

# Project Mechatronica



|               |                  |         |
|---------------|------------------|---------|
| Projectleden: | Rick Fortuin     | 1074870 |
|               | Pascalie Verkerk | 1080720 |
|               | Tim Melissant    | 1042148 |
|               | Mark Boonstoppel | 1083073 |
|               | Hossam Akarkach  | 1082011 |

Docenten: Yasir Tufekci  
Lodewijk Voorhoeve

Plaats: G.J. de Jonghweg 4, Rotterdam

Opdrachtgever: Zon&Schijn

## Voorwoord

Dit ontwerprapport is het eindproduct van het project wat in opdracht van Zon & Schijn is uitgevoerd. Het project is uitgevoerd door studenten van de opleiding werktuigbouwkunde op Hogeschool Rotterdam.

Het ontwerprapport is geschreven voor het bedrijf Zon & Schijn en verdere mensen of bedrijven die geïnteresseerd zijn in ons product.

Onze dank gaat uit naar de begeleiders van Hogeschool Rotterdam, dit zijn Yasir Tufeci en Lodewijk Voorhoeve, voor het geven van feedback en helpen bij vraagstukken of moeilijkheden. Wanneer er moeilijkheden waren werden we er als groep op gewezen en de goede richting in geduwd.

Ook gaat er dank uit naar de opdrachtgever Zon & Schijn voor het beantwoorden van al onze vragen en het geven van tussentijdse feedback.

## Samenvatting

Wanneer zonnepanelen vies zijn, leveren ze minder op. Om dit op te lossen heeft Zon & Schijn de projectgroep de opdracht gegeven om een prototype te maken om dit probleem op te lossen. In dit rapport wordt beschreven hoe de projectgroep tot een prototype komt. De hoofdvraag om tot een goed ontwerp te komen is: "Hoe kan een zonnepaneel geautomatiseerd schoon gemaakt worden zonder vloeistof en met het hoogste rendement?".

Om tot een goed concept te komen, heeft de projectgroep eerst, op basis van de eisen en succescriteria van de opdrachtgever, een morfologisch overzicht gemaakt met alle opties. Daarna zijn de losse onderdelen samengevoegd tot 4 concepten. Deze zijn met elkaar vergeleken en daarbij is er één concept als beste uitgekomen. Dit concept is gebouwd, getest en gepresenteerd aan de opdrachtgever.

## Inhoudsopgave

|   |    |
|---|----|
| Voorwoord.....                                    | 2  |
| Samenvatting.....                                 | 2  |
| Inhoudsopgave .....                               | 3  |
| Inleiding .....                                   | 4  |
| Functieanalyse en Programma van Eisen.....        | 5  |
| Eisen vanuit de opdrachtgever .....               | 5  |
| Succescriteria van de opdrachtgever .....         | 5  |
| Programma van eisen .....                         | 6  |
| Functieanalyse .....                              | 7  |
| Conceptontwerpen .....                            | 8  |
| Morfologisch overzicht .....                      | 8  |
| Concept 1.....                                    | 9  |
| Concept 2.....                                    | 10 |
| Concept 3.....                                    | 11 |
| Concept 4.....                                    | 12 |
| Conceptkeuze .....                                | 12 |
| Criteria voor toetsing .....                      | 12 |
| Afweging met scorekaart .....                     | 13 |
| Beste concept .....                               | 13 |
| Definitief ontwerp .....                          | 13 |
| Test van het ontwerp .....                        | 13 |
| Resultaten .....                                  | 15 |
| Definitief ontwerp Elektrisch aansluitschema..... | 18 |
| Conclusies en aanbevelingen .....                 | 20 |
| Bijlagen .....                                    | 20 |
| Code python .....                                 | 20 |

## Inleiding

Begin blok 2 is onze projectgroep in contact gekomen met het bedrijf Zon & Schijn. Vanuit het gesprek met Zon & Schijn is de volgende informatie gekomen. Steeds vaker wordt er gebruikgemaakt van alternatieve methoden van elektriciteitsproductie, bijvoorbeeld door zon en wind. Zonnepanelen werken het best wanneer de panelen zoveel mogelijk zonlicht om kunnen zetten in elektriciteit. Wanneer een zonnepaneel vervuilt raakt, bijvoorbeeld door stof of roetaanslag, zal het paneel minder licht kunnen omzetten in elektriciteit. Het schoonmaken van de zonnepanelen is dus van groot belang voor de efficiëntie. Doordat er meer zon is op plekken die slecht bereikbaar zijn en meestal weinig water bevatten is het van groot belang dat dit zonder vloeistof gebeurt. Ook doordat het meestal erg warm is op deze plekken, is het van belang om ervoor te zorgen dat dit autonoom gebeurt.

Met de bovenstaande informatie is onze projectgroep tot de volgende hoofdvraag gekomen: “Hoe kan een zonnepaneel geautomatiseerd schoon gemaakt worden zonder vloeistof en met het hoogste rendement?”. Als eindproduct is het aan de projectgroep om een werkend prototype op te leveren, waarmee bewezen kan worden dat het reinigen betrouwbaar en autonoom kan verlopen. Daarnaast wil de opdrachtgever graag zien dat de oplossing ook handmatig aangestuurd kan worden, bijvoorbeeld indien er een calamiteit plaatsvindt.

De komende twee blokken gaat onze projectgroep hieraan werken. Tijdens dit project kan gebruik worden gemaakt van verschillende apparatuur op school. Ook zal de projectgroep gebruik moeten maken van eerder geleerde stof. Buiten de kennis die er binnen de projectgroep is zal een goede samenwerking en communicatie van groot belang zijn.

In dit rapport zal teruggevonden kunnen worden hoe onze projectgroep tot een werkend prototype is gekomen. In hoofdstuk 2 is te vinden wat het plan van eisen en de functieanalyse is. In hoofdstuk 3 zullen de verschillende concepten weergegeven worden doormiddel van het morfologisch overzicht. In hoofdstuk 4 en 5 zal het definitieve concept uitgewerkt worden. Afsluitend is in hoofdstuk 6 de conclusie te vinden met de eventuele aanbevelingen.

# Functieanalyse en Programma van Eisen

## Eisen vanuit de opdrachtgever

Vanuit de opdrachtgever zijn er minimale eisen waar het ontwerp aan moet voldoen. Wij als projectgroep zijn uitgekomen op de volgende ontwerpcriteria.

### Ontwerpcriteria:

- Het werktuig moet autonoom het volledige oppervlak van het paneel kunnen reinigen nadat er een startcommando is gegeven.
- De oplossing dient naast autonoom ook handmatig bediend te kunnen worden (bijvoorbeeld voor het ingrijpen bij een calamiteit of herpositionering).
- Wij als projectgroep zijn verantwoordelijk voor de eind en beginpositionering van het systeem. Hierbij mogen er begin- en eindpunt bakens worden geplaatst om de positionering te verbeteren.
- De oplossing moet minstens 3 keer het paneel kunnen schoonmaken.
- Het werktuig dient geen vloeistof te gebruiken voor het schoonmaken van het paneel.

## Succescriteria van de opdrachtgever

Vanuit de ontwerpcriteria kunnen de succescriteria worden opgesteld. De succescriteria zijn de criteria waarnaar gestreefd wordt binnen de projectgroep. Elk ontwerp is gebaseerd op de opgestelde succescriteria en het definitieve ontwerp dient aan de succescriteria te voldoen.

### Succescriteria:

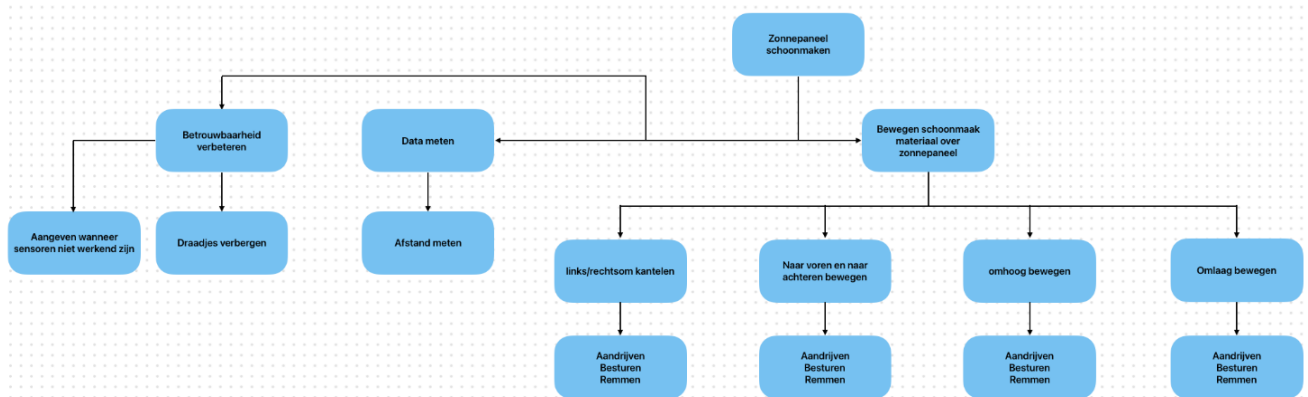
- De kosten moeten zo laag mogelijk blijven. Hoe goedkoper, hoe beter.
- De inzetbaarheid, het moet zo makkelijk mogelijk in te zetten zijn en kan effectief voor meerdere panelen. Hoe makkelijker het is om te installeren, hoe beter.
- Mate van reiniging, hoe schoner het paneel wordt hoe beter.
- Betrouwbaarheid, hoe minder kans op het losraken of verwarren van bedrading en andere hoe beter.
- Demonteerbaar, hoe makkelijker het ontwerp te demonteren is hoe beter

## Programma van eisen

Het programma van eisen is opgesteld aan de hand van de ontwerpcriteria en de opgestelde succescriteria. Hieronder zijn de eisen in een tabel weergegeven.

| NUMMER | EISEN  |
|--------|--|
| 1      | Het werktuig moet autonoom het volledige oppervlak van het paneel kunnen reinigen nadat er een startcommando is gegeven.   |
| 2      | De oplossing dient naast autonoom ook handmatig bediend te kunnen worden (bijvoorbeeld voor het ingrijpen bij een calamiteit of herpositionering).   |
| 3      | Wij als projectgroep zijn verantwoordelijk voor de eind en beginpositionering van het systeem. Hierbij mogen er begin – en eindpunt bakens worden geplaatst om de positionering te verbeteren. |
| 4      | De oplossing moet minstens 3 keer het paneel kunnen schoonmaken.   |
| 5      | Het werktuig dient geen vloeistof te gebruiken voor het schoonmaken van het paneel.  |
| 6      | Het ontwerp moet zo makkelijk mogelijk demonteerbaar zijn. Hierdoor zijn eventuele fouten makkelijk te repareren.  |
| 7      | Het werktuig dient vast genoeg te zitten aan het paneel dat deze nooit ervan af kan vallen.  |
| 8      | Het werktuig dient bij het stoppen door een commando weer de route te hervatten alsof er niks is gebeurd.  |
| 9      | Het werktuig moet zo betrouwbaar mogelijk zijn, zodat de kans op losraken van componenten of bedradingen zo klein mogelijk is.   |

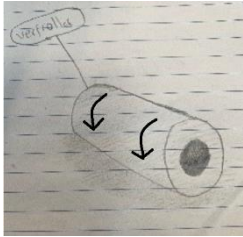
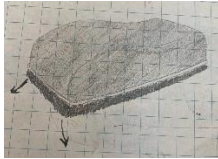

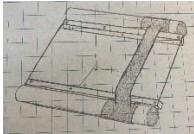
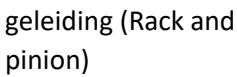
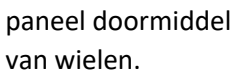

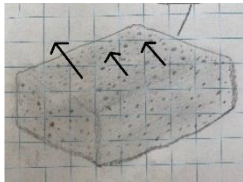
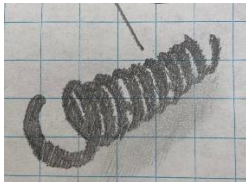
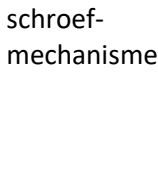
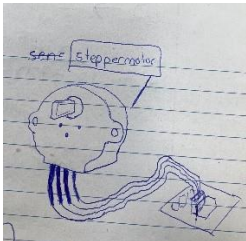
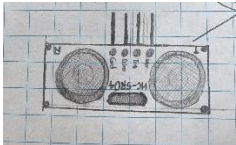
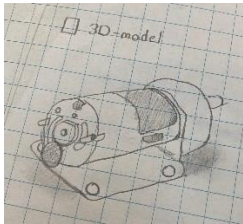
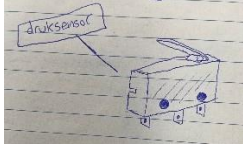
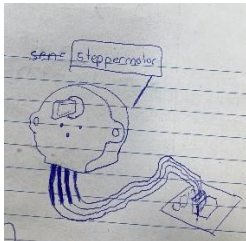
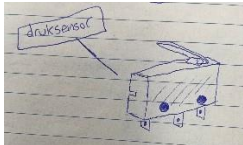
## Functieanalyse



Een reinigingsmechanisme zal worden ingezet om het zonnepaneel schoon te maken. Dit mechanisme zal zowel naar links als naar rechts kunnen kantelen, tevens in voorwaartse en achterwaartse richting en omhoog en omlaag kunnen bewegen. Hierdoor wordt gegarandeerd dat het zonnepaneel volledig gereinigd kan worden. Het mechanische systeem zal worden aangedreven, bestuurd en geremd.

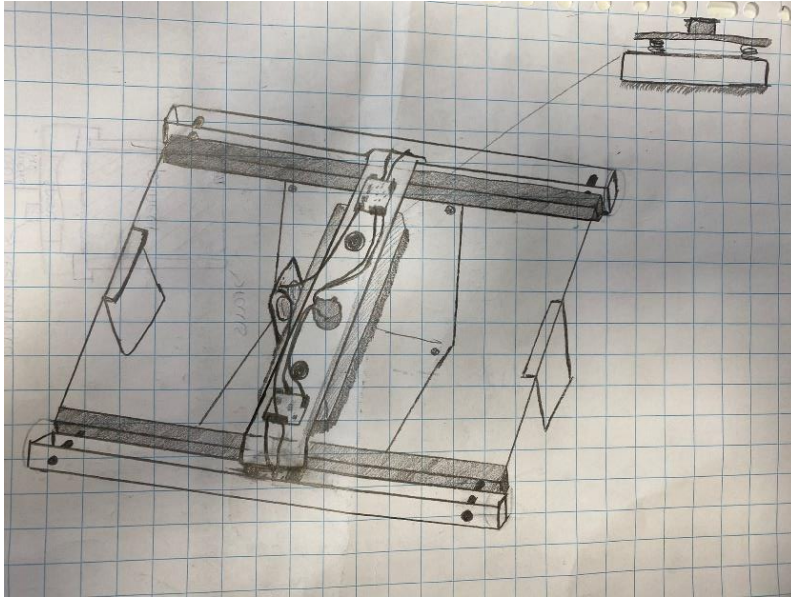
# Conceptontwerpen

## Morfologisch overzicht

|                                |   |   |   |  |
|--------------------------------|---|---|---|--|
| Schoonmaak<br>mechanisme       | <b>Verfroller</b><br>  | <b>Wisser</b><br>  | <b>Spons ramenwasser</b><br>  |  |
| Beweging<br>over het<br>paneel | <b>Rails op boven- en<br/>onderkant paneel</b><br>   | <b>Tandwielen en<br/>tandriemen<br/>geleiding (Rack and<br/>pinion)</b><br>  | <b>Rails op boven- en<br/>onderkant van<br/>paneel doormiddel<br/>van wielen.</b><br>   |  |
| Druk zetten                    | <b>Servo motor</b><br>  | <b>Spons</b><br>  | <b>Veer</b><br>  | <b>Verstelbaar<br/>schroef-<br/>mechanisme</b><br> |
| Aandrijving<br>rails           | <b>Steppermotor</b><br><br><b>Ultrasoonsensor</b><br> | <b>DC-motor</b><br><br><b>Limitswitch</b><br> | <b>Steppermotor</b><br><br><b>Limitswitch</b><br> |  |



## Concept 1

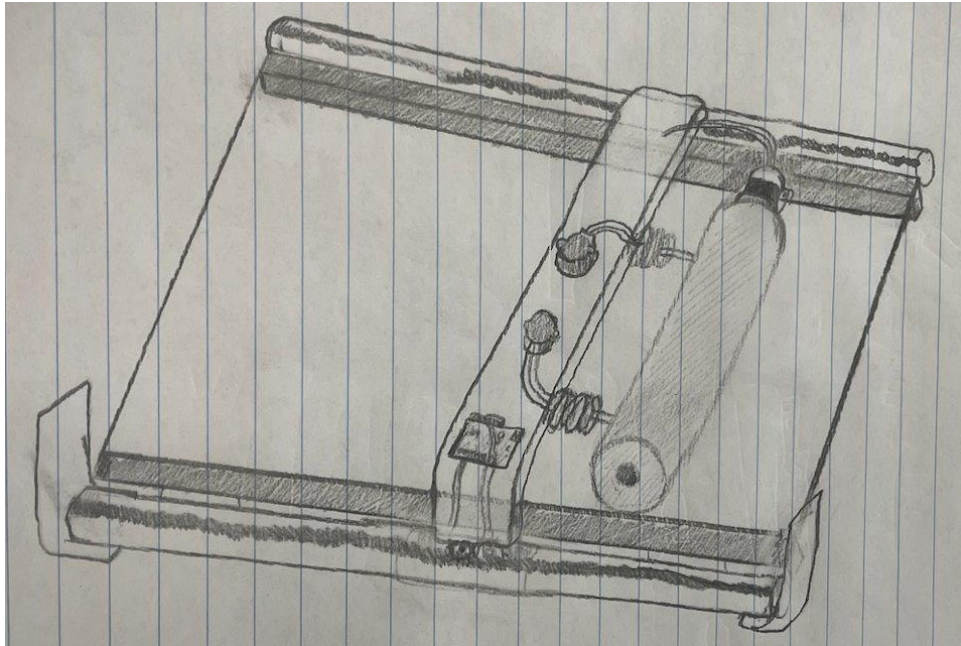


In dit concept zijn de volgende componenten geïntegreerd:

- Ruitenwisser
- Rails
- Veer
- Stepermotor
- Ultrasoonsensor

De ruitenwisser is aan de plaat bevestigd met behulp van veren, waardoor de wisser de benodigde kracht op het paneel kan uitoefenen. De plaat beweegt horizontaal over het paneel en is verbonden aan de rails met wielen. Op de plaat is een microcontroller gemonteerd, en er bevindt zich tevens een ultrasoonsensor op deze plaat. Aan het uitende van het paneel is een plaatje bevestigd, waardoor de ultrasoonsensor de afstand kan meten en het systeem over het paneel kan laten bewegen.

## Concept 2

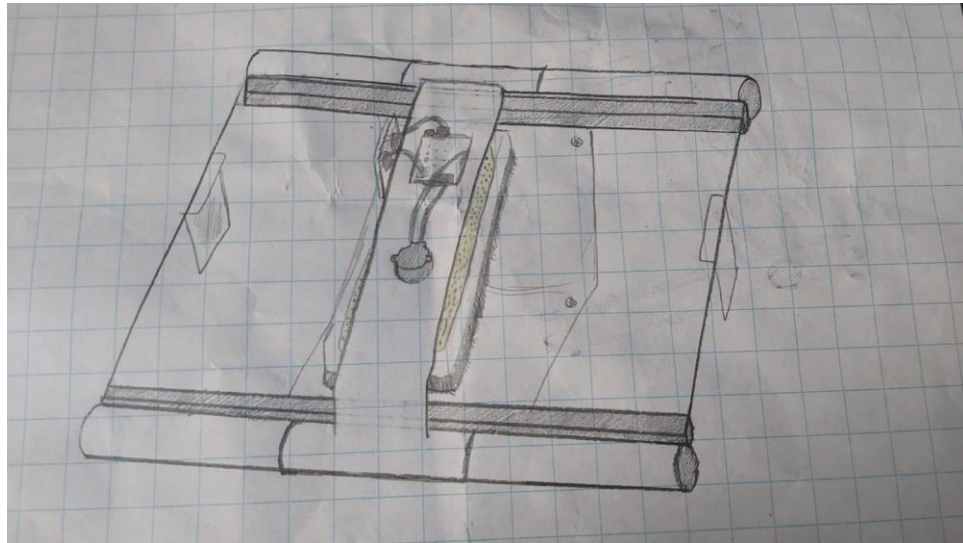


In concept 2 zitten de volgende onderdelen geïntegreerd:

- Verfroller
- Tandwielen en tandriemen
- Veer
- DC-motor
- Limitswitch

Dit concept maakt gebruik van tandwielen en tandriemen die worden aangedreven door een Dc-motor om het mechanisme over het paneel te laten bewegen. Een plaat, voorzien van een verfroller, beweegt over het paneel om het schoon te maken. De druk wordt gereguleerd door veren die zich bevinden tussen de plaat en de verfroller. Om ervoor te zorgen dat de roller terugkeert over het paneel wanneer deze het einde bereikt, zijn de druksensoren geplaatst. Zodra deze sensoren in contact komen met de plaatjes aan de onderkant van het paneel, keert de roller terug.

### Concept 3

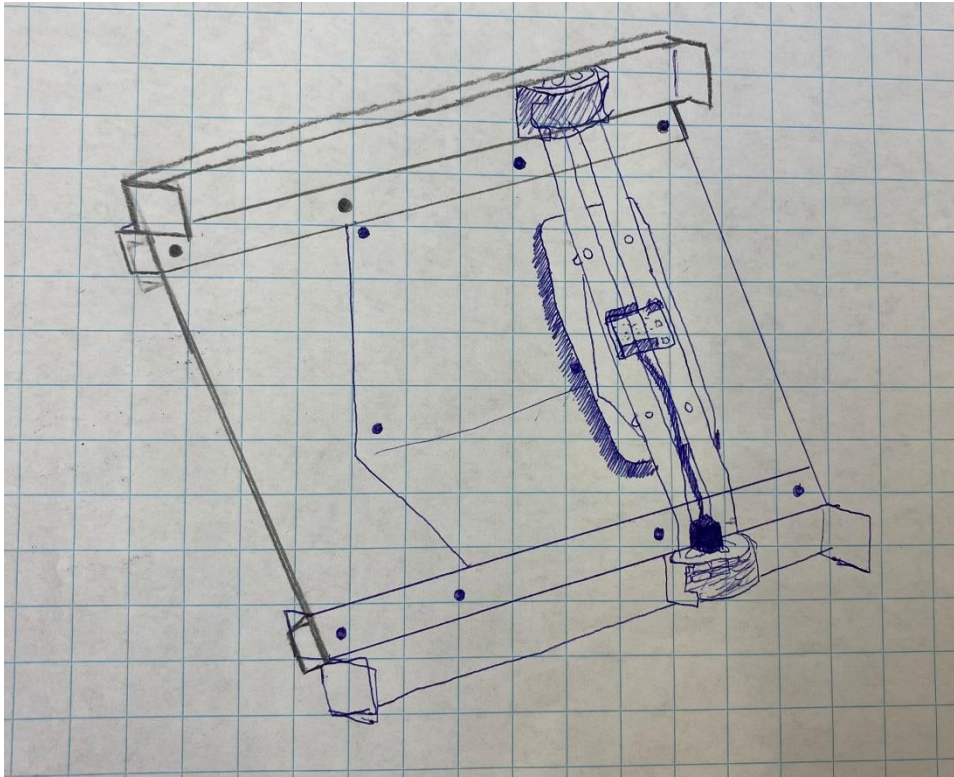


Voor concept 3 zijn de volgende componenten geselecteerd:

- Ruitenwisser
- Rails met wielen
- Spons
- Steppermotor
- Ultrasoonsensor

In dit concept wordt een ronde rails gebruikt waarover een constructie van de midden plaat beweegt. De ruitenwisser is verbonden met een spons, waardoor de wisser ook druk kan uitoefenen op het paneel. Op het paneel is de microcontroller bevestigd, en er wordt gebruikgemaakt van een ultrasoonsensor met aan beide uiteinden plaatjes. Deze plaatjes stellen de ultrasoonsensor in staat de afstand te meten voor de horizontale beweging.

## Concept 4



In dit concept zitten de volgende onderdelen:

- Wisser
- Rails met wielen
- Verstelbaar schroefmechanisme
- Stepermotor
- Limitswitch

In dit concept zitten en boven- en onderaan het paneel rails, waardoor de wielen kunnen rijden. Aan de wielen zitten wielkapjes met daaraan de stepermotor die zorgt voor de aandrijving en aan beide kanten limitswitches. De twee wielen worden verbonden door middel van twee latjes met daaraan de wisser. De druk wordt gerecreëerd door een verstelbaar schroefmechanisme. Aan het einde van de rails zitten plaatjes en wanneer de limitswitch hier tegenaan komt, gaat de wisser de andere kant op.

## Conceptkeuze

### Criteria voor toetsing

Bij de afweging hieronder wordt er gebruik gemaakt van de volgende punten:

De kosten, dit komt voort uit onze succescriteria waarin de kosten een grote rol spelen.

Inzetbaarheid, hoe makkelijk is het om dit te produceren en in gebruik te nemen.

Betrouwbaarheid, hoe betrouwbaar het is wat betreft losraken of verwarren van bedrading.

Mate van reiniging, hoe schoon het paneel zal worden.

Demonteerbaarheid, hoe makkelijk het is om het in- en uit elkaar te halen is.

### Afweging met scorekaart

Dit is op een schaal van 1 tot en met 5 en daarbij vergelijken we de concepten onderling.

|                    | Concept 1 | Concept 2 | Concept 3 | Concept 4 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Kosten             | 5         | 4         | 5         | 5         |
| Inzetbaarheid      | 4         | 3         | 4         | 5         |
| Mate van reiniging | 3         | 5         | 3         | 3         |
| Betrouwbaarheid    | 3         | 3         | 3         | 5         |
| Demonteerbaarheid  | 3         | 3         | 2         | 4         |
| <b>Totaal</b>      | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>17</b> | <b>22</b> |

### Beste concept

Het concept wat het beste naar voor komt, is concept 4. Vergeleken met de andere concepten zijn de kosten gelijk aan die van concept 1 en 3 en lager dan die van concept 2. De inzetbaarheid is het beste, omdat het makkelijk op elk paneel te plaatsen en makkelijk te produceren. De mate van reiniging ligt lager dan bij het concept met de verfroller, want daarbij zou de roller draaien en de opstelling over het paneel bewegen wat zorgt voor een betere reiniging, maar in het concept 4 beweegt de wisser alleen horizontaal over het oppervlak. De betrouwbaarheid van concept 4 is goed. Alle bedrading zit boven op de opstelling en kan dus niet in de knoop raken tijdens de beweging over het paneel. De demonteerbaarheid is vergeleken de ander concepten het best. Alle onderdelen zijn makkelijk in- en uit elkaar te halen.

## Definitief ontwerp

### Test van het ontwerp

Het ontwerp werd voor het eerst getest tijdens de Factory Acceptance Test op woensdag 20 december 2023. Bij deze test werd gebruik gemaakt van de bijhorende rails bij het prototype, het prototype zelf en het bijbehorende zonnepaneel. Het prototype is vervolgens op een aantal verschillende dingen getest, deze criteria zijn;

- Volledige beweging over het A4 oppervlak
- Volledig overneembare controle door de gebruiker

- Volledig reiniging van het A4 oppervlak

Mocht het prototype een deel halen dan worden de punten volgens de volgende rubric gegeven. In totaal zijn er 20 punten te halen.

| Onderdeel   | Onvoldoende (0 punten)                                       | Voldoende (4 punten)   | Ruim Voldoende (6 punten)  | Goed (7 punten)  |
|---|--|--|--|--|
| Beweging over het volledige oppervlak van het paneel (tenminste A4-formaat) | Het prototype is niet in staat om over het paneel te bewegen | Het prototype is in staat om over ten minste 50% van het A4 oppervlak te bewegen   | Het prototype is in staat om over ten minste 75% van het A4 oppervlak te bewegen | Het prototype kan het volledige A4 oppervlak bereiken  |
| Overnemen van controle door gebruiker                                       | De gebruiker kan op geen enkele wijze de controle overnemen  | Het prototype kan door de gebruiker op elk moment worden gestopt binnen 3 seconden | Het prototype kan door de gebruiker op elk moment direct worden gestopt          | Het prototype kan volledig door de gebruiker worden overgenomen en geeft ook de status van diverse sensoren weer |
| Reinigen van het paneel   | Het prototype is niet in staat om het paneel te reinigen     | Het prototype reinigt 50% van het bewogen oppervlak                                | Het prototype reinigt 100% van het bewogen oppervlak                             |  |

De volledige testrapportage staat in de bijlage.



## Resultaten

Door de klant zijn we beoordeeld met de volgende score:

| Criteria   | Onvoldoende   | Voldoende   | Ruim voldoende  | Goed  | Criteriumscore                |
|--|---|---|---|---|-------------------------------|
| Criterium 1<br>Beweging over het volledige oppervlak van het paneel (tenminste A4-formaat) | 0 punten<br>Het prototype is niet in staat om over het paneel te bewegen. | 4 punten<br>Het prototype is in staat om over ten minste 50% van het A4 oppervlak te bewegen.   | 6 punten<br>Het prototype is in staat om over ten minste 75% van het A4 oppervlak te bewegen. | 7 punten<br>Het prototype kan het volledige A4 oppervlak bereiken.  | Score van Criterium 1<br>0/ 7 |
| Criterium 2<br>Overnemen van controle door gebruiker                                       | 0 punten<br>De gebruiker kan op geen enkele wijze de controle overnemen.  | 4 punten<br>Het prototype kan door de gebruiker op elk moment worden gestopt binnen 3 seconden. | 6 punten<br>Het prototype kan door de gebruiker op elk moment direct worden gestopt.          | 7 punten<br>Het prototype kan volledig door de gebruiker worden overgenomen en geeft ook de status van diverse sensoren weer. | Score van Criterium 2<br>7/ 7 |
| Criterium 3<br>Reinigen van het paneel   | 0 punten<br>Het prototype is niet in staat om het paneel te reinigen.     | 4 punten<br>Het prototype reinigt 50% van het bewogen oppervlak.                                | 6 punten<br>Het prototype reinigt 100% van het bewogen oppervlak.                             |   | Score van Criterium<br>0/ 6   |

Totaal:

Score van Factory Acceptance Test (FAT),  
7/ 20

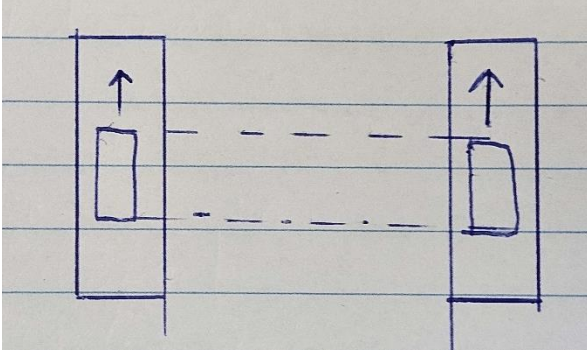
Deze score is ontzettend laag bij criteria 1 en 3. Dit komt doordat het prototype met de wielen tegen de zijkant aan kwam. Doordat deze daar tegenaan kwam ontstond er veel wrijving die waardoor de motoren niet genoeg koppel hadden om dit overbruggen. Daardoor kwam het prototype niet vooruit en kon dus niks reinigen. Hierdoor is de rest van test besteed aan de oorzaken van het vastlopen.

Er waren een aantal oorzaken voor het vastlopen:

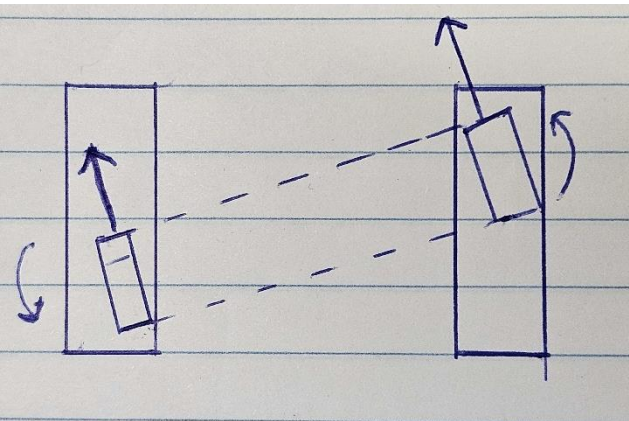
**Wielen die tegen de zijkant van de rails aan lopen.**

Dit komt doordat er een verschil van vermogen in de 2 motoren zit. Daardoor heeft er 1 kant meer kracht en legt dus meer afstand af. Dat leidde tot een rotatie waardoor de wielen van het prototype tegen de zijkant van de rails aankwam. Daardoor ontstond er extra wrijving onder. Hieronder een visualisatie van het probleem.

**Beginsituatie**



**Eindsituatie**

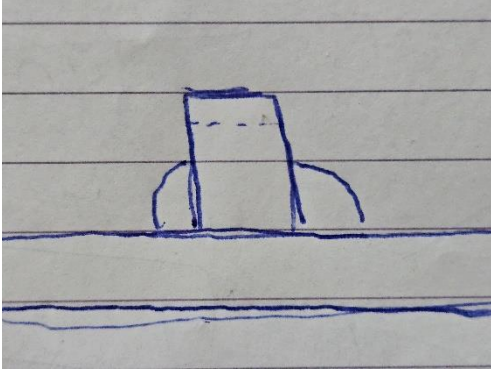




### **Speling in het middenstuk**

Doordat het middenstuk niet strak stond afgesteld ontstond er een speling, deze speling zorgde ervoor dat het zwaartepunt naar achteren verschoof. Dat zorgde voor extra momentum tegen de motor in. Daardoor moeten de motoren dus extra hard werken om dit momentum te overkomen.

### **Beginsituatie**



### **Eindsituatie**



## Definitief ontwerp Elektrisch aansluitschema

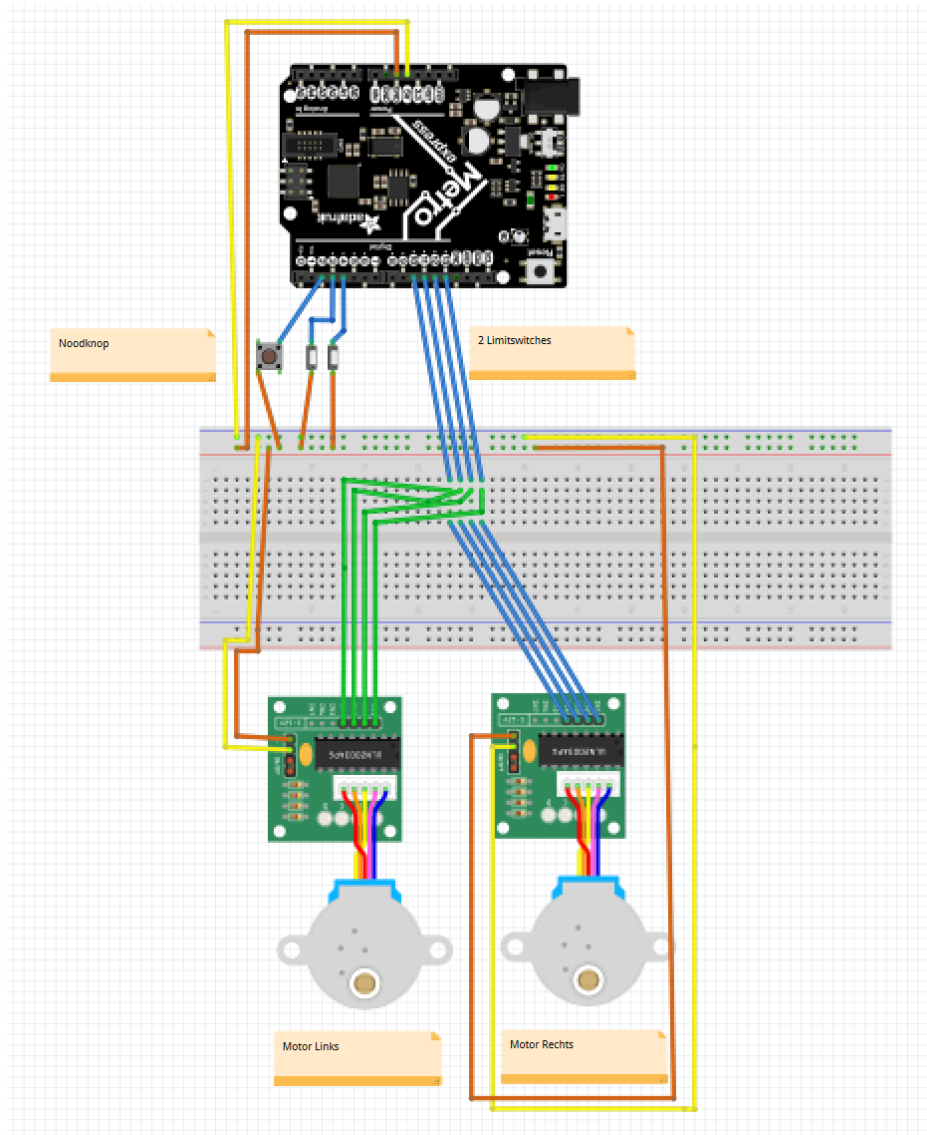
Bij ons ontwerp maken we gebruik van de volgende onderdelen:

- 2 Limitswitches
- 1 Metro M0
- 2 steppermotoren (28BYJ-48)
- 1 breadboard
- 2 ULN2003 driverkaarten
- 1 drukknop

In het volgende schema zijn de kleuren bepalend voor de functie van de kabel:

- Blauw/groen = data kabels
- Oranje = ground
- Geel = 5 Volt

Verder staat het elektrisch aansluitschema hieronder en de python code hiervan in de bijlage.

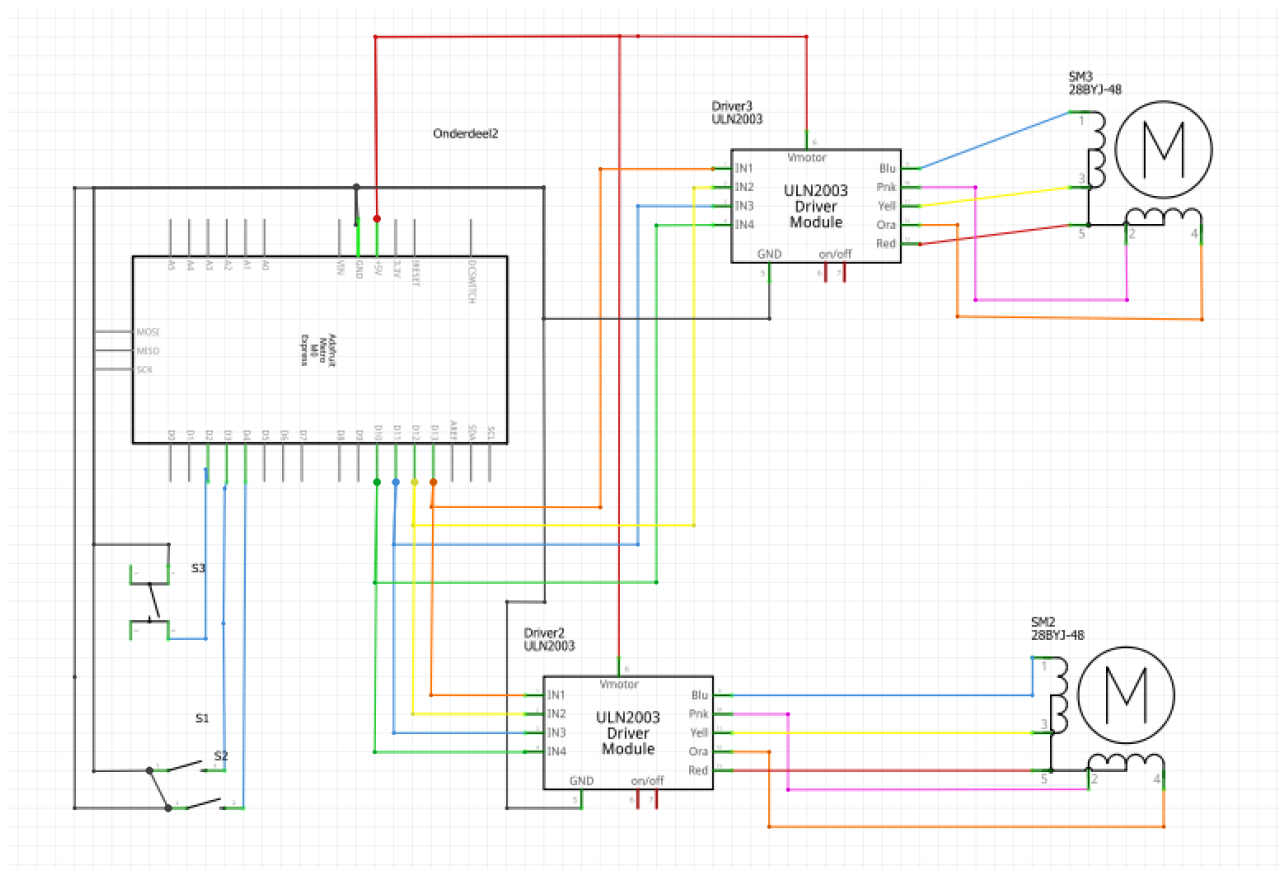


### Stroomdiagram:

- Rood = 5 volt
- Zwart = ground
- Overige kleuren = data

### Componenten:

- S1 en S2 = Limitswitches
- S3 = noodknop
- ULN2003 = driverkaart
- SM2 en SM3 = Steppermotor
- Adafruit metro m0 = microcontroller

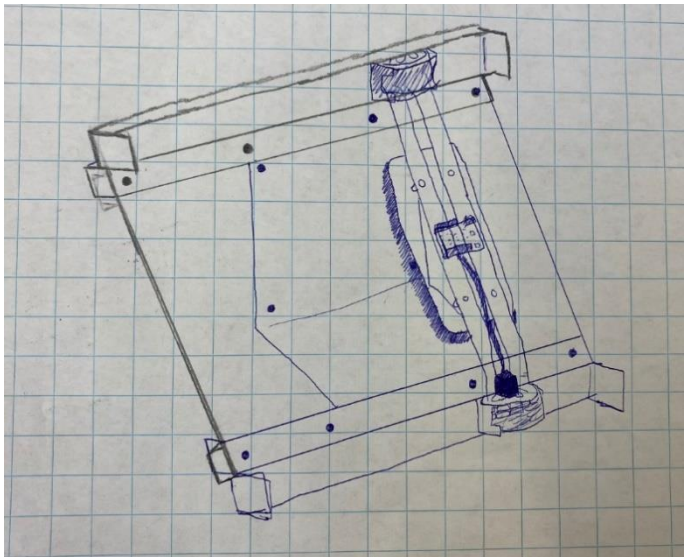


## Conclusies en aanbevelingen

In dit project is een prototype ontworpen voor het reinigen van zonnepanelen, dit moet volledig autonoom en zonder vloeistof. Dit ontwerp is tot stand gekomen doormiddel van de volgende hoofdvraag: “Hoe kan een zonnepaneel geautomatiseerd schoon gemaakt worden zonder vloeistof en met het hoogste rendement?”. Om de hoofdvraag zo goed mogelijk uit te werken hebben we gebruik gemaakt van deelvragen te onderzoeken en te beantwoorden. Met de nodige onderzoeken en antwoorden op de hoofdvraag en deelvragen zijn we op de volgende bevindingen gekomen.

- Om het paneel goed schoon te kunnen maken moet het ontwerp stabiel over het paneel bewegen.
- Er moet genoeg druk op het paneel komen om het schoonmaken te optimaliseren.
- Om het ontwerp geautomatiseerd te laten werken is er gebruik gemaakt van de programmeertaal Python.

Uit de onderzoeken en het maken van de functieboom is het morfologisch overzicht opgesteld. Hieruit zijn verschillende concept ontwerpen uitgekomen. Doormiddel van het programma van eisen en de succescriteria is er een afweging met scorekaart gemaakt. Hieruit is concept ontwerp 4 het best uitgekomen (onderstaande foto). Na de Factory Acceptance Test (FAT) zijn we erachter gekomen dat er nog het een en ander aangepast moest worden om te voldoen aan alle eisen. Wel proberen we zo dicht mogelijk bij het concept ontwerp te blijven.



## Bijlagen

### Code python

```
import time #Zorgt ervoor dat er gewacht kan worden tussen acties
import board #Zorgt ervoor dat de poorten kunnen worden gelezen van de
```

```

microcontroller
from math import pi#Het getal pie importeren
import digitalio #Importeert digitalio voor het aflezen van poorten

''' Motor Links'''
led1 = digitalio.DigitalInOut(board.D13)#Als een bepaalde poort aan gaat, dan
gaat de led ook aan
led2 = digitalio.DigitalInOut(board.D12)
led3 = digitalio.DigitalInOut(board.D11)
led4 = digitalio.DigitalInOut(board.D10)
ports = [] #Een lijst voor de poorts
ports.append(led1)#zet de waarde van de leds in de lijst
ports.append(led2)
ports.append(led3)
ports.append(led4)

'''noodknop'''

noodknop = digitalio.DigitalInOut(board.D2)
noodknop.direction = digitalio.Direction.INPUT
noodknop.pull = digitalio.Pull.DOWN

'''Limitswitch 1'''
Limit1 = digitalio.DigitalInOut(board.D3)
Limit1.direction = digitalio.Direction.INPUT
Limit1.pull = digitalio.Pull.UP

'''Limitswitch 2'''
Limit2 = digitalio.DigitalInOut(board.D4)
Limit2.direction = digitalio.Direction.INPUT
Limit2.pull = digitalio.Pull.UP

for i in range(4):
    ports[i].direction = digitalio.Direction.OUTPUT

def motor(richting,aantal_steppen):
    try:
        if richting == 'r':#Als de richting vooruit is dan gaat hij door
            sequence = [[0, 0, 0, 1], [0, 0, 1, 0], [0, 1, 0, 0], [1, 0, 0,
0]]#De volgorde van de steppermotor wordt hier laten zien
            start = 3 #Gaat de lijst af van het 4e element naar de 1e zodat
de volgorde goed is
            end = -1
            stepsize = -1
        elif richting == 'l':#Als de richting achteruit is dan gaat hij door

```

```

sequence = [[1, 0, 0, 0], [0, 1, 0, 0], [0, 0, 1, 0], [0, 0, 0,
1]]
start = 0#Gaat de lijst af van het 1e element naar de 4e zodat de
volgorde goed is
end = 4
stepsize = 1
else:
    print("Richting niet gedefinieerd")#Als er een fout is met de
richting
    return
for x in range(aantal_stappen):
    #Laat zien bij welke step hij is
    for step in sequence:#Gaat de lijst sequence
        for i in range(start,end,stepsize):#Geeft aan in welke
volgorde de lijst sequence moet worden afgelezen
            ports[i].value = step[i]

            time.sleep(0.001) # de tijd kan langzamer gezet
except RuntimeError:
    print("Motor fout")#Geeft een motorfout aan

mode=0
teller = 0
cyclus = 0
richting = input("Geef een begin richting: ")

while True:
    teller += 1
    if noodknop.value:
        print("Manual mode")
        print("Totaal aantal stappen:", teller)
        richting =input("Geef de richting: ")
        stappen = int(input("Geef aantal stappen: "))
        print("Status L1: ",Limit1.value)
        print("Status L2: ",Limit2.value)
        for x in range(stappen):
            print("Stappen: ",x)
            motor(richting,1)
            time.sleep(2)

    elif teller%256 == 0 :
        cyclus += 1
        print("Automatic mode")
        print("Cycle:",cyclus)
        print("Richting:", richting)
    else:

```

```

if Limit1.value:
    richting = "l"
    motor(richting,1)
    continue
elif Limit2.value:
    richting = "r"
    motor(richting,1)
    continue
else:
    #print(richting)
    motor(richting,1)

```

### Rollenverdeling eindrapport

|                  |   |
|------------------|---|
| Mark Boonstoppel | Functieanalyse  |
| Pascal Verkerk   | Conceptkeuze, samenvatting  |
| Hossam Akarkach  | Schetsen (bij concepten en morfologisch overzicht)  |
| Rick Fortuin     | Definitief ontwerp, elektrisch aansluitschema, elektrisch stroomdiagram, code python, ontwerp- en succescriteria, FAT rapportage      |
| Tim Melissant    | Voorwoord, Inleiding, Conclusie en aanbevelingen, programma van eisen, concept omschrijvingen, morfologisch overzicht, succescriteria |

# Testrapport: Factory Acceptance Test

Project Mechatronica

Projectgroep: Groep 1  
Klas: WR1b  
Deelsysteem: Lijnvolgsysteem  
Datum: 20-12-2023

| Deelnemer        | Rol         | Betrokken bij systeem                              |
|------------------|-------------|--|
| Y. Tufekci       | Beoordelaar | n.v.t.   |
| Rick Fortuin     | Programmeur | Controleert werking mechatronische deel            |
| Tim Melissant    | Monteur     | Bouwt constructie op                               |
| Mark Boonstoppel | Monteur     | Bouwt constructie op                               |
| Pascalie Verkerk | Analist     | Maakt eventuele foto's, let op eventuele problemen |
| Hossam Akarkach  | Analist     | Maakt eventuele foto's, let op eventuele problemen |



## Inhoudsopgave

|      |                                      |                                     |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.   | Inleiding .....                      | 26                                  |
| 1.1. | Achtergrond .....                    | 26                                  |
| 1.2. | Procesomschrijving .....             | 26                                  |
| 1.3. | Scope van het testplan .....         | 26                                  |
| 2.   | Testbeschrijving .....               | 27                                  |
| 2.1. | Handelingen bij tekortkomingen ..... | 27                                  |
| 2.2. | Acceptatiecriteria .....             | 28                                  |
| 2.3. | Testcondities .....                  | 28                                  |
| 2.4. | Normen en Standaarden .....          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.5. | Testresultaten Rapporteren .....     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.   | Bijlagen .....                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## 1. Inleiding

Tijdens deze FAT test willen we laten zien hoever ons prototype is. Ons doel is om hiermee de klant ervan te overtuigen dat er veel progressie is geboekt en dus ons concept werkt.

### 1.1. Achtergrond

Voor het Project Mechatronica diende er een prototype gebouwd te worden voor de klant (Zon en Schijn). Dit prototype diende een zonnepaneel schoon te maken zonder het gebruik van vloeistoffen. Doordat het paneel schoner zou worden zou het rendement weer omhooggaan. Het prototype moet een oppervlak ter grootte van een A4 schoonmaken.

### 1.2. Procesomschrijving

Het proces van de test verloopt als volgt: het projectteam zorgt voor aanwezigheid van het voertuig en eventueel een laptop om het voertuig vanuit aan te sturen. Het voertuig start aan een kant gekozen door het projectgroepje. Vervolgens dient het voertuig autonoom over het oppervlak te gaan totdat deze aan de overkant is en 100% van het A4 oppervlak heeft gedekt. Handmatig in grijpen is niet toegestaan en resulteert in een herstart. Eventuele noodknop valt hier niet onder. Een succesvolle demonstratie bestaat uit een 100% schoon oppervlak en 1x volledig over het paneel. Er hoeft dus geen rotatie plaats te vinden. Uiteraard dient de test reproduceerbaar te zijn.

### 1.3. Scope van het testplan

Deze *Factory Acceptance Test* is de eerste test die uitgevoerd zal worden om het deelsysteem voor het autonoom volgen van de lijn te demonstreren. Hiervoor dient de projectgroep aanwezig te zijn en wordt de prestatie van het voertuig beoordeeld door de begeleidende docent.

## 2. Testbeschrijving

De test wordt uitgevoerd door de projectgroep en beoordeeld door de begeleidend docent. Voordat de test wordt gestart dient Tabel 1 te zijn ingevuld.

Tabel 1 - Testbenodigdheden

| Onderdeel           | Aanwezig/niet aanwezig | Specificatie |
|---------------------|------------------------|--------------|
| Test paneel         | Aanwezig               |              |
| Stift op paneel     | Aanwezig               |              |
| Prototype           | Aanwezig               |              |
| Laptop              | Aanwezig               |              |
| Verlengde USB-kabel | Aanwezig               |              |

### 2.1. Handelingen bij tekortkomingen

Wanneer er tekortkomingen optreden waardoor het voertuig niet in staat is de route naar volledigheid af te leggen, worden de problemen en mogelijke oorzaken als volgt omschreven in Tabel 2. Wanneer de test niet naar behoren verloopt, dient aangegeven te worden wanneer en op welke wijze de test zal worden herhaald.

- Testnummer: welke van de 3 tests
- Probleemomschrijving: korte omschrijving van het probleem
- Betreffend onderdeel: indien van toepassing, het falende onderdeel
- Mogelijke oorzaak: korte omschrijving van mogelijke oorzaak
- Gevolgen: gevolgen van falen (eventueel hier locatie van falen op lijn noteren)

Tabel 2 - Tekortkomingen bij test

| Testnr. | Omschrijving  | Onderdeel                          | Oorzaak  | Gevolgen   |
|---------|---|------------------------------------|--|--|
| 1.      | Prototype gaat niet vooruit   | Motor en wiel                      | Motor heeft niet genoeg koppel en wiel slipt   | Prototype komt niet vooruit                        |
| 2.      | 12 volt voeding erbij gepakt voor meer koppel maar slipt nog steeds na scheef trekken | Motor en wiel                      | Motoren lopen niet gelijk en lopen scheef  | Prototype komt niet ver vooruit                    |
| 2.      | Verplaatsing van het zwaartepunt zorgt voor extra stres op de motoren                 | Middenstuk en schoonmaakmechanisme | Schoonmaakmechanisme niet strak afgesteld en daardoor verplaatst het zwaartepunt zich waardoor er een negatief moment ontstaat | Motor heeft meer koppel nodig en komt niet vooruit |
|         |   |                                    |  |  |
|         |   |                                    |  |  |
|         |   |                                    |  |  |
|         |   |                                    |  |  |

## 2.2. Acceptatiecriteria

De acceptatiecriteria beschrijven wanneer de test succesvol is afgerond. De criteria staan genoteerd in Tabel 3. Deze criteria worden door de opdrachtgever gebruikt om de kwaliteit van de oplossing te beoordelen (zie hiervoor de rubric).

Tabel 3 - Acceptatiecriteria

| Nr. | Omschrijving                    | Criterium                           |
|-----|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1.  | Gaat over het gehele paneel     | Afstand van beweging van het paneel |
| 2.  | Is over te nemen door gebruiker | Stopt en gaat daarna door           |
| 3.  | Maakt het paneel schoon         | Mate van reiniging                  |

## 2.3. Testcondities

De testcondities beschrijven onder welke omstandigheden de test uitgevoerd dient te worden. Hierbij spelen omgevingsfactoren een belangrijke rol, bijvoorbeeld de onvoorspelbare aanwezigheid van daglicht die mogelijk de sensorwaarde beïnvloeden. De condities zijn beschreven in Tabel 4.

| Onderwerp         | Conditie                                     |
|-------------------|--|
| Weersinvloeden    | Ongecontroleerd (dag)licht, kamertemperatuur |
| Testbaan          | Zonnepaneel                                  |
| Stroomvoorziening | 5 volt van laptop of 12 volt van voeding     |