

Team name: SolarMatic

Group:AM13

Team members:

Thomas Deliens

Michaël Op de Beeck

Renaud Peeters

Tom Salens

Jens Sneyers

Karel Winderickx



Case Simulink

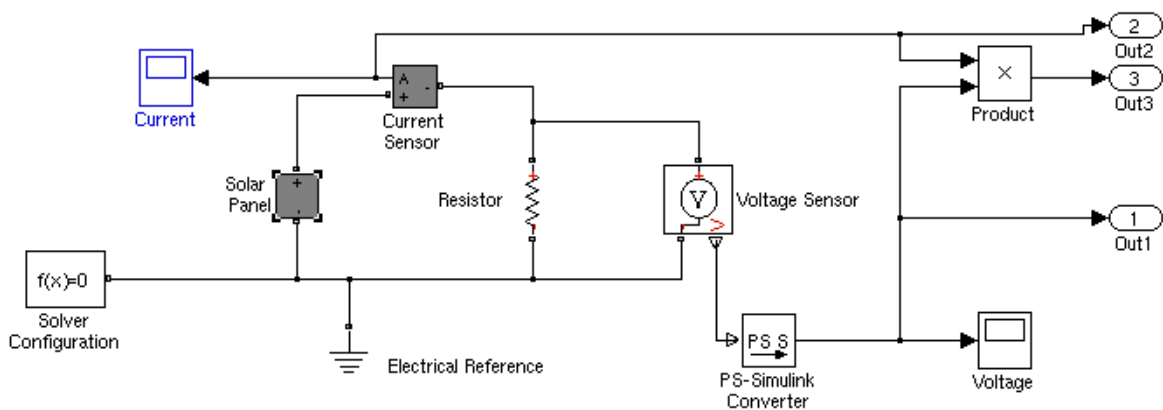
Weerstandswaarde waarbij het paneel een maximum vermogen levert.

Om de weerstandswaarde te vinden, waarbij het zonnepaneel het maximum vermogen levert, maken we gebruik van Matlab en Simulink. Op Toledo konden we hier een script en een model voor terugvinden. In het script van Matlab hebben wij volgende parameters ingevuld:

```
%%% Solar Power
Ir = 800 ; % solar irradiance [W/m^2]
Is = 1e-8 ; % saturation current [A]
Isc = 0.37 ; % short circuit current [A]
Voc = 8.15/15 ; % Open circuit voltage [V]
Ir0 = 700 ; % irradiance used for measurements [W/m^2]
m = 1 ; % diode quality factor
```

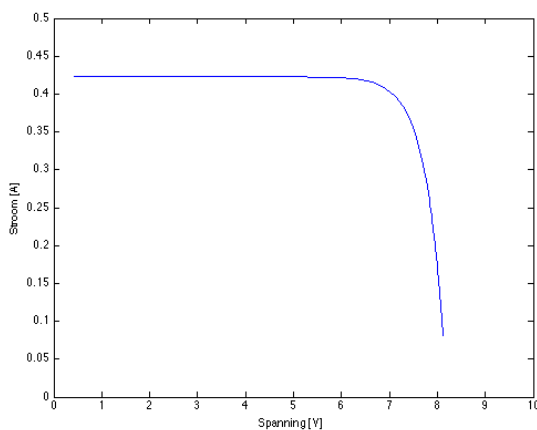
Figuur 1: Parameters

Het simulink model dat we gebruikt hebben is het volgende:

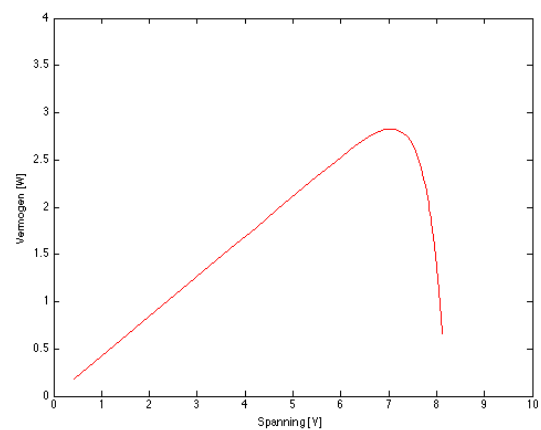


Figuur 2: Simulink model

Na uitvoeren van het script (zie bijlage 1) bekomen we volgende grafieken:



Figuur 3: Links: Stroom – Spanningsgrafiek



Rechts: Vermogen - Spanningsgrafiek

Aan de hand van deze grafieken kunnen we zien bij welke spanning het vermogen maximaal is. Uit de stroom – spanningsgrafiek halen we dan de overeenkomstige stroom bij deze spanning. Via de wet van Ohm kunnen we dan de uiteindelijke weerstand berekenen waarbij het vermogen maximaal is.

Uit de rechtse grafiek kunnen we een maximaal vermogen van 2,82 Watt aflezen en dit bij een spanning van 6,93 Volt. Uit de linkse grafiek vinden we dan dat de stroom 0,407 Ampère bedraagt.

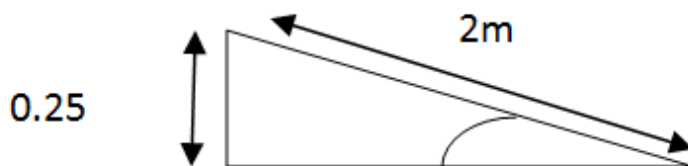
Met behulp van de wet van ohm vinden we dan:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6,93}{0,41} = 17,0 \text{ Ohm}$$

Hieruit besluiten we dus dat het zonnepaneel een maximum vermogen levert als er een weerstand van 17,0 Ohm aan geschakeld is.

Simulatie met DC-motor en zonder zonnepaneel

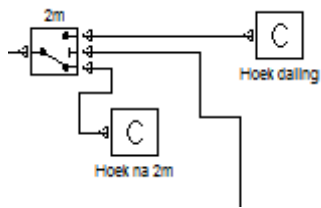
Deze keer gaan we de simulatie uitvoeren zonder zonnepaneel, concreet wil dit zeggen dat we de irradiance nu op nul zetten. Als er geen zon op schijnt kan het paneel ook geen vermogen leveren. Ook zal het simulink model aangepast moeten worden, omdat we nu te maken hebben met een daling in het begin van het parcours. Gegeven is dat het wagentje op een hoogte van 0.25m staat en dan 2m naar beneden rolt. Dan krijgen we volgende schets:



Figuur 4 Schets van de helling

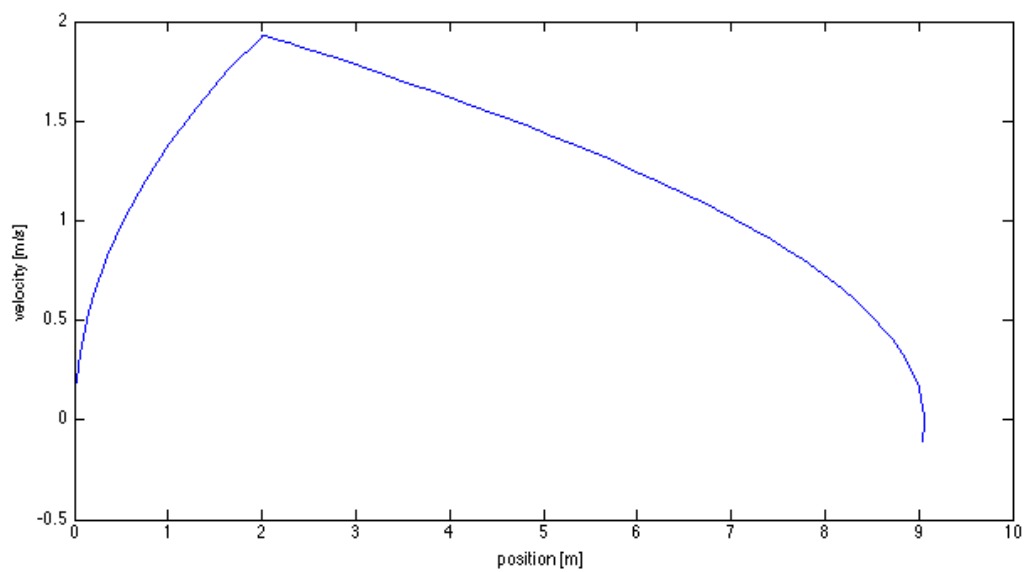
$$\sin(\alpha) = \frac{0.25}{2}$$
$$\alpha = 0.125 \text{ rad}$$

De hellingshoek is dus 0.125 rad. Deze waarde gaan we in het Simulink model moeten brengen. Hiervoor dient enkel een klein onderdeel aangepast te worden.



Als er nog geen 2 meter is afgelegd dan is de hoek van de daling gelijk aan $-\alpha$. Deze hoek is negatief omdat de helling naar beneden is. Na twee meter verandert de switch naar een hellingshoek van nul radialen.

Na de simulatie kunnen we aan de hand van de grafiek zien wanneer het wagentje tot stilstand komt en hoever hij is geraakt. Op de grafiek is te zien dat het wagentje de eerste twee meter zal versnellen doordat hij van de helling zal afrijden. Vanaf dat het rechte stuk bereikt is, vertraagt de wagen tot hij na 9.05 meter helemaal tot stilstand komt.

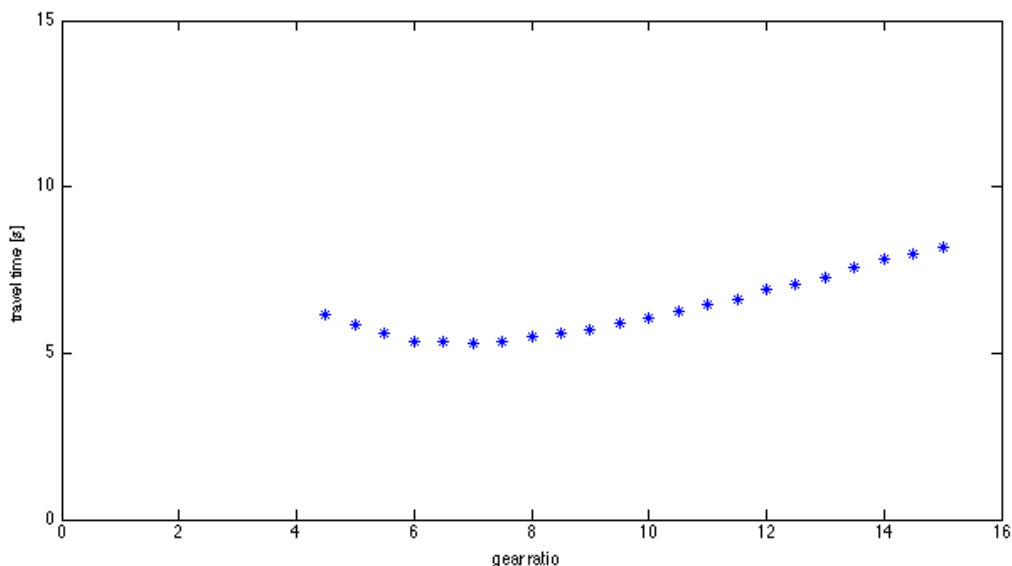


Figuur 5: Snelheid - afstandsgrafiek

Simulatie van de race

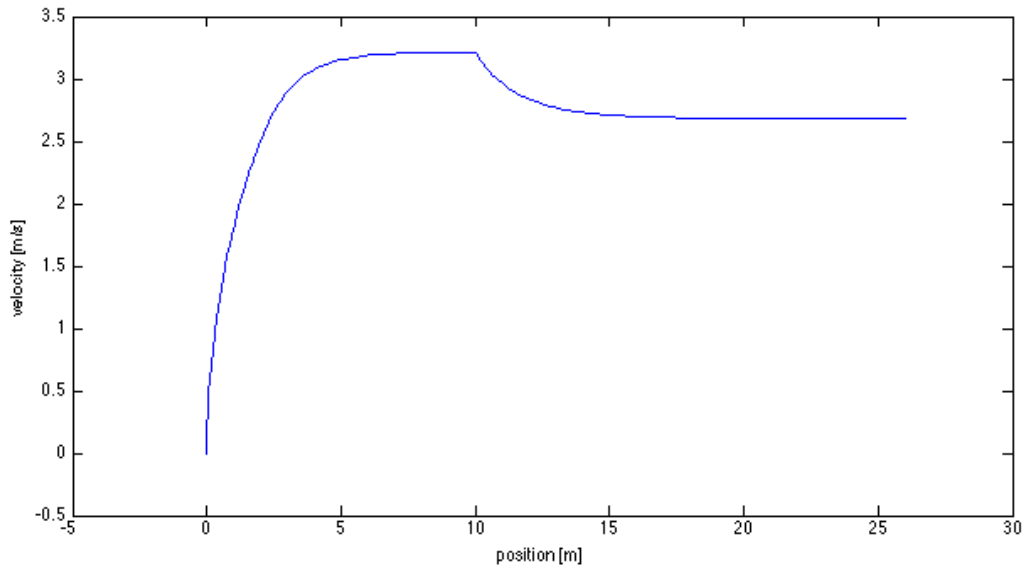
In dit onderdeel gaan we de race simuleren met behulp van Matlab en Simulink. Hiervoor hebben we in simulink een model gemaakt (Zie bijlage 2). In dit model kunnen we de race omstandigheden vrij nauwkeurig nabootsen en daardoor kunnen we allerlei grafieken maken waaruit we kunnen zien hoe goed of slecht onze SSV het zou doen. Deze grafiek wordt hieronder besproken.

Een eerste grafiek die Matlab genereert uit de Simulink schakeling is een grafiek waarbij de gear ratio vergeleken wordt met de tijd die nodig is om het parcours af te leggen. Op deze grafiek is te zien dat het parcours het snelst wordt afgelegd met een gear ratio van 6, met in het achterhoofd houdende dat de diameter van het wiel 6 cm is. In een voorgaand Matlab bestand werd de gear ratio vastgelegd op 8,5. Op deze grafiek is te zien dat de reistijd niet echt veel toeneemt bij een gear ratio van 8,5. Dit wil zeggen dat de vorig bepaalde waarde goed berekent was en ook behouden kan blijven.



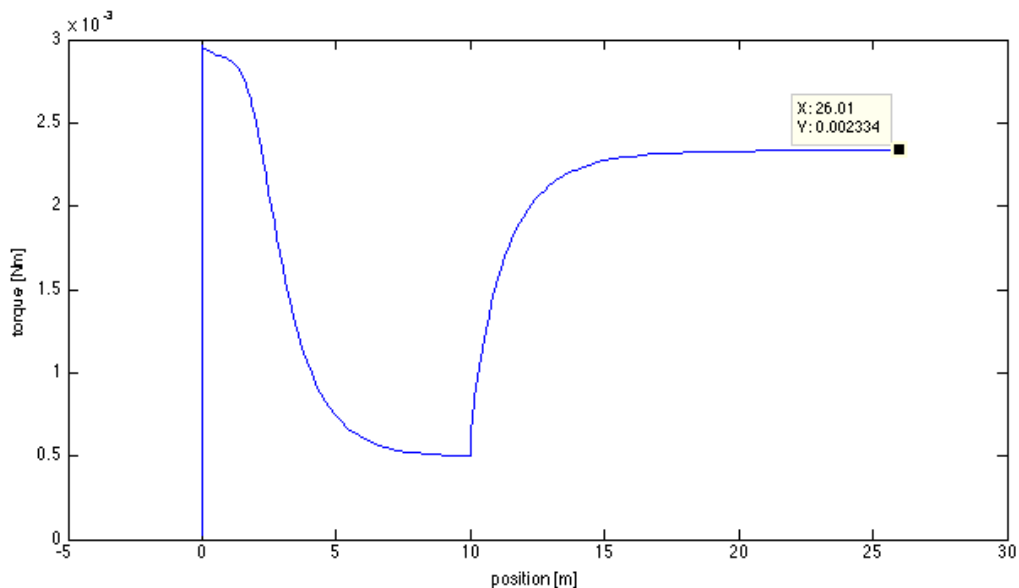
Figuur 6: Reistijd - Gearratio grafiek

Een volgende grafiek geeft de snelheid ten opzichte van de positie op het parcours weer. Op deze grafiek is te zien dat de wagen verder rijdt dan de 14m van het parcours. Dit komt omdat de waarden werden berekend met een tijdsinterval van 10 seconden. Verder is ook te zien dat de snelheid in het begin exponentieel toeneemt en tegen 10m begint te stagneren. Dit toont aan dat hier de topsnelheid bijna bereikt wordt. De maximale snelheid die hier bereikt wordt is 3.2 m/s. Na 10m, dus als de helling op het parcours begint, daalt de snelheid weer exponentieel tot deze stagneert op een waarde van ongeveer 2.7 m/s.



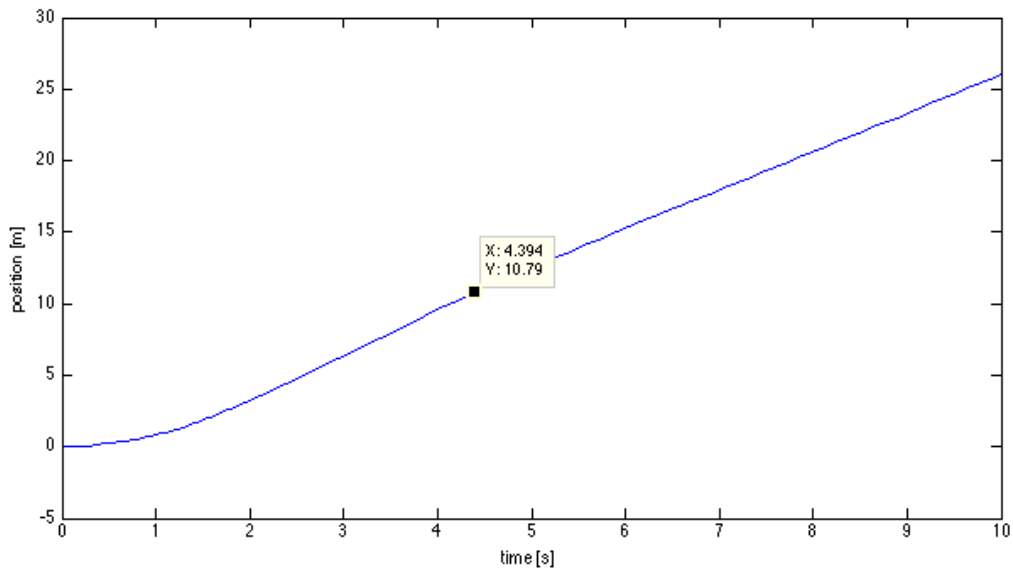
Figuur 7: Snelheid - Positie grafiek

Op de derde grafiek wordt het koppel uitgezet te opzichte van de positie. Deze grafiek laat duidelijk zien dat wanneer de SSV vertrekt hij een maximaal koppel heeft. Naarmate de snelheid toeneemt neemt ook het toerental toe en daalt het koppel. Wanneer na 10m de helling bereikt wordt stijgt het koppel weer doordat de snelheid en dus ook het toerental vermindert. Uiteindelijk stagneert deze grafiek wanneer de maximum snelheid op de berg bereikt wordt. Dit laatste zal in de race niet gebeuren aangezien het parcours maar 14m lang is.



Figuur 8: Koppel - Positie grafiek

De laatste grafiek toont de positie ten opzichte van de reistijd. In het begin van deze grafiek is te zien dat de positie maar weinig toeneemt met de tijd. Naarmate de snelheid stijgt wordt er meer afstand afgelegd in een kleinere tijd. Het zou logisch zijn dat na 10m een wijziging in de grafiek ontstaat omdat de SSV de helling bereikt. Maar omdat het snelheidsverschil niet echt heel groot is, is er op de grafiek maar weinig van te zien.



Figuur 9: Positie - Tijd grafiek

Besluit

Uit deze simulatie kunnen we zien hoe onze SSV het zou doen moesten we ermee gaan racen. Dit is handig om op voorhand te weten om te zien waar we eventueel nog aan kunnen werken om dit nog te verbeteren of om zelf bij andere teams te zien hoe zij het ervan af brengen en die waarden te vergelijken met de onze. Daardoor krijgen we een duidelijker beeld over hoe goed/slecht onze SSV uiteindelijk is.

Maar deze conclusies moeten wel ergens genuanceerd worden aangezien er een deel van de gebruikte parameters gebaseerd zijn op berekende gokken. Ze zijn dus ergens wel correct maar nog steeds niet perfect. Het kan dus zijn dat de uiteindelijke waarden nog verschillen van de waarden die we hier hebben berekend.

Bijlagen

Bijlage 1:

```
clear all;
close all;

%%% Solar Power
Ir = 800 ; % solar irradiance [W/m^2]
Is = 1e-8 ; % saturation current [A]
Isc = 0.37 ; % short circuit current [A]
Voc = 8.15/15; % Open circuit voltage [V]
Ir0 = 700; % irradiance used for measurements [W/m^2]
m = 1.2; % diode quality factor

%%% Motor parameters
Ra =3.32 ; % Weerstand van de motor [ohm]
Km =0.00855 ; % Koppel Constante[Nm/A]
L =0.00022 ; % Termische inductantie [H]
Im =4.10 ; % Rotor inertie [g*cm^2]
Cm =2.20538e-5 ; % [N*m/(rad/s)]
Rendement=0.84 ; %Rendenment van de motor [%]
NlC = 0.021; %No load current [A]
DC = 9; %DC supply [V]

%%% SSV parameter
mass =0.8 ; % Massa SSV [kg]
Cw = 0.75; % Drag coefficient
A =0.0125 ; % Frontale oppervlakte SSV [m^2]
rho =1.293 ; % Dichtheid van de lucht [kg/m^3]
Crr =0.025 ; %Rolweerstand
g=9.81 ;

%%% Wheel radius
r =0.02 ; % Straal van de wielen [m]

%%% Track
Alpha = 0.125 ; %Hellingshoek

result=[];
tn=[];

for ratio=4.0:0.5:15
    ratio
    tn=[tn ratio]; % Extend vector with current ratio
    sim('solar_panel_model3',10); % Simulate Simulink model for 10 s
    [i,j]=find(yout(:,2)>14); % find when position of 14 m is achieved
    if isempty(i)
        result = [result 10]; % if not achieved take time = 10 s
    else
        result = [result tout(i(1))]; % put travel time in vector
    end
end

end
```

```

figure(3)
plot(tn,result,'*') % plot gear ratio versus travel time
xlabel('gear ratio')
ylabel('travel time [s]')
axis([0 16 0 15]);

[opt,i]=min(result); % find minimal travel time

ratio=tn(i); % select gear ratio corresponding to the minimal travel time

% simulate once more with best gear ratio and make a few plots
sim('solar_panel_model3',10);

figure(4)
plot(yout(:,2),yout(:,1))
xlabel('position [m]')
ylabel('velocity [m/s]')
figure(5)
plot(tout,yout(:,2))
xlabel('time [s]')
ylabel('position [m]')
figure(6)
plot(yout(:,2),yout(:,3))
xlabel('position [m]')
ylabel('torque [Nm]')

```

Bijlage 2:

