

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*.	
	1.5	Het product moet een half uur zelfstandig werken	4
	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.	4
	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.	3
	3.2	Het product moet spraak kunnen detecteren	5
	3.3	Het product moet zelfstandig de stemdata verwerken en mag niet verbinden met een derde partij om de stemdata te verwerken.	4
	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
<i>Technisch</i>	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 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 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
Vershil 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 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

Batterij/accu duur testen

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

benodigheden:

- 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 word 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 load accu of voedingsbron
- 1x breadbord 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.

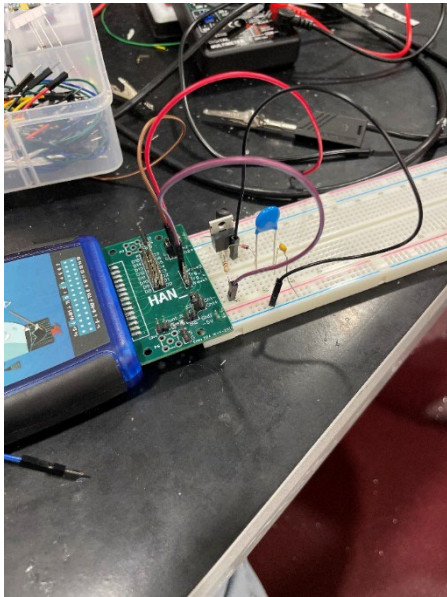


Fig. (opstelling tens module)



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 scope 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%

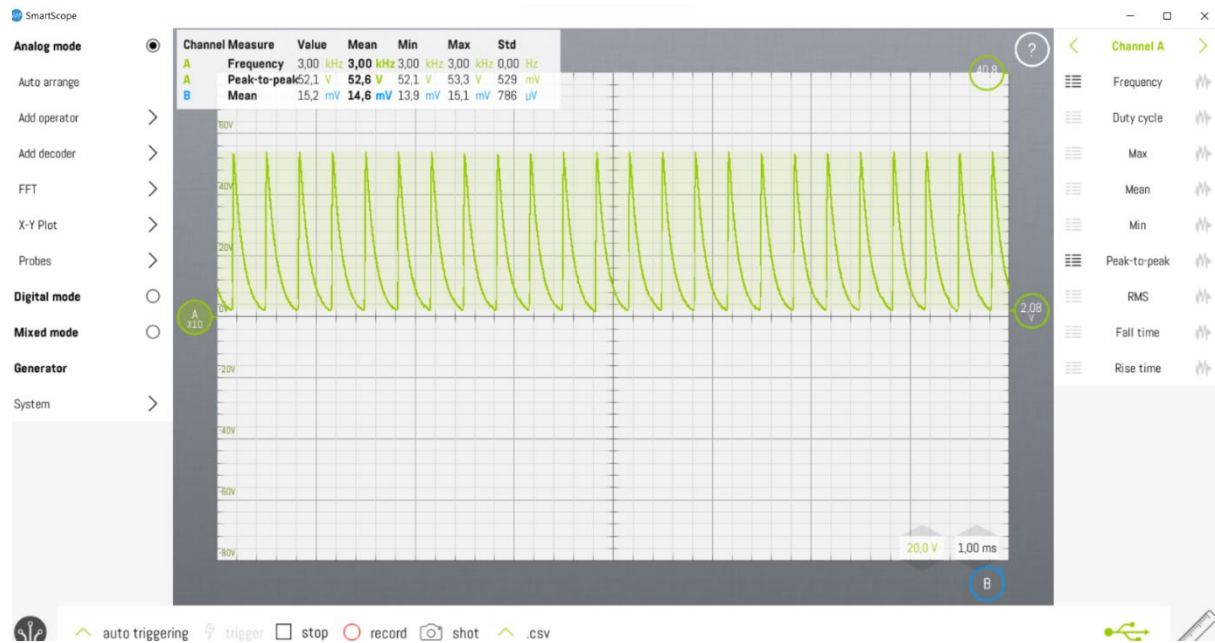


Fig. (output boostconverter)

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.

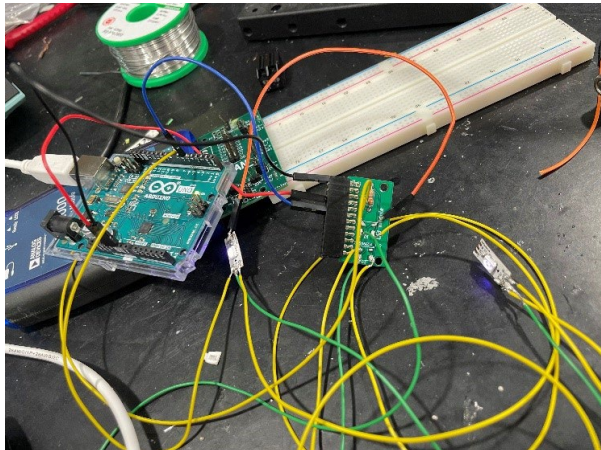


Fig. (opstelling led module)

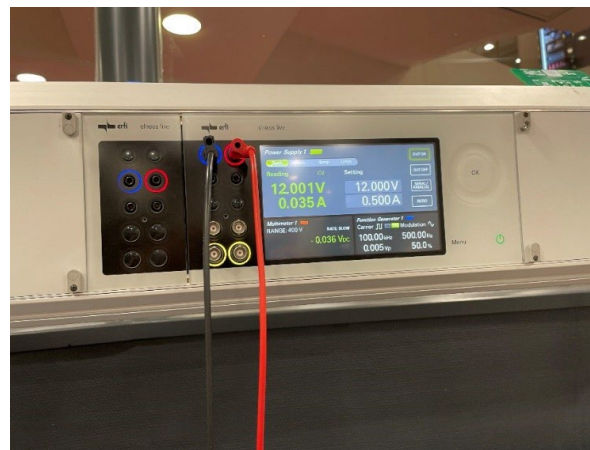


Fig. (instelling voedingsbron)

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 word 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 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 weerstand).

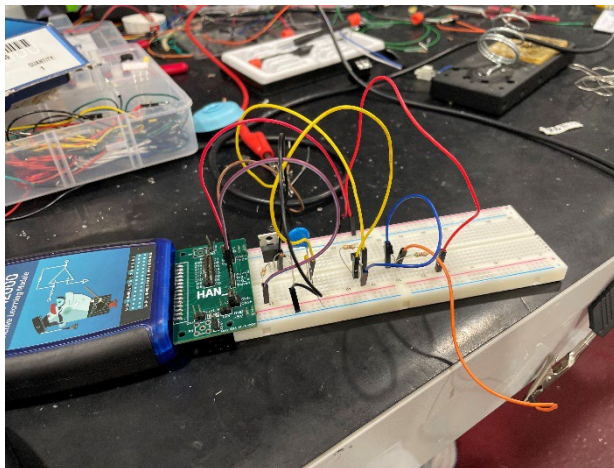


Fig (testopstelling boostconverter + beveiliging)



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 laag signaal 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(*deze code en welke waardes komen later nog*) op de microcontroller. Ten slotte ga nu na of er 4 statussen weergegeven 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.

Elektrotechnisch

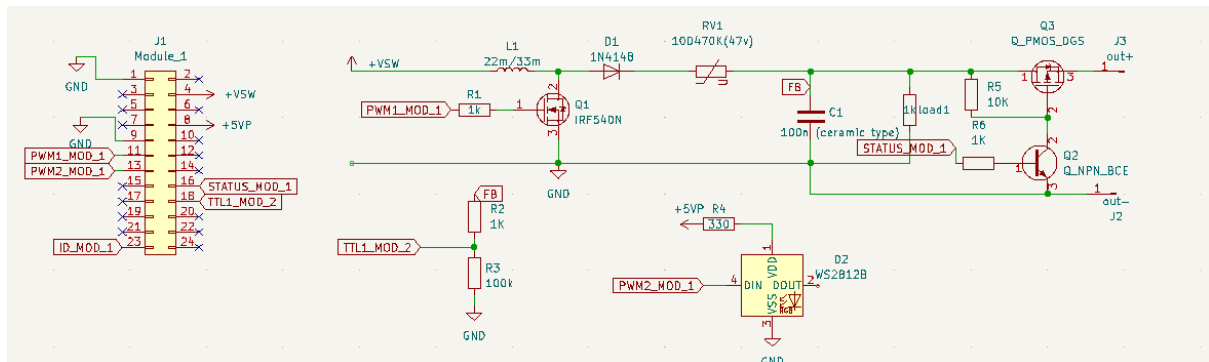


Fig. (schematische tekening tens_met_led_module)

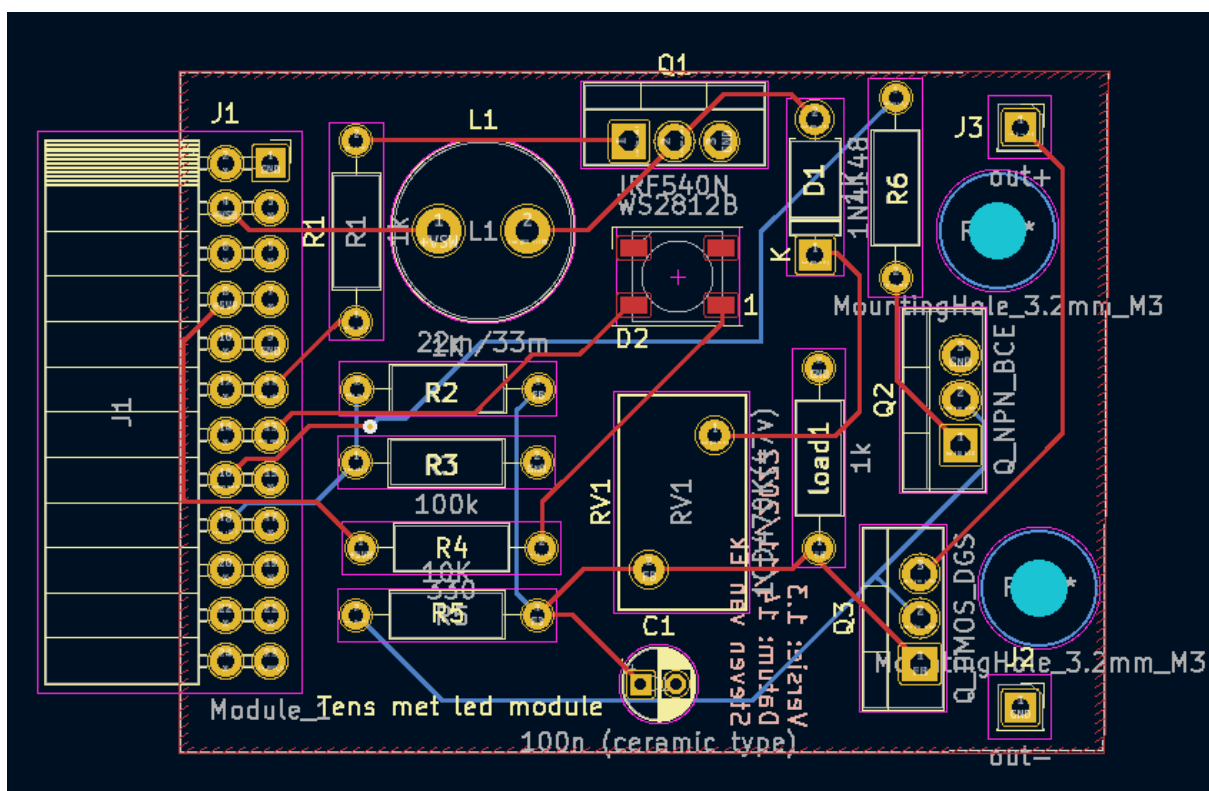


Fig. (PCB tens_met_led_module)

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 TProgmemPalettet16 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 verandert 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