

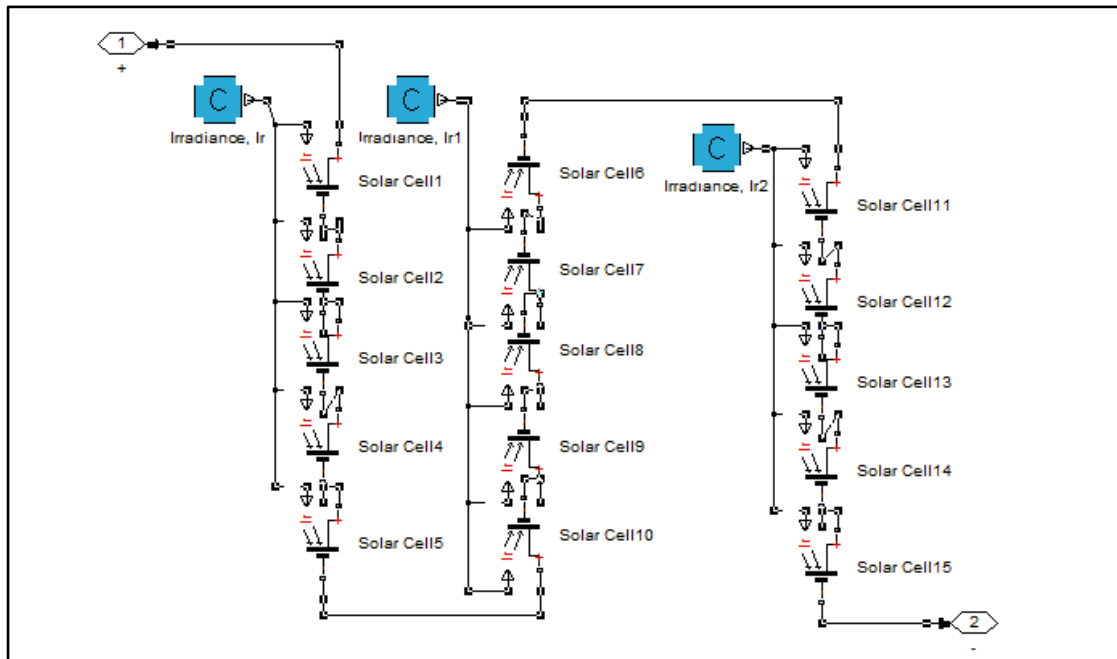
## 2.2 Simulink

Naast Matlab hebben we gebruik gemaakt van het programma Simulink dat geïntegreerd is in Matlab om een betere simulatie van onze zonnewagen te realiseren.

Simulink maakt gebruik van bouwblokken om een schakeling te realiseren met de voordeel dat er niet alleen elektrische componenten kunnen gebruikt worden maar ook fysieke bouwstenen uit de mechanica, hydraulica,...

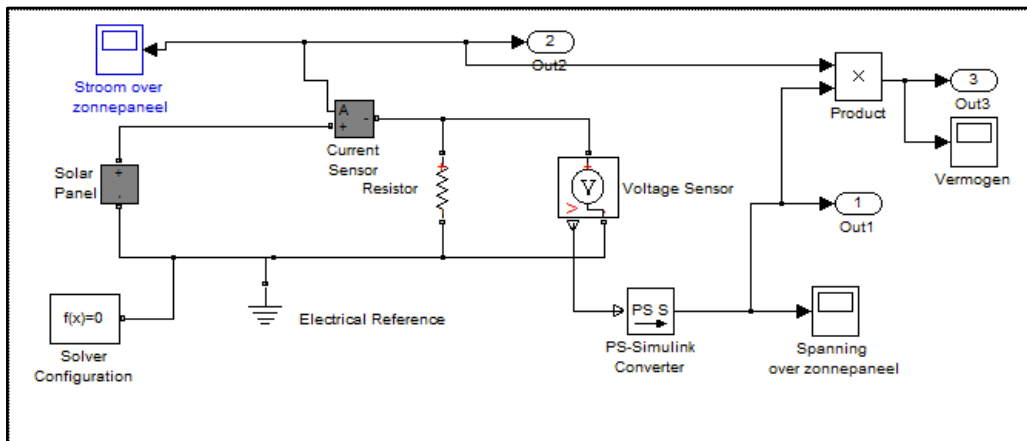
### a) Maximale vermogensoverdracht

De eerste opdracht met Simulink is het bepalen van de ideale weerstand die zorgt voor een maximale vermogensoverdracht. Deze weerstand is in serie geschakeld met de zonnepanelen. Op de onderstaande afbeelding wordt het zonnepaneel weergegeven in Simulink. Het is opgebouwd uit vijftien zonnecellen die in serie geschakeld zijn. De blauwe blokken C zijn fysieke constanten die de irradiatie aangeven die op de zonnecellen invallen.

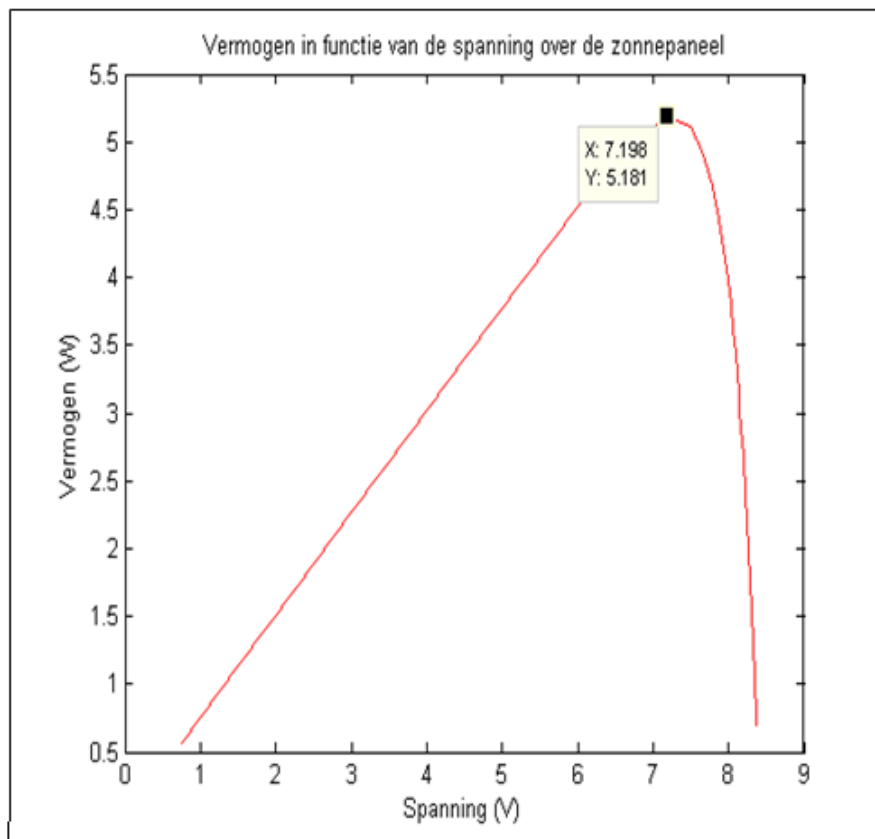


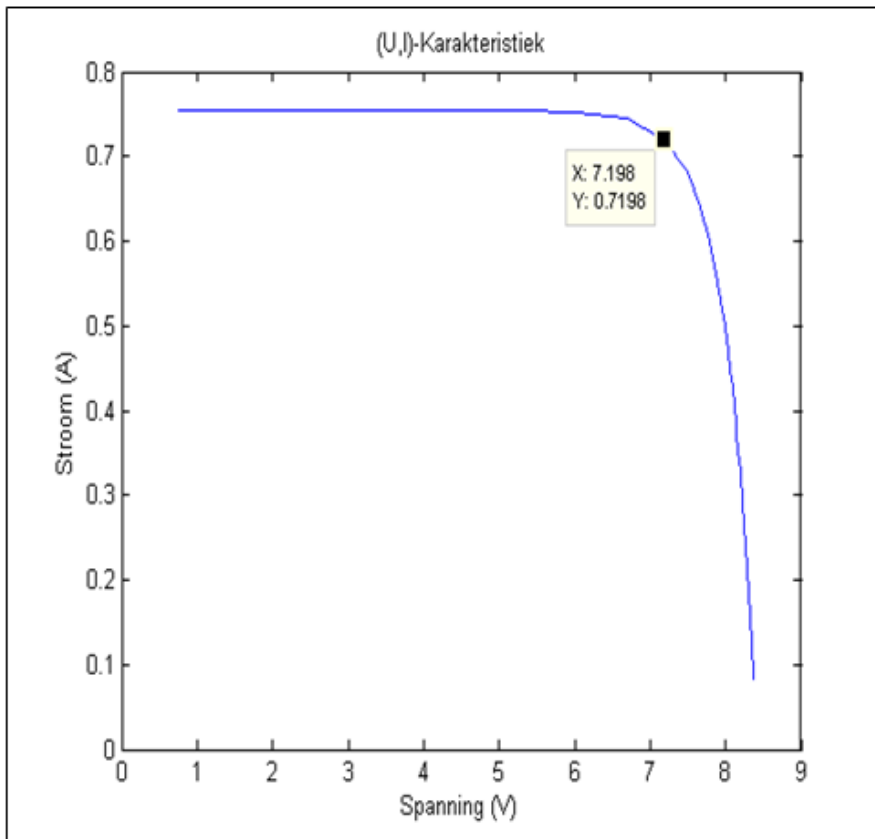
Figuur 2 : Simulink zonnepaneel

Dit zonnepaneel wordt als subsysteem gebruikt in de onderstaande schakeling. Deze schakeling maakt het mogelijk om het vermogen te bepalen dat de weerstand verbruikt. Alle parameters van het zonnepaneel werden in een Matlab-script ingegeven. Dit script bevat ook een lus die de weerstand laat variëren tussen  $1\Omega$  en  $100\Omega$ . Hiermee wordt de grafiek van de zonnepaneel-karakteristiek opgesteld. Uit de bekomen gegevens blijkt dat een weerstand van  $10\Omega$  het grootste vermogen van  $5,181\text{ W}$  oplevert.



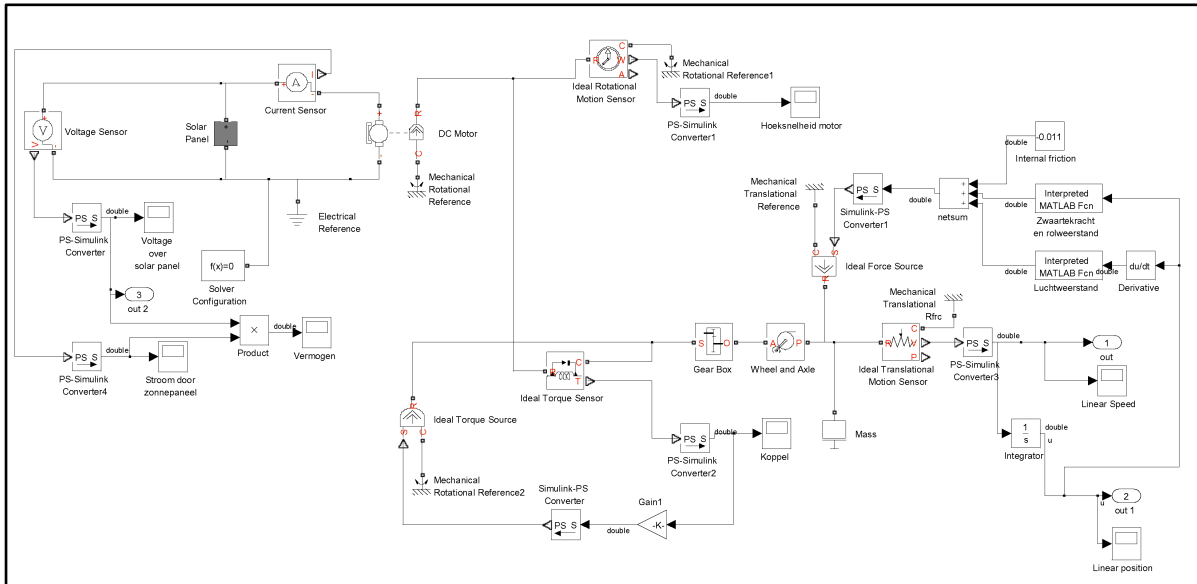
Figuur 3 : Simulink schakeling zonnepaneel





## b) Optimale overbrengingsratio

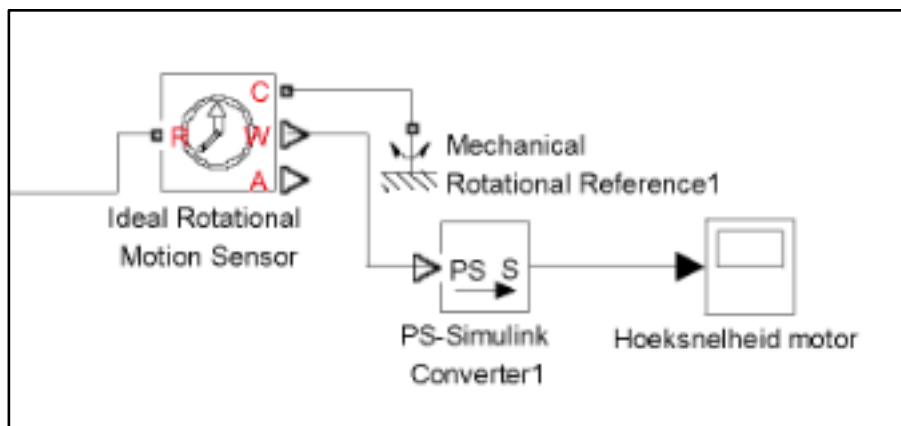
De tweede opdracht is het bepalen van de beste overbrengingsratio te bepalen voor ons wagentje. Het model wordt uitgebreid zoals te zien is in de onderstaande afbeelding.



**Figuur 4 : Simulink geheel**

De eerste uitbreiding is het plaatsen van de DC-motor. Deze is verbonden aan een “mechanical rotational reference”, dit is de mechanische tegenhanger van de grond bij elektrische schakelingen. Aan de andere kant is de motor verbonden met twee sensoren, een rotatiesensor en een koppelsensor. Met de eerste sensor wordt de hoeksnelheid van de motor-as bepaald, met de tweede kunnen wordt in het model verder gewerkt.

De hoeksnelheid die gegeven wordt door de rotatiesensor kan bekeken worden in een grafiek. Om deze grafiek te generen moet het uitgangssignaal nog worden omgezet van een fysisch signaal naar een gewoon signaal.



**Figuur 5 : Simulink omzetting van de hoeksnelheid**

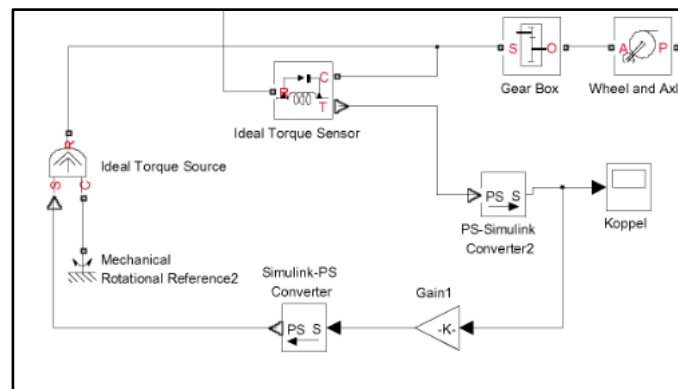
Alles in Simulink wordt als ideaal beschouwd, de DC-motoren, de overbrengingsbox,... Om ons model toch realistisch te maken gebruiken we een terugkoppeling die ervoor zorgt dat slechts 80% van het geleverd koppel gebruikt wordt om het wagentje te verplaatsen.

Deze terugkoppeling bestaat uit vier blokken. Als eerste wordt het fysische signaal, gegenereerd door de koppelsensor, omgezet naar een gewoon signaal.

Dan wordt dit signaal vermenigvuldigd met een gain van -0.2, wat gaat zorgen dat er maar 80% van de oorspronkelijke koppel gebruik zal worden voor verdere berekeningen.

Dit signaal wordt vervolgens opnieuw omgezet naar een fysisch signaal en gekoppeld aan een bron die koppel levert. Ook deze bron wordt teruggekoppeld en zorgt er dus voor dat 20% van het koppel verdwijnt.

Als laatste wordt het koppel verbonden met de overbrenging. Deze overbrenging is zelf verbonden met een blok die rotatie omzet naar translatie, afhankelijk van de straal van het wiel bevestigd op de as.



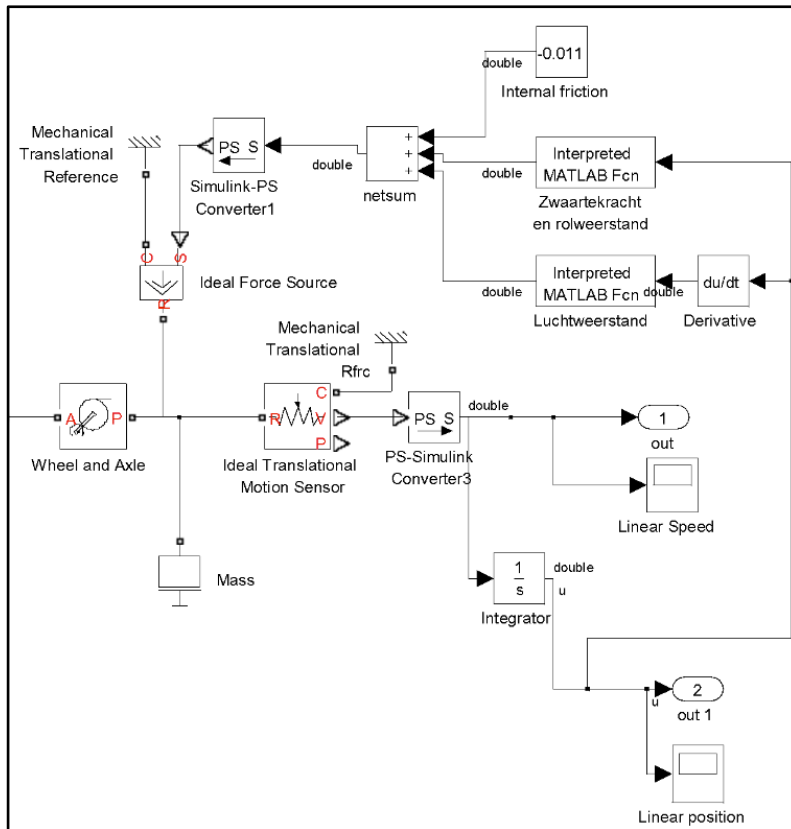
**Figuur 6 : Simulink terugkoppeling torsie**

Aan deze laatste blok wordt de massa van ons wagentje gehangen wagen. De krachten inwerkend op deze massa moeten vervolgens nog in rekening gebracht worden. Deze zijn voor een deel afhankelijk van de positie van de wagen ( zwaartekracht, rolweerstand,...) en voor een deel van de snelheid ( luchtweerstand).

Door midden van een translatiesensor kunnen we de snelheid van ons wagentje bepalen.

Door dit fysisch signaal vervolgens om te zetten in een gewoon signaal krijgen we een signaal dat de snelheid weergeeft van de massa. Door dit signaal te integreren krijgen we uiteindelijk de verplaatsing van de wagen.

De verplaatsing en de snelheid worden ten slotte met een scope verbonden om een visuele weergave te bekomen.



**Figuur 7 : Simulink verplaatsing en snelheid**

Nu de verplaatsing en snelheid gekend zijn, kunnen de krachten bepaald worden en kunnen we ze laten inwerken op ons wagentje. Dit gebeurt via een ideale krachtbron die een fysisch signaal krijgt met de opsomming van alle verschillende krachten. De zwaartekrachten en rolweerstand zijn afhankelijk van de positie van de wagen op de baan.

Om deze krachten in functie van de verplaatsing en snelheid te kunnen uitdrukken werd er een Matlab-functie geschreven. Dit gebeurde zowel voor de zwaartekracht als voor de luchtweerstand.

```

function y = functie(u)

m = 0.750;
angle = 0.125;
Crr = 0.012;

if u <= 4
    y = m*9.81*(sin(angle) - Crr*cos(angle));
else if u > 4 && u <=10
    y = - m*9.81*Crr;
else
    y = m*9.81*(-sin(angle) - Crr*cos(angle));
end
end
    
```

**Figuur 8 : Simulink zwaartekrachttfunctie**

De output "y" is afhankelijk van de positie "u" van de wagen op de baan.

```
function y = functie2(u)

m = 0.750;
Cw = 0.5;
A = 0.02;
rho = 1.293;

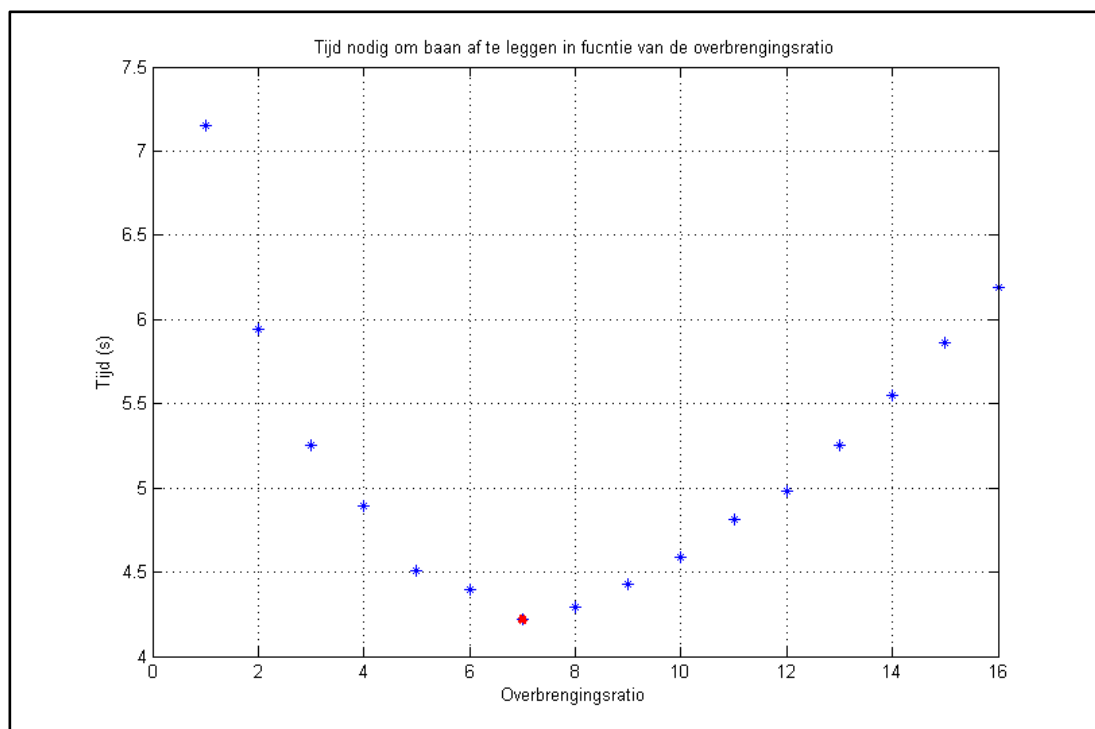
y = -(3*Cw*A*rho*u^2)/(2*m);

end
```

Figuur 9 : Simulink luchtweerstandfunctie

De laatste krachten die in de simulatie worden gebruikt is de “internal friction”. Deze wordt als een constante kracht benadert en vertegenwoordigt alle interne wrijving van de wagen.

Alle parameters voor deze wrijving werden ingegeven in het Matlab-script, geleverd door de docenten. Dit script bevat een lus die de overbrengingsratio laat variëren en heeft als output een grafiek. Deze grafiek toont de tijd nodig om de baan af te leggen in functie van de gebruikte ratio. Op de gegenereerde grafiek is duidelijk te zien dat de beste ratio voor ons wagentje zeven bedraagt.



### c) Afstand zonder licht

Als laatste wordt de afstand bepaald die het wagentje kan bereiken indien het niet zou worden aangedreven door een motor. Voor deze simulatie wordt eveneens gebruik gemaakt van de vorige schakeling.

Hiervoor wordt de inkomende straling op 0 gezet, waardoor er geen vermogen kan geleverd worden door het zonnepaneel. Het resultaat is dat de wagen een afstand van 11,33m bereikt in 6,72 seconden.

