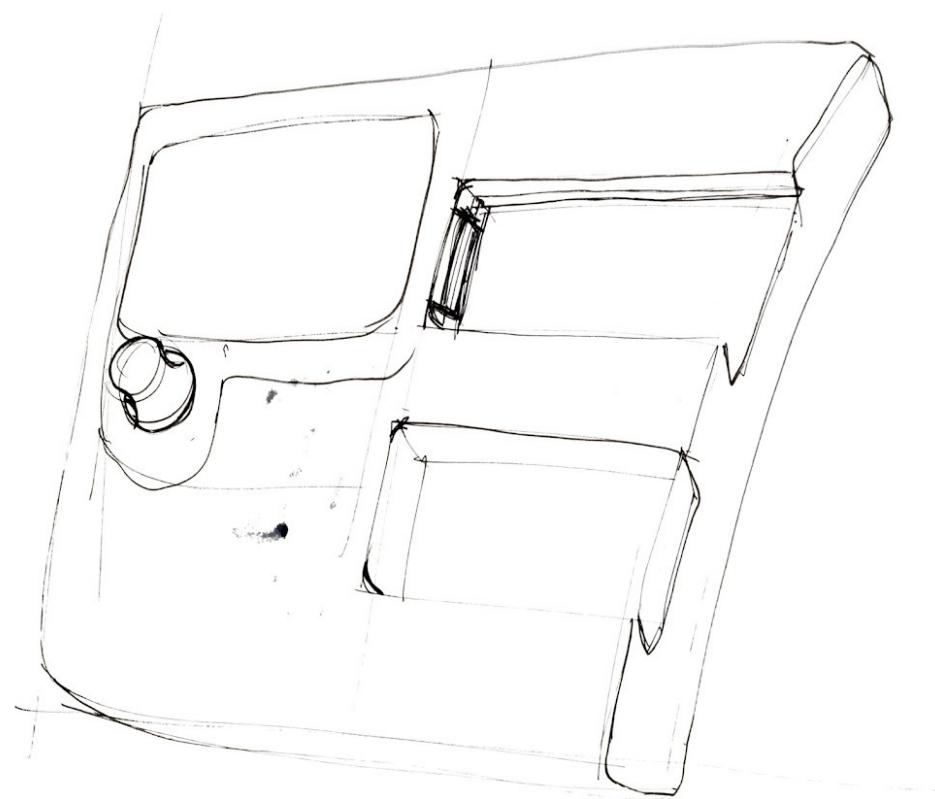
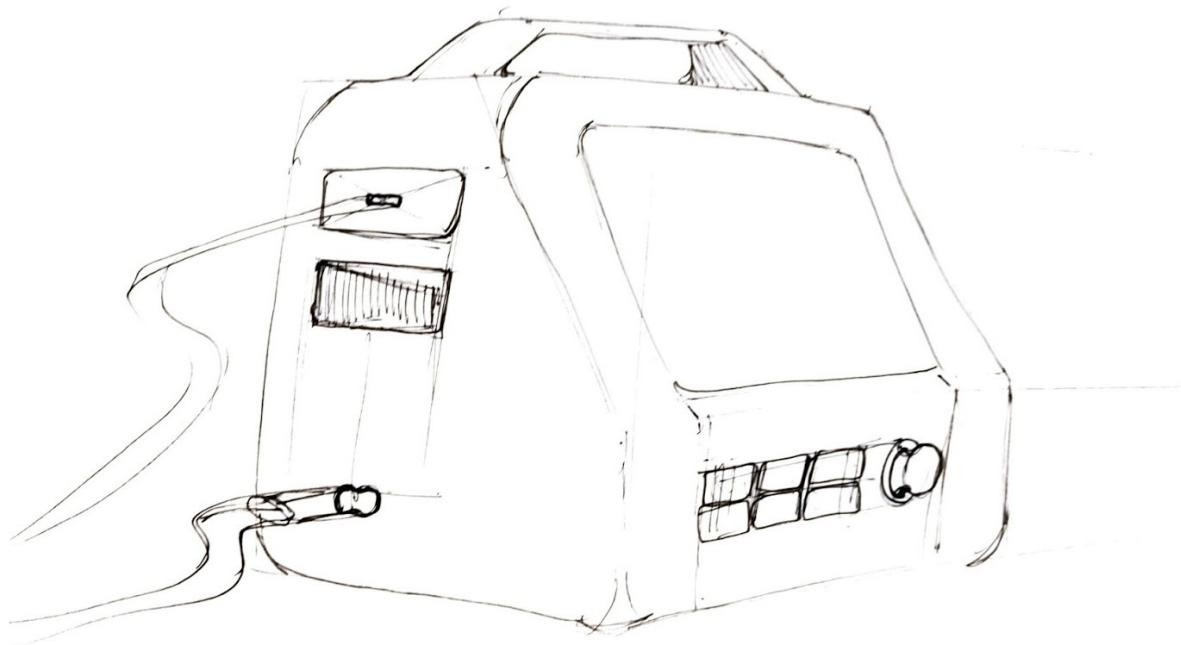
Storyboard.

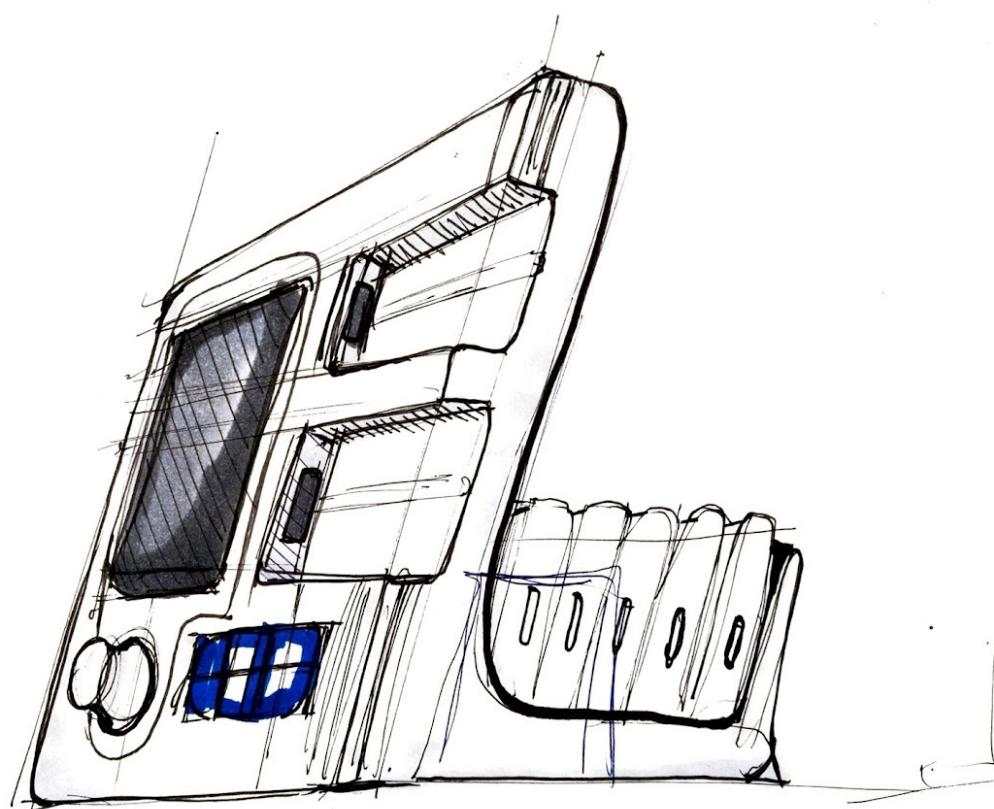
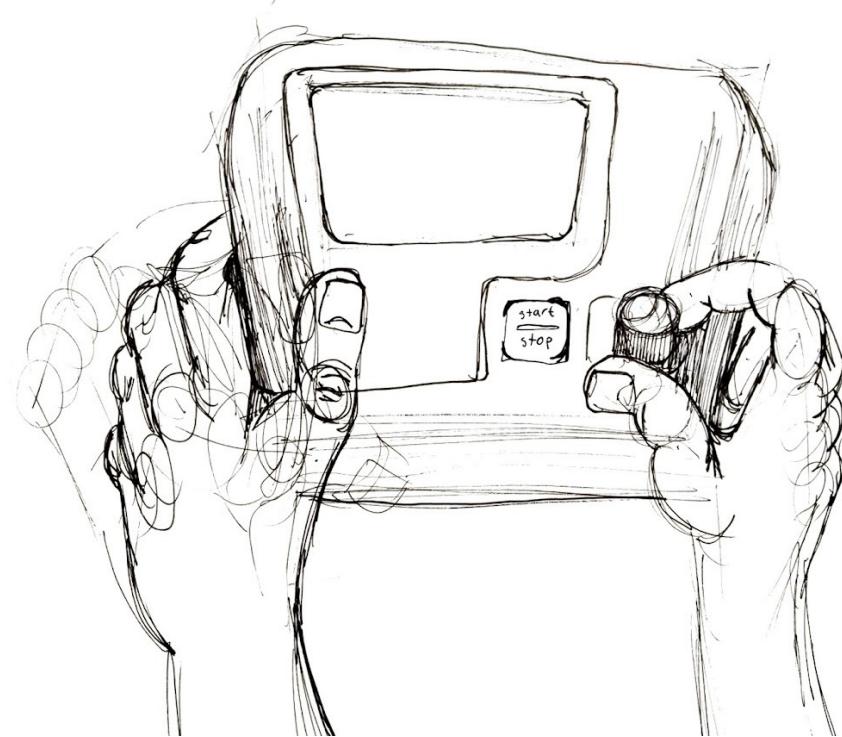


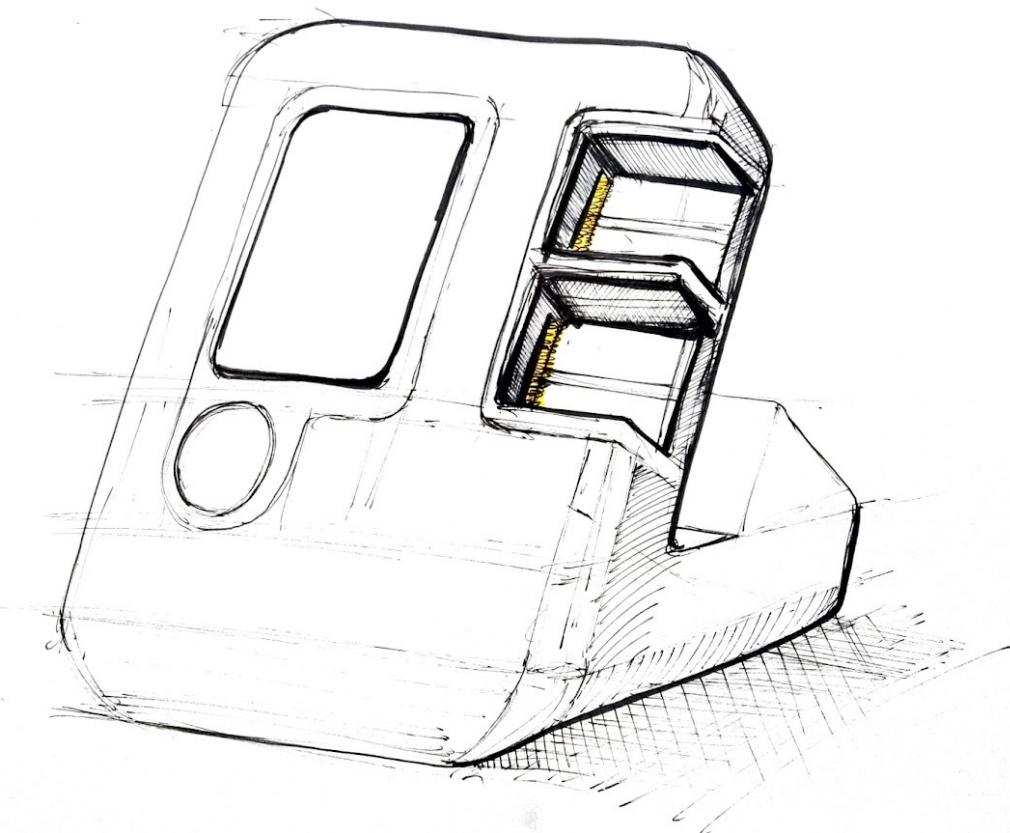
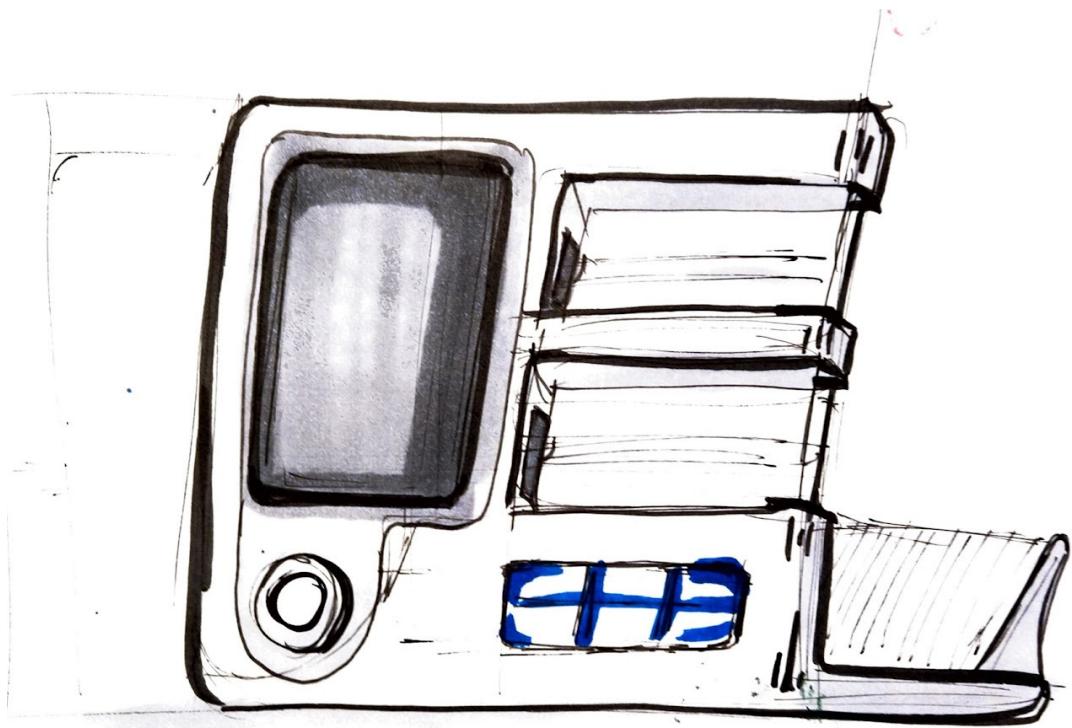






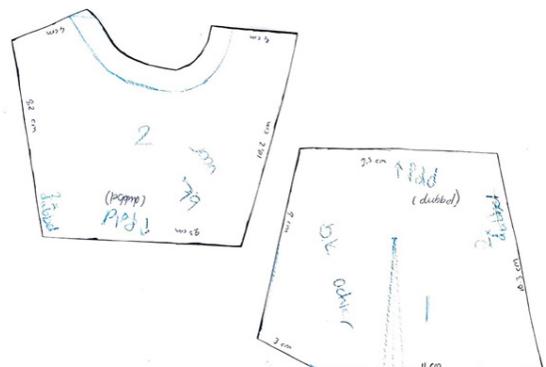
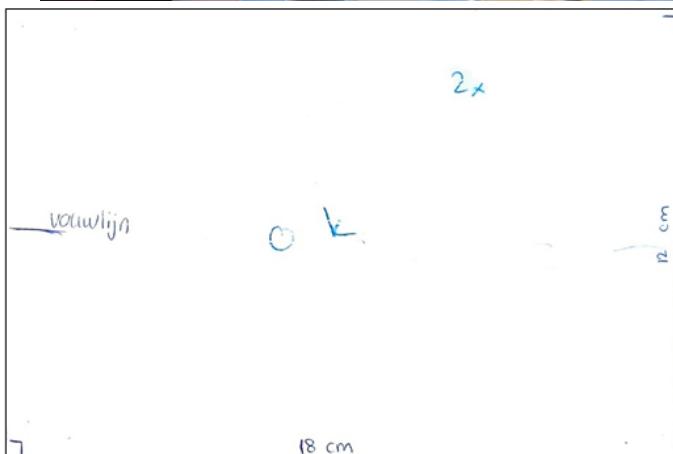






8.3 Handschoen

Handschoen ontwikkeling/patroon/eindproduct



8.4 Posters

Activating Parkinson Patients with Sensors



Wearables

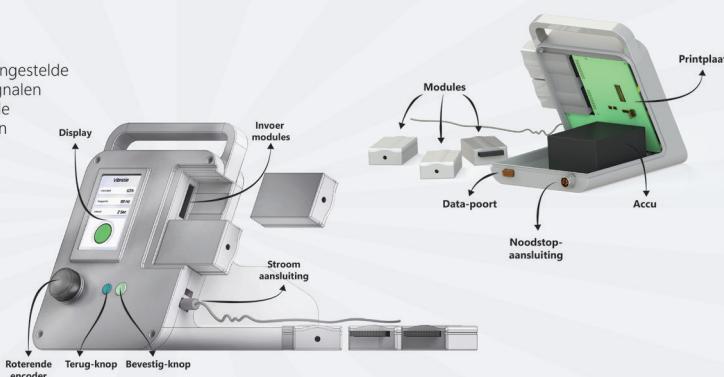
Door van sensoren en actuatoren met het draagbare apparaat, dat er onduidelijke en te laag wordt **gepraat of gemompeld**. Dit is een veelvoorkomend symptoom van Parkinson, dat dit medisch apparaat kan voorkomen of verhelpen! Er zijn verschillende **draagbare accessoires** ontwikkeld die een aangename en waarneembare terugkoppeling kunnen geven wanneer de spraak van een Parkinson patient verslechterd. De patiënt heeft zelf de vrijheid in de keuze van de plaatsing en de werking van het feedback-device.

Het kan worden geplaatst als een:

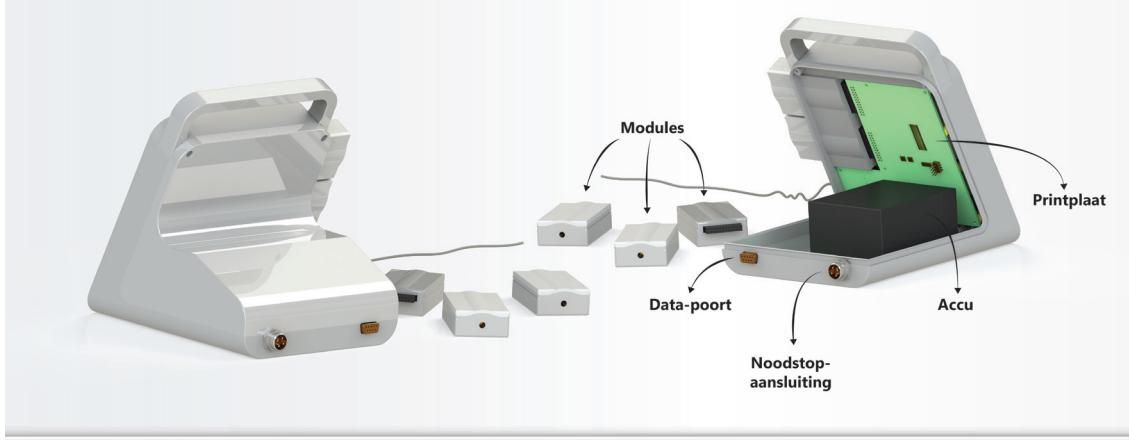
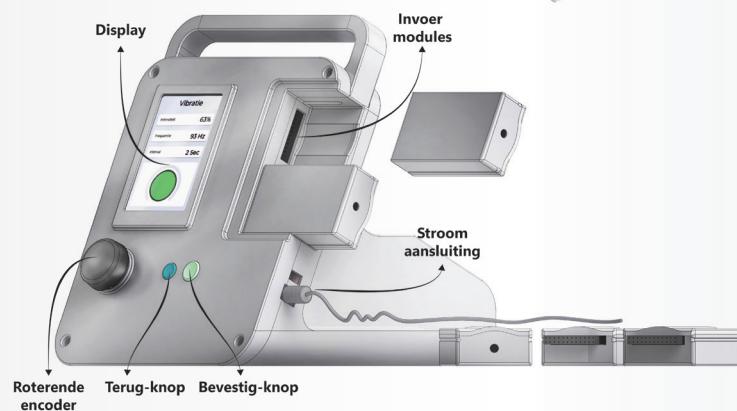
- Oordopje
- Clipje
- Klem in de handpalm
- Ketting
- Band om de arm, been, enkel of pols
- Plakstrip

Controller

Met de controller zal aan de hand van ingestelde gegevens van de gebruiker de juiste signalen genereren op de ingangspoorten van de modules. De modules zullen de signalen vervolgens omzetten in de gewenste terugkoppelmethode. De **intensiteit, frequentie** en de **interval** van de feedback kan worden aangepast met behulp van een draaiknop, fysieke drukknoppen en een scherm. Als alles goed en naar wens van de patiënt is ingesteld kan de feedback worden aangezet door de bevestig-knop. Via deze knop kan het ook weer worden uitgezet.



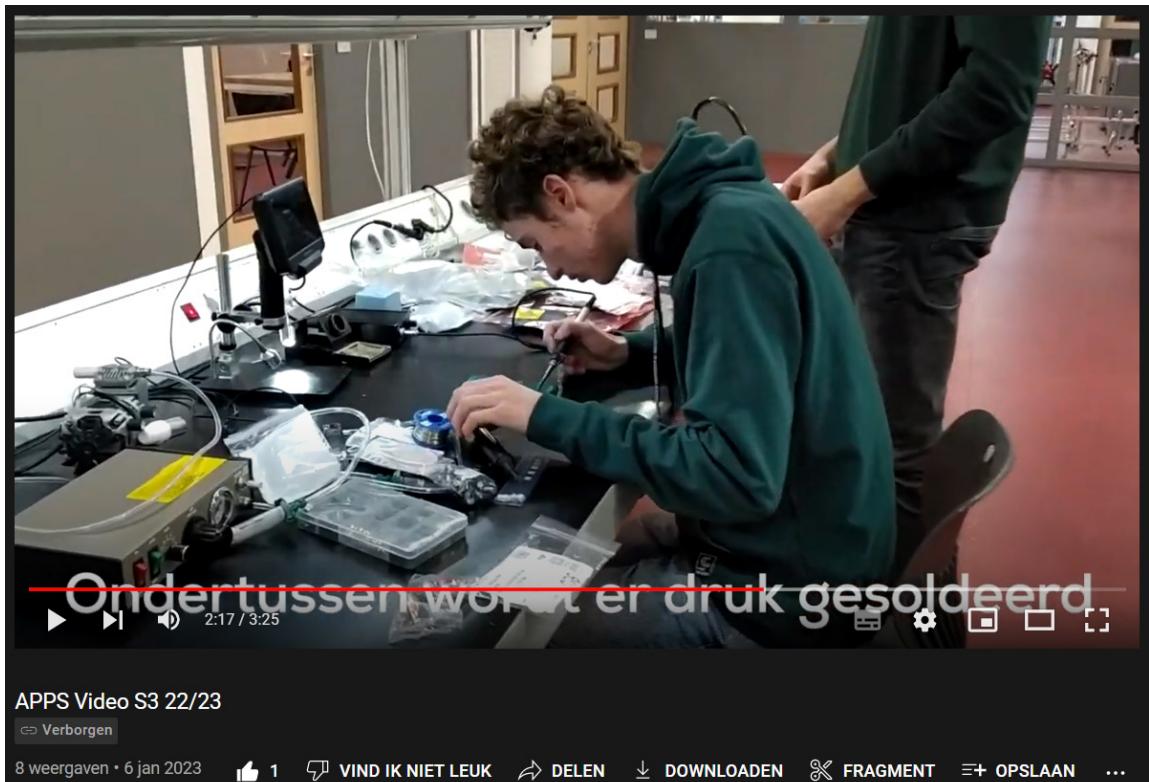
Activating Parkinson Patients with Sensors



8.5 Beeldmateriaal

Tijdens het project zijn er ook filmpjes en foto's gemaakt. Dit beeld materiaal is samengevoegd tot een eindvideo. Hierin is een kort overzicht te zien van het proces dat we doorlopen hebben. De video kunt u bekijken door op onderstaande link te klikken.

<https://youtu.be/i587ve21TgY>



Alle verdere afbeeldingen zijn te zien in het volgende album:

<https://photos.app.goo.gl/URBP9Zsdsr4dtR2G6>

8.6 Handleiding

De handleiding is te zien op de volgende pagina's.

Handleiding

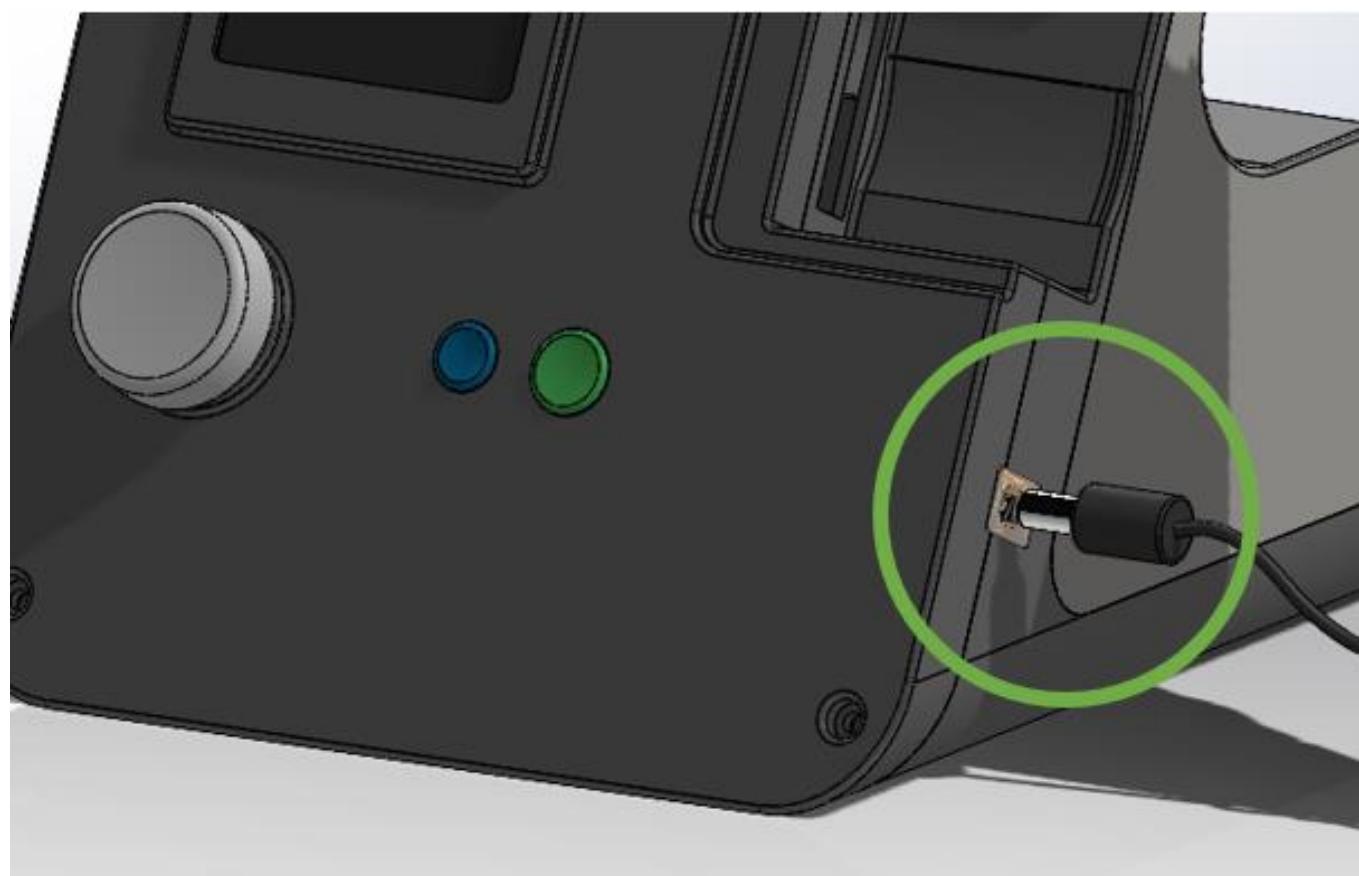
APPS testapparaat



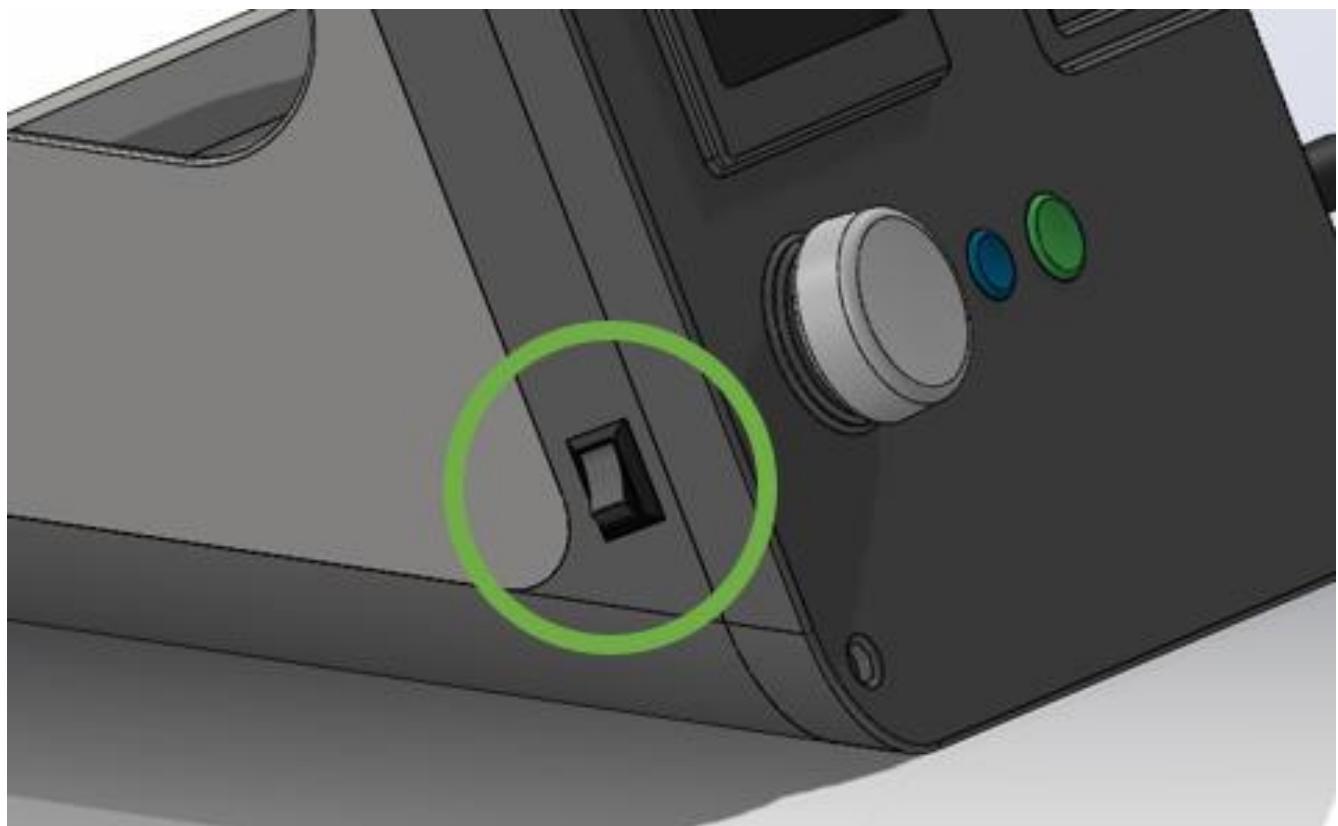
Sluit als eerste de noodstop aan.



Sluit de voedingskabel aan op het apparaat en steek deze in een stopcontact



Schakel het apparaat in door de schakelaar om te zetten.



Het scherm licht op.



Sluit een module aan om het instellingen scherm te starten.



Hier kan met behulp van de draai-druk knop de instellingen worden geselecteerd en aangepast.



Gebruik de terug knop om wijzigingen ongedaan te maken.



Wanneer de juiste instellingen zijn ingesteld drukt u op de start/stop knop om het programma te starten



Om het programma te stoppen drukt u nogmaals op de start/stop knop.



8.7 Testrapporten

De testrapporten van de modules zijn te zien op de volgende pagina's.

Te testen prototype: Terugkoppeling met trilmotor

Functie van dit prototype

Dit prototype is bedoeld als een apparaat om feedback met een trillingen op verschillende plekken van het lichaam uit te testen.

Eisen

De eisen voor dit prototype zijn opgedeeld in gebruik, ergonomie, technisch en sociale eisen. In de functionele eisen wordt het gedrag en eigenschappen van het prototype vastgelegd. In de niet functionele eisen worden de overige eigenschappen van het prototype vastgelegd

Groep:	Eis:	Toelichting:	(weg ing) Q:
Gebruik	1.1	Het product kan in- en uitschakelen	5
	1.2	Het product is makkelijk in gebruik.	4
	1.3	Het product geeft feedback op het stemgeluid van de gebruiker	4 De terugkoppeling op het stemgeluid van de gebruiker moet real-time via een 'prikkel' doorgegeven worden. Hierdoor kan de gebruiker gefocust blijven op het gesprek in plaats van de app.
	1.4	De voeding is vervangbaar/oplaadbaar.	4
	1.5	Het product moet een half uur zelfstandig kunnen werken.	4
Ergonomie	2.1	Het product mag de gebruiker niet hinderen tijdens het gebruik.	3
	2.2	Het product moet draagbaar zijn op het lichaam.	5 Makkelijk in gebruik
	2.3	Het is makkelijk te plaatsen.	4 Mensen met Parkinson trillen soms erg met hun handen waardoor het plaatsen lastig kan zijn.
	2.4	Het product mag geen schade aanrichten aan de gezondheid van de gebruiker.	5
Functioneel	3.1	Het product moet een communicatiemethode toepassen om data uit te kunnen wisselen met externe partijen.	3 In een later stadium van dit project moet het product statistieken over de verwerkte stemdata kunnen uitwisselen met externe partijen voor onderzoeksdoeleinden.
	3.2	Het product moet zelfstandig de stemdata verwerken en mag niet verbinden met een derde partij om de stemdata te verwerken.	4 In verband met privacy redenen is het niet gewenst als het product verbindt met externe partijen om stemdata te verwerken.
	3.3	Het product werkt via een microcontroller	3
	3.4	De vibratie van het product kan ingesteld worden op hardheid en de duur van de trilling.	5
	3.5	Het product werkt op accu's of batterijen	5 De voeding moet vervangbaar of oplaadbaar zijn
Technisch	3.6	Het product heeft een uitgangsbescherming	5
	4.1	Het product moet vallen binnen WMO Klasse 1m.	5 In samenwerking met de opdrachtgever is bepaald dat het product binnen klasse 1 moet vallen.

	4.2	Het product heeft te voldoen aan CE-certificeringen.	Elk elektronisch medisch hulpmiddel wat in Nederland geproduceerd wordt heeft te voldoen aan CE-certificeringen.	3
	4.3	De broncode mag alleen zelfgeschreven of open broncode bevatten.	Dit is een project waarbij alle documentatie en code vrij wordt gegeven.	5

Concept analyse/keuze

In de concept analyse wordt er gekeken naar de verschillende onderdelen/ subsystemen die er in het systeem zitten. In dit hoofdstuk wordt elk subsysteem op een rijtje gezet en gekeken naar de verschillende opties. Aan de hand van de voor en nadelen van elke optie wordt er een afweging gemaakt. Als alle aspecten beoordeeld zijn word alles opgeteld en een keuze gemaakt welk onderdeel in het systeem komt.

Energieopslag

Het product wordt een draagbaar product en daarom is er een energieopslag nodig. De energieopslag zelf dit zit in centrale hoofd unit en hoeft niet gedragen te worden daarom. Voor de energieopslag is het belangrijk dat die makkelijk te vervangen of oplaadbaar is en genoeg vermogen kan leveren voor het systeem voor een gebruik van een half uur. Daarom is er voor de 12v, 1.3ah lood accu gekozen aangezien die de benodigde capaciteit en voltage levert. Ook is de lood accu goed oplaadbaar aangezien je die op een 12v voedingsbron kan aansluiten en zelf stopt als die vol zit. Tot slotte is een lood accu heel betrouwbaar, veilig en recyclebaar.

product	weging	8 x nihm cell ikea	9v Alkaline	Conrad Lipo accu 11.1V	Lood accu 12v 1.3aH
prijs	2	8	3	5	6
veiligheid	3	8	8	3	9
capaciteit	4	8	4	8	9
voltage	3	9	6	9	10
	Totaalscore:	99	64	78	105

Trilmotor

Het groepje dat voor ons aan het project gewerkt heeft al een keuze gemaakt in de trilmotor en met die motor gaan we verder in ons ontwerp. Dit is een simpele standaard mini vibration motor

Motor driver

Om de 2 trilmotoren te besturen is er een aansturing nodig. Hier is het belangrijk dat er het juiste vermogen geleverd word en de H-brug in het juiste spanningsbereik werkt. Voor deze eisen is de tb6612fng als beste uit de weging gekomen met een max spanning van 15v en maximale stroom output van 1.2 A. Helaas kon de tb pas weer een maart 2023 geleverd worden en hebben wij er daar maar een beschikbaar van. Daarom hebben wij nu gekozen voor de L293DNE omdat die vrijwel hetzelfde kan en die wel op voorraad is.

product	weging	L293DNE	L298n	tb6612fng
prijs	2	9	8	6
vermogen	3	7	6	9
spanningsbereik	4	7	7	8
	Totaalscore:	67	62	71

Subsystemen

Subsystemen testplannen

Batterij/accu duur testen

Is de batterij duur voldoende om een half uur apart te werken?

Benodigdheden:

- 1x loodaccu
- 1x timer
- 1x prototype (hoofdkastje+ module)
- 1x microcontroller

Testopstelling:(foto)

Sluit de loodaccu aan op het prototype.

Uitvoering:

Om deze test uit te voeren gebruiken wij het programma dat op de microcontroller staat. Met behulp van dit programma wordt de snelheid van trillen en richting veranderd dit moeten de motoren ook geïnverteerd van elkaar doen zodat je 4 verschillende statussen krijgt. Dit komt het dichtstbij de feedback van de voice trainer app komt aangezien die de feedback ook in 4 statussen weergeeft. Het prototype zal dit minimaal 30 min om aan de gestelde eis te voldoen.

Resultaat:

Het volledige product is nog niet getest maar voor de module is de loodaccu van het hoofdkastje ruim genoeg om een half uurtje achter elkaar te werken.

trilmotor en H-brug testen

Benodigdheden:

- 1x adalm 2000 of voedingsbron
- 1x PCB module of breadbord
- 1x microcontroller
- 1x oscilloscoop

Testopstelling:

Zie ook het elektrisch ontwerp onder het stukje ontwerp daar is ook te zien hoe alles aangesloten kan worden.



Fig. (testopstelling trilmotor)

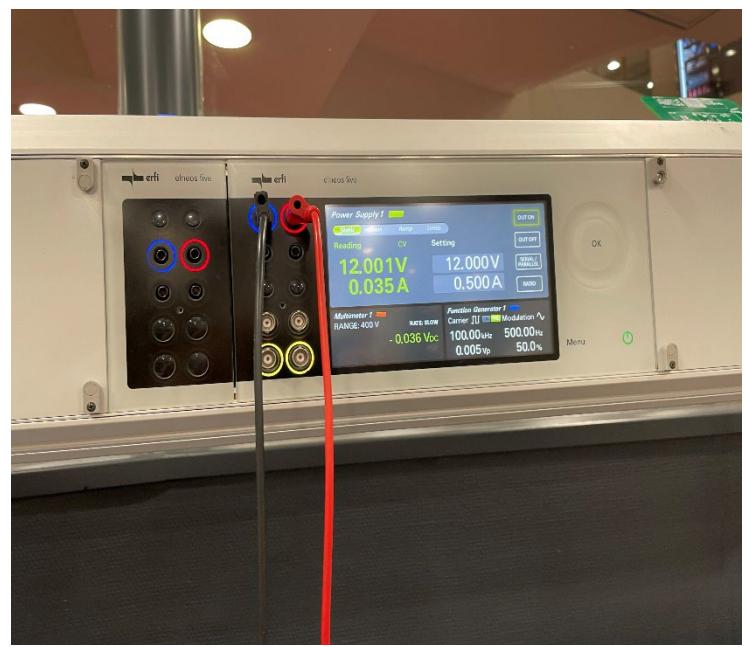


Fig. (instelling voedingsbron)

Uitvoering:

Om te kijken of de H-brug met de motoren goed werkt stuur je met de microcontroller hetzelfde pwm signaal naar beide motoren. Met het programma in de microcontroller wordt het signaal aangepast. Dit signaal verandert van hoog naar laag. Als volgt neem je waar of beide motoren op dezelfde snelheid draaien als elkaar en via het gestuurde pwm. Ook kijk je of de trilmotoren geïnverteerd kunnen draaien. Op dezelfde snelheid en los van elkaar kunnen draaien.

resultaat:

In de onderstaande foto is te zien dat de 2 motors (Motor A en B) beide een mooi hoog signaal van 5V geven en ook een mooi laag signaal van -5V. De motors kunnen zo dus 4 richtingen op trillen.

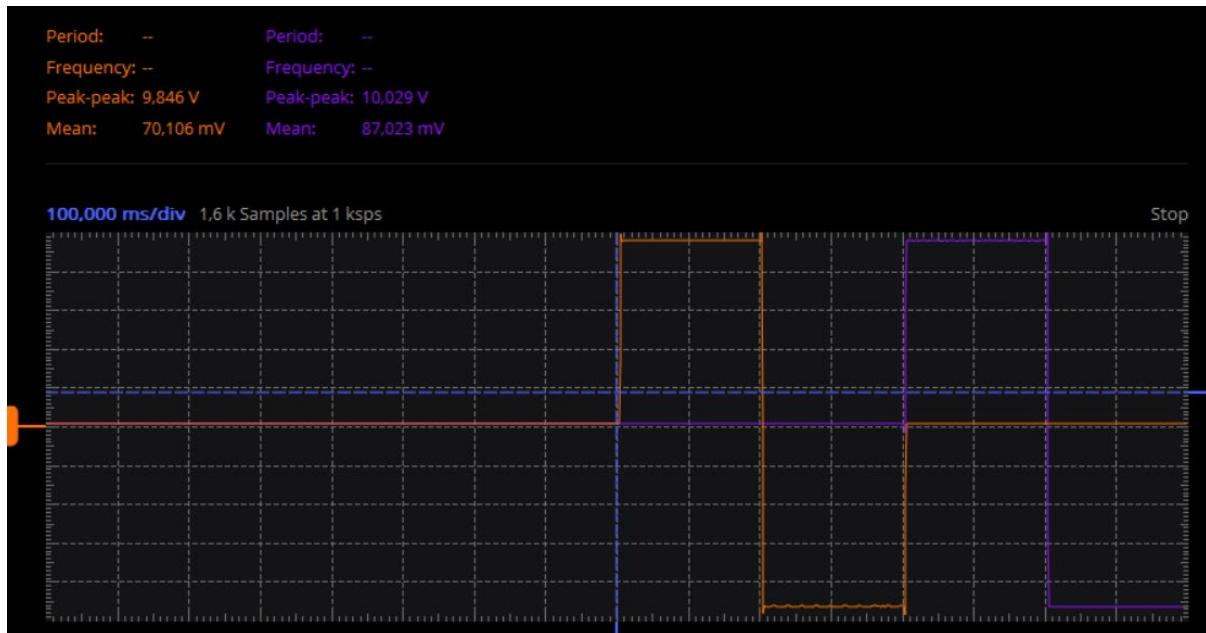


Fig. (outputs_van_motor_A_en_Motor_B)

Systeem testplan

Feedback module testen

Benodigdheden:

- 1x PCB module
- 1x esp 32 of andere microcontroller
- 1x oscilloscoop
- 1x voedingsbron of loodaccu
- 1x hoofdkastje

Testopstelling:

Sluit de module aan op het hoofdkastje. Als het hoofdkastje niet beschikbaar is gebruik dan de PCB los.

Uitvoering:

Sluit de module aan op het hoofdkastje. Als het hoofdkastje niet beschikbaar is sluit dan de microcontroller en een voedingsbron aan op de PCB. Laat vervolgens de trilmotoren volgens het programma op de microcontroller draaien. Met behulp van dit programma wordt de snelheid van trillen en richting veranderd dit moeten de motoren ook geïnverteerd van elkaar doen zodat je 4 verschillende statussen krijgt. Dit komt het dichtste bij de feedback van de voice trainer app aangezien die de feedback ook in 4 statussen weergeeft. Meet daarnaast met de oscilloscoop ook de uitgangen van de trilmotoren en kijk of de signalen kloppen en of de 4 statussen weergeven worden.

Resultaat:

De module is nog niet getest met het hoofdkastje aangezien het eindontwerp nog niet helemaal af is waardoor we dit nog niet hebben kunnen testen.

Ontwerp

Elektrotechnisch

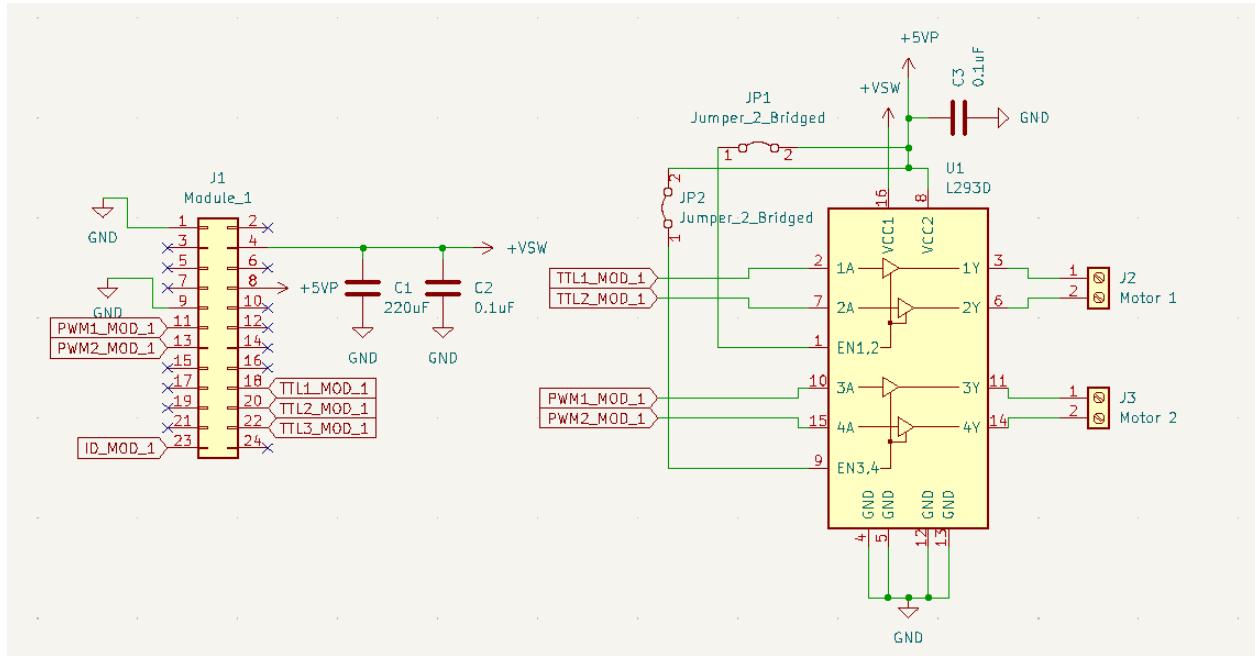


Fig. (schematische tekening trilmotor_module)

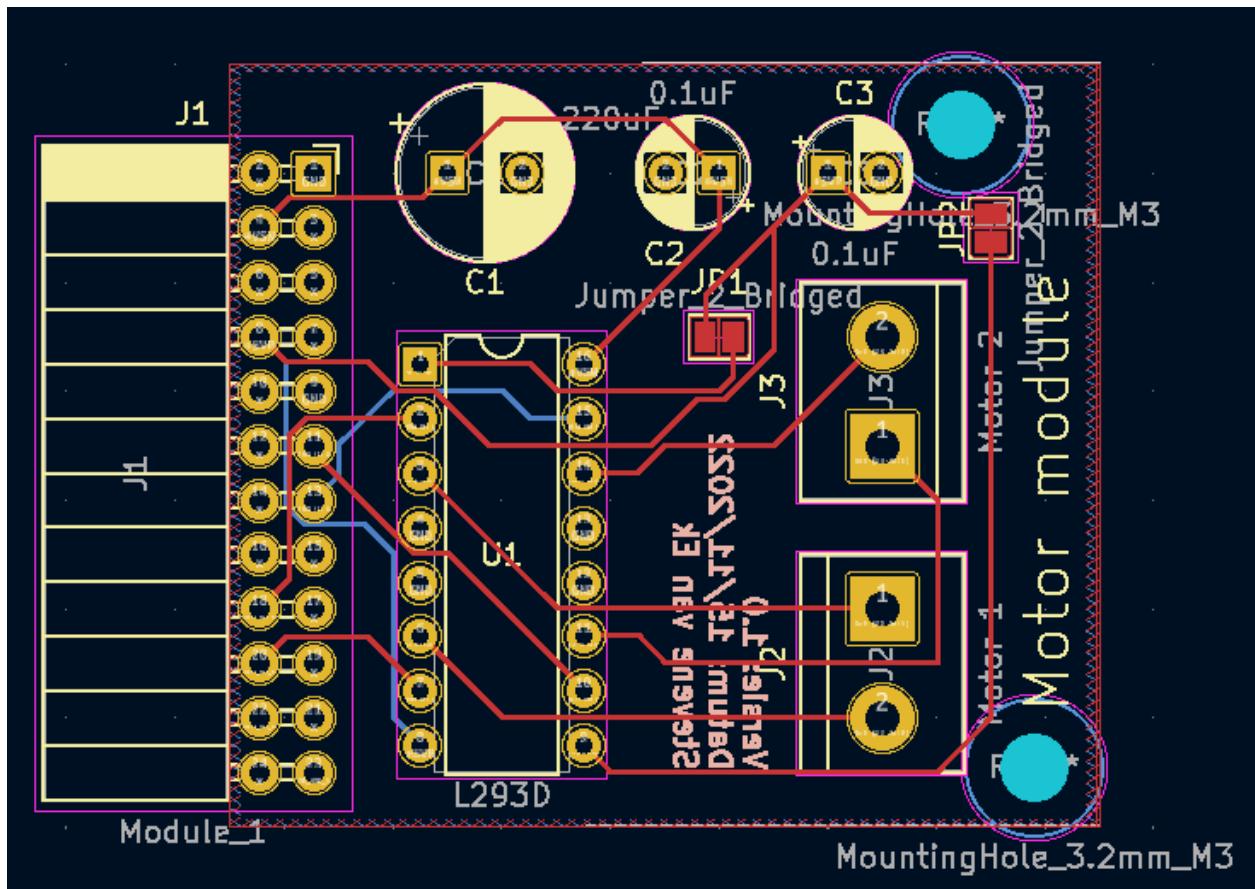


Fig. (PCB trilmotor_module)

Software

```
//L293D
//Motor A
const int motorPin1 = 5; // Pin 14 of L293
const int motorPin2 = 6; // Pin 10 of L293
//Motor B
const int motorPin3 = 10; // Pin 7 of L293
const int motorPin4 = 9; // Pin 2 of L293

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    //Set pins as outputs
    pinMode(motorPin1, OUTPUT);
    pinMode(motorPin2, OUTPUT);
    pinMode(motorPin3, OUTPUT);
    pinMode(motorPin4, OUTPUT);

    //Motor Control - Motor A: motorPin1,motorPin2 & Motor B: motorPin3,motorPin4

    //This code will turn Motor A clockwise for 2 sec.
    digitalWrite(motorPin1, HIGH);
    digitalWrite(motorPin2, LOW);
    digitalWrite(motorPin3, LOW);
    digitalWrite(motorPin4, LOW);
    delay(2000);
    //This code will turn Motor A counter-clockwise for 2 sec.
    digitalWrite(motorPin1, LOW);
    digitalWrite(motorPin2, HIGH);
    digitalWrite(motorPin3, LOW);
    digitalWrite(motorPin4, LOW);
    delay(2000);

    //This code will turn Motor B clockwise for 2 sec.
    digitalWrite(motorPin1, LOW);
    digitalWrite(motorPin2, LOW);
    digitalWrite(motorPin3, HIGH);
    digitalWrite(motorPin4, LOW);
    delay(2000);
    //This code will turn Motor B counter-clockwise for 2 sec.
    digitalWrite(motorPin1, LOW);
    digitalWrite(motorPin2, LOW);
    digitalWrite(motorPin3, LOW);
    digitalWrite(motorPin4, HIGH);
    delay(2000);

    //And this code will stop motors
    digitalWrite(motorPin1, LOW);
    digitalWrite(motorPin2, LOW);
    digitalWrite(motorPin3, LOW);
    digitalWrite(motorPin4, LOW);
}
```

Fig. (code testen motor driver)

Deze code laat elke motor uitgang een keertje hoog draaien en ook een keertje geïnverteerd draaien. Zo kan je heel snel zien of het circuit werkt en of de motor driver de goede signalen stuurt naar de motoren.

Conclusie

De PCB van module werkt. De 2 uitgangen weergeven de 4 statussen die nodig zijn voor de feedback van de voice trainer. Helaas is het volledige prototype nog niet getest doordat het nog niet helemaal af is. Dit houdt ook in dat er nog niet getest is met het programma dat de voice trainer simuleert. De module werkt dus alleen het hoofdkastje moet nog afgemaakt worden waarmee ook de volledige simulatie dan gedaan kan worden. Dit zou de volgende groep kunnen doen.

Eisenmatrix

Eis	Behaald?	Te verbeteren met meer onderzoek (j/n/)	Toelichting
1.1 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
1.2 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
1.3 (Q=4)	nee	Ja want er is nog niet gewerkt met actief stemgeluid verwerken	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
1.4 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
1.5 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
2.1 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
2.2 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
2.3(Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
2.4 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
3.1 (Q=3)	nee	N.V.T	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
3.2 (Q=3)	nee	Ja	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
3.3 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
3.4 (Q=5)	ja	Ja want er is nu alleen getest of die voldoet aan deze eis en niet actief kan veranderen op een input	Door tijdstekort is het nog niet getest op een volledig werkend prototype
3.5 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
3.6 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T

4.1 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
4.2 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
4.3 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T

Onderdelenlijst

Onderdeel	Specificatie	Aantal
condensator	0.1uF	2
condensator	220uF	1
H-brug	L293DNE	1
trilmotoren	Miniatrillingsmotor, Seeed Studio	2
female connector	2x12	1

Te testen prototype: Terugkoppeling met trilmotor en led

Functie van dit prototype

Dit prototype is bedoeld als een apparaat om feedback met trillingen en licht op verschillende plekken van het lichaam uit te testen.

Eisen

De eisen voor dit prototype zijn opgedeeld in functionele en niet functionele eisen. In de functionele eisen wordt het gedrag en eigenschappen van het prototype vastgelegd. In de niet functionele eisen worden de overige eigenschappen van het prototype vastgelegd

Groep:	Eis:	Toelichting:	(weg ing) Q:
Gebruik	1.1	Het product kan in- en uitschakelen	5
	1.2	Het product is makkelijk in gebruik.	4
	1.3	Het product geeft feedback op het stemgeluid van de gebruiker	4
	1.4	De voeding is vervangbaar/oplaadbaar.	4
	1.5	Het product moet een half uur zelfstandig kunnen werken.	4
Ergonomie	2.1	Het product mag de gebruiker niet hinderen tijdens het gebruik.	3
	2.2	Het product moet draagbaar zijn op het lichaam.	5
	2.3	Het is makkelijk te plaatsen.	4
	2.4	Het product mag geen schade aanrichten aan de gezondheid van de gebruiker.	5
Functioneel	3.1	Het product moet een communicatiemethode toepassen om data uit te kunnen wisselen met externe partijen.	3
	3.2	Het product moet zelfstandig de stemdata verwerken en mag niet verbinden met een derde partij om de stemdata te verwerken.	4
	3.3	Het product werkt via een microcontroller	3
	3.4	De vibratie van het product kan ingesteld worden op hardheid en de duur van de trilling.	5

	3.5	De led veranderd gelijdelijk en werkt los van de trilmotor	De led geeft op een ander stukje feedback van de spraak dan de trilmotor dus moet die daarom los van de motor werken	4
	3.6	Het product werkt op accu's of batterijen	De voeding moet vervangbaar of oplaadbaar zijn	5
	3.7	Het product heeft een uitgangsbescherming		5
Technisch	4.1	Het product moet vallen binnen WMO Klasse 1m.	In samenwerking met de opdrachtgever is bepaald dat het product binnen klasse 1 moet vallen.	5
	4.2	Het product heeft te voldoen aan CE-certificeringen.	Elk elektronisch medisch hulpmiddel wat in Nederland geproduceerd wordt heeft te voldoen aan CE-certificeringen.	3
	4.3	De broncode mag alleen zelfgeschreven of open broncode bevatten.	Dit is een project waarbij alle documentatie en code vrij wordt gegeven.	5

Concept analyse/keuze

In de concept analyse wordt er gekeken naar de verschillende onderdelen/ subsystemen die er in het systeem zitten. In dit hoofdstuk wordt elk subsysteem op een rijtje gezet en gekeken naar de verschillende opties. Aan de hand van de voor en nadelen van elke optie wordt er een afweging gemaakt. Als alle aspecten beoordeeld zijn word alles opgeteld en een keuze gemaakt welk onderdeel in het systeem komt.

Energieopslag

Het product wordt een draagbaar product en daarom is er een energieopslag nodig. De energieopslag zelf dit zit in centrale hoofd unit en hoeft niet gedragen te worden daarom. Voor de energieopslag is het belangrijk dat die makkelijk te vervangen of oplaadbaar is en genoeg vermogen kan leveren voor het systeem voor een gebruik van een half uur. Daarom is er voor de 12v, 1.3ah lood accu gekozen aangezien die de benodigde capaciteit en voltage levert. Ook is de lood accu goed oplaadbaar aangezien je die op een 12v voedingsbron kan aansluiten en zelf stopt als die vol zit. Tot slotte is een lood accu heel betrouwbaar, veilig en recyclebaar.

product	weging	8 x nihm cell ikea	9v Alkaline	Conrad Lipo accu 11.1V	Lood accu 12v 1.3aH
prijs	2	8	3	5	6
veiligheid	3	8	8	3	9
capaciteit	4	8	4	8	9
voltage	3	9	6	9	10
	Totaalscore:	99	64	78	105

Ledjes

Voor het product is licht gekozen als de vorm van feedback. De lampjes moeten 4 verschillende statussen kunnen weergeven oftewel 4 verschillende standen. We hebben direct voor de ledjes gekozen aangezien die goedkoop zijn en veel verschillende kleurtjes kunnen weergeven. De keuze is uiteindelijk gevallen op 2 Duo ledjes aangezien die 2 kleuren kunnen weergeven en samen dus 4 standen hebben. Het zijn RGB ledjes geworden omdat 1 van de kleuren niet gebruikt zou worden dus, heb die zijn niet nodig.

Product	Weging	Led	Duo led	RGB led
Prijs	2	10	9	9
Spanning bereik per kleur	4	8	7	9
Minimale benodigheid	4	6	10	8
aansturing	2	8	7	9
	Totaalscore:	92	100	104

Trilmotor

Het groepje dat voor ons aan het project gewerkt heeft al een keuze gemaakt in de trilmotor en met die motor gaan we verder in ons ontwerp.

Motor driver

Om de 2 trilmotoren te besturen is er een aansturing nodig. Hier is het belangrijk dat er het juiste vermogen geleverd wordt en de H-brug in het juiste spanningsbereik werkt. Voor deze eisen is de tb6612fng als beste uit de weging gekomen met een max spanning van 15v en maximale stroom output van 1.2 A. Helaas kon de tb pas weer een maart 2023 geleverd worden en hebben wij er daar maar een beschikbaar van. Daarom hebben wij nu gekozen voor de L293DNE omdat die vrijwel hetzelfde kan en die wel op voorraad is.

product	weging	L293DNE	L298n	tb6612fng
prijs	2	9	8	6
vermogen	3	7	6	9
spanningsbereik	4	7	7	8
	Totaalscore:	67	62	71

Subsystemen

Subsystemen testplannen

Batterij/accu duur testen

Is de batterij duur voldoende om een half uur apart te werken?

Benodigdheden:

- 1x loodaccu
- 1x timer
- 1x prototype
- 1x microntroller (pwm)

Testopstelling:

Sluit de loodaccu aan op het prototype.

Uitvoering:

Om deze test uit te voeren gebruiken wij het programma dat op de microntroller staat. Met behulp van dit programma wordt de snelheid van trillen en richting veranderd. Voor het ledje moet de kleur en sterke kunnen veranderen. Dit moet want, dit komt het dichtbij de feedback van de voice trainer app aangezien die de feedback ook in 4 statussen weergeeft. Het prototype zal dit minimaal 30 min doen om aan de gestelde eis te voldoen.

Resultaat:

Het volledige product is nog niet getest maar voor de module is de loodaccu van het hoofdkastje ruim genoeg om een half uurtje achter elkaar te werken.

trilmotor en H-brug testen

Benodigdheden:

- 1x voedingsbron
- 1x breadboard of PCB module
- 1x esp 32 of andere microcontroller
- 1x oscilloscoop

Testopstelling:

Zie ook het elektrisch ontwerp onder het stukje ontwerp daar is ook te zien hoe alles aangesloten kan worden.

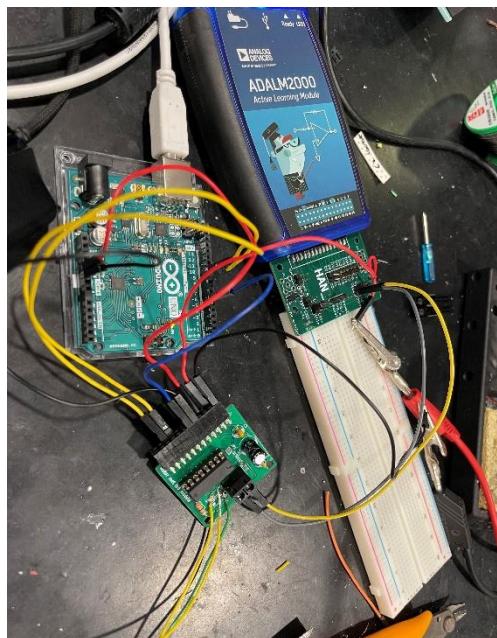


Fig. (testopstelling led met trilmotor module) Fig. (instelling voedingsbron)



Uitvoering:

Om te kijken of de H-brug met de motor goed werkt stuur je met de microcontroller een signaal aan. Dit is een hoog laag signaal. Bij een hoog signaal zou die vol op moeten trillen en bij een laag signaal niet. Dit kan ook geïnverteerd waardoor je de 2 statussen krijgt die nodig zijn. Meet met de oscilloscoop of de motor driver dit goed doet.

resultaat:

In de onderstaande foto is te zien dat de 2 motors (Motor A en B) beide een mooi hoog signaal van 5V geven en ook een mooi laag signaal van -5V. De motors kunnen zo dus 4 richtingen op trillen. Dit is met dezelfde opstelling getest als die van alleen de trilmotor. Voor dit prototype verwijder je een van de 2 motoren.

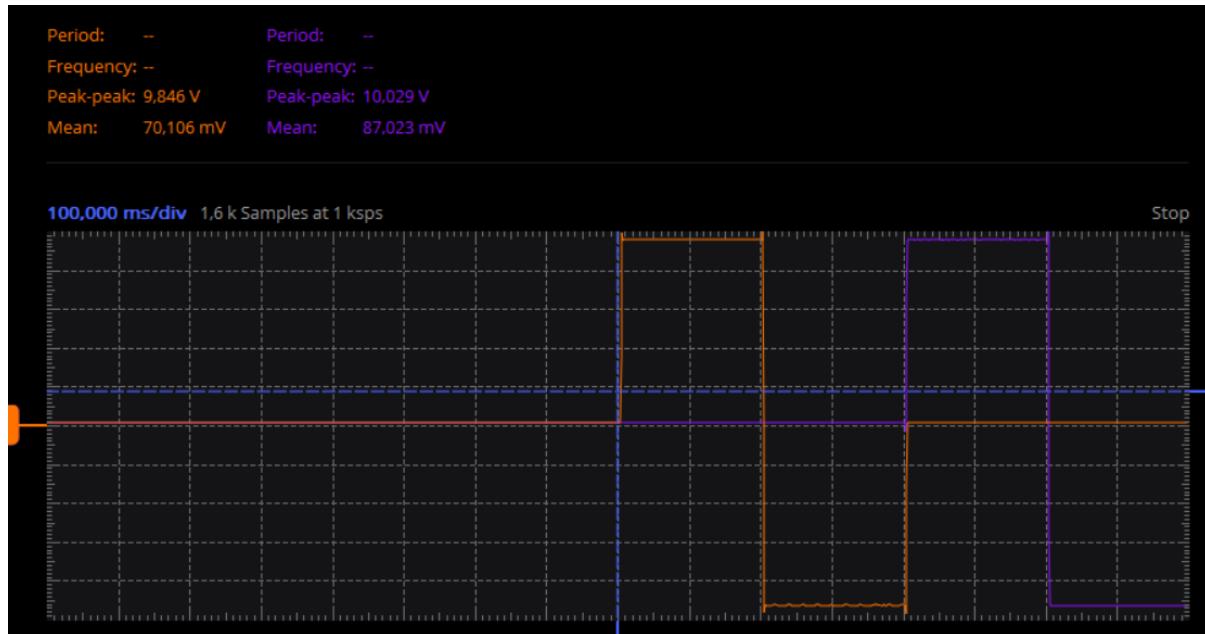


Fig. (outputs_van_motor_A_en_Motor_B)

Feedback van led testen

benodigdheden:

- 1x voedingsbron
- 1x esp 32 of andere microcontroller
- 1x breadbord of PCB van led module

Testopstelling:

Zie onderstaande foto of bouw het elektrisch circuit na. He beste is om de PCB van de led module te gebruiken.

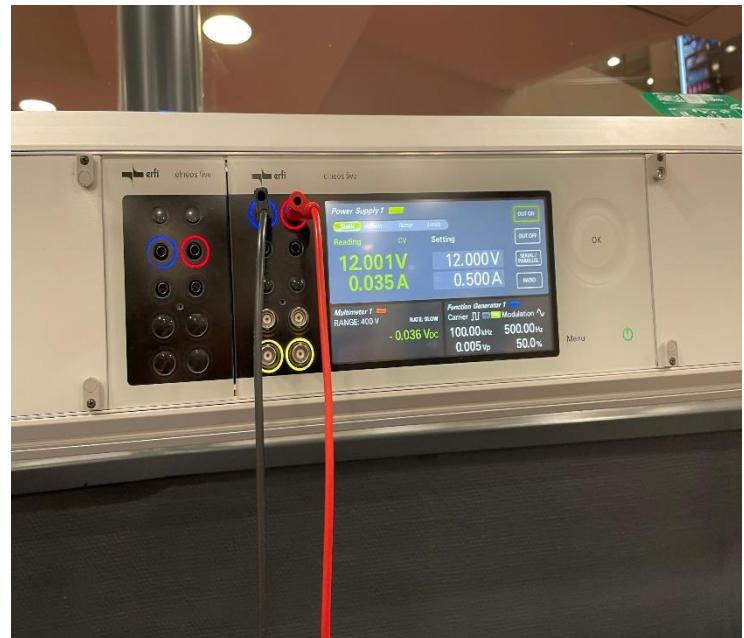
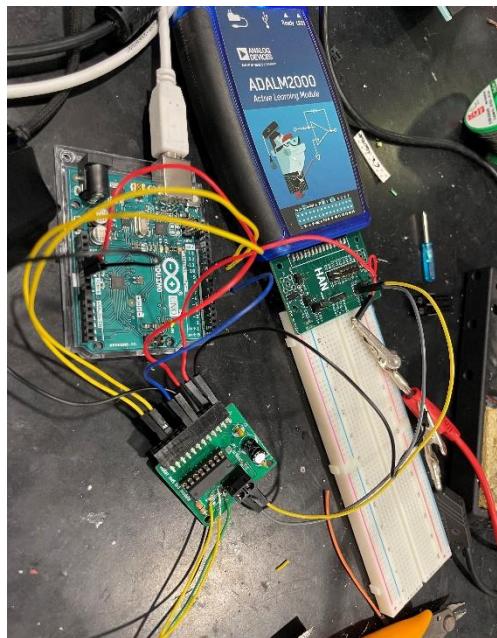


Fig. (testopstelling led met trilmotor module) Fig. (instelling voedingsbron)

uitvoering:

De ws2812b is een ledje waar een chip inzit die de kleuren selecteert en regelt. Voor het aansturen hiervan is een code beschikbaar. Het ledje werkt goed als die met behulp van deze code de goede kleur kan selecteren en ook in sterkte van licht kan veranderen.

Resultaat:

De led werkt en is alle kleuren afgegaan die in de code stonden. Ook kan de led dimmen of feller worden.

Systeem testplan

Feedback module testen

Benodigdheden:

- 1x PCB module
- 1x voedingsbron of loodaccu
- 1x esp 32 of andere microcontroller
- 1x oscilloscoop
- 1x hoofdkastje

Testopstelling:

Sluit de module aan op het hoofdkastje als de module niet beschikbaar is gebruik dan de PCB.

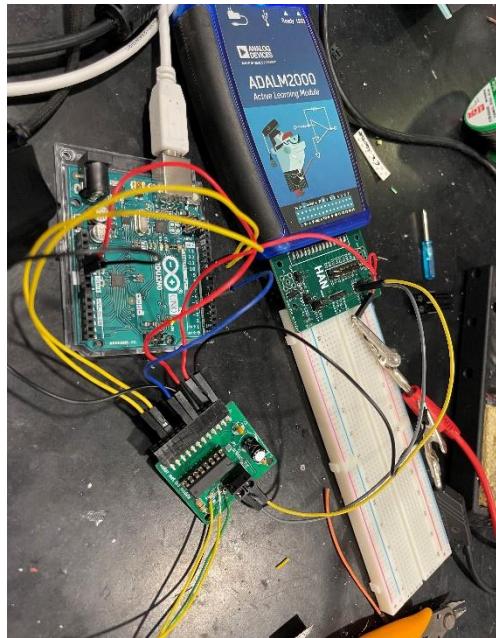


Fig. (testopstelling led met trilmotor module) Fig. (instelling voedingsbron)

Uitvoering:

Sluit de module aan op het hoofdkastje. Als het hoofdkastje niet beschikbaar is sluit de PCB dan op de microcontroller en een de voedingsbron aan. Om te testen of de module correct werkt wordt de trilmotor en led met een code aangestuurd. Deze code zorgt ervoor dat de trilmotor harder, zachter en andersom kan draaien. Bij de led zorgt die ervoor dat die van kleur veranderd en sterkte. Als dit los van elkaar werkt en verschillende statussen kan weergeven werkt de module naar behoren. Het is belangrijk dat de module 4 statussen goed kan weergeven.

Resultaat:

De module is nog niet getest met het hoofdkastje aangezien het eindontwerp nog niet helemaal af is waardoor we dit nog niet hebben kunnen testen.

Ontwerp

Elektrotechnisch

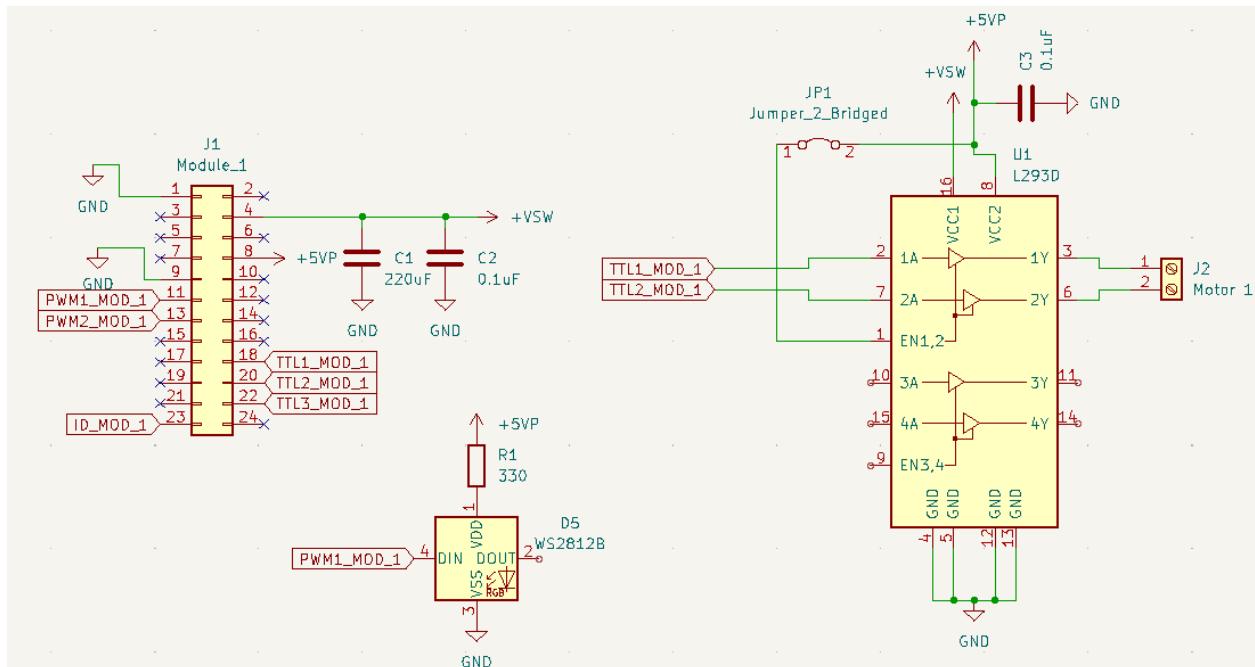


Fig. (schematische tekening trilmotor_met_led_module)

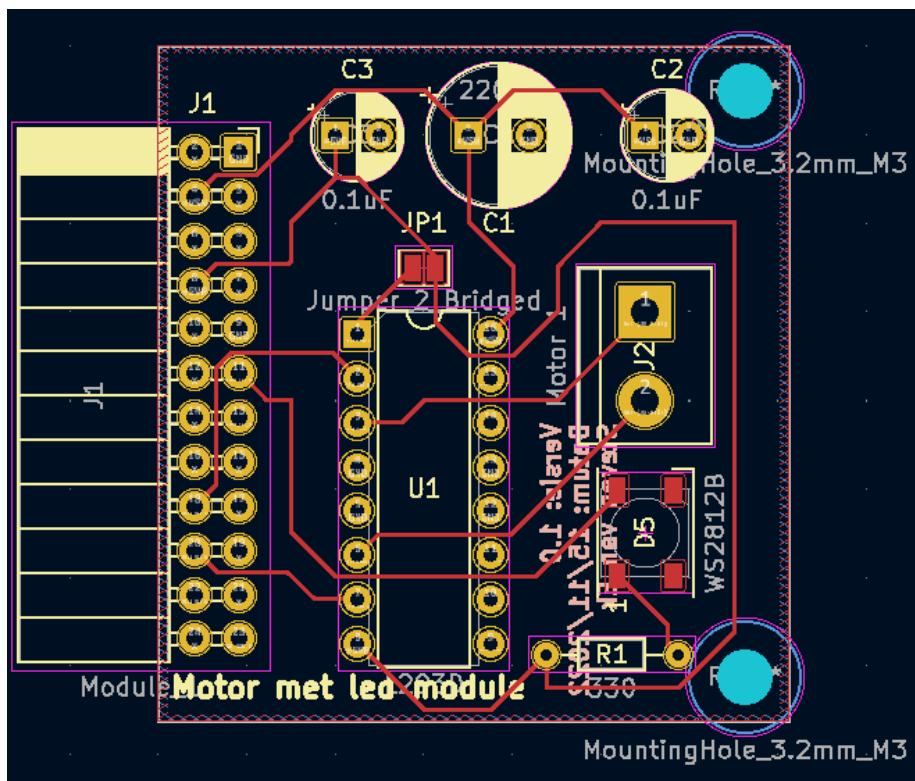


Fig. (PCB trilmotor_met_led_module)

Software

```
#include <FastLED.h>

#define LED_PIN      6
#define NUM_LEDS     14
#define BRIGHTNESS   100
#define LED_TYPE     WS2811
#define COLOR_ORDER  GRB
CRGB leds[NUM_LEDS];

#define UPDATES_PER_SECOND 100
//Motor A
const int motorPin1 = 4; // Pin 14 of L293
const int motorPin2 = 6; // Pin 10 of L293
//Motor B
const int motorPin3 = 10; // Pin 7 of L293
const int motorPin4 = 9; // Pin 2 of L293

CRGBPalette16 currentPalette;
TBlendType    currentBlending;

extern CRGBPalette16 myRedWhiteBluePalette;
extern const TProgmemPalette16 myRedWhiteBluePalette_p PROGMEM;

void setup() {
  delay( 3000 ); // power-up safety delay
  FastLED.addLeds<LED_TYPE, LED_PIN, COLOR_ORDER>(leds, NUM_LEDS).setCorrection( TypicalLEDStrip );
  FastLED.setBrightness( BRIGHTNESS );

  currentPalette = RainbowColors_p;
  currentBlending = LINEARBLEND;
  // put your setup code here, to run once:
  //Set pins as outputs
  pinMode(motorPin1, OUTPUT);
  pinMode(motorPin2, OUTPUT);
  pinMode(motorPin3, OUTPUT);
  pinMode(motorPin4, OUTPUT);
  //This code will turn Motor B clockwise for 2 sec.
  digitalWrite(motorPin1, LOW);
  digitalWrite(motorPin2, LOW);
  digitalWrite(motorPin3, HIGH);
  digitalWrite(motorPin4, LOW);
  delay(200);
  //This code will turn Motor B counter-clockwise for 2 sec.
  digitalWrite(motorPin1, LOW);
  digitalWrite(motorPin2, LOW);
  digitalWrite(motorPin3, LOW);
  digitalWrite(motorPin4, HIGH);
  delay(200);

  //And this code will stop motors
  digitalWrite(motorPin1, LOW);
  digitalWrite(motorPin2, LOW);
  digitalWrite(motorPin3, LOW);
  digitalWrite(motorPin4, LOW);
}
```

```

void loop()
{
    ChangePalettePeriodically();

    static uint8_t startIndex = 0;
    startIndex = startIndex + 1; /* motion speed */

    FillLEDsFromPaletteColors( startIndex);

    FastLED.show();
    FastLED.delay(1000 / UPDATES_PER_SECOND);
}

void FillLEDsFromPaletteColors( uint8_t colorIndex)
{
    uint8_t brightness = 255;

    for ( int i = 0; i < NUM_LEDS; i++) {
        leds[i] = ColorFromPalette( currentPalette, colorIndex, brightness, currentBlending);
        colorIndex += 3;
    }
}

void ChangePalettePeriodically()
{
    uint8_t secondHand = (millis() / 1000) % 60;
    static uint8_t lastSecond = 99;

    if ( lastSecond != secondHand) {
        lastSecond = secondHand;
        if ( secondHand == 0) {
            currentPalette = RainbowColors_p;
            currentBlending = LINEARBLEND;
        }
        if ( secondHand == 10) {
            currentPalette = RainbowStripeColors_p;
            currentBlending = NOBLEND;
        }
        if ( secondHand == 15) {
            currentPalette = RainbowStripeColors_p;
            currentBlending = LINEARBLEND;
        }
        if ( secondHand == 20) {
            SetupPurpleAndGreenPalette();
            currentBlending = LINEARBLEND;
        }
        if ( secondHand == 25) {
            SetupTotallyRandomPalette();
            currentBlending = LINEARBLEND;
        }
        if ( secondHand == 30) {
            SetupBlackAndWhiteStripedPalette();
            currentBlending = NOBLEND;
        }
        if ( secondHand == 35) {
            SetupBlackAndWhiteStripedPalette();
            currentBlending = LINEARBLEND;
        }
        if ( secondHand == 40) {
            currentPalette = CloudColors_p;
            currentBlending = LINEARBLEND;
        }
        if ( secondHand == 45) {
            currentPalette = PartyColors_p;
            currentBlending = LINEARBLEND;
        }
    }
}

```

```

        if ( secondHand == 50)  {
            currentPalette = myRedWhiteBluePalette_p;
            currentBlending = NOBLEND;
        }
        if ( secondHand == 55)  {
            currentPalette = myRedWhiteBluePalette_p;
            currentBlending = LINEARBLEND;
        }
    }
}

void SetupTotallyRandomPalette()
{
    for ( int i = 0; i < 16; i++) {
        currentPalette[i] = CHSV( random8(), 255, random8());
    }
}

void SetupBlackAndWhiteStripedPalette()
{
    // 'black out' all 16 palette entries...
    fill_solid( currentPalette, 16, CRGB::Black);
    // and set every fourth one to white.
    currentPalette[0] = CRGB::White;
    currentPalette[4] = CRGB::White;
    currentPalette[8] = CRGB::White;
    currentPalette[12] = CRGB::White;

}

void SetupPurpleAndGreenPalette()
{
    CRGB purple = CHSV( HUE_PURPLE, 255, 255);
    CRGB green = CHSV( HUE_GREEN, 255, 255);
    CRGB black = CRGB::Black;

    currentPalette = CRGBPalette16(
        green, green, black, black,
        purple, purple, black, black,
        green, green, black, black,
        purple, purple, black, black );
}

const TProgmemPalette16 myRedWhiteBluePalette_p PROGMEM =
{
    CRGB::Red,
    CRGB::Gray, // 'white' is too bright compared to red and blue
    CRGB::Blue,
    CRGB::Black,

    CRGB::Red,
    CRGB::Red,
    CRGB::Gray,
    CRGB::Gray,
    CRGB::Blue,
    CRGB::Blue,
    CRGB::Black,
    CRGB::Black
};

```

Dit is de code waarmee de module getest is of de motoren de goede outputs geven. Ook laat de code het ledje alle kleuren afgaan en het zachter of feller branden.

Conclusie

De PCB van de module werkt. Hij selecteert de kleuren mooi en laat ze ook harder of zachter branden. Daarnaast kan de trilmotor ook goed 2 richtingen op trillen. De 4 statussen die nodig zijn voor de voice trainer kunnen dus weergeven worden. Helaas is de module nog niet getest met het hoofdkastje en daarom ook nog niet met het programma dat de voice trainer simuleert. Dit moet dus nog gedaan worden.

Eisenmatrix

Eis	Behaald?	Te verbeteren met meer onderzoek (j/n)	Toelichting
1.1 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
1.2 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
1.3 (Q=4)	nee	Ja want er is nog niet gewerkt met actief stemgeluid verwerken	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
1.4 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
1.5 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
2.1 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
2.2 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
2.3(Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
2.4 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
3.1 (Q=3)	nee	N.V.T	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
3.2 (Q=3)	nee	Ja	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
3.3 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T

3.4 (Q=5)	ja	Ja want er is nu alleen getest of die voldoet aan deze eis en niet actief kan veranderen op een input	Door tijdstekort is het nog niet getest op een volledig werkend prototype
3.5 (Q=5)	ja	Ja want er is nu alleen getest of die voldoet aan deze eis en niet actief kan veranderen op een input	Door tijdstekort is het nog niet getest op een volledig werkend prototype
3.6 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
3.7 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
4.1 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
4.2 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
4.3 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T

Onderdelenlijst

Onderdeel	Specificatie	Aantal
weerstand	330 ohm	1
ledje	Ws2812b	1
H-brug	L293DNE	1
trilmotor	Miniatrillingsmotor, Seeed Studio	1
condensator	0.1uF	2
condensator	220uF	1
Female connector	2x12	1

Te testen prototype: Terugkoppeling met elektropulsen en licht

Functie van dit prototype

Dit prototype is bedoeld als een apparaat om feedback met elektronische pulsen (tens/ems) en licht op verschillende plekken van het lichaam uit te testen.

Eisen

De eisen voor dit prototype zijn opgedeeld in functionele en niet functionele eisen. In de functionele eisen wordt het gedrag en eigenschappen van het prototype vastgelegd. In de niet functionele eisen worden de overige eigenschappen van het prototype vastgelegd

Groep:	Eis:	Toelichting:	Q:
Gebruik	1.1	Het product kan in- en uitschakelen	5
	1.2	Het product geeft terugkoppeling op het stemgeluid van de gebruiker.	5
	1.3	Het product is makkelijk in gebruik.	4
	1.4	De hardheid van praten moet per persoon ingesteld kunnen worden*.	Zie toelichting eis 3.2.
	1.5	Het product moet een half uur zelfstandig werken	Een hele spraaktraining moet uitgevoerd kunnen worden zonder dat de voeding vervangen moet worden of opladen
	1.6	De voeding is vervangbaar/oplaadbaar	4
Ergonomie	2.1	Het product mag de gebruiker niet hinderen tijdens het gebruik.	3
	2.2	Het product moet draagbaar zijn op het lichaam.	5
	2.3	Het is makkelijk te plaatsen.	Mensen met Parkinson trillen soms erg met hun handen waardoor het plaatsen lastig kan zijn.
	2.4	Het product mag geen schade aanrichten aan de gezondheid van de gebruiker.	5
	2.5	Het product heeft een Quick-release functie.	2
Functioneel	3.1	Het product moet een communicatiemethode toepassen om data uit te kunnen wisselen met externe partijen.	In een later stadium van dit project moet het product statistieken over de verwerkte stemdata kunnen uitwisselen met externe partijen voor onderzoeksdoeleinden.
	3.2	Het product moet spraak kunnen detecteren	De feedback is afhankelijk van spraak
	3.3	Het product moet zelfstandig de stemdata verwerken en mag niet verbinden met een derde partij om de stemdata te verwerken.	In verband met privacy redenen is het niet gewenst als het product verbindt met externe partijen om stemdata te verwerken.
	3.4	Het product geeft Elektronische pulsen met een regelbare amplitude, frequentie en duur.	5
	3.5	Het product heeft een uitgangsbescherming.	5

	3.6	Het product werkt op accu's of batterijen	Het apparaat moet los van een voedingsbron kunnen werken	5
	3.7	Het product word aangestuurd via een microcontroller		4
	3.8	De elektrode pads moeten makkelijk vervangbaar zijn	De elektrodes pads zijn maar een paar keer te gebruiken doordat ze vies worden waardoor ze niet meer goed op het lichaam kunnen blijven plakken.	4
	3.9	De led moet gelijk zwakker of sterker worden	Hiermee kan je nauwkeuriger feedback geven.	4
	3.10	De led moet gebruik kunnen maken van 2 kleuren	De 2 kleuren geven aan welk punt van je spraak je moet verbeteren.	4
Technisch	4.1	Het product heeft te voldoen aan CE-certificeringen.	Elk elektronisch medisch hulpmiddel wat in Nederland geproduceerd wordt heeft te voldoen aan CE-certificeringen.	5
	4.2	Het product moet vallen binnen WMO Klasse 1m.	In samenwerking met de opdrachtgever is bepaald dat het product binnen klasse 1 moet vallen.	3
	4.3	De broncode mag alleen zelfgeschreven of open broncode bevatten.	Dit is een project waarbij alle documentatie en code vrij wordt gegeven.	5

Concept analyse/keuze

In de concept analyse wordt er gekeken naar de verschillende onderdelen/ subsystemen die er in het systeem zitten. In dit hoofdstuk wordt elk subsystem op een rijtje gezet en gekeken naar de verschillende opties. Aan de hand van de voor en nadelen van elke optie wordt er een afweging gemaakt. Als alle aspecten beoordeeld zijn word alles opgeteld en een keuze gemaakt welk onderdeel in het systeem komt.

Energieopslag

Het product wordt een draagbaar product en daarom is er een energieopslag nodig. De energieopslag zelf dit zit in centrale hoofd unit en hoeft niet gedragen te worden daarom. Voor de energieopslag is het belangrijk dat die makkelijk te vervangen of oplaadbaar is en genoeg vermogen kan leveren voor het systeem voor een gebruik van een half uur. Daarom is er voor de 12v, 1.3ah lood accu gekozen aangezien die de benodigde capaciteit en voltage levert. Ook is de lood accu goed oplaadbaar aangezien je die op een 12v voedingsbron kan aansluiten en zelf stopt als die vol zit. Tot slotte is een lood accu heel betrouwbaar, veilig en recyclebaar.

product	weging	8 x nihm cell ikea	9v Alkaline	Conrad Lipo accu 11.1V	Lood accu 12v 1.3aH
prijs	2	8	3	5	6
veiligheid	3	8	8	3	9
capaciteit	4	8	4	8	9
voltage	3	9	6	9	10
	Totaalscore:	99	64	78	105

Boostconverter

Het systeem maakt gebruik van een boostconverter. De boostconverter zorgt ervoor dat de uitgangsspanning pieken heeft die veel hoger zijn dan de ingangsspanning. Deze pieken zijn belangrijk want, dat zijn de schokjes die via de elektrodes voelen als trillingen op je huid of eigenlijk op je spieren. Er is dus een hele hoge piekspanning nodig. Daarom hebben wij besloten hem zelf te maken omdat, er online geen converter te vinden is die aan onze eis voldoet. Dat komt doordat die een hele hoge piekspanning moet hebben maar die moet maar kort zijn en dan weer terug zakken naar de ingangsspanning. Het eigen ontwerp scoort hier het best op

product	weging	MT306	UCC38C42D	zelfgemaakt
prijs	2	8	8	6
piekspanning	5	4	4	8
Verschil in en uitgangsspanning	3	4	3	8
	Totaalscore:	48	45	76

Ledjes

Voor het product is licht gekozen als de vorm van feedback. De lampjes moeten 4 verschillende statussen kunnen weergeven oftewel 4 verschillende standen. We hebben direct voor de ledjes gekozen aangezien die goedkoop zijn en veel verschillende kleurtjes kunnen weergeven. De keuze is uiteindelijk gevallen op de ws2812b ledjes omdat, dit ledje ook een chip heeft die met behulp van code de kleuren zelf kan selecteren en ook los van elkaar. Dit zorgt ervoor dat de feedback van de ledjes heel goed en gemakkelijk te regelen is. Ook scheelt deze ledjes veel ruimte ten opzicht van de andere traditionele ledjes.

Product	Weging	Led	Duo led	ws2812b
Prijs	2	10	9	8
Spanning bereik per kleur	4	8	7	9
Minimale benodigheid	4	6	10	8
aansturing	2	8	7	10
	Totaalscore:	92	100	104

Subsystemen

Batterij/accu duur testen

Is de batterij duur voldoende om een half uur apart te werken?

benodigdheden:

- 1x lood accu
- 1x timer
- 1x prototype (hoofdkastje+ module)
- 1x esp 32 of andere microcontroller

Testopstelling:

Sluit de loodaccu aan op het prototype.

uitvoering:

Om deze test uit te voeren gebruiken wij software die op de microcontroller staat. Met behulp van dit programma wordt de snelheid van schokjes constant veranderd aangezien dit het dichtstbij de feedback van de voice trainer app komt. Ook veranderd de sterkte van de schokjes constant als andere vorm van feedback op het stemgeluid van de gebruiker. Dit wordt gedaan omdat de voice trainer app ook 4 uitgangen heeft. Het prototype zal dit minimaal 30 min om aan de gestelde eis te voldoen.

Resultaat:

Het volledige product is nog niet getest maar voor de module is de loodaccu van het hoofdkastje ruim genoeg om een half uurtje achter elkaar te werken.

Boostconverter testen

benodigdheden:

- 1x lead accu of voedingsbron
- 1x breadboard of PCB module
- 1x esp32 of andere microcontroller
- 1x oscilloscoop

testopstelling:

Bouw het hele circuit op dat hieronder op de foto staat. Als op deze foto het circuit niet duidelijk te zien is kan je ook het elektrisch circuit onder het stukje ontwerp nabouwen.

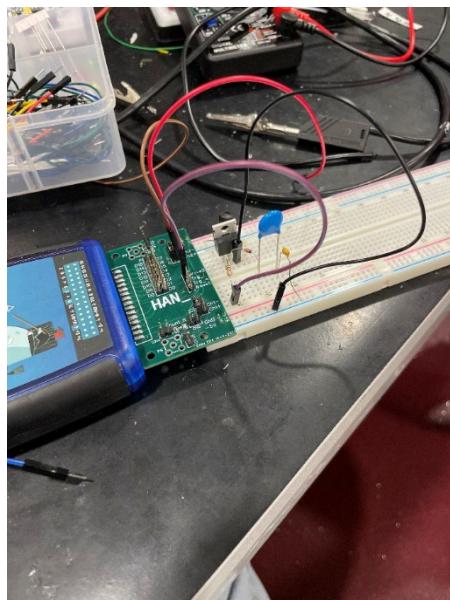


Fig. (opstelling tens module)

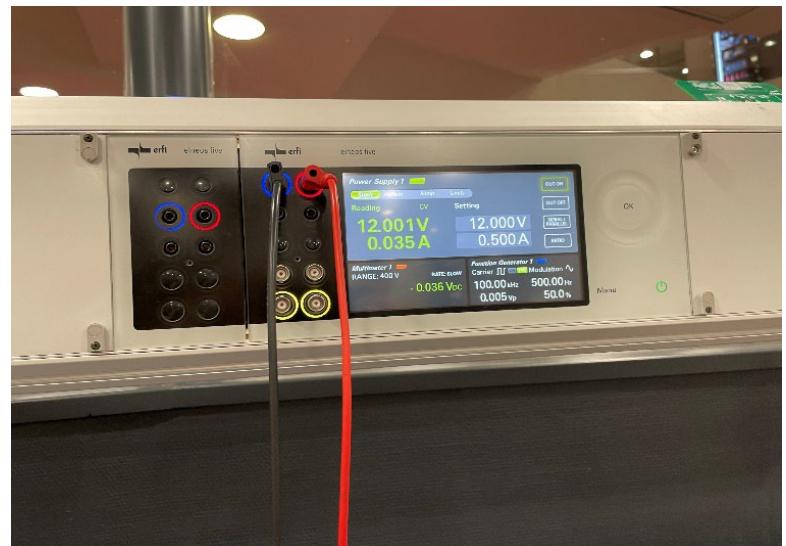


Fig.(instelling voedingsbron)

uitvoering:

Om te weten of de boost converter werkt moeten we met een oscilloscoop de pieken van het schakel verschijnsel meten. Dit kun je meten op de load weerstand punt in het ontwerp. Op het plaatje van de testopstelling is ook te zien waar de oscilloscoop aangesloten moet worden. Als op de scoop het schakels verschijnsel te zien is dan doet de boostconverter het. Als het niet te zien is is die kapot. Belangrijk is dat de piek onder de 50V blijft.

resultaat:

Het circuit werkt. De load weerstand is veranderd naar 10K ohm en de condensator naar 10nF omdat de oude waardes niet de gewenste output leverde. Hieronder een tabel van de piekspanning bij verschillende frequenties aangezien de frequentie invloed heeft op de piekspanning. Het input signaal is blokgolf van 0 naar 4.2V.

Frequentie	Output piek spanning	Duty cycle
500Hz	54.6V	50%
1kHz	55.2V	50%
2kHz	54.6V	50%
3kHz	52.7V	50%
4kHz	38.7V	50%
5kHz	29.8V	50%



Fig. (output boostconverter)

Feedback van led testen

benodigdheden:

- 1x voedingsbron
- 1x esp 32 of andere microcontroller
- 1x PCB van led module

Testopstelling:

Zie onderstaande foto of bouw het elektrisch circuit na. Het beste is om de PCB van de led module te gebruiken.

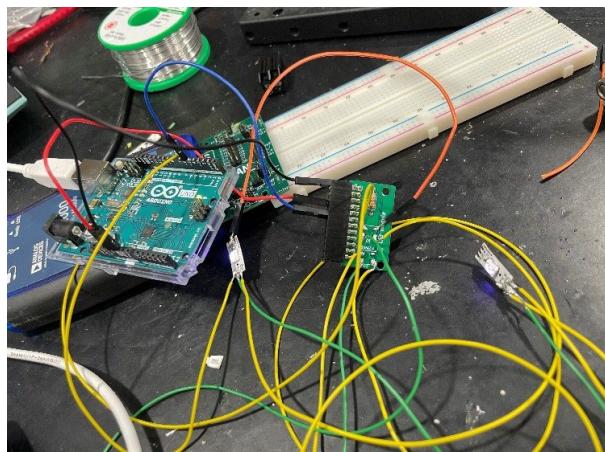


Fig. (opstelling led module)

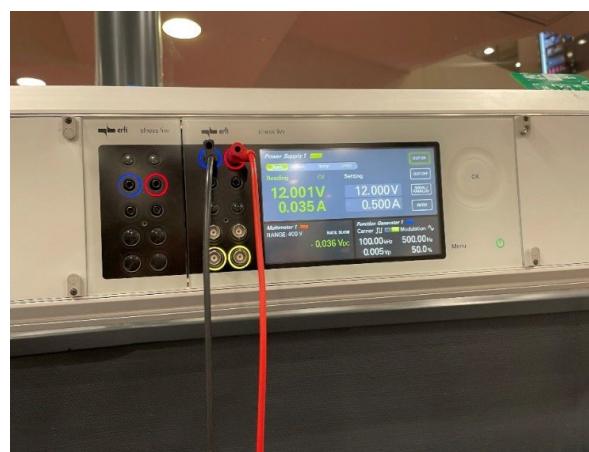


Fig. (instelling voedingsbron)

uitvoering:

De ws2812b is een ledje waar een chip inzit die de kleuren selecteert en regelt. Voor het aansturen hiervan is een code beschikbaar. Het ledje werkt goed als die met behulp van deze code de goede kleur kan selecteren en ook in sterkte van licht kan veranderen. Ook wordt er gekeken of de 2 ledjes los van elkaar kunnen werken en verschillende kleuren kunnen weergeven.

Resultaat:

De ledjes werken en zijn alle kleuren afgegaan die in de code stonden. Ook kunnen de ledjes dimmen of feller worden.

Beveiliging opstarten esp 32

benodigdheden:

- 1x esp 32 of andere microcontroller
- 1x voedingsbron
- 1x breadboard(zie onderdelenlijst) of PCB module

testopstelling:

Bouw het circuit op van de onderstaande foto(in de tekening van het elektrische schema gaat het over het stukje na de load weerstand).

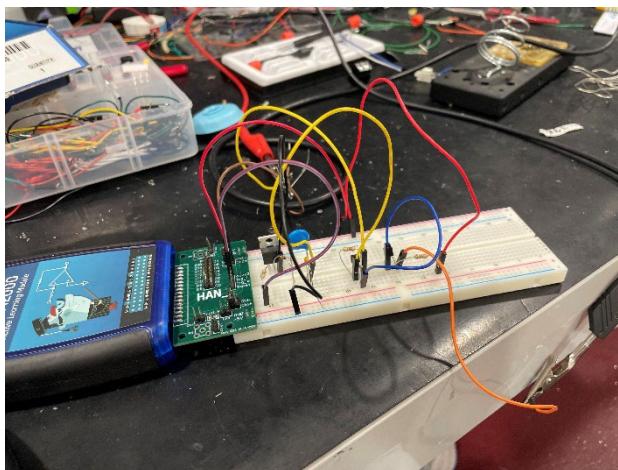


Fig (testopstelling boostconverter + beveiliging)



Fig.(instelling voedingsbron)

Uitvoering:

De esp 32 geeft een klein schokje door de pwm poorten tijdens het opstarten en in geval van het gebruik van elektropulsen zou dat pijnlijk kunnen zijn voor de gebruiker. Vandaar dat deze bescherming er is. De npn met de status_mod op de gate geeft een hoog of laag signaal. Als de boost converter normaal moet werken dus na het opstarten van de esp 32 geeft de status_mod een hoog signaal zodat de stroom door de transistor kan lopen. Tijdens het opstarten moet die dus een laag signaal hebben zodat de stroom dus niet door kan lopen en ook geen output kan geven. Om te weten of dit systeem werkt moet de voltage op de output gemeten worden. Bij een hoog signaal zou de spanningspiek gemeten moeten worden en bij een laagsignaal niks.

resultaat:

Het circuit werkt. Als de ingang status_mod laag is word er geen output gemeten en als die hoog is doet de boost converter het en zie je op de scope het des betreffende schakel verschijnsel. Dit is hetzelfde signaal als bij de boost converter test.

Systeem testplan

Feedback van module(elektrodes + led) testen

benodigdheden:

- 1x prototype (hoofdkastje+ module)
- 2x elektrode
- 1x esp 32 (of andere microcontroller)
- 1x voedingsbron of loodaccu

testopstelling:

Sluit de module aan op het hoofdkastje.

uitvoering:

Sluit de module aan op het hoofdkastje en stel de gewenste feedback in. Als het hoofdkastje niet beschikbaar is kan je het elektrisch ontwerp na bouwen of de PCB gebruiken en sluit die aan op de esp 32. Daarna plak de elektrodes op een van de plekken waar de feedback gemeten gaat worden, op de onderarm bijvoorbeeld. Doe dit ook met het ledje. Vervolgens run de bijbehorende code(*d deze code en welke waardes komen later nog*) op de microcontroller. Ten slotte ga nu na of er 4 statussen weergeven worden en ook waarneembaar zijn voor het testpersoon.

resultaat:

De module is nog niet getest met het hoofdkastje aangezien het eindontwerp nog niet helemaal af is waardoor we dit nog niet hebben kunnen testen.

Ontwerp

Elektrotechnisch

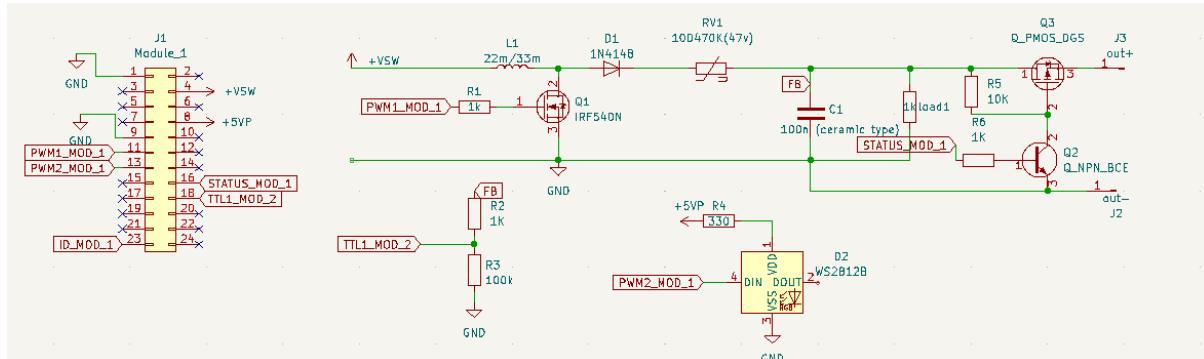


Fig. (schematische tekening tens_met_led_module)

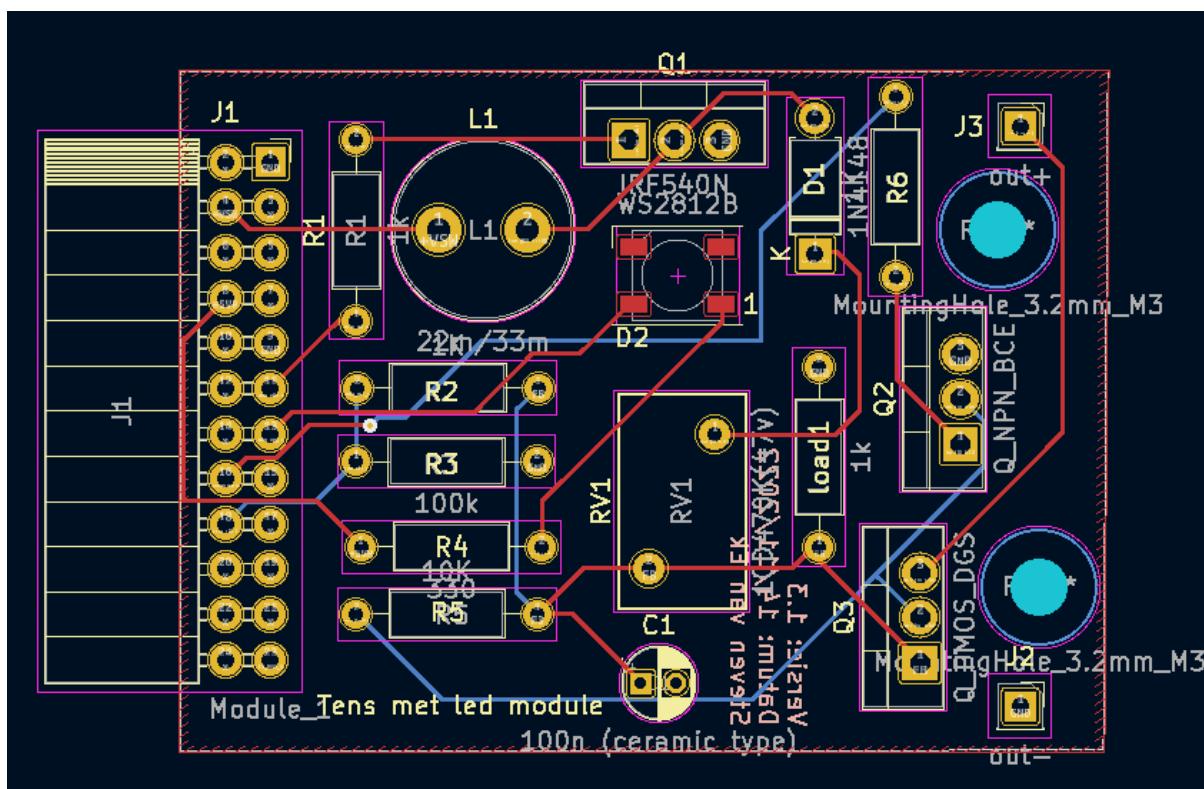


Fig. (PCB tens_met_led_module)

Software

```
#include <FastLED.h>

#define LED_PIN      6
#define NUM_LEDS     14
#define BRIGHTNESS   100
#define LED_TYPE     WS2811
#define COLOR_ORDER  GRB
CRGB leds[NUM_LEDS];

#define UPDATES_PER_SECOND 100

CRGBPalette16 currentPalette;
TBlendType    currentBlending;

extern CRGBPalette16 myRedWhiteBluePalette;
extern const TProgmemPalette16 myRedWhiteBluePalette_p PROGMEM;

void setup() {
    delay( 3000 ); // power-up safety delay
    FastLED.addLeds<LED_TYPE, LED_PIN, COLOR_ORDER>(leds, NUM_LEDS).setCorrection( TypicalLEDStrip );
    FastLED.setBrightness( BRIGHTNESS );

    currentPalette = RainbowColors_p;
    currentBlending = LINEARBLEND;
}

void loop()
{
    ChangePalettePeriodically();

    static uint8_t startIndex = 0;
    startIndex = startIndex + 1; /* motion speed */

    FillLEDsFromPaletteColors( startIndex );

    FastLED.show();
    FastLED.delay(1000 / UPDATES_PER_SECOND);
}

void FillLEDsFromPaletteColors( uint8_t colorIndex )
{
    uint8_t brightness = 255;

    for( int i = 0; i < NUM_LEDS; i++ ) {
        leds[i] = ColorFromPalette( currentPalette, colorIndex, brightness, currentBlending );
        colorIndex += 3;
    }
}
```

```

void ChangePalettePeriodically()
{
    uint8_t secondHand = (millis() / 1000) % 60;
    static uint8_t lastSecond = 99;

    if( lastSecond != secondHand) {
        lastSecond = secondHand;
        if( secondHand == 0) { currentPalette = RainbowColors_p; currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 10) { currentPalette = RainbowStripeColors_p; currentBlending = NOBLEND; }
        if( secondHand == 15) { currentPalette = RainbowStripeColors_p; currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 20) { SetupPurpleAndGreenPalette(); currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 25) { SetupTotallyRandomPalette(); currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 30) { SetupBlackAndWhiteStripedPalette(); currentBlending = NOBLEND; }
        if( secondHand == 35) { SetupBlackAndWhiteStripedPalette(); currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 40) { currentPalette = CloudColors_p; currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 45) { currentPalette = PartyColors_p; currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 50) { currentPalette = myRedWhiteBluePalette_p; currentBlending = NOBLEND; }
        if( secondHand == 55) { currentPalette = myRedWhiteBluePalette_p; currentBlending = LINEARBLEND; }
    }
}

// This function fills the palette with totally random colors.
void SetupTotallyRandomPalette()
{
    for( int i = 0; i < 16; i++) {
        currentPalette[i] = CHSV( random8(), 255, random8());
    }
}

void SetupTotallyRandomPalette()
{
    for( int i = 0; i < 16; i++) {
        currentPalette[i] = CHSV( random8(), 255, random8());
    }
}

void SetupBlackAndWhiteStripedPalette()
{
    // 'black out' all 16 palette entries...
    fill_solid( currentPalette, 16, CRGB::Black);
    // and set every fourth one to white.
    currentPalette[0] = CRGB::White;
    currentPalette[4] = CRGB::White;
    currentPalette[8] = CRGB::White;
    currentPalette[12] = CRGB::White;
}

void SetupPurpleAndGreenPalette()
{
    CRGB purple = CHSV( HUE_PURPLE, 255, 255);
    CRGB green = CHSV( HUE_GREEN, 255, 255);
    CRGB black = CRGB::Black;

    currentPalette = CRGBPalette16(
        green, green, black, black,
        purple, purple, black, black,
        green, green, black, black,
        purple, purple, black, black );
}

```

```

const TProgmemPalette16 myRedWhiteBluePalette_p PROGMEM =
{
    CRGB::Red,
    CRGB::Gray, // 'white' is too bright compared to red and blue
    CRGB::Blue,
    CRGB::Black,

    CRGB::Red,
    CRGB::Gray,
    CRGB::Blue,
    CRGB::Black,

    CRGB::Red,
    CRGB::Red,
    CRGB::Gray,
    CRGB::Gray,
    CRGB::Blue,
    CRGB::Blue,
    CRGB::Black,
    CRGB::Black
};

```

Fig. (software testen ledjes)

Dit stukje software selecteert alle kleurtjes van het ledje en veranderd de led ook van kleur. Dit is om te testen of de led wel goed werkt. Voor de boostconverter is geen software gebruikt een functie generator was genoeg om hem te testen.

Conclusie

De PCB van de module werkt. De boost converter werkt en geeft ongeveer dezelfde output tussen de 500Hz tot 4kHz. Binnen dit bereik kan gewisseld worden in frequentie waardoor de tens 2 uitgangen kan weergeven en de andere 2 wordt gedaan door het ledje. Het ledje kan netjes van kleur veranderen en ook dimmen of feller worden. De output spanning van de boostconverter is wel net boven de 50V en die zou er onder moeten blijven. Dit is nu nog niet heel erg omdat het een prototype is maar dit moet nog wel verbeterd worden. Ook is de PCB nog niet getest met het hoofdkastje wat nog wel zou moeten gebeuren. Tot slotte is de module ook niet gesimuleerd met het simulatie programma van de voice trainer. Dit kan allemaal gedaan worden als vervolg onderzoek.

Eisenmatrix

Eis	Behaald?	Te verbeteren met meer onderzoek (j/n/)	Toelichting
1.1 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
1.2 (Q=4)	nee	N.V.T	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
1.3 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
1.4 (Q=4)	nee	N.V.T	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
1.5 (Q=4)	Niet getest op volledig prototype	Nee want het moet nog getest worden op een volledig prototype	Door tijd te kort is dit nog niet getest op een volledig werkend prototype
1.6 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
2.1 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
2.2 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
2.3 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
2.4 (Q=5)	nee	Ja de output spanning moet onder de 50V komen en zit nu op de 55V	De medische regelgeving stelt dat de spanning onder de 50V moet blijven en dat is niet gehaald.
2.5 (Q=2)	Ja	N.V.T	N.V.T
3.1 (Q=3)	nee	N.V.T	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
3.2 (Q=5)	nee	N.V.T	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel

			werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
3.3 (Q=4)	nee	N.V.T	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
3.4 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
3.5 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
3.6 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
3.7 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
3.8 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
3.9 (Q=4)	ja	Ja want er is nu alleen getest of die voldoet aan deze eis en niet actief kan veranderen op een input	Door tijdstekort is het nog niet getest op een volledig werkend prototype
3.10 (Q=4)	ja	Ja want er is nu alleen getest of die voldoet aan deze eis en niet actief kan veranderen op een input	Door tijdstekort is het nog niet getest op een volledig werkend prototype
4.1 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
4.2 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
4.3 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T

Onderdelenlijst

Onderdeel	Specificatie	Aantal
Varistor	10D470K(47V)	1
Weerstand	1K ohm	3
Weerstand	10K ohm	1
Weerstand	100K ohm	1
Condensator	100nF	1
Spoel	22mH	1
N-Mos	IRF540N	1
Diode	1N4148	1
P-Mos	IRF9540	1
NPN	BC547	1
Female connector	2x12	1
ledje	Ws2812b	1
Weerstand	330 ohm	1

Te testen prototype: Terugkoppeling met elektropulsen

Functie van dit prototype

Dit prototype is bedoeld als een apparaat om feedback met elektronische pulsen (tens/ems) op verschillende plekken van het lichaam uit te testen.

Eisen

De eisen voor dit prototype zijn opgedeeld in functionele en niet functionele eisen. In de functionele eisen wordt het gedrag en eigenschappen van het prototype vastgelegd. In de niet functionele eisen worden de overige eigenschappen van het prototype vastgelegd

Groep:	Eis:	Toelichting:	(weg ing) Q:
Gebruik	1.1	Het product kan in- en uitschakelen	5
	1.2	Het product is makkelijk in gebruik.	4
	1.3	Het product moet een half uur zelfstandig kunnen werken.	
Ergonomie	2.1	Het product mag de gebruiker niet hinderen tijdens het gebruik.	3
	2.2	Het product moet draagbaar zijn op het lichaam.	5
	2.3	Het is makkelijk te plaatsen.	4
	2.4	Het product mag geen schade aanrichten aan de gezondheid van de gebruiker.	5
Functioneel	3.1	Het product moet een communicatiemethode toepassen om data uit te kunnen wisselen met externe partijen.	In een later stadium van dit project moet het product statistieken over de verwerkte stemdata kunnen uitwisselen met externe partijen voor onderzoeksdoeleinden.
	3.2	Het product werkt via een microcontroller	
	3.3	De schokjes van het product kan ingesteld worden op hardheid en de duur van de schokjes.	
	3.4	Het product werkt op accu's of batterijen	De voeding moet vervangbaar of oplaadbaar zijn
	3.5	Het product heeft een uitgangsbescherming	De uitgangen van het product moeten een uitgangsbescherming hebben om te garanderen dat in geen enkel geval het apparaat schade kan aanrichten aan de gebruiker of patiënt.
Technisch	4.1	Het product moet vallen binnen WMO Klasse 1m.	In samenwerking met de opdrachtgever is bepaald dat het product binnen klasse 1 moet vallen.
	4.2	Het product heeft te voldoen aan CE-certificeringen.	Dit is een hulpmiddel voor een klinisch onderzoek om deze reden hoeft het product niet een officiële CE-certificering te ondergaan. Wel wordt er rekening gehouden met de certificering, zodat het

			ontwerp hergebruikt kan worden in het ontwerp van een commercieel eindproduct.	
4.3	De broncode mag alleen zelfgeschreven of open broncode bevatten.		Dit is een open onderzoek. Het doel is dan ook om informatie openbaar te maken gedurende en na het onderzoek zodat het gebruikt kan worden voor verder onderzoek of het maken van een commercieel product.	5

Concept analyse/keuze

In de concept analyse wordt er gekeken naar de verschillende onderdelen/ subsystemen die er in het systeem zitten. In dit hoofdstuk wordt elk subsystem op een rijtje gezet en gekeken naar de verschillende opties. Aan de hand van de voor en nadelen van elke optie wordt er een afweging gemaakt. Als alle aspecten beoordeeld zijn word alles opgeteld en een keuze gemaakt welk onderdeel in het systeem komt.

Energieopslag

Het product wordt een draagbaar product en daarom is er een energieopslag nodig. De energieopslag zelf dit zit in centrale hoofd unit en hoeft niet gedragen te worden daarom. Voor de energieopslag is het belangrijk dat die makkelijk te vervangen of oplaadbaar is en genoeg vermogen kan leveren voor het systeem voor een gebruik van een half uur. Daarom is er voor de 12v, 1.3ah lood accu gekozen aangezien die de benodigde capaciteit en voltage levert. Ook is de lood accu goed oplaadbaar aangezien je die op een 12v voedingsbron kan aansluiten en zelf stopt als die vol zit. Tot slotte is een lood accu heel betrouwbaar, veilig en recyclebaar.

product	weging	8 x nihm cell ikea	9v Alkaline	Conrad Lipo accu 11.1V	Lood accu 12v 1.3aH
prijs	2	8	3	5	6
veiligheid	3	8	8	3	9
capaciteit	4	8	4	8	9
voltage	3	9	6	9	10
	Totaalscore:	99	64	78	105

Boostconverter

Het systeem maakt gebruik van een boostconverter. De boostconverter zorgt ervoor dat de uitgangsspanning pieken heeft die veel hoger zijn dan de ingangsspanning. Deze pieken zijn belangrijk want, dat zijn de schokjes die via de elektrodes voelen als trillingen op je huid of eigenlijk op je spieren. Er is dus een hele hoge piekspanning nodig. Daarom hebben wij besloten hem zelf te maken omdat, er online geen converter te vinden is die aan onze eis voldoet. Dat komt doordat die een hele hoge piekspanning moet hebben maar die moet maar kort zijn en dan weer terug zakken naar de ingangsspanning. Het eigen ontwerp scoort hier het best op

product	weging	MT306	UCC38C42D	zelfgemaakt
prijs	2	8	8	6
piekspanning	5	4	4	8
Verschil in en uitgangsspanning	3	4	3	8
	Totaalscore:	48	45	76

Subsystemen

Subsystemen testplannen

Batterij/accu duur testen

Is de batterij duur voldoende om een half uur apart te werken?

benodigdheden:

- 1x lood accu
- 1x timer
- 1x prototype (hoofdkastje+ module)
- 1x esp 32 of andere microcontroller

Testopstelling:

Sluit de loodaccu aan op het prototype.

uitvoering:

Om deze test uit te voeren gebruiken wij software die op de microcontroller staat. Met behulp van dit programma wordt de snelheid van schokjes constant veranderd aangezien dit het dichtstbij de feedback van de voice trainer app komt. Ook veranderd de sterkte van de schokjes constant als andere vorm van feedback op het stemgeluid van de gebruiker. Dit wordt gedaan omdat de voice trainer app ook 4 uitgangen heeft. Het prototype zal dit minimaal 30 min om aan de gestelde eis te voldoen.

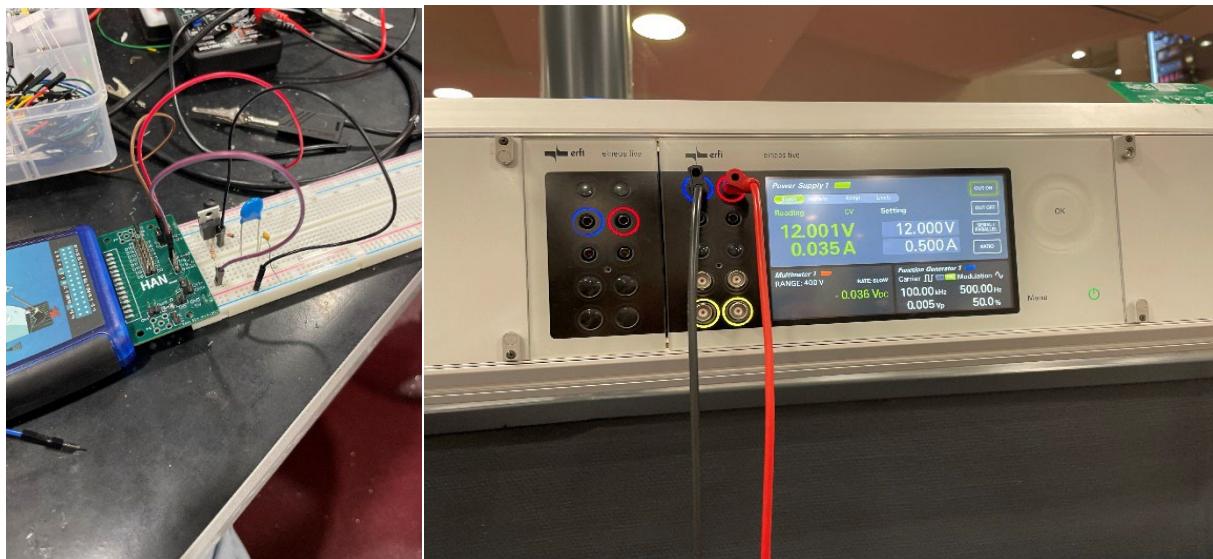
resultaat:

Het volledige product is nog niet getest maar voor de module is de loodaccu van het hoofdkastje ruim genoeg om een half uurtje achter elkaar te werken.

Boostconverter testen

benodigdheden:

- 1x lead accu of voedingsbron
- 1x breadboard of PCB module
- 1x esp32 of andere microcontroller
- 1x oscilloscoop



testopstelling:

Bouw het hele circuit op dat hieronder op de foto staat. Als op deze foto het circuit niet duidelijk te zien is kan je ook het elektrisch circuit tot aan de load weerstand onder het stukje ontwerp nabouwen. Fig. (opstelling tens module) Fig. (instelling voedingsbron)

uitvoering:

Om te weten of de boost converter werkt moeten we met een oscilloscoop de pieken van het schakel verschijnsel meten. Dit kun je meten op de load weerstand punt in het ontwerp. Op het plaatje van de testopstelling is ook te zien waar de oscilloscoop aangesloten moet worden. Als op de scoop het schakels verschijnsel te zien is dan doet de boostconverter het. Als het niet te zien is is die kapot. Belangrijk is dat de piek onder de 50V blijft.

resultaat:

Het circuit werkt. De load weerstand is veranderd naar 10K ohm en de condensator naar 10nF omdat de oude waarden niet de gewenste output leverde. Hieronder een tabel van de piekspanning bij verschillende frequenties aangezien de frequentie invloed heeft op de piekspanning. Het input signaal is blokgolf van 0 naar 4.2V. Met dit frequentie bereik kunnen de 4 statussen weergeven worden.

Frequentie	Output piek spanning	Duty cycle
500Hz	54.6V	50%
1kHz	55.2V	50%
2kHz	54.6V	50%
3kHz	52.7V	50%
4kHz	38.7V	50%
5kHz	29.8V	50%

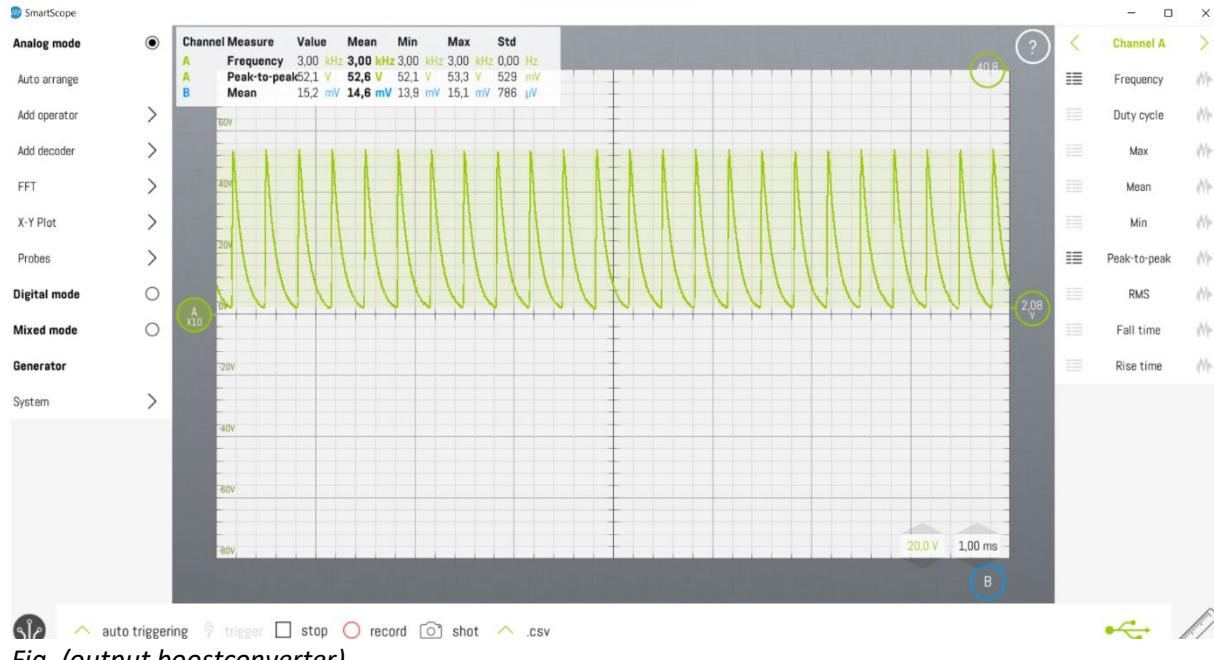


Fig. (output boostconverter)

Beveiliging opstarten esp 32

benodigdheden:

- 1x esp 32 of andere microcontroller
- 1x voedingsbron
- 1x breadbord(zie onderdelenlijst) of PCB module

testopstelling:

Bouw het circuit op van de onderstaande foto(in de tekening van het elektrische schema gaat het over het stukje na de load weer).

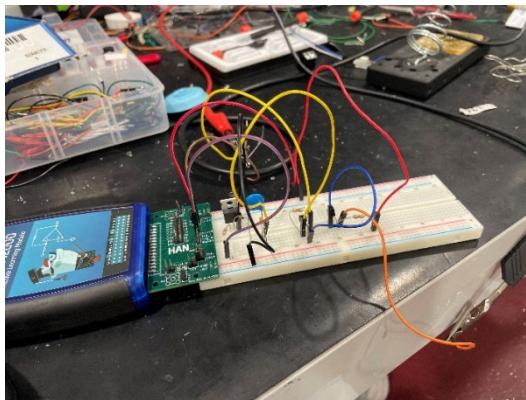


Fig. (testopstelling boostconverter + beveiliging) Fig. (instelling voedingsbron)

Uitvoering:

De esp 32 geeft een klein schokje door de pwm poorten tijdens het opstarten en in geval van het gebruik van elektropulsen zou dat pijnlijk kunnen zijn voor de gebruiker. Vandaar dat deze bescherming er is. De npn met de status_mod op de gate geeft een hoog of laag signaal. Als de boost converter normaal moet werken dus na het opstarten van de esp 32 geeft de status_mod een hoog signaal zodat de stroom door de transistor kan lopen. Tijdens het opstarten moet die dus een laag signaal hebben zodat de stroom dus niet door kan lopen en ook geen output kan geven. Om te weten of dit systeem werkt moet de voltage op de output gemeten worden. Bij een hoog signaal zou de spanningspiek gemeten moeten worden en bij een laagsignaal niks.

resultaat:

Het circuit werkt. Als de ingang status_mod laag is word er geen output gemeten en als die hoog is doet de boost converter het en zie je op de scope het des betreffende schakel verschijnsel. Dit is hetzelfde signaal als bij de boost converter test.

Systeem testplan

Feedback van module(elektrodes) testen

benodigdheden:

- 1x hoofdkastje
- 1x PCB module
- 2x elektrode
- 1x voedingsbron ofloodaccu

testopstelling:

Sluit de PCB aan op het hoofdkastje als het hoofdkastje niet beschikbaar is gebruik dan alleen de PCB

uitvoering:

Sluit de module aan op het hoofdkaste als die niet beschikbaar is gebruik dan alleen de PCB en sluit die aan op de esp 32 of andere microcontroller. Daarna plak de elektrodes op een van de plekken waar de feedback gemeten gaat worden, op de onderarm bijvoorbeeld. Vervolgens run de bijbehorende software op de microcontroller. Ten slotte ga nu na of er 4 verschillende statussen zijn en ook waarneembaar zijn door het testpersoon.

resultaat:

De module is nog niet getest met het hoofdkastje aangezien het eindontwerp nog niet helemaal af is waardoor we dit nog niet hebben kunnen testen.

Ontwerp

Elektrotechnisch

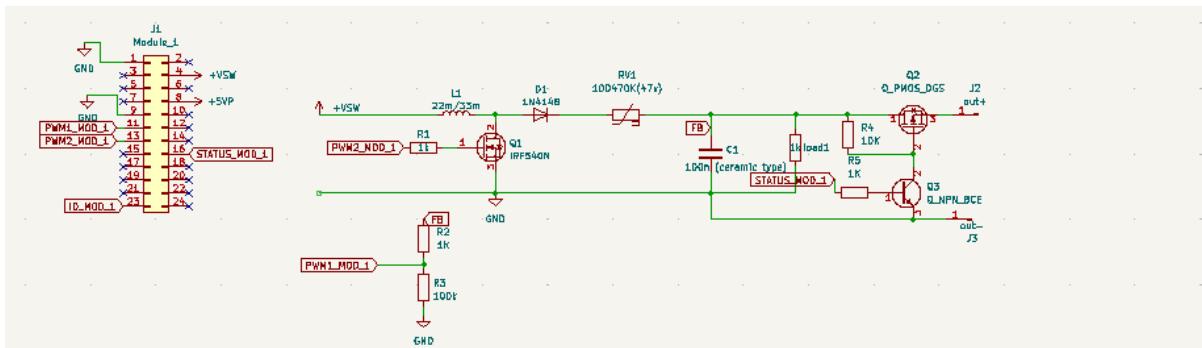


Fig. (schematische tekening tens_module)

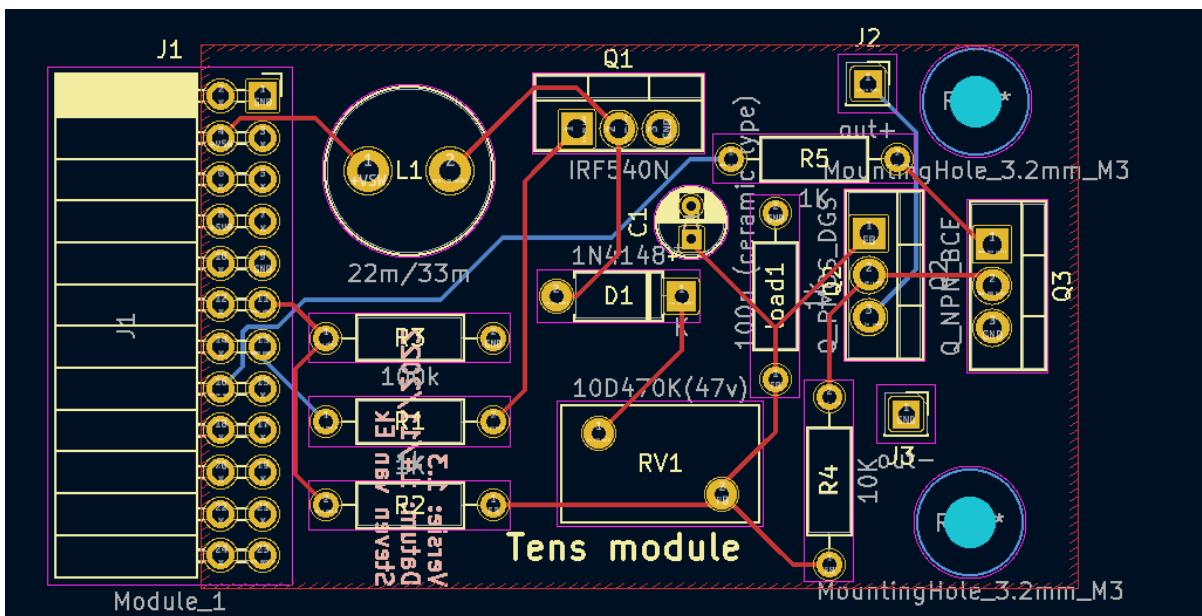


Fig. (pcb tens_module)

Software

Voor dit prototype is nog geen code geschreven om het te testen om te testen of de module het deed was een functie generator genoeg.

Conclusie

De boost converter werkt en geeft ongeveer dezelfde output tussen de 500Hz tot 4kHz. Binnen dit bereik kan gewisseld worden in frequentie waardoor je de 4 verschillende statussen kan weergeven. Deze verschillende statussen zijn nog niet getest op hoe goed ze waarneembaar zijn. Dit komt doordat het hoofdkastje nog niet af is en daarom is er alleen getest of de boostconverter werkt en of die verschillende statussen kan weergeven. Dus het prototype moet nog afgemaakt worden voordat de module helemaal getest kan worden. Tot slotte komt ook de output spanning net boven de 50v uit en die zou er onder moeten blijven. Dit is nu nog niet heel erg omdat het een prototype is maar dit moet nog wel verbeterd worden.

Eisenmatrix

Eis	Behaald?	Te verbeteren met meer onderzoek (j/n/)	Toelichting
1.1 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
1.2 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
1.3 (Q=4)	Niet getest op volledig prototype	Nee want het moet nog getest worden op een volledig prototype	Door tijd te kort is dit nog niet getest op een volledig werkend prototype
2.1 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
2.2 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
2.3 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
2.4 (Q=5)	nee	Ja de output spanning moet onder de 50V komen en zit nu op de 55V	De medische regelgeving stelt dat de spanning onder de 50V moet blijven en dat is niet gehaald.
3.1 (Q=3)	nee	N.V.T	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
3.2 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
3.3 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
3.4 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
3.5 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
4.1 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
4.2 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
4.3 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T

Onderdelenlijst

Onderdeel	Specificatie	Aantal
Varistor	10D470K(47V)	1
Weerstand	1K ohm	3
Weerstand	10K ohm	1
Weerstand	100K ohm	1
Condensator	100nF	1
Spoel	22mH	1
N-Mos	IRF540N	1
Diode	1N4148	1
P-Mos	IRF9540	1
NPN	BC547	1
Female connector	2x12	1

Te testen prototype: Terugkoppeling met licht(leds)

Functie van dit prototype

Dit prototype is bedoeld als een apparaat om feedback met behulp van een ledje op verschillende locaties te geven.

Eisen

De eisen voor dit prototype zijn opgedeeld in gebruik, ergonomie, technisch en sociale eisen. In de functionele eisen wordt het gedrag en eigenschappen van het prototype vastgelegd. In de niet functionele eisen worden de overige eigenschappen van het prototype vastgelegd

Groep:	Eis:	Toelichting:	(weg ing) Q:
Gebruik	1.1	Het product kan in- en uitschakelen	5
	1.2	Het product is makkelijk in gebruik.	4
	1.3	Het product geeft feedback op het stemgeluid van de gebruiker	4
	1.4	De voeding is vervangbaar/oplaadbaar.	4
	1.5	Het product moet een half uur zelfstandig kunnen werken.	4
Ergonomie	2.1	Het product mag de gebruiker niet hinderen tijdens het gebruik.	3
	2.2	Het product moet draagbaar zijn op het lichaam.	5
	2.3	Het is makkelijk te plaatsen.	4
	2.4	Het product mag geen schade aanrichten aan de gezondheid van de gebruiker.	5
Functioneel	3.1	Het product moet een communicatiemethode toepassen om data uit te kunnen wisselen met externe partijen.	3
	3.2	Het product werkt via een microcontroller	3
	3.3	De sterke van de leds moet geleidelijk sterker of zwakker worden.	5
	3.4	De kleur van de leds moet kunnen veranderen.	5
	3.5	Het product werkt op accu's of batterijen	5

	3.6	Het product heeft een uitgangsbescherming	De uitgangen van het product moeten een uitgangsbescherming hebben om te garanderen dat in geen enkel geval het apparaat schade kan aanrichten aan de gebruiker of patiënt.	5
Technisch	4.1	Het product moet vallen binnen WMO Klasse 1m.	In samenwerking met de opdrachtgever is bepaald dat het product binnen klasse 1 moet vallen.	5
	4.2	Het product heeft te voldoen aan CE-certificeringen.	Elk elektronisch medisch hulpmiddel wat in Nederland geproduceerd wordt heeft te voldoen aan CE-certificeringen.	3
	4.3	De broncode mag alleen zelfgeschreven of open broncode bevatten.	Dit is een project waarbij alle documentatie en code vrij wordt gegeven.	5
Sociaal	5.1	Het product moet toegankelijk zijn voor mensen met laag economische status.	Elke patiënt moet toegang kunnen krijgen tot dit hulpmiddel.	2

Concept analyse/keuze

In de concept analyse wordt er gekeken naar de verschillende onderdelen/ subsystemen die er in het systeem zitten. In dit hoofdstuk wordt elk subsysteem op een rijtje gezet en gekeken naar de verschillende opties. Aan de hand van de voor en nadelen van elke optie wordt er een afweging gemaakt. Als alle aspecten beoordeeld zijn word alles opgeteld en een keuze gemaakt welk onderdeel in het systeem komt.

Energieopslag

Het product wordt een draagbaar product en daarom is er een energieopslag nodig. De energieopslag zelf dit zit in centrale hoofd unit en hoeft niet gedragen te worden daarom. Voor de energieopslag is het belangrijk dat die makkelijk te vervangen of oplaadbaar is en genoeg vermogen kan leveren voor het systeem voor een gebruik van een half uur. Daarom is er voor de 12v, 1.3ah lood accu gekozen aangezien die de benodigde capaciteit en voltage levert. Ook is de lood accu goed oplaadbaar aangezien je die op een 12v voedingsbron kan aansluiten en zelf stopt als die vol zit. Tot slotte is een lood accu heel betrouwbaar, veilig en recyclebaar.

product	weging	8 x nihm cell ikea	9v Alkaline	Conrad Lipo accu 11.1V	Lood accu 12v 1.3aH
prijs	2	8	3	5	6
veiligheid	3	8	8	3	9
capaciteit	4	8	4	8	9
voltage	3	9	6	9	10
	Totaalscore:	99	64	78	105

Ledjes

Voor het product is licht gekozen als de vorm van feedback. De lampjes moeten 4 verschillende statussen kunnen weergeven oftewel 4 verschillende standen. We hebben direct voor de ledjes gekozen aangezien die goedkoop zijn en veel verschillende kleurtjes kunnen weergeven. De keuze is uiteindelijk gevallen op de ws2812b ledjes omdat dit ledje ook een chip heeft die met behulp van code de kleuren zelf kan selecteren en ook los van elkaar. Dit zorgt ervoor dat de feedback van de ledjes heel goed en gemakkelijk te regelen is. Ook schelen deze ledjes veel ruimte ten opzicht van de andere traditionele ledjes.

Product	Weging	Led	Duo led	ws2812b
Prijs	2	10	9	8
Spanning bereik per kleur	4	8	7	9
Minimale benodigheid	4	6	10	8
aansturing	2	8	7	10
	Totaalscore:	92	100	104

Subsystemen

Subsystemen testplannen

Batterij/accu duur testen

Is de batterij duur voldoende om een half uur apart te werken?

benodigheden:

- 1x accu
- 1x timer
- 1x prototype (hoofdkastje+module)
- 1x microcontroller

Testopstelling:

Sluit de loodaccu aan op het prototype.

uitvoering:

Om deze test uit te voeren hebben we het prototype nodig waar de ledjes van kleur veranderen en sterke. Dit wordt gedaan met het programma in de microcontroller die het pwm signaal aanstuurt. Dit is nodig omdat dit het meest lijkt op de voice trainer kwa feedback want de feedback van de voice trainer veranderd ook telkens van status. Dit zal het prototype minimaal 30 minuten doen zodat die aan de gestelde eis voldoet.

Resultaat:

Het volledige product is nog niet getest maar voor de module is de loodaccu van het hoofdkastje ruim genoeg om een half uurtje achter elkaar te werken.

Feedback van led testen

benodigdheden:

- 1x voedingsbron
- 1x esp 32 of andere microcontroller
- 1x PCB van led module

Testopstelling:

Zie onderstaande foto of bouw het elektrisch circuit na. Het beste is om de PCB van de led module te gebruiken.

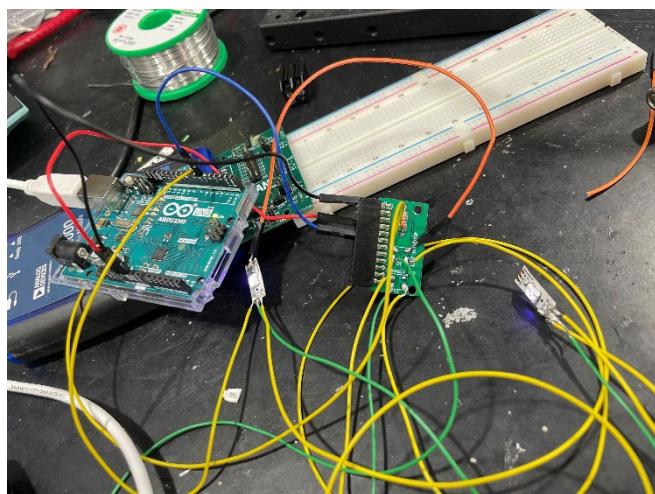


Fig. (opstelling led module)



Fig. (instelling voedingsbron)

uitvoering:

De ws2812b is een ledje waar een chip inzit die de kleuren selecteert en regelt. Voor het aansturen hiervan is een code beschikbaar. Het ledje werkt goed als die met behulp van deze code de goede kleur kan selecteren en ook in sterkte van licht kan veranderen. Ook wordt er gekeken of de 2 ledjes los van elkaar kunnen werken en verschillende kleuren kunnen weergeven.

Resultaat:

De ledjes werken en zijn alle kleuren afgegaan die in de code stonden. Ook kunnen de ledjes dimmen of feller worden.

Systeem testplan

Feedback module testen

benodigdheden:

- 1x voedingsbron
- 1x esp 32 of andere microcontroller
- 1x PCB led module
- 1x hoofdkastje

Testopstelling:

Sluit de module aan op het hoofdkastje.

Uitvoering:

De ws2812b is een ledje waar een chip inzit die de kleuren selecteert en regelt. Voor het aansturen hiervan is een code beschikbaar. Het ledje werkt goed als die met behulp van deze code de goede kleuren selecteert en de 4 outputs weergeeft die in de code staan. Ook is het belangrijk dat de 2 ledjes heel duidelijk inwisselen zodat je het status verschil goed waarneemt.

Resultaat:

De module is nog niet getest met het hoofdkastje aangezien het eindontwerp nog niet helemaal af is waardoor we dit nog niet hebben kunnen testen.

Ontwerp

Elektrotechnisch

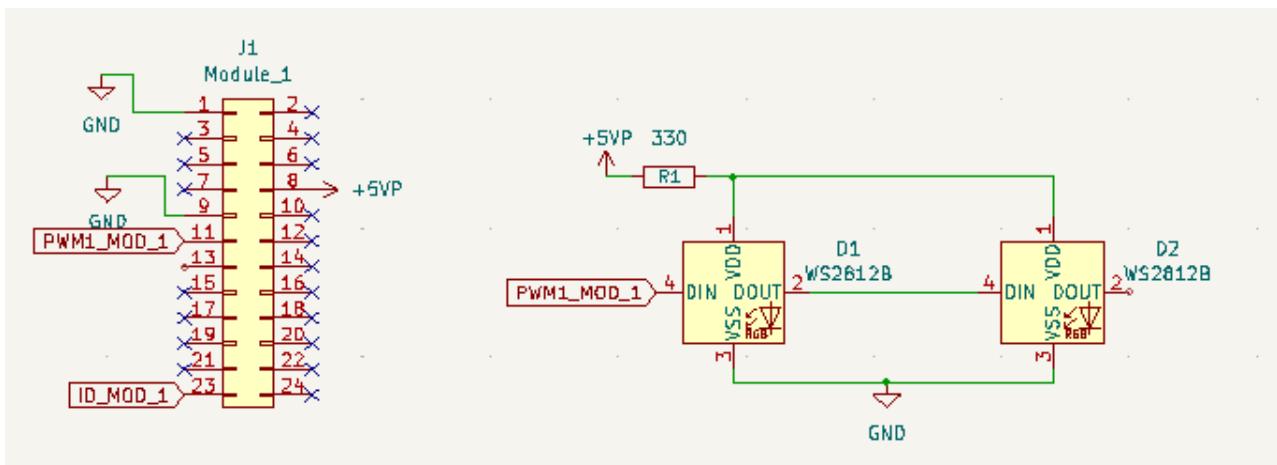


Fig. (schematische tekening led_module)

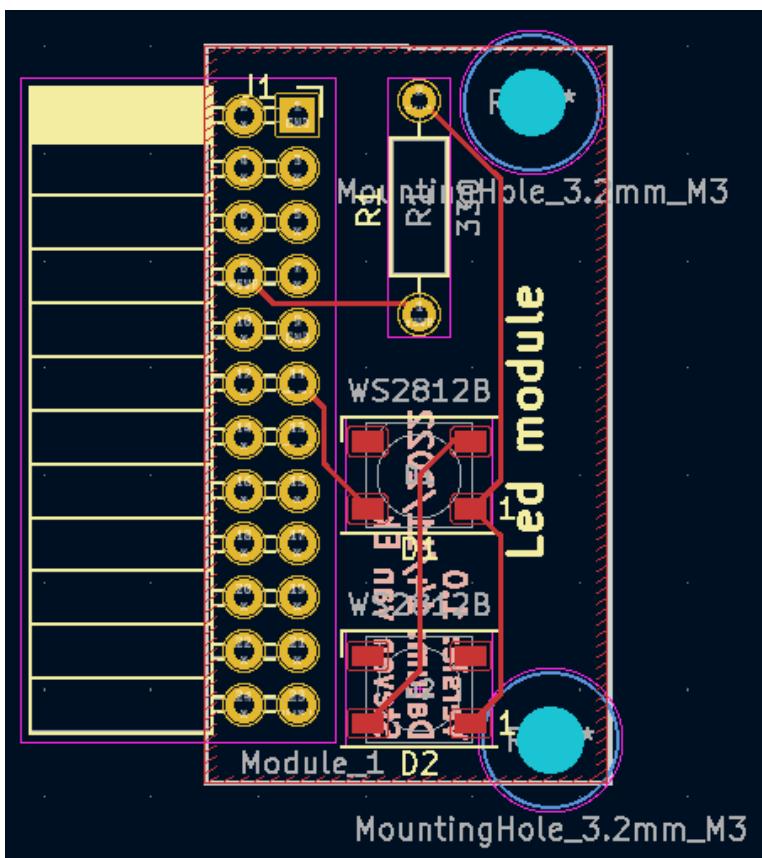


Fig. (PCB led_module)

Software

```
#include <FastLED.h>

#define LED_PIN      6
#define NUM_LEDS     14
#define BRIGHTNESS   100
#define LED_TYPE     WS2811
#define COLOR_ORDER  GRB
CRGB leds[NUM_LEDS];

#define UPDATES_PER_SECOND 100

CRGBPalette16 currentPalette;
TBlendType    currentBlending;

extern CRGBPalette16 myRedWhiteBluePalette;
extern const TProgmemPalette16 myRedWhiteBluePalette_p PROGMEM;

void setup() {
    delay( 3000 ); // power-up safety delay
    FastLED.addLeds<LED_TYPE, LED_PIN, COLOR_ORDER>(leds, NUM_LEDS).setCorrection( TypicalLEDStrip );
    FastLED.setBrightness( BRIGHTNESS );

    currentPalette = RainbowColors_p;
    currentBlending = LINEARBLEND;
}

void loop()
{
    ChangePalettePeriodically();

    static uint8_t startIndex = 0;
    startIndex = startIndex + 1; /* motion speed */

    FillLEDsFromPaletteColors( startIndex );

    FastLED.show();
    FastLED.delay(1000 / UPDATES_PER_SECOND);
}

void FillLEDsFromPaletteColors( uint8_t colorIndex )
{
    uint8_t brightness = 255;

    for( int i = 0; i < NUM_LEDS; i++ ) {
        leds[i] = ColorFromPalette( currentPalette, colorIndex, brightness, currentBlending );
        colorIndex += 3;
    }
}
```

```

void ChangePalettePeriodically()
{
    uint8_t secondHand = (millis() / 1000) % 60;
    static uint8_t lastSecond = 99;

    if( lastSecond != secondHand) {
        lastSecond = secondHand;
        if( secondHand == 0) { currentPalette = RainbowColors_p; currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 10) { currentPalette = RainbowStripeColors_p; currentBlending = NOBLEND; }
        if( secondHand == 15) { currentPalette = RainbowStripeColors_p; currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 20) { SetupPurpleAndGreenPalette(); currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 25) { SetupTotallyRandomPalette(); currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 30) { SetupBlackAndWhiteStripedPalette(); currentBlending = NOBLEND; }
        if( secondHand == 35) { SetupBlackAndWhiteStripedPalette(); currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 40) { currentPalette = CloudColors_p; currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 45) { currentPalette = PartyColors_p; currentBlending = LINEARBLEND; }
        if( secondHand == 50) { currentPalette = myRedWhiteBluePalette_p; currentBlending = NOBLEND; }
        if( secondHand == 55) { currentPalette = myRedWhiteBluePalette_p; currentBlending = LINEARBLEND; }
    }
}

// This function fills the palette with totally random colors.
void SetupTotallyRandomPalette()
{
    for( int i = 0; i < 16; i++) {
        currentPalette[i] = CHSV( random8(), 255, random8());
    }
}

void SetupTotallyRandomPalette()
{
    for( int i = 0; i < 16; i++) {
        currentPalette[i] = CHSV( random8(), 255, random8());
    }
}

void SetupBlackAndWhiteStripedPalette()
{
    // 'black out' all 16 palette entries...
    fill_solid( currentPalette, 16, CRGB::Black);
    // and set every fourth one to white.
    currentPalette[0] = CRGB::White;
    currentPalette[4] = CRGB::White;
    currentPalette[8] = CRGB::White;
    currentPalette[12] = CRGB::White;
}

void SetupPurpleAndGreenPalette()
{
    CRGB purple = CHSV( HUE_PURPLE, 255, 255);
    CRGB green = CHSV( HUE_GREEN, 255, 255);
    CRGB black = CRGB::Black;

    currentPalette = CRGBPalette16(
        green, green, black, black,
        purple, purple, black, black,
        green, green, black, black,
        purple, purple, black, black );
}

```

```

const TProgmemPalette16 myRedWhiteBluePalette_p PROGMEM =
{
    CRGB::Red,
    CRGB::Gray, // 'white' is too bright compared to red and blue
    CRGB::Blue,
    CRGB::Black,

    CRGB::Red,
    CRGB::Gray,
    CRGB::Blue,
    CRGB::Black,

    CRGB::Red,
    CRGB::Red,
    CRGB::Gray,
    CRGB::Gray,
    CRGB::Blue,
    CRGB::Blue,
    CRGB::Black,
    CRGB::Black
};

```

Fig. (software testen ledjes)

Dit stukje software selecteert alle kleurtjes van het ledje en veranderd de led ook van kleur. Dit is om te testen of de led wel goed werkt.

Conclusie

De module van het ledje werkt en selecteert goed zijn kleuren. Ook kan de lichtsterkte goed waarneembaar veranderen. De module is nog niet getest met het hoofdkastje, want die is nog niet af. Dit houdt in dat die ook nog niet getest is op de software die de voice trainer zou simuleren. De module werkt dus maar moet nog afgemaakt worden. Dit kan gedaan worden door een volgend groepje dat zo nodig dan ook nog verbeteringen kan toevoegen.

Eisenmatrix

Eis	Behaald?	Te verbeteren met meer onderzoek (j/n/)	Toelichting
1.1 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
1.2 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
1.3 (Q=4)	nee	Ja want er is nog niet gewerkt met actief stemgeluid verwerken	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
1.4 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
1.5 (Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
2.1 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
2.2 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
2.3(Q=4)	ja	N.V.T	N.V.T
2.4 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
3.1 (Q=3)	nee	N.V.T	In groepsverband is besloten dat dit voor nu teveel werk was en een latere project groep hiermee bezig kan.
3.2 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
3.3 (Q=5)	ja	Ja want er is nu alleen getest of die voldoet aan deze eis en niet actief kan veranderen op een input	Door tijdstekort is het nog niet getest op een volledig werkend prototype
3.4 (Q=5)	ja	Ja want er is nu alleen getest of die voldoet aan deze eis en niet actief kan veranderen op een input	Door tijdstekort is het nog niet getest op een volledig werkend prototype
3.5 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T
3.6 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
4.1 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T

4.2 (Q=3)	ja	N.V.T	N.V.T
4.3 (Q=5)	ja	N.V.T	N.V.T

Onderdelenlijst

Onderdeel	Specificatie	Aantal
Ledje	Ws2812b	2
Weerstand	330 ohm	1
Female connector	2x12	1

8.8 Bibliografie

Antonius. (2019, Juni 10). *Folders*. Opgehaald van MijnAntonius:

<https://folders.mijnantonius.nl/documents/830/36e5169b-ffe4-4dae-b392-9408d7a91a74/Document.pdf>

ccmo. (2022). *Centrale Comissie Mensgebonden Onderzoek*. Opgehaald van

<https://www.ccmo.nl/onderzoekers/wet-en-regelgeving-voor-medisch-wetenschappelijk-onderzoek/uw-onderzoek-wmo-plichtig-of-niet>

Conrad. (2022). *Opgehaald van*

https://www.conrad.nl/nl/p/tru-components-t1810o114-led-assortiment-rood-blauw-groen-geel-lichtwarmwit-rond-5-mm-800-mcd-2000-mcd-120-mcd-8-2102611.html?utm_source=google&utm_medium=surfaces&utm_campaign=shopping-feed&utm_content=free-google-shopping-cli

Frank Van Laer, V.-z. U. (2022). *NOSO info*. Opgehaald van Marteriaalkennis en ziekenhuishygiene:

<http://www.nosoinfo.be/nosoinfos/materialenkennis-en-ziekenhuishygiene/?lang=nl>

Heuvel, R. v. (2022, 8 29).

HAN.

igj. (2021 en 2022). *inspectie Gezondheidszorg en Jeugd*. Opgehaald van

<https://www.igj.nl/zorgsectoren/geneesmiddelen/klinisch-onderzoek-gcp/regels-voor-klinisch-onderzoek>

IPO'ers. (sd). *Pinterest*. Opgehaald van *Feedback device bord*:

<https://pin.it/4ToAsps>

Kennisbank. (2021, 05 08). *Opgehaald van*

<https://certification-company.nl/kennisbank/faqs/wat-is-de-classificatie-van-mijn-medisch-hulpmiddel/#:~:text=Medische%20hulpmiddelen%20kunnen%20onderverdeeld%20worden,eindgebruiker%2C%20hoe%20hoger%20de%20klasse.>

Radboud UMC. (sd). *Radboud Expertise Centrum - Parkinson*. Opgehaald van Radboud UMC:

<https://www.radboudumc.nl/expertisecentra/parkinson-en-bewegingsstoornissen/parkinson>

Rijksoverheid. (2022). *Opgehaald van*

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/medische-hulpmiddelen/veiligheid-en-toezicht-medische-hulpmiddelen>

*S3 project, s. (2021). S3 verslag. Arnhem:
HAN.*

*Store. (2022). Hackerstore. Opgehaald van
<https://hackerstore.nl/Artikel/916>*

*Store. (2022). Hackerstore. Opgehaald van
<https://hackerstore.nl/Artikel/406>*

*Tergooi MC. (sd). Parkinson en Logopedie. Opgehaald van Tergooi:
[https://www.tergooi.nl/patienteninformatie/parkinson-en-logopedie/#:~:text=Volgens%20de%20richtlijn%20'Logopedie%20bij,Limiting%20Voice%20Treatment%20\(PLVT\).](https://www.tergooi.nl/patienteninformatie/parkinson-en-logopedie/#:~:text=Volgens%20de%20richtlijn%20'Logopedie%20bij,Limiting%20Voice%20Treatment%20(PLVT).)*

*Zorgelooslijf. (sd). Tens apparaat. Opgehaald van Zorgelooslijf:
<https://www.tens-apparaat.nl/tens>*