

# Tactiel Simulator

IPO / IPS / ESE

Jarno van Roosmalen	631477
Floris den Hertog	636631
Kejsi Boci	633162
Denis Kozlov	633335

Peter Isthā  
Matthijs Kwak  
Ico van Diemen  
Johan Korte

Christel  
Eric  
Bartimeus

# Inleiding

Een van de belangrijkste aspecten van seksuele educatie is zelfontdekking. Op school leren de meeste mensen wel de basis van seks, maar uiteindelijk leren ze het meest door naar hun zelf te kijken. Bij blinde/ slechtziende mensen gaat dit een stuk moeilijker. Deze doelgroep kan hun eigen lichaam wel voelen, maar heeft geen beeld hoe het bij ander eruit ziet. Daarom heeft Bartiméus ons de opdracht gegeven om de tactiele simulator te ontwerpen. De tactiele simulator wordt een vrouwelijk mannequin die proportioneel correct is, zodat de doelgroep leert hoe een realistisch lichaam eruit ziet. Deze mannequin heeft de proporties van een vrouw van 20-30 jaar. In de mannequin vinden sensors plaats, deze sensors detecteren aanraking en benoemen het lichaamsdeel wat wordt aangeraakt. De doelgroep leert hierdoor makkelijk waar de lichaamsdelen zitten en hoe het bij andere personen aanvoelt. In dit Project werken de IPO studenten ( Floris en Jarno) aan de vormgeving van de mannequin en de siliconenhuid, de ESE student (Denis) werkt aan de sensoren die in de mannequin komen en de IPS student (Kejsi) zorgt ervoor dat de mannequin een betrouwbare powersupply heeft.

## Inhoudsopgave

- Ergonomics
- Requirements
- Silicon research
- Design phase
- Power supply analysis
- Recommendations
- Reflections

# Ergonomics

## Dimensions Female 20-30:

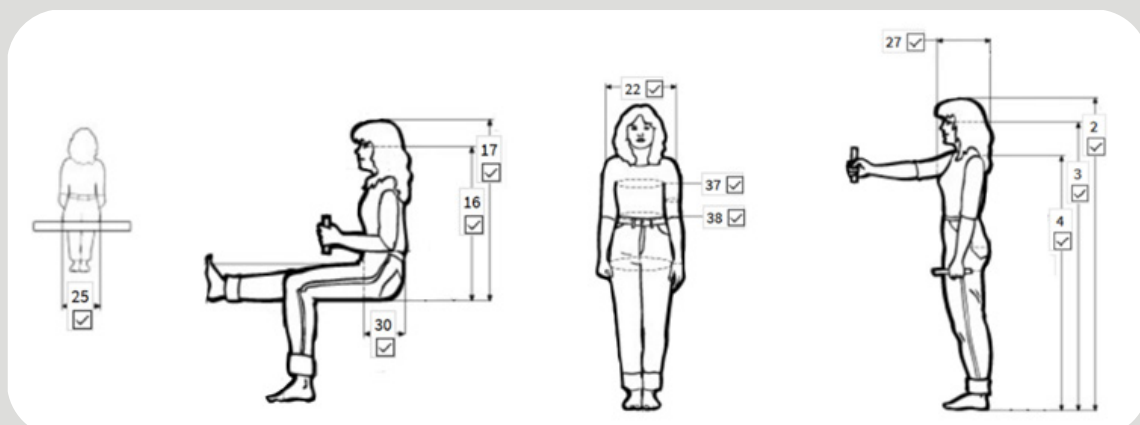
For our project we need to make a mannequin. After discussing it with the project leader, we concluded that it needs to be a woman. It needs to be a full-grown woman, who has normal measurements. At first, we only focus on the torso and the head.

Here under are the dimensions of the parts we will use to start to make the mannequin.

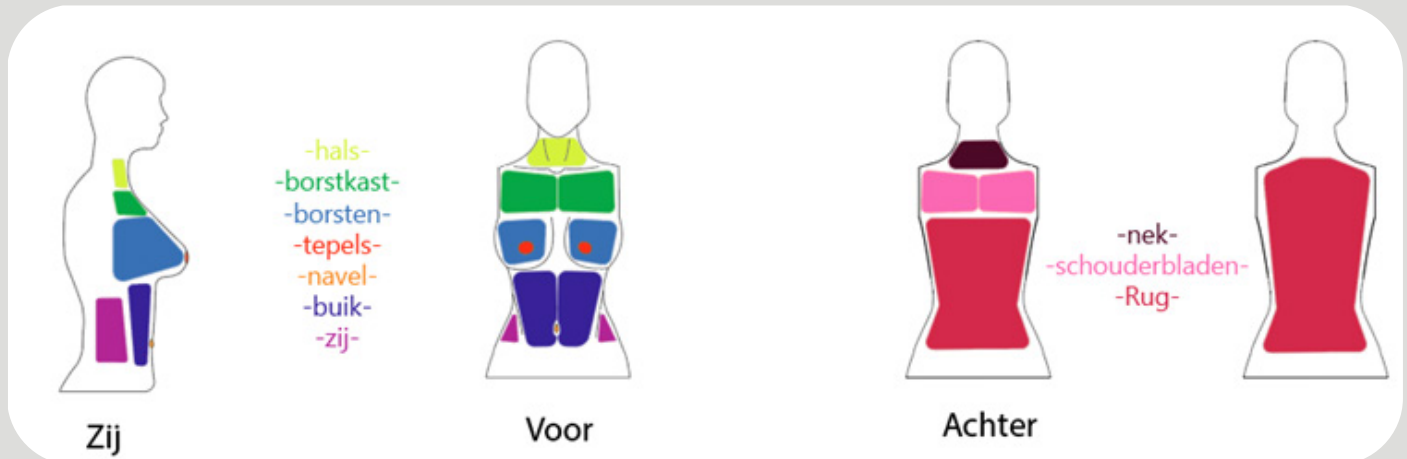
Dimensions		Measures in mm	Schema 1
2.	Stature	1687	
3.	Eye height, standing	1578	
4.	shoulder height	1381	
16.	Eye height, sitting	779	
17.	Sitting height	888	
22.	Shoulder breadth	422	
25.	Hip breadth, sitting	402	
27.	Chest depth	298	
30.	Abdominal depth	236	
37.	Chest circumference	948 --> 850	Schema 1
38.	Waist circumference	790	

We will compare the lengths from the table and the length from the mannequin. If the lengths match, then we can use these mates. Otherwise, we will need to make some adjustments.

This picture are the visuals of the table.

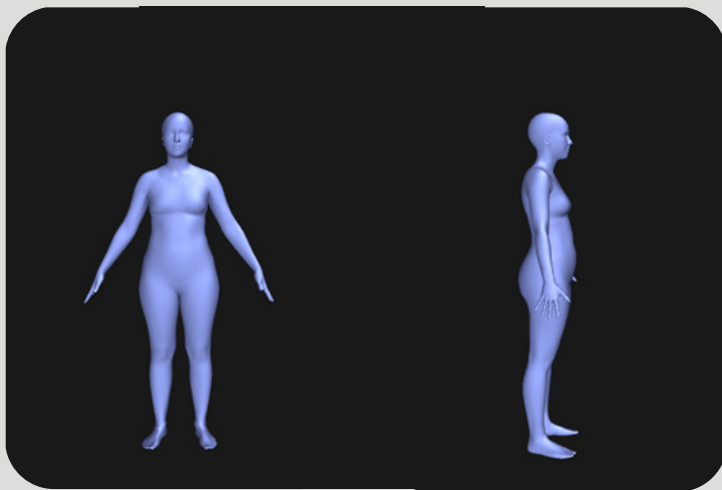


## The areas of the sensors:



Op de aangegeven gebieden worden sensoren geplaatst. Er zullen 16 of 13 sensoren in het lichaam komen om aangeraakt gebied goed te kunnen detecteren. De sensoren zullen achter de siliconen huid geplaatst worden.

## Realistic 3d model:



We hebben een 3d model gemaakt van een vrouw met de zelfde afmetingen als in het schema 1. Hieruit is een realistisch 3d model gekomen. Dit is het referentie kader geworden voor ons schaalmodel.

# Requirements

Catergory	Requirement	Verificartion
1. Siliconens	The texture of the silicones feels as far as possible as human skin.	
	The silicone skin needs to be 37 degree Celsius.	The silicone skin is as close as possible to real skin.
	The mannequin doesn't smell like chemicals.	The smell off the mannequin must be no distraction to the user.
	All components of the mannequin are not affected by water or are protected from water.	The mannequin is waterproof.
2. Electronics	The sound is integrated in the mannequin.	
	The mannequin has a safe and reliable power supply.	
	The sound in the mannequin is for education purposes.	
3. Visual Espects	(The priority for this project lays by the torso.)	
	The female mannequin has the proportions off a female between the ages of 20/30.	The proportions of the female mannequin are correct.
	The mannequin has the proportions of a fully grown person.	
4. Mechenical values	The mannequin is not heavier than 15 kilos.	The mannequin is as light as possible.

# Silicone research

In dit hoofdstuk worden de verschillende aspecten van de siliconen getest. Als eerst zijn we de textuur en dikte gaan testen. Dit komt omdat de textuur en dikte het belangrijkste zijn voor de siliconen. Voor onze doelgroep is het tastbare erg belangrijk, daarom zijn we eerst gaan kijken naar de textuur van de siliconen. Daarna zijn we begonnen met het testen van de dikte. De dikte is erg belangrijk voor de werking van de sensoren. De siliconen moesten niet te dik zijn anders kunnen de sensoren niks detecteren, maar de siliconenhuid moest ook niet te dun zijn, omdat anders de huid te hard aanvoelt. Na deze twee belangrijke testen zijn we gaan kijken naar de kleur van de siliconen. Hoewel de kleur van de siliconen niet super veel uitmaakt voor onze doelgroep, was het toch belangrijk voor ons om zo'n realistische mogelijke huid te creëren. Na de test met kleuren zijn we begonnen met het combineren van twee verschillende siliconen. Bij deze test keken we of we twee verschillende huidtypes aan elkaar konden laten verbinden. Bij de geur en schoonmaak testen, zijn we gaan testen of we de chemische geur en de plakkerigheid van de siliconen konden vermijden. Bij de bubbels test, proberen we de luchtbubbels uit de siliconen te halen, wat zorgt voor een gladder oppervlak. Bij de tepel test zijn we opzoek gegaan naar de beste tepel textuur en kleur. Uiteindelijk hebben we onze beste siliconen laten testen door onze doelgroep. Door dit resultaat hebben we een beslissing kunnen maken over wat de beste silicone is voor de mannequin.

## Textuur 1

### Aanpak textuur siliconen:

*Borst: normaal*

*Buik: normaal*

*Navel: zacht*

*Tepel: zacht*

*Hals: normaal*

*Rug: ruwer*

### Recept textuur:

Het total aantal flocking is variabel.

*1 A component : 1 B component*

*Pigment pale skin – gram*

*Flocking yellow x gram*

*Flocking red x gram*

*Flocking blue x gram*



### Resultaten textuur:

Nog niet voldoende om een conclusie uit te trekken. De test was ook niet volledig gelukt.

## Textuur 2

### Voor de test hebben we de volgende attributen gebruikt:

- de houten mal
- kleine weegschaal
- roerstaafjes
- mengbakjes
- siliconen pakket

### Aanpak textuur siliconen:

- Stap 1: Mengen van de siliconen A en B;
- Stap 2: Voeg de rode flocking toe;
- Stap 3: Meng de siliconen nogmaals en giet het evenredig over de houten mallen;
- Stap 4: Wacht 20 tot 30 minuten;
- Stap 5: Haal de uitgeharde siliconen uit de mal.

### Recept textuur:

De flocking word over 3 mallen verdeeld.

Mal 1 heeft: 0.02gram flocking

Mal 2 heeft: 0.04gram flocking

Mal 3 heeft: 0.06gram flocking

In iedere mal word 8ml gemengde siliconen gegoten.

12.5ml A component

12.5ml B component

X gram Flocking red

### Resultaten textuur:

In de afbeelding zijn de verschillende texturen te zien. Hieruit is er een naar boven gekomen die voldoet aan onze eisen.



# Dikte 1

## Aanpak Diktes siliconen:

- Stap 1: Het maken van mallen met allemaal verschillende maten.

Volume mallen:

1,8 ml; 3,6 ml; 5,4 ml; 7,2ml; 9,0 ml; 10,8 ml;

- Stap 2: Mengen van de siliconen A en B

- Stap 3: Voeg de pigment Pale skin toe

- Stap 4: Voeg de flockings toe

- Stap 5: Meng de siliconen nog een keer goed en giet het in de houten mal

## Recept dikte:

Alle variabelen blijven hetzelfde, alleen de totale hoeveelheid verschilt om de verschillende diktes te creëren.

1 A component : 1 B component

Pigment pale skin – gram

Flocking yellow – gram

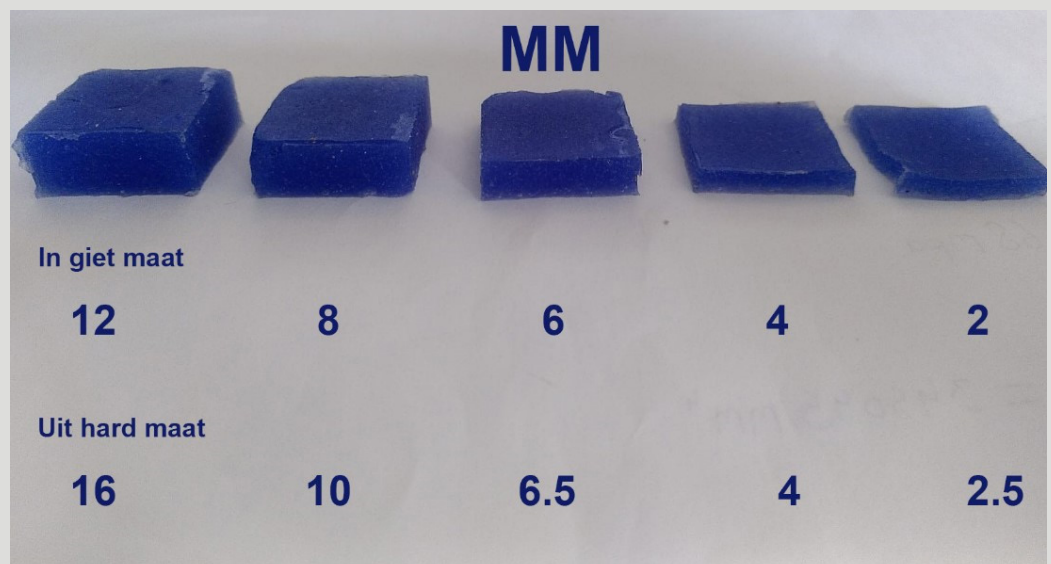
Flocking red – gram

Flocking blue – gram

## Resultaten dikte:

(Tijdens het uitharden van de siliconen, werd het volume van de siliconen groter.)

Met de resultaten van de proef zijn we niet geheel tevreden. Voor een eerste proef is dit oke. De conclusie is dat we de proef gaan overdoen. Hierbij nemen we mee dat de siliconen een groter volume kunnen krijgen bij het uitharden.

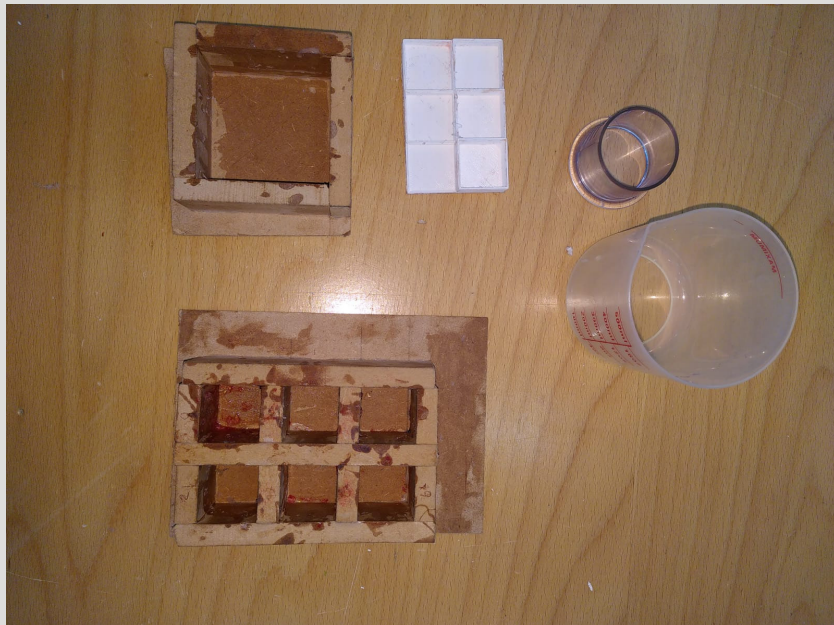




## Dikte 2

Na al de proeven hebben we ze nogmaals uitgevoerd. Dit komt omdat we niet blij waren met de behaalde resultaten. Ook konden we ditmaal de voorbereidingen verbeteren zodat het testen sneller ging. Ook hebben we betere apparatuur gebruikt om het nauwkeuriger op te meten en te noteren.

We zijn begonnen met het testen van de diktes. Dit is een belangrijke test om vervolg testen goed te laten verlopen. Voor de test hebben we een mal ge3D-print.



De mal bestaat uit 6 kleinere mallen met een verschillende inhoud. De oppervlakte van de 6 mallen zijn gelijk, namelijk 30mm x 30mm. De hoogtes zijn: 2mm – 4mm – 6mm – 8mm – 10mm – 12mm.

Voor de test hebben we de volgende attributen gebruikt:

- De mal
- kleine weegschaal
- roerstaafjes
- mengbakjes
- siliconen pakket

### **Aanpak Diktes siliconen:**

- *Stap 1: Mengen van de siliconen A en B;*
- *Stap 2: Voeg de blauwe flocking toe;*
- *Stap 3: Meng de siliconen nogmaals en giet het in iedere mal tot het helemaal vol zit;*
- *Stap 4: Wacht 20 tot 30 minuten;*
- *Stap 5: Haal de uitgeharde siliconen uit de mal.*

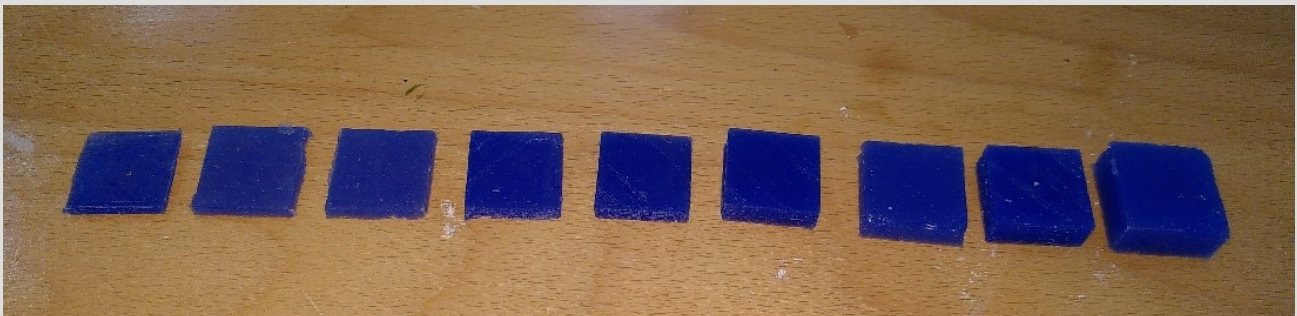
### **Recept dikte:**

*25ml A component*

*25ml B component*

*0.2gram blue Flocking*

De siliconen worden in een totale hoeveelheid gemengd en vervolgen verdeeld over de mal-  
len.



### **Resultaten dikte:**

Uit deze resultaten van dit experiment willen we een vervolg proef doen. Hierin willen we met sensoren bepalen welke de meest geschikte dikte is voor onze mannequin. Daarnaast kunnen we de verschillende diktes gebruiken om aan te duiden waar meer vet zit en waar de huid dichter bij het bot zit.

## Kleur 1

Voor de kleur testen hebben we wat basistesten afgelegd om met siliconen om te leren gaan. Zie 'Werkplan experiment siliconen Fase 1' voor de basistesten.

In de test hebben we minder gebruik gemaakt van de flocking, hierdoor wouden we een lichtere huidskleur creëren met een gladder oppervlak.

Recept :

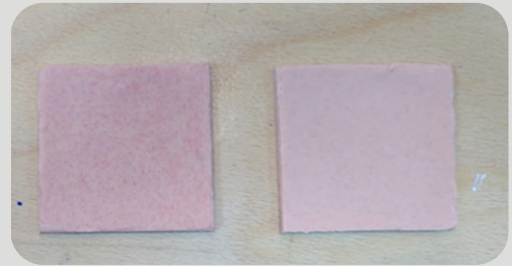
11 gram A component

11 gram B component

0,2 gram yellow flocking

0,1 gram red flocking

1 grote druppel pigment Pale skin



Conclusie test:

Het resultaat van de test was zoals we verwacht hadden. De huidskleur was lichter en de textuur was gladder. We zijn er nog niet over uit welk stukje siliconen een realistischer beeld geeft van de menselijke huid, hierdoor hebben we nog geen voorkeur tussen de experimenten.

## Kleur 2

In dit experiment hebben we geprobeerd om de huid rond de tepel na te bootsen. Hiervoor hebben we een donkere pigment toegevoegd en geprobeerd om de huid nog gladder te maken.

Recept :

11 gram A component

11 gram B component

0,1 gram yellow flocking

0,1 gram red flocking

1 druppel pigment Dark skin



Conclusie test 2:

We waren tevreden over de textuur van de siliconen. Alleen was de kleur iets te paars. Dit willen in volgende experimenten veranderen.

## Kleur 3

Om de kleur van de siliconen te bepalen hebben we twee factoren. De pigment kleurstof en de gekleurde flocking. In de juiste samenwerking zal hier een goede kleur uitkomen.

*Voor de test hebben we de volgende attributen gebruikt:*

- de grote houten mal
- de houten mallen
- kleine weegschaal
- roerstaafjes
- mengbakjes
- siliconen pakket

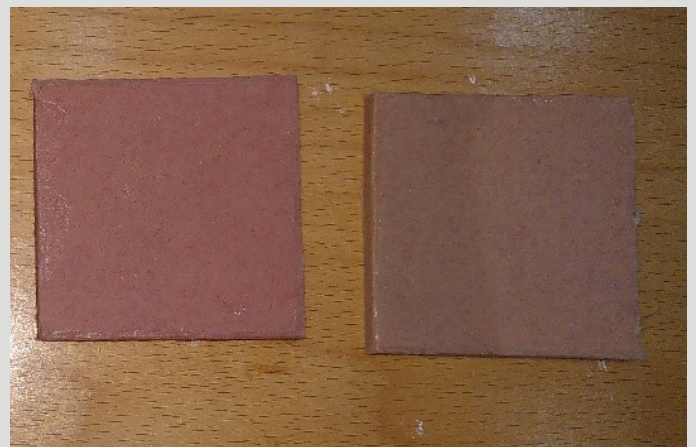
**De verhouding tussen de flocking is: 4 blauw : 7 rood : 9 geel**

We hebben het goede resultaat van de textuurtest meegenomen voor de totale hoeveelheid flocking.



### Aanpak kleur siliconen:

- Stap 1: Mengten van de siliconen A en B;
- Stap 2: Voeg het pigment toe;
- Stap 2: Voeg de flockings toe;
- Stap 3: Meng de siliconen nogmaals en giet het in de mal;
- Stap 4: Wacht 20 tot 30 minuten;
- Stap 5: Haal de uitgeharde siliconen uit de mal.





### **Recept 1 kleur:**

De siliconen worden evenredig over 3 mallen verdeeld.

Mal 1 heeft: 1 druppel pale

Mal 2 heeft: 1 druppel dark

Mal 3 heeft: ½ druppel pale en ½ druppel dark

*12.5gram A component*

*12.5gram B component*

*(Totaal flocking 0.06gram)*

*0.027gram Flocking yellow*

*0.021gram Flocking red*

*0.012gram Flocking blue*

### **Recept 2 kleur:**

De siliconen worden in een grote mal gegoten.

*20gram A component*

*20gram B component*

*1 druppel Pigment pale skin*

*1 druppel Pigment dark skin*

*0.045gram Flocking yellow*

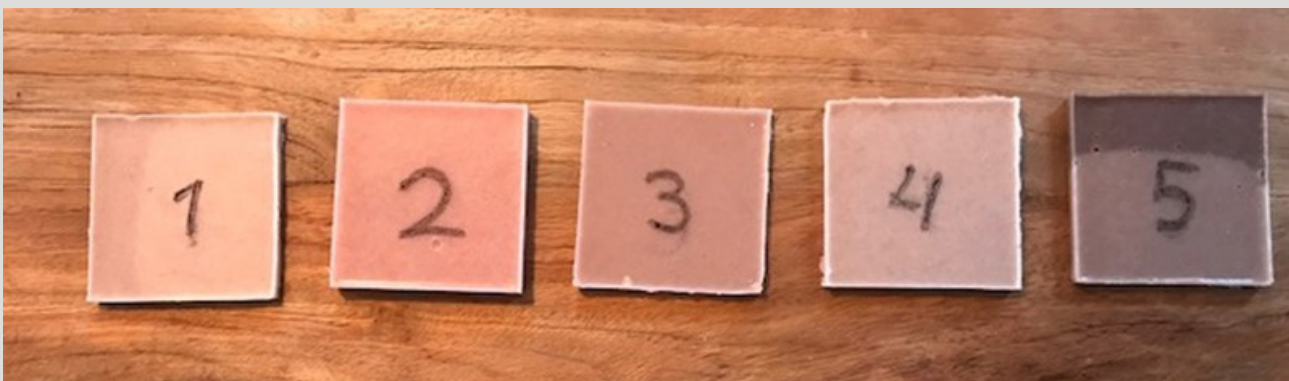
*0.035gram Flocking red*

*0.020gram Flocking blue*

### **Resultaten kleur:**

We zijn tevreden over de resultaten van de kleurenproef.

Alleen moet deze resultaten nog wel besproken worden met onze opdrachtgever tot we een uiteindelijke keuze kunnen maken.



## Combineren

### Aanpak combineren:

Twee verschillende soorten siliconen mengsels met verschillende hoeveelheden aantal flocking gieten in een één mal, hierbij harden de twee soorten siliconen in hetzelfde tijdsbestek.

Twee verschillende soorten siliconen mengsels met verschillende hoeveelheden aantal flocking gieten in een één mal, hierbij was een deel al uitgehard en het andere deel er vloeibaar bij gegoten.

### Resultaten combineren:

Relatief gezien zijn we tevreden met de resultaten van beide siliconen. Bij de test met het uitgeharde silicone die omringt werd met het vloeibare silicone, liet de verbinding uiteindelijk los na het vele gebruik ervan. Dit kan nog verbeterd worden. We zijn tevreden over het testje met de twee vloeibare siliconen. De verbinding tussen de twee is erg sterk en de grens van de twee kleuren is duidelijk



## Schoonmaak

### Aanpak schoonmaak:

Om de siliconen minder plakkerig te maken zijn we gaan testen met baking soda. We hebben één uitgeharde silicoon in een mengsel van water en baking soda gedaan en we hebben één uitgeharde silicoon ingesmeerd met baking soda.

### Resultaat schoonmaak:

De siliconen zijn een stuk minder plakkerig dan ze waren, maar het is nog niet het resultaat wat we willen. Dit kan nog verder getest worden met andere schoonmaakmiddelen

## Geur

### Aanpak geur:

Tijdens het mengen van de siliconen geuroliën toevoegen.

Ook zouden we de normale aanpak kunnen volgen en na het uitharden van de siliconen het schoonmaken met antigeur schoonmaakmiddel.

Na de normale testen zijn we tot de conclusie gekomen dat er geen geurolie nodig is. Dit omdat de siliconen al minimaal geur afgeven van zichzelf. Het doel was om geen afleiding te zijn en dit is al het geval.

## Bubbels

### Aanpak bubbels:

Tijdens het gieten ontstaan er bubbels in het mengsel. Deze willen we zo veel mogelijk kwijt.

Blazen

Trillingen

Branden

Om de bubbels weg te krijgen hebben we onze mal geschud en op de oppervlakte geblazen. Dit werkt goed.

## Tepels

Na overleg met christel en de cliënten gaan wij bepalen welke kleur geschikt is voor de huid en de kleur voor de tepel. We hebben meerdere varianten gemaakt.

We hebben een hoop kleuren gemaakt en gaan nog verder bepalen welke we gaan gebruiken.



## Gebruiksonderzoek

Via een online meeting hebben we onze siliconen getest door de klanten van onze opdrachtgever. Dit zijn de resultaten hiervan:

### Cindy

Beste: nummer 3

Deze had de juiste zachtheid.

Verder waren ze allemaal nog een beetje plakkerig, maar dat vond ze niet erg.

### Jan

Beste: nummer 3 en 5

Hij vond het moeilijk om een beste te bepalen dus heeft ze samen gekozen.

Het was moeilijk voor hem om te kiezen, mede omdat hij ze ook kan zien.

Voor de kleur gaf hij aan dat nummer 2 en 3 de kleuren waren die hem het meeste aansprak.

### Anneloes

Beste: nummer 3

Ook gaf ze aan nummer 2 ook goed te vinden.

Ze vond alle siliconen al een heel stuk verbeterd.

### Amber

Beste nummer: 1

Ook vond ze nummer 2 goed.

Amber heb ik niet gesproken, dus geen andere feedback.

### Christel

Beste: nummer 3

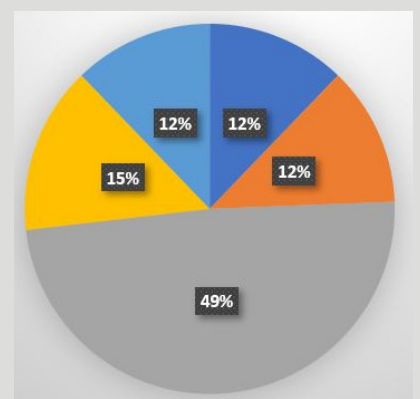
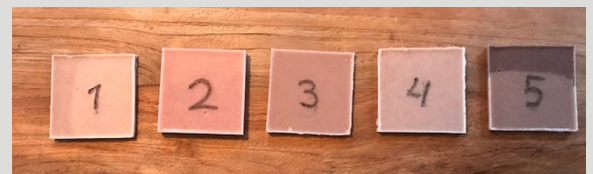
Ook voelde nummer 2 goed.

Christel had het nadeel dat ze het kan zien

en dus ook een mening vormt deels door uitstraling van de siliconen.

## Conclusie

Uit deze resultaten gaan we de textuur van nummer 3 gebruiken. Ook nemen we de meningen over kleur mee in de overweging.





# Design phase

## Het schaalmodel:

Doormiddel van een plastic mannequin en plasticine zijn we begonnen om een juist schaalmodel te maken van een vrouw van 20-30 jaar. Door plasticine op de plastic mannequin te bevestigen kwamen we op de juiste maten. Na dit schaalmodel gebouwd te hebben wouden we glasvezel bevestigen op onze plasticine schaalmodel om daarvan een mal te creëren. De borsten op ons schaalmodel zijn te groot en hebben niet de juiste vorm. Dit komt doordat we extra ruimte in de mal wouden creëren, zodat we de mal van binnen met schuim konden vullen om de juiste borst omvang te krijgen. Dit moesten we doen, omdat de borsten op de plastic mannequin al te groot waren. We hebben alle maten van ons schaalmodel meerdere keren laten verifiëren door de medewerkers van de werkplaats (Chaline en Herman).



## Schaalmodel borst:

Doordat er tijdnoed was met de bezorging van de glasvezel om de mal te maken voor ons schaalmodel, hebben we ervoor gekozen om alleen de borsten uit te werken. Na overleg met de medestudenten van elektrotechniek hebben we besloten om van deze borsten één werkend prototype te maken.

## De mal:

Na het maken van de schaalmodellen zijn we bezig gegaan met het maken van een siliconen mal. We hebben gekozen voor een alternatieve methode om de mal te maken, omdat we de glasvezel nog niet binnen hadden. Als eerste hebben we een bakje ontworpen en vervolgens ge3dprint. Aangezien we niet de beschikking hadden over veel en harde siliconen hebben we besloten om de mal te maken van de 00.35 flex siliconen. Na het gieten van de mal hebben we een binnen mal gemaakt van plasticine, zodat de borst hol van binnen is en er sensoren in passen. Na het sculpturen van de binnen mal zijn we de borst gaan gieten. We begonnen met het gieten van de tepel, omdat deze een andere kleur had vergeleken met de rest van de borst.



## Het prototype:

Ons prototype is de gegoten borst met de druksensoren erin. Daarnaast zit er ook een luidspreker in die aangeeft welk lichaamsdeel je aanraakt. Het prototype moest twee keer gegoten worden, omdat tijdens de eerste keer gieten de siliconen niet goed verdeeld waren in de mal, waardoor er gaten ontstonden.

Na het gieten hebben we de borst meegegeven aan de elektrotechniek studenten om er een werkend prototype van te maken. Helaas is het hen niet gelukt om dit tijdig te laten slagen. De sensoren zijn aangesloten aan het moederbord en de power supply, maar er is nog geen spraak functie.



# Power supply analysis

Powering Electronics inside the mannequin: Analysis and Approach

## **A brief analysis:**

Microcontrollers work on “logic level” voltages, 5V DC (TTL) and 3.3V DC.

## **Voltage regulation:**

- For line powered devices: the input voltage to the regulator circuitry is fairly constant.
- Battery powered designs: the battery voltage levels will fluctuate as the battery discharges.

Current requirements can also be a challenge in a battery powered design. As the battery discharges its current capabilities are diminished. Trying to exceed these current capabilities can cause the battery to discharge rapidly.

## **Efficiency:**

-The regulator/voltage converter itself will consume some electricity that could otherwise been use to power up the project.

-An inefficient regulator design will dissipate its excess energy as heat, so a need for a ventilation systems or heat sink is therefore needed.

-No design is 100% efficient so some heat production is expected. We can keep this minimized by overrating the components in the design.

## **Power Supply:**

Function: Supply power at the correct voltage and current levels to meet the requirements.

Sources: batteries, solar cells, AC power, etc.

*AC DC: Europe's AC frequency = 50Hz, line voltage 220 – 240 volts AC.*

As our electronic devices require DC current at much lower voltages, we will need to do two things before we can employ the power from wall outlet:

- Reduce the voltage to a lower level.
- Convert it from AC to DC. (A laptop charger output 19-20V DV will do the trick, so that we do not have to bother with single and bridge rectifiers).

Regardless as to whether our DC voltage was derived from AC or whether it's from a battery chances are that it won't be the correct voltage for our application. *We need to change the voltage to the desired level and we need to ensure that it stays at that level even if the input voltage changes.*

Linear voltage regulators: takes the DC voltage input and produces a regulated output at a lower voltage.

- Easy to use and are available with different current ratings.
- Typically require an input voltage at least 2.2 volts higher than the desired output voltage (3.3 VOUT -> 5.5 VIN(MIN))
- While they can generally withstand a wide range of input voltages, we need to be aware that the higher VIN, the more energy the regulator will need to dissipate as heat.
- Suitable for line-powered applications.

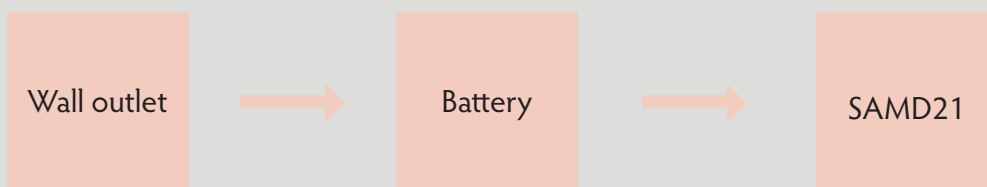
Voltage converters: Ideal for battery powered applications.

- Buck converters
- Boost converters
- Buck-boost converters

## Approach:

The electronics inside the mannequin need to be powered in a reliable, safe and convenient way which can be easily adapted by the client(s). To do so, we have designed a rechargeable battery system. By using a laptop charger, we can charge a 12.6 V Li-Ion battery which will be used to power the SAMD21 microcontroller with 3.3V DC input.

Essentially, this power transmission could be divided as below:



There are two approaches to charge the battery:

1. Using a laptop charger that outputs 19/20 V DC and using a buck converter to lower the voltage in alignment with the battery requirements.
2. adapter to get the DC power from the wall outlet into the design and therefore eliminating the need for a buck converter.



### Specifications

Dimensions lxxh	8.1 x 5 x 3.4 centimeters
Stabilized	Yes
Cable length	180 centimeters
Short circuit protected	Yes
Max. amperage	1500mA
Overload protected	Yes
Overvoltage protected	No
Plug size	5.5 x 2.1mm
Switching power supply	Yes
Tension in	100-240V 50-60Hz
Power off	12 volts

## Approach chosen:

Or this project we will be following the first approach. Reason for that being the charging protocol of the battery. Lithium-Ion batteries are very delicate therefore their charging process is not so straight forward. Having our own buck converter allows us to manipulate the input voltage with respect to the requirements of the battery at different stages of charging.

## Charge protocol for Li-ion battery:

In order to charge the lithium-ion battery, certain conditions must be met; otherwise the battery will be undercharge, catch fire (if overcharged) or be permanently damaged. The lithium-ion battery has 4.2 V. In our case, the 11.1 V lithium-ion battery means a 3 x 3.7 V battery. The battery should reach 12.6V for a full charge, but for safety reasons it will charge up to 12V.5v. As the battery nears its full charge, the current drawn by the charger's battery drops to 3% of the battery's nominal capacity.

- Example: The battery capacity of a cell pack is 4400 mA. When the battery is fully charged, the current drawn reaches almost 3% to 5% of 4400 mA (between 132 and 220 mA). In order to safely stop the charging process, the charging is ended when the current drawn falls below 190 mA (almost 4% of the nominal capacity).

The full charging process is divided into two main parts:

1. constant current (CC mode)
2. constant voltage (CV mode).

(There is also a top charging mode, but we are not implementing it in our charger as an alarm will notify the user when they are fully charged and then the battery will have to be disconnected from the charger.) In DC mode, the charger charges the battery at a charge rate of 0.5 c or 1 c.

What is 0.5c / 1c? 'C' stands for charge / discharge rate. When the battery capacity is 4400 mA, the charge current in DC mode is 0.5 c 2200 mA and 1 c 4400 mA. For safety reasons, we have chosen a charging current of 1000 mA for the 4400 mA battery (0.22 c).

In this mode, the charger regulates the current consumption of the battery independently of the charging voltage. The charger maintains the charging current of 1A by increasing / decreasing the output voltage until the battery charge reaches 12.4V CV mode When the battery voltage reaches 12.4V, the charger will keep 12.6V (regardless of the current draw Now the charger will stop the charging cycle depending on two things: When the battery voltage exceeds 12.5VIf the charging current falls below 190 mA (4% of the nominal capacity of the battery, as explained above), the charging cycle stops and the buzzer goes off.

Lithium-ion batteries are one of the most commonly used form of energy storage, but also the one the most fragile. The following information from the Battery University can give more valuable insight to take into consideration.



## Li-ion Energy Cell

The Li-ion Energy Cell is made for maximum capacity to provide long runtimes. The Panasonic NCR18650B Energy Cell (Figure 1) has high capacity but is less enduring when discharged at 2C. At the discharge cutoff of 3.0V/cell, the 2C discharge produces only about 2.3Ah rather than the specified 3.2Ah. This cell is ideal for portable computing and similar light duties.

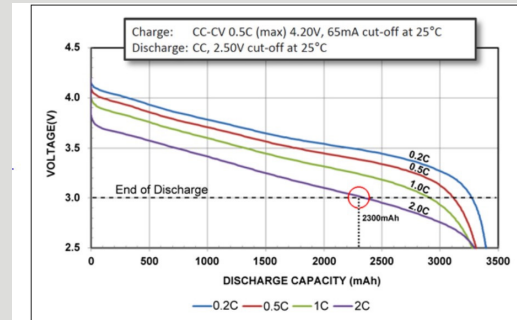


Figure 1: Discharge characteristics of NCR18650B Energy Cell by Panasonic.

The 3,200mAh Energy Cell is discharged at 0.2C, 0.5C, 1C and 2C. The circle at the 3.0V/cell line marks the end-of-discharge point at 2C.

Cold temperature losses:

25°C (77°F) = 100%

0°C (32°F) = ~83%

-10°C (14°F) = ~66%

-20°C (4°F) = ~53%

## Li-ion Power Cell

The Panasonic UR18650RX Power Cell (Figure 2) has a moderate capacity but excellent load capabilities. A 10A (5C) discharge has minimal capacity loss at the 3.0V cutoff voltage. This cell works well for applications requiring heavy load current, such as power tools.

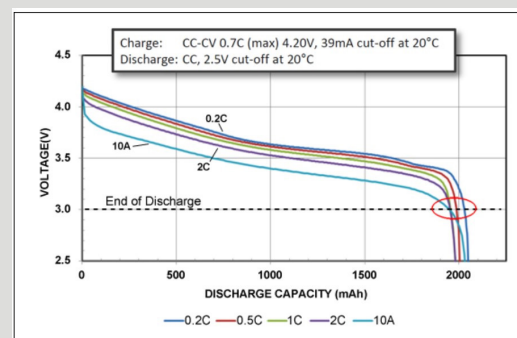


Figure 2: Discharge characteristics of UR18650RX Power Cell by Panasonic.

The 1950mAh Power Cell is discharged at 0.2C, 0.5C, 1C and 2C and 10A. All reach the 3.0V/cell cut-off line at about 2000mAh. The Power Cell has moderate capacity but delivers high current.

Cold temperature losses:

25°C (77°F) = 100%

0°C (32°F) = ~92%

-10°C (14°F) = ~85%

-20°C (4°F) = ~80%

### Simple Guidelines for Discharging Batteries

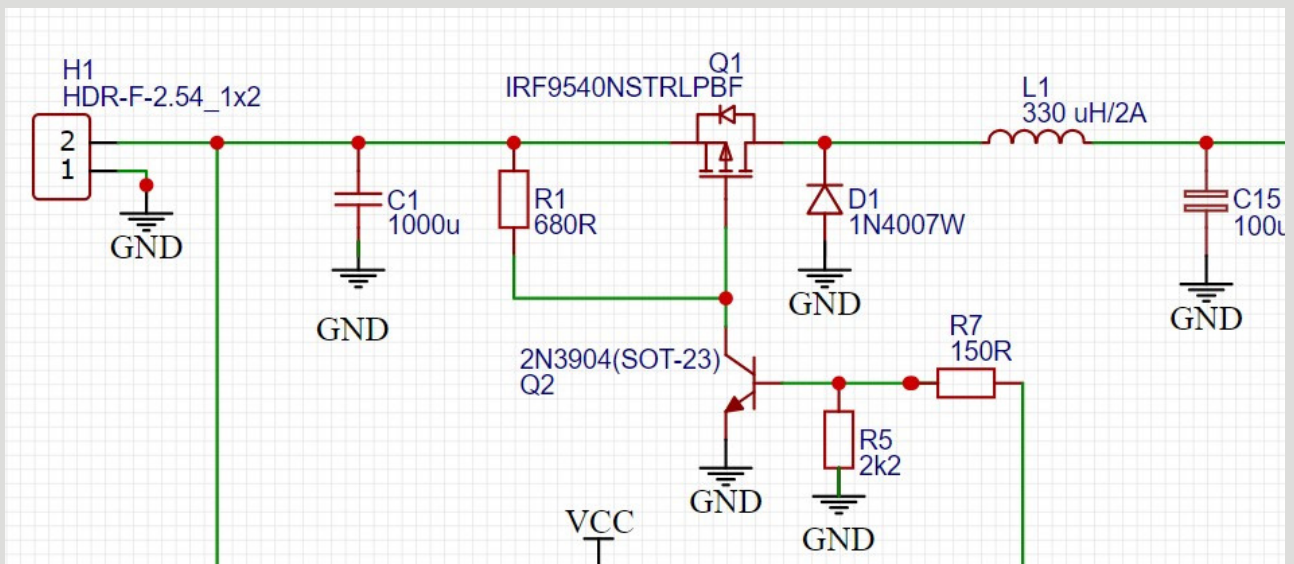
- Heat increases battery performance but shortens life by a factor of two for every 10°C increase above 25–30°C (18°F above 77–86°F). Always keep the battery cool.
- Prevent over-discharging. Cell reversal can cause an electrical short.
- On high load and repetitive full discharges, reduce stress by using a larger battery.
- A moderate DC discharge is better for a battery than pulse and heavy momentary loads.
- A battery exhibits capacitor-like characteristics when discharging at high frequency. This allows higher peak currents than is possible with a DC load.
- Nickel- and lithium-based batteries have a fast chemical reaction; lead acid is sluggish and requires a few seconds to recover between heavy loads.
- All batteries suffer stress when stretched to maximum permissible tolerances. [1]

### Explanation of schematic

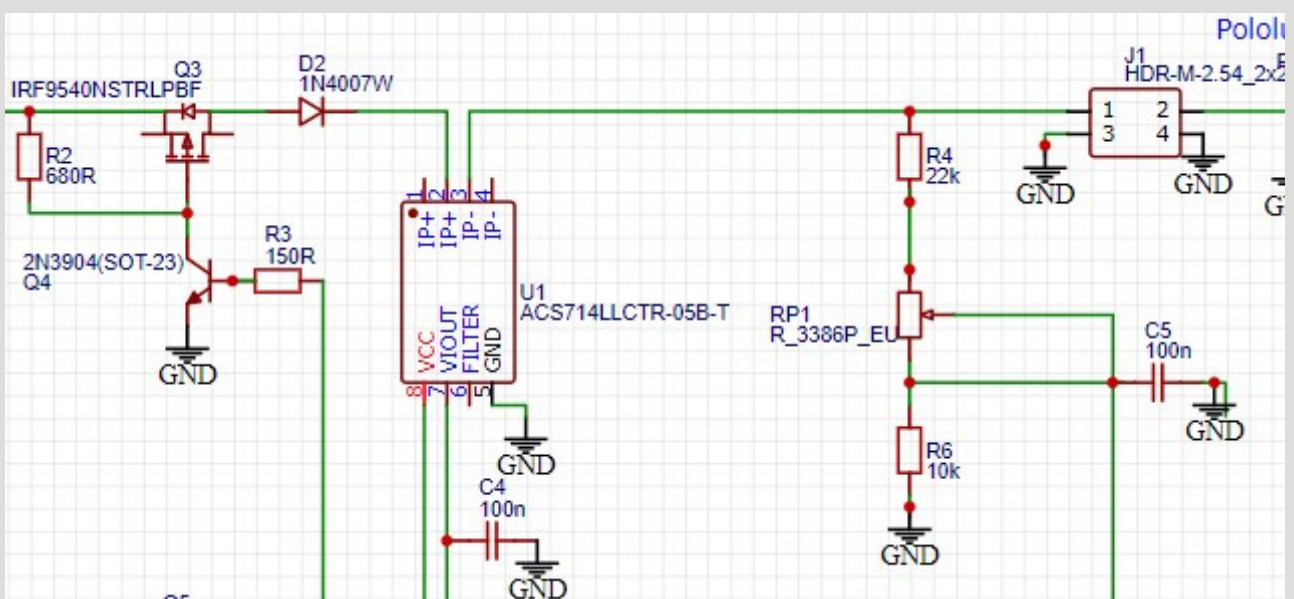
Input voltage: 19/20V. Use a laptop charger to get 19.5 volts.

J1 is a terminal connector which connects the circuit to the input voltage. Q1, D1, L1 and C15 form a buck converter. With this type of converter, we can achieve the desired output voltage by varying the duty cycle. Q2 is the driver transistor for the power MOSFET Q1. R1 is a biasing resistor for Q1. PWM signal is fed in Q2's base to control the output voltage. C3 is decoupling capacitor. The output is now fed to Q3, which acts like a simple switch. Whenever we will measure the voltage of the battery, we will shut off Q3 to disconnect the charging voltage output from the buck converter. Q4 is the driver for Q3 with a biasing resistor R2.

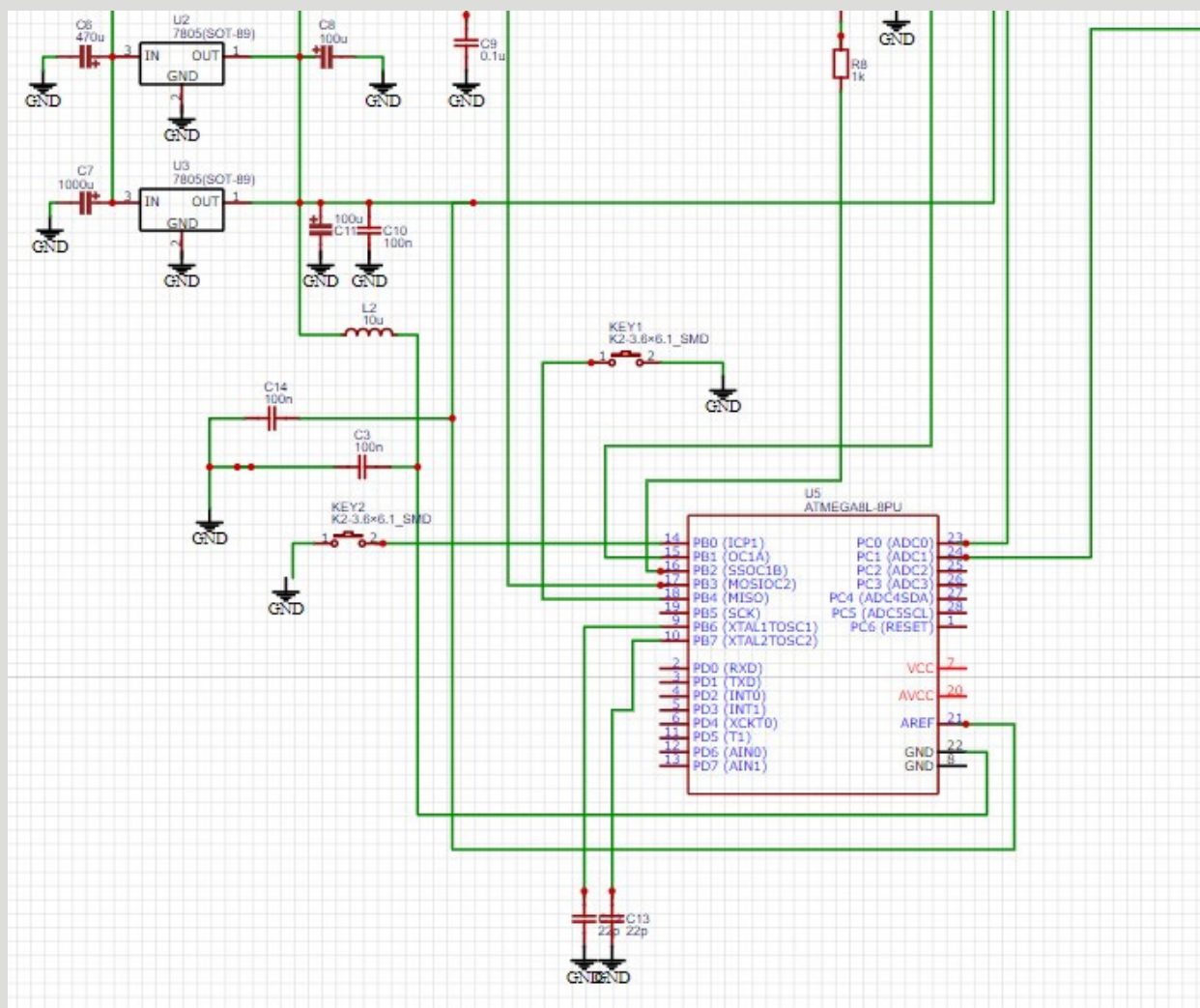




Whenever the circuit is disconnected from the input power while battery attached at the output, the current from battery will flow in the reverse path via the body diodes of the MOSFET Q3&Q1 and thus the U1 and U2 will get the battery voltage at their inputs and will power up the circuit from the battery voltage. To avoid this, D1 is used. The output of D1 is fed to the current sensor (IP+). This is a hall effect base current sensor, meaning the current sensing part and the output part are isolated. The current sensor output (IP-) is then fed to the battery. Here R4, R6 and RP1 are forming a voltage divider circuit to measure the battery voltage/output voltage



The microcontroller's ADC is employed here measure the battery voltage and current. The ADC will measure a maximum of 5 V. However, we wish to measure 20 V. To chop down the voltage to the ADC range, a 4:1 voltage divider is used. RV1 (the pot) is used for calibration. C6 is used as a decoupling capacitor. The output of ACS714 current sensor is fed to the atmega8's ADC0 pin. The Atmega8 is clocked at 16MHz with an external crystal X1 with 2 decoupling capacitors (C10/C11). The ADC unit of the Atmega8 is being powered via the Avcc pin through the 10U $\mu$ h inductor. C7 and C8 are decoupling capacitors connected to Agnd. Place them as closely as attainable to Avcc and Aref respectively when creating the PCB. The atmega8's ADC should be configured to use external Vref. The reference voltage is provided via this pin. The reason behind this is to attain the best possible reading accuracy. The internal 2.56 V reference voltage isn't that much greater in Avrs which is why we set up it externally. U2 (7805) supplies the ACS714 sensor and also the Aref pin of the atmega8. This is done for optimum accuracy. The ACS217 provides a stable 2.5 V output voltage once there's no current flowing through it. S1 is ironed to calibrate the voltage reading. S2 is reserved for future use. These button may be additional based on your choice.



### Voltage Measurement:

## Current Measurement:

The ACS714 gives 2.5v stable output at the out pin when there is no current flow from IP+ towards IP-. It gives 185mv/A over the 2.5v. Example: If 3A current is flowing through the circuit, the ACS714 gives  $2.5v + (0.185 \times 3) V = 3.055v$  at its out pin. So the current measurement formula is as follows:

$$\text{Measured current} = \left[ \left( \frac{\text{adc reading} \times V_{\text{ref}}}{1023} \right) - 2.5 \right] / 0.185.$$

Say, the ADC reading is 700, then the measured current will be -  $\left( \left( \frac{700 \times 5}{1023} \right) - 2.5 \right) / 0.185 = 4.98A$ .

## Functioning

After turning on the power, the microcontroller turns on the buck converter with a 25% PWM output based on Q2. Q2 turns on the integrated switch and the microcontroller. Then, the microcontroller reads the battery voltage through a resistor divider. If the battery is not connected, the microcontroller will display a message on the LCD screen and wait for the battery. When the battery is connected later, the microcontroller will check the voltage, and if the voltage is less than 9V, the microcontroller will display a message on the LCD accordingly. If a battery above 9V is detected, the charger will first switch to CC mode, and then turn on the Q3 output MOSFET. When the battery voltage is greater than 12.4V, the screen will be updated immediately (CC), the microcontroller immediately leaves CC mode and switches to CV mode. When the battery voltage is lower than 12.4V, the microcontroller will maintain the 1A charging current by increasing/decreasing the output voltage of the buck converter and changing the duty cycle. The charging current is read by the current sensor. The step-down output voltage, load current, and PWM duty cycle are regularly updated on the LCD. The battery voltage is checked by turning off Q3 every 500 milliseconds. The battery voltage will be immediately updated on the LCD screen. If the battery voltage exceeds 12.4 V during charging, the microcontroller will exit CC mode and switch to CV mode. The mode status will be updated on the LCD screen immediately.

# Sensor and code analysis

This part couldnt be finished in time, this is the ESE part and there will be a sepperate document with the information in it.

# Recommendations

In deze paragraaf lees je hoe wij de toekomst van het project voor ons zien en als het project vervolgd wordt hoe het beste vervolgd kan worden.

## Het maken van de siliconen:

Om de juiste kleur en textuur van siliconen te krijgen hebben we een recept gecreëerd die makkelijk opgevolgd kan worden. Dit recept is op schaal gemaakt, dus als je een grotere dosis siliconen wil, moet je de rest van de componenten ook verhogen. Het is handig om met een precisieweegschaal, druppelpipet en een maatbeker te werken.

### Recept siliconen huid:

*Component A: 20 ml*

*Component B: 20 ml*

*1 druppel dark pigment*

*1 druppel light pigment*

*Rode flocking: 0,020 g*

*Blauwe flocking: 0,035 g*

*Gele flocking: 0,045 g*

### Recept siliconen tepel:

*Component A: 20 ml*

*Component B: 20 ml*

*1 druppel hazel pigment*

*1 druppel dark pigment*

*1 druppel light pigment*

*Rode flocking: 0,020 g*

*Blauwe flocking: 0,035 g*

*Gele flocking: 0,045 g*



## Het maken van de mannequin:

Om de hele mannequin te maken, zijn er nog een aantal stappen die gevolgd moeten worden. De achterkant van de mannequin moet nog met plasticine bedekt worden. Als dat is gedaan, kan de mannequin met hars ingesmeerd worden en daarna kan er een glasvezel mal worden gemaakt van het schaalmodel. Het glasvezel is op voorraad bij de IPO werkplaats, hier zijn ook werknemers aanwezig die goed uitleg kunnen geven over het gebruik van glasvezel. De borsten van de mal zijn te groot, daarom moet er schuim in de mal toegevoegd worden om de juiste vorm van de borsten te creëren. Er zijn al borsten ontworpen van plasticine. Deze borsten kunnen gebruikt worden als binnen mal.

## Electronica recommendations:

The power supply analysis aims to thoroughly describe how the electronic components inside the mannequin can be powered up. The circuitry designed is a smart battery charged based on ATMEGA8A with auto cut off. Different parameters are shown via an LCD during the charging states. The circuit will make a sound via a buzzer upon charge completion.

Smart battery chargers are readily available on the market, however building one ourselves is more preferable because:

- Ready-made battery chargers have static/unchangeable functions which do not always align with the requirements
- Designing the circuitry is a great and challenging way to put theoretical knowledge into practice.

The ADC source code and library is included in Appendix C. Depending on the LCD choice, the code is also available and will be provided upon deciding the LCD type. Further considerations:

- The software
- Voltage and current calibration

In conclusion, there is always room for improvement. This document acts as a proof of concept for future building of the circuitry, which can of course be updated and optimized by future students.

# Reflections

S4 reflectie Floris den Hertog:

## Het leerdoel

Na het project van semester 3 had ik mezelf voorgenomen om in mijn volgend project mijn schetsvaardigheid te verbeteren. Voor mijn gevoel liep ik altijd al achter met schetsvaardigheid vergeleken met andere studenten, dus ik had een leerdoel voor mezelf opgesteld om mijn visuele communicatie aan het eind van semester 4 op een hoger niveau te brengen. Dit is alleen anders gelopen dan ik had verwacht. In mijn semester 4 project "de tactiele simulator" waarin ik een seksuele educatie pop moest ontwerpen, was er geen prioriteit om schetsen te maken. Het was zo onnodig om schetsen te maken voor het project, dat als ik me zou focussen op de visuele communicatie, het ten koste zou gaan van de voortgang van het project. Dit komt doordat de vormgeving van het product wat ik moest ontwerpen al vast stond. De seksuele educatie pop moest er uit zien als een realistische vrouw rond de 20-30 jaar. Aan de vormgeving valt dus niet veel te veranderen. Toch waren er een aantal discussiepunten over hoe de vrouw er precies uit moest zien, want geen vrouw is precies hetzelfde. Deze discussiepunten heb ik uitgebeeld doormiddel van sculpturen. Dit is natuurlijk ook een vorm van visuele communicatie, maar het is precies wat ik wou bereiken met mijn leerdoel. Al ben ik ontevreden wat ik met mijn leerdoel dit semester heb bereikt, daarentegen ben ik zeker niet ontevreden wat ik dit semester als ontwerper allemaal heb geleerd. Een leerdoel is natuurlijk een goedmiddel om jezelf te pijlen als ontwerper, maar je kan niet altijd voorspellen hoe een ontwerp proces verloopt.

## De siliconen

Mijn schetsvaardigheid ligt misschien wel op een lager niveau dan mijn medestudenten, maar mijn ervaring met het werken met siliconen is een erg handige vaardigheid die ik zeker later in mijn ontwerp carrière kan toepassen. In dit project heb ik mijn meeste tijd besteed om een zo'n realistisch mogelijk siliconen mensenhuid te maken. Dit ging mij en mijn projectgenoot erg goed af. Het maken van siliconen en het zien van de progressie die we maakten was erg leuk en motiverend. Het voelde net of ik een scheikundig professor was die allemaal gekke experimenten aan het uitvoeren is. Al voelt dit project niet echt als een IPO project, de vaardigheden die ik leer met dit project zullen mij zeker tot een betere ontwerper maken. Een van mijn favoriete momenten van dit project was dat een medestudent aan ons vroeg of wij hem konden helpen om een stuk silicone te maken voor een product wat die gene aan het ontwerpen was. Dit gaf mij een erg motiverend gevoel, wat wel eens een keertje mag in deze corona crisis.



## Het eindresultaat

Ik ben tevreden over het eindresultaat van dit project. Door de corona crisis, de communicatie van de HAN en de levertijden van de materialen, hebben we ons best gedaan om zo'n goed eindresultaat neer te zetten als kon. Natuurlijk kan het altijd beter en efficiënter, maar eerlijk gezegd vind ik de situatie waarin we als projectgroep in bevonden erg demotiverend. Door de coronacrisis was het al moeilijk om dit toch erg praktische project goed uit te voeren en daarnaast hielp de HAN ook niet door het sluiten van de werkplaatsen voor de verbouwing. Dit kregen we zeer kort van te voren te horen en heeft zeker veel impact gehad op het eindresultaat van dit project, daarnaast waren er ook problemen met de levertijden van de materialen, maar soms moet je genoegen hebben met wat je kan doen in zo'n situatie. Door al deze tegenslagen hebben we in plaats van een hele seksuele educatie pop alleen de borst kunnen maken van de pop. Ik heb misschien mijn leerdoel niet bereikt en het eindresultaat van mijn project is op een lager niveau dan ik zou willen. Ik voel wel dat ik een betere ontwerper ben geworden en daar gaat het uiteindelijk om.

#### S4 reflectie Jarno van Roosmalen:

Aller eerst was het een erg leuke groep om mee samen te werken. Ondanks de rare wijze waarop de indeling van de project groepen is verlopen ben ik er ontzettend blij mee. Niet alleen een fijne groep, maar ook een paar nieuwe vrienden erbij. Het was naast de gezelligheid ook een uitdaging om met elkaar te spreken. Dit omdat er veel in het Engels moest. Dit was dus ook een leerdoel van mij. Voor het eind van het jaar wilde ik vloeiender Engels spreken en er mezelf goed duidelijk mee kunnen maken. Praten in een andere taal kan soms lastig zijn, maar vaktermen en ideeën uitwisselen is wel een grotere uitdaging. De taak was om de communicatie goed en helder te houden. Ik had hier een grote rol in. Ik praat veel en ben vaak aanwezig in de groep. Ik heb het Engels spreken met beide handen aangepakt en had er ook wel plezier mee. Het resulteerde in een leuke samenwerking met de hele groep. Niet alleen zakelijk, maar ook elkaar goed leren kennen. Elkaars achtergrond en cultuur en ook elkaars interesses. De andere stopte extra energie in ons omdat we extra moeite stopte in de communicatie. Dit had in alle tijden zo aangepakt. Toch had ik nog iets transparanter willen zijn om alle gesprekken in hen bijzijn in het Engels te houden.

Een ander leerdoel was het meer en beter gebruik maken van nuttige communicatie. Ik hou van contact met andere te hebben en laat mezelf hier wel eens in opgaan. Hierdoor kan de communicatie wel eens terugvallen naar een gezellig gesprek.

De communicatie tussen Floris en ik ging beter dan tussen de communicatie naar andere. Dit doordat ik samen met Floris aan de IPO opdrachten moest werken. Floris en ik spraken elkaar elke dag van het project. Ik sprak Denis en Kejsi niet elke dag, soms ook niet elke week. De samenhang tussen Floris en ik was ook groter, maar de communicatie naar de andere twee was ook belangrijk. Communicatie kan van twee kanten komen, dus had hier een grote taak in. Na het eerste feedback moment hebben we dit gezamenlijk goed opgepakt. Ook heb ik vaker contact gezocht en vaker voorgesteld om met z'n vieren naar de HAN te gaan. Hierdoor konden we elkaar goed op de hoogte houden, konden we feedback geven en konden we elkaar helpen.

Het resultaat is dat het deels verbeterd is, maar nog niet volledig. Ik zou de volgende keer eerder en meer om feedback vragen, als het nodig is. Ook wil ik minimaal 1 keer per week een update met wat we aan het doen zijn en waar we tegenaan lopen. Het was niet altijd mogelijk om met zijn vieren te meeten en als dit wel het geval is moest het vaak van Floris van mijn kant komen betreft de updates.

Met de peerfeedback heb ik te horen gekregen om soms wat meer op de achtergrond te treden en iets stiller zijn. Ook was er veel positieve feedback waar ik erg blij mee ben.

De twee nieuwe leerdoelen zijn:

- Ik wil andere meer kans geven om hun ideeën toe te lichten. Dit wil ik bereikt hebben in de ideefase van s6.
- Ik wil meer en beter gebruik maken van nuttige communicatie. Dit wil ik bereikt hebben op de helft van mijn stage periode.