

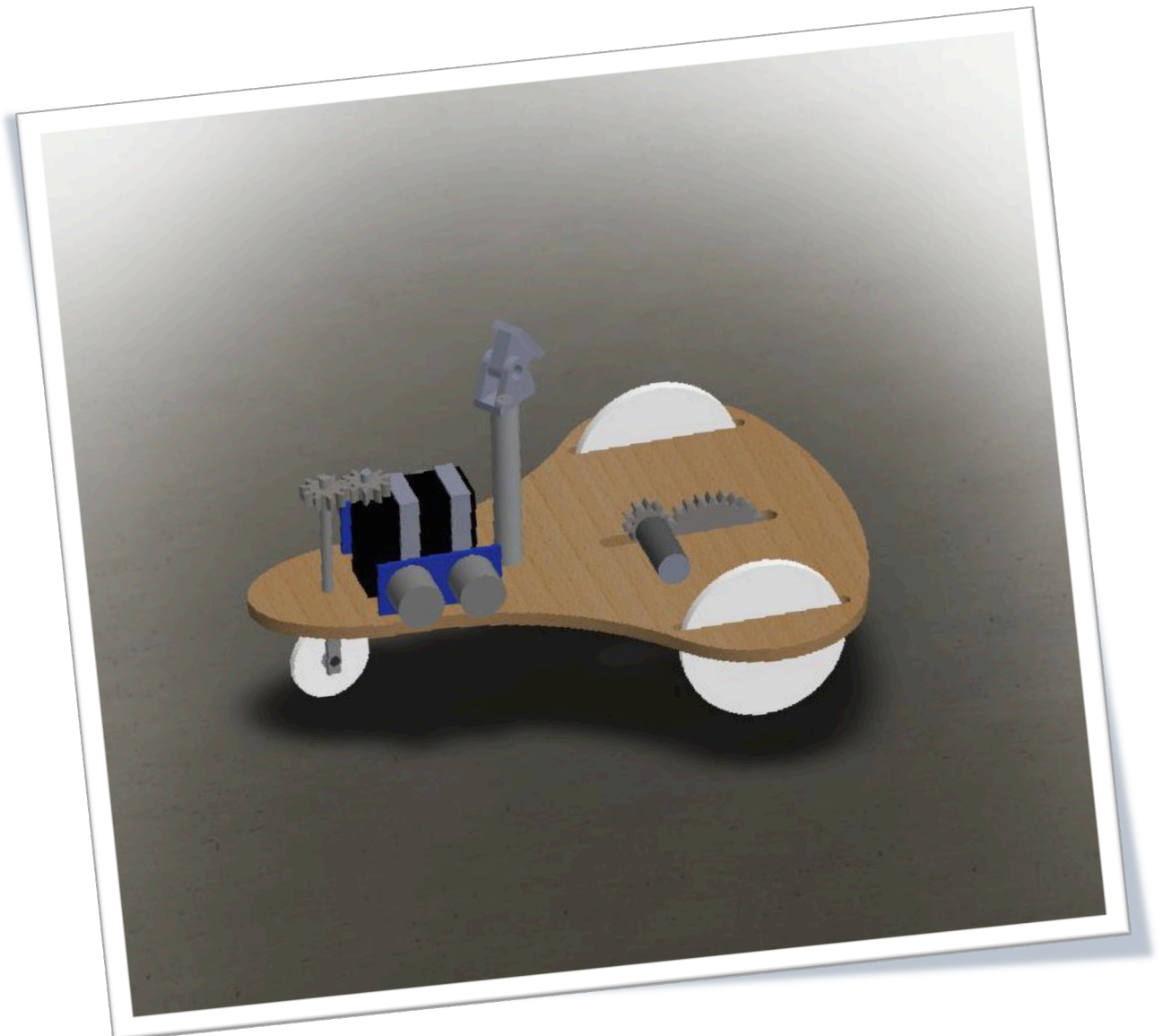


EE4 Building a ssv

Vorbereid voor: Marc Smeulders
Vorbereid door: Anton Rauw
Jasper Derden
Alexander Van Kerckhoven
Yassir Habboub
Felix Porres
Bartel Buls

Datum: 22 - 03 - 2013

Case 1 en Case simulink





Labo resultaten: zonnepaneel

Inleiding

In het deel labo resultaten zal men de resultaten bekomen in het labo te zien krijgen en de verder uitgewerkte grafieken van deze resultaten. Men vindt onder meer de motorkarakteristiek en de berekeningen voor de diode factor.

Opstellen van de motorkarakteristiek

Gegevens

Gemeten stroom en spanning en Vermogen $P = U \cdot I$

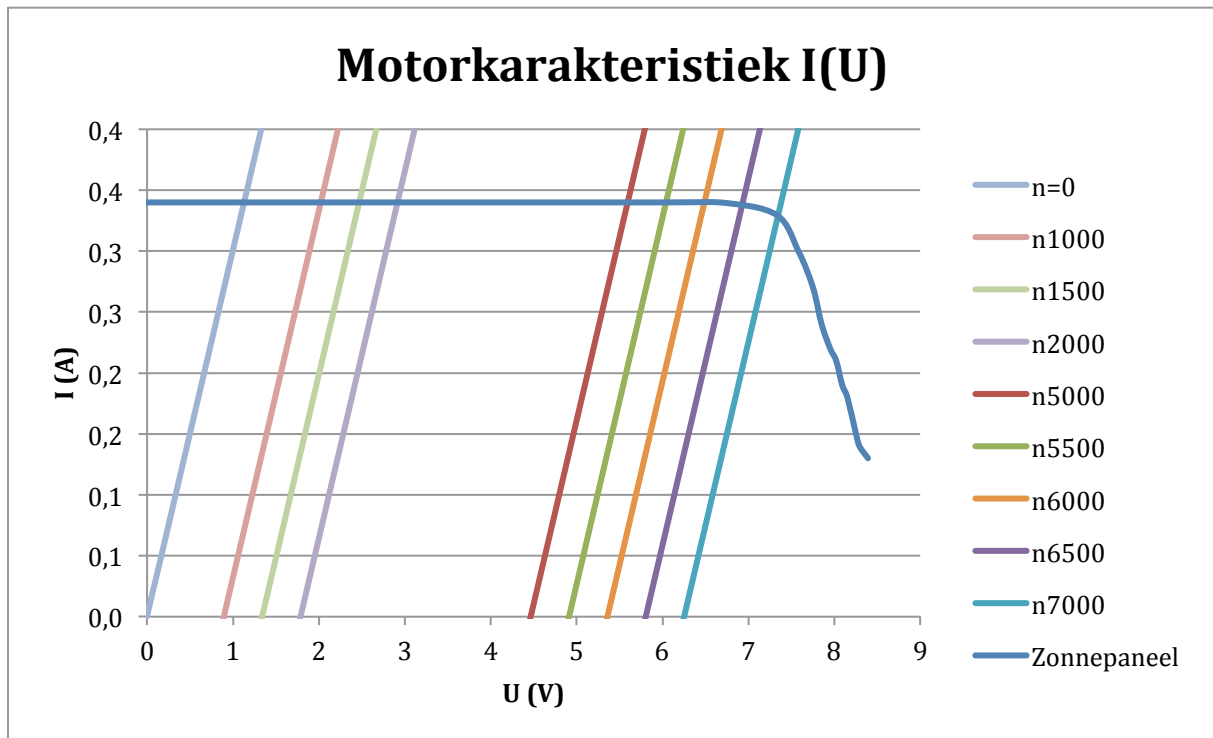
U (V)	I (A)	P (W)
8,39	0,13	1,0907
8,29	0,14	1,1606
8,25	0,15	1,2375
8,15	0,18	1,467
8,09	0,19	1,5371
8,02	0,21	1,6842
7,95	0,22	1,749
7,85	0,24	1,884
7,75	0,27	2,0925
7,58	0,3	2,274
7,32	0,33	2,4156
6,67	0,34	2,2678
5,95	0,34	2,023
0	0,34	0

Isc	N	Ur	Rtherm	Is
(A)		(V)	(Ω)	(A)
0,37	15	0,0257	3,32	0,00000001



Onderstaande gegevens dienen voor het opstellen van de rechten in de motorkarakteristiek.

n in rpm									
U(V)	n=0	n=1000	n=1500	n=2000	n=5000	n=5500	n6000	n6500	n=7000
	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
0	0,0	-0,3	-0,4	-0,5	-1,3	-1,5	-1,6	-1,7	-1,9
0,3	0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-1,3	-1,4	-1,5	-1,7	-1,8
0,6	0,2	-0,1	-0,2	-0,4	-1,2	-1,3	-1,4	-1,6	-1,7
0,9	0,3	0,0	-0,1	-0,3	-1,1	-1,2	-1,3	-1,5	-1,6
1,2	0,4	0,1	0,0	-0,2	-1,0	-1,1	-1,3	-1,4	-1,5
1,5	0,5	0,2	0,0	-0,1	-0,9	-1,0	-1,2	-1,3	-1,4
1,7	0,5	0,2	0,1	0,0	-0,8	-1,0	-1,1	-1,2	-1,4
1,8	0,5	0,3	0,1	0,0	-0,8	-0,9	-1,1	-1,2	-1,3
1,9	0,6	0,3	0,2	0,0	-0,8	-0,9	-1,0	-1,2	-1,3
2	0,6	0,3	0,2	0,1	-0,7	-0,9	-1,0	-1,1	-1,3
3	0,9	0,6	0,5	0,4	-0,4	-0,6	-0,7	-0,8	-1,0
4	1,2	0,9	0,8	0,7	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,7
5	1,5	1,2	1,1	1,0	0,2	0,0	-0,1	-0,2	-0,4
6	1,8	1,5	1,4	1,3	0,5	0,3	0,2	0,1	-0,1
7	2,1	1,8	1,7	1,6	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2
8	2,4	2,1	2,0	1,9	1,1	0,9	0,8	0,7	0,5





Besluit

Door het optellen van bovenstaande grafiek kunnen we zien waar het beste werkingpunt van onze motor zich bevind bij zoveel mogelijk vermogen. We kunnen zeggen dat $n=7000$ rpm het best realiseerbaar is bij maximaal vermogen. Het maximale vermogen bedraagt hier $P = 2,42$ W.



Bepalen van de diode factor

Methode 1

De stroom en de spanning zijn gemeten waarden, de diode factor m is berekend met volgende formule:

$$m = \frac{U}{\left(\ln\left(\frac{I_{sc} - I}{I_s}\right) + 1\right) * N * m}$$

U (V)	I (A)	m ()
8,39	0,13	1,280716769
8,29	0,14	1,268629193
8,25	0,15	1,265827407
8,15	0,18	1,26142234
8,09	0,19	1,25618823
8,02	0,21	1,254161193
7,95	0,22	1,248070456
7,85	0,24	1,243137539
7,75	0,27	1,247278938
7,58	0,3	1,247525575
7,32	0,33	1,249083687
6,67	0,34	1,160122169
5,95	0,34	1,03489159
0	0,34	0
	mgem	1,144075363

De gemiddelde diode factor die we hier uitkomen bedraagt $m = 1,14$. Dit is de waarde die we gedurende al onze berekeningen hebben gebruikt. Deze waarde is kleiner dan de waarde die we zullen uitkomen bij methode 2. Dit kan geen kwaad omdat een in de werkelijkheid hogere diode factor gunstiger is voor de eindstreep te halen. De berekeningen zijn hierdoor minder positief dan de werkelijkheid moet laten blijken.

**Methode 2**

Tabel opgesteld aan de hand van volgende formule:

$$I = I_{sc} - I_s * (e^{\frac{U}{m*N*U_r}} - 1)$$

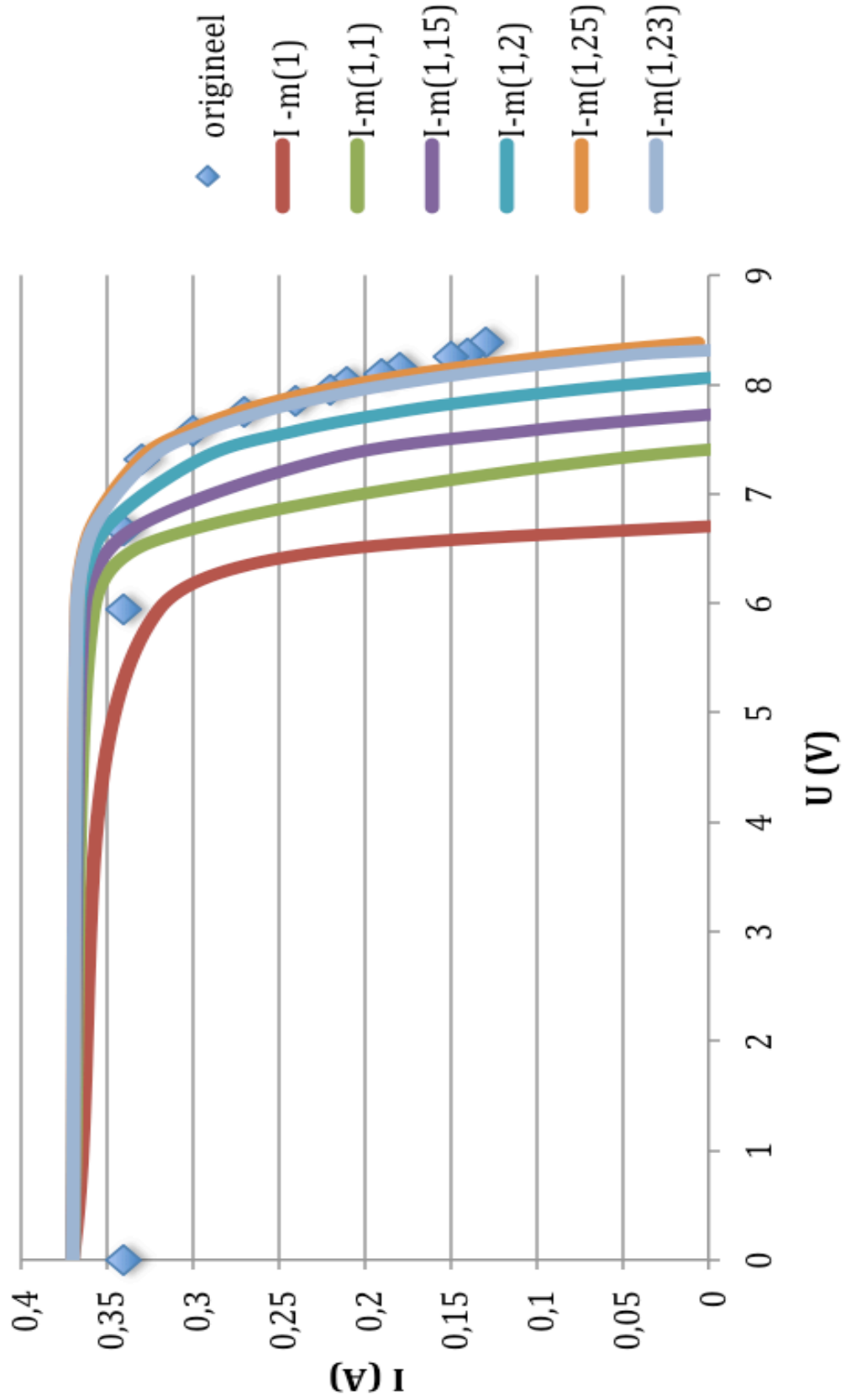
U	I-m(1)	I-m(1,1)	I-m(1,15)	I-m(1,2)	I-m(1,25)	I-m(1,23)
(V)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)
8,39	-27,9413	-3,5446	-1,2861	-0,3827	0,0056	-0,1136
8,29	-21,4725	-2,7223	-0,9517	-0,2364	0,0739	0,0298
8,25	-19,3197	-2,4439	-0,8377	-0,1862	0,0975	0,0571
8,15	-14,8209	-1,8528	-0,5938	-0,0780	0,1486	0,1162
8,09	-12,6313	-1,5595	-0,4718	-0,0235	0,1745	0,1461
8,02	-10,4725	-1,2659	-0,3488	0,0317	0,2009	0,1766
7,95	-8,6721	-1,0170	-0,2438	0,0792	0,2238	0,2030
7,85	-6,6061	-0,7256	-0,1199	0,1358	0,2512	0,2345
7,75	-5,0121	-0,4954	-0,0210	0,1813	0,2734	0,2601
7,58	-3,0929	-0,2096	0,1036	0,2393	0,3022	0,2930
7,32	-1,3941	0,0561	0,2218	0,2955	0,3304	0,3253
6,67	0,0432	0,3022	0,3358	0,3517	0,3597	0,3585
5,95	0,3195	0,3576	0,3633	0,3661	0,3677	0,3675
0	0,3700	0,3700	0,3700	0,3700	0,3700	0,3700

De punten die zichtbaar zijn op volgende pagina zijn de punten die we gemeten hebben onder een lamp in het labo. De ander grafieken zijn opgesteld door te werken met verschillende diode factors. Aan de hand van de ligging van de punten en de lijnen kunnen we zien welke diode factor het beste onze resultaten benaderd.

Als we de lijnen vergelijken met de punten zien we dat de punten zich bevinden tussen de lijn van de 1.23 en 1.25. Hieruit kunnen we besluiten dat de diode factor zich tussen deze punten bevind.



Stroom - spanningdiagram





U (V)	I (A)	m (Ω)
8,39	0,13	1,28
8,29	0,14	1,27
8,25	0,15	1,27
8,15	0,18	1,26
8,09	0,19	1,26
8,02	0,21	1,25
7,95	0,22	1,25
7,85	0,24	1,24
7,75	0,27	1,25
7,58	0,3	1,25
7,32	0,33	1,25
6,67	0,34	1,16
5,95	0,34	1,03
	mgem	1,23

Bovenstaande tabel bevat exact dezelfde resultaten dan de tabel die men terug vindt in methode 1. Het enigste verschil is dat de laatste waarde weg gelaten is. Hierdoor vinden we een diode factor die bovenstaande methode beter benaderd.

Besluit

De diode factor van ons zonnepaneel is ongeveer 1.23, maar in al onze verdere berekeningen hebben we 1.14 gebruikt. Dit kan geen kwaad omdat een grotere diode factor enkel maar gunstiger kan zijn voor de prestaties van de zonnewagen.

Ook kunnen we stellen dat het zonnepaneel vermogen verliest wanneer het warm wordt, vandaar dat er op sommige plaatsen grote fouten optreden in de grafieken en resultaten. Ook dit is een reden waarom dat we voor onze verdere berekeningen een slechtere diode factor hebben genomen.



Berekenen overbrengingsverhouding

Inleiding

Voor het berekenen van de beste overbrengingsverhouding voor ons zonnewagentje gebruiken we een code in matlab. De code is afhankelijk van de enkele gegevens, je vind deze terug in het volgende puntje.

Met matlab genereren we voor een bepaalde gear ratio een snelheid – tijddiagram en een positie – tijddiagram. Via deze diagrammen kunnen we kijken welke gear ratio het beste past voor onze wagen om zo snel mogelijk en heelhuids de finish te halen.

Gegevens

Kortsluitstroom ($I_{sc} = 0,37 \text{ A}$)

$I_s = 1 \text{ e}^{-8} \text{ A/m}^2$

$U_r = 0,0257 \text{ V}$

Diode factor ($m = 1,14$)

Aantal zonnecellen ($N = 15$)

Motorweerstand ($R = 3.32 \text{ Ohm}$)

$K_e = C_e = 0,000892875$

Slope ($\alpha = 0,1253 \text{ rad}$)

$C_w = 0.8$

Frontale oppervlakte ($A = 0,028 \text{ m}^2$)

Dichtheid lucht ($\rho = 1,293$)

$C_{rr} = 0,025$

Massa ($M = 0,8 \text{ kg}$)

Straal wielen ($r = 0,03 \text{ m}$)

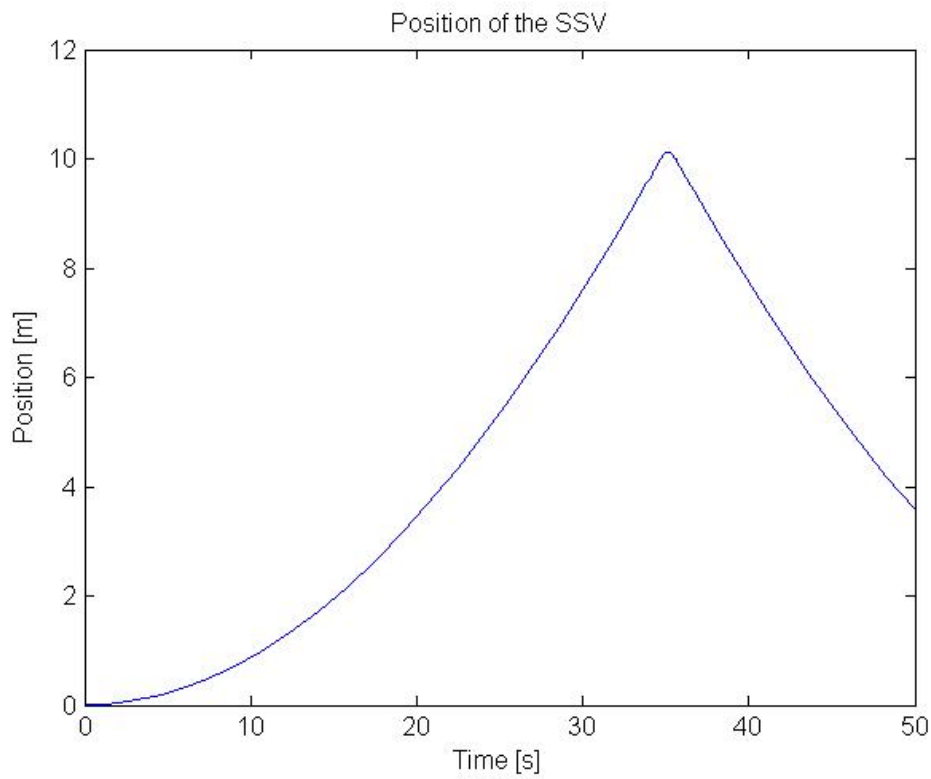
Al de gegevens zijn zelf gemeten, berekend of afkomstig van datasheets.



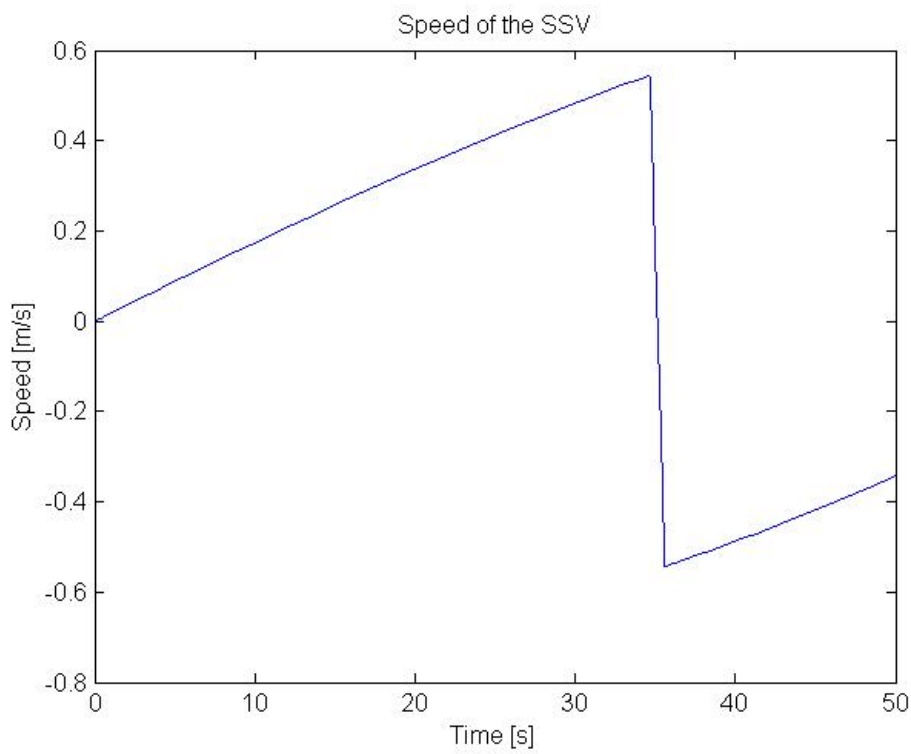
Resultaten

Hier bevinden zich de diagrammen voor de verschillende ratio's.

Gear ratio = 2



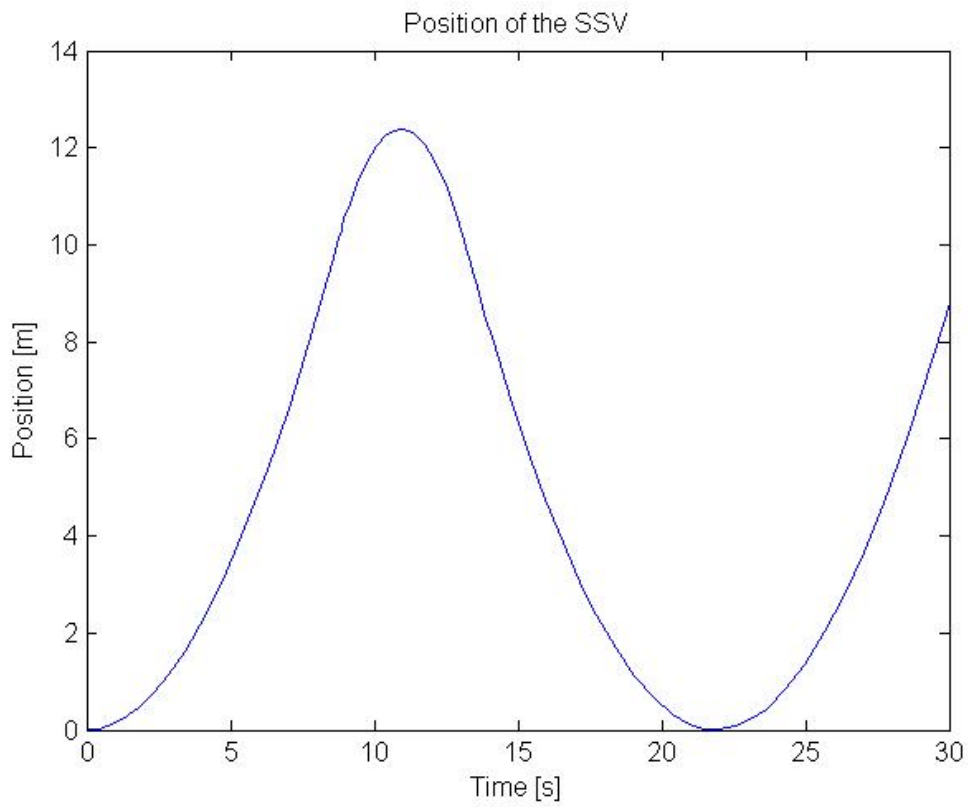
Afbeelding 1: Displacement - Time curve



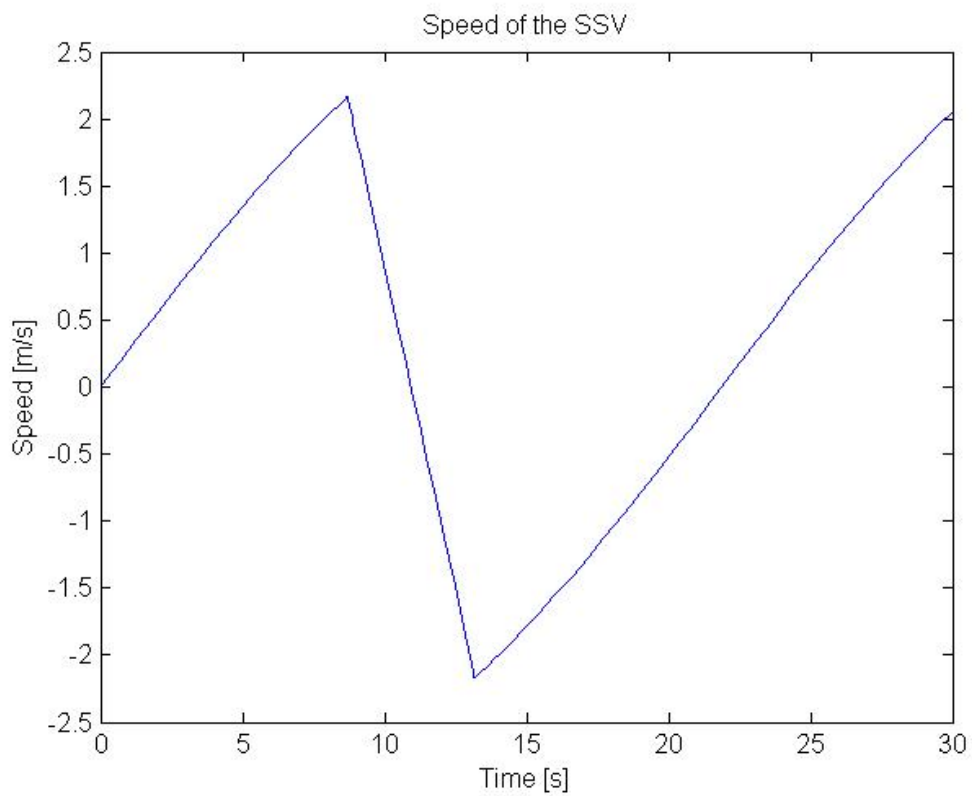
Afbeelding 2: Speed - Time curve



Gear ratio = 4



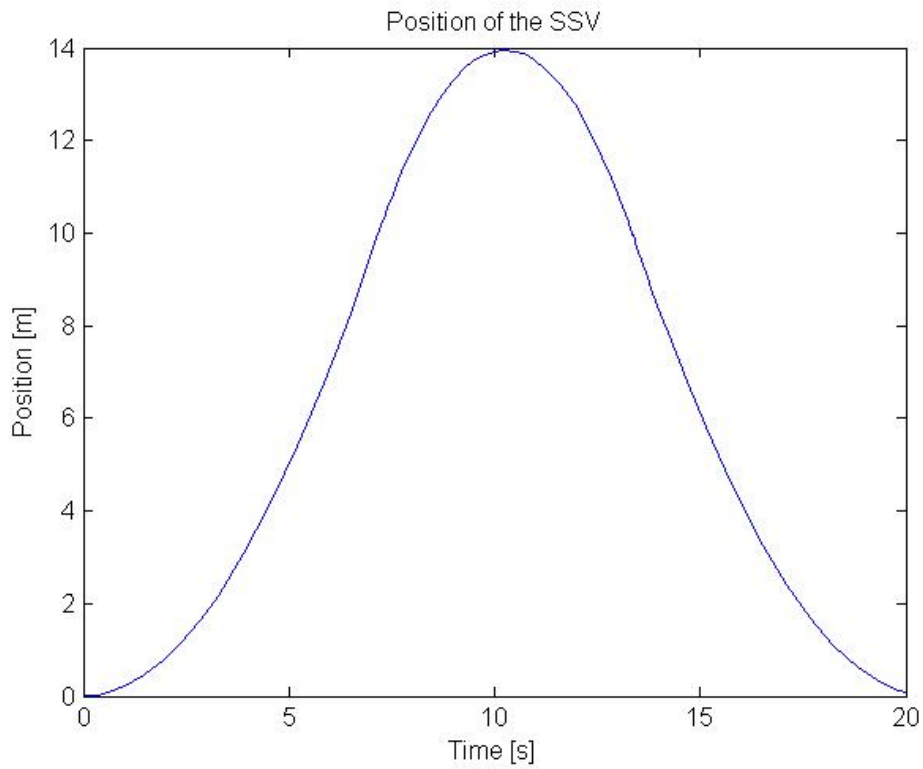
Afbeelding 3: Displacement - Time curve



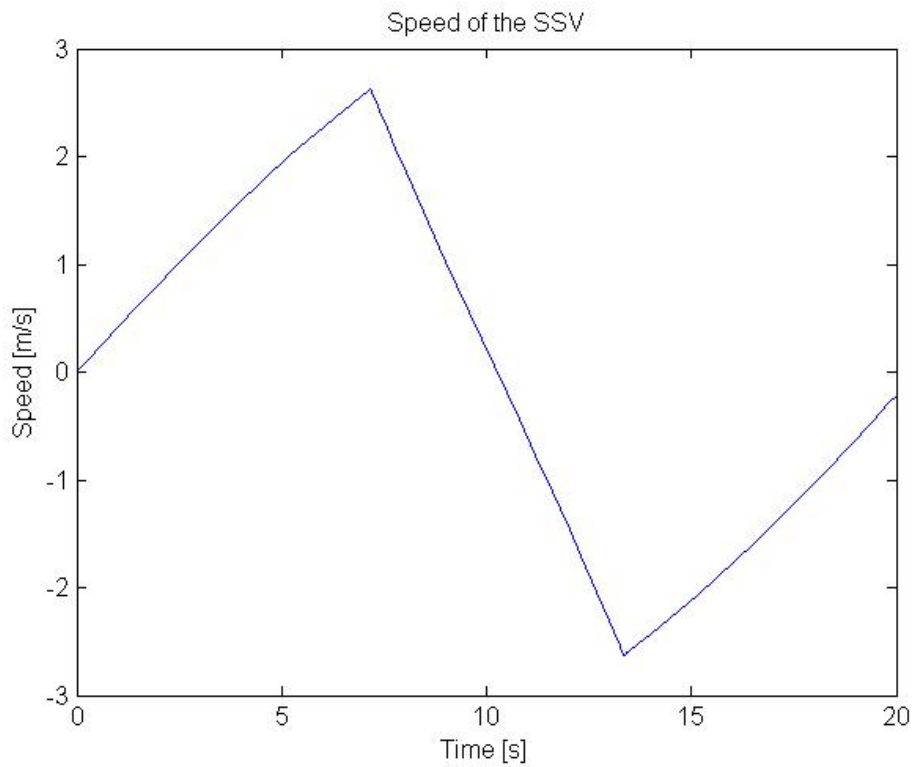
Afbeelding 4: Speed - Time curve



Gear ratio = 5



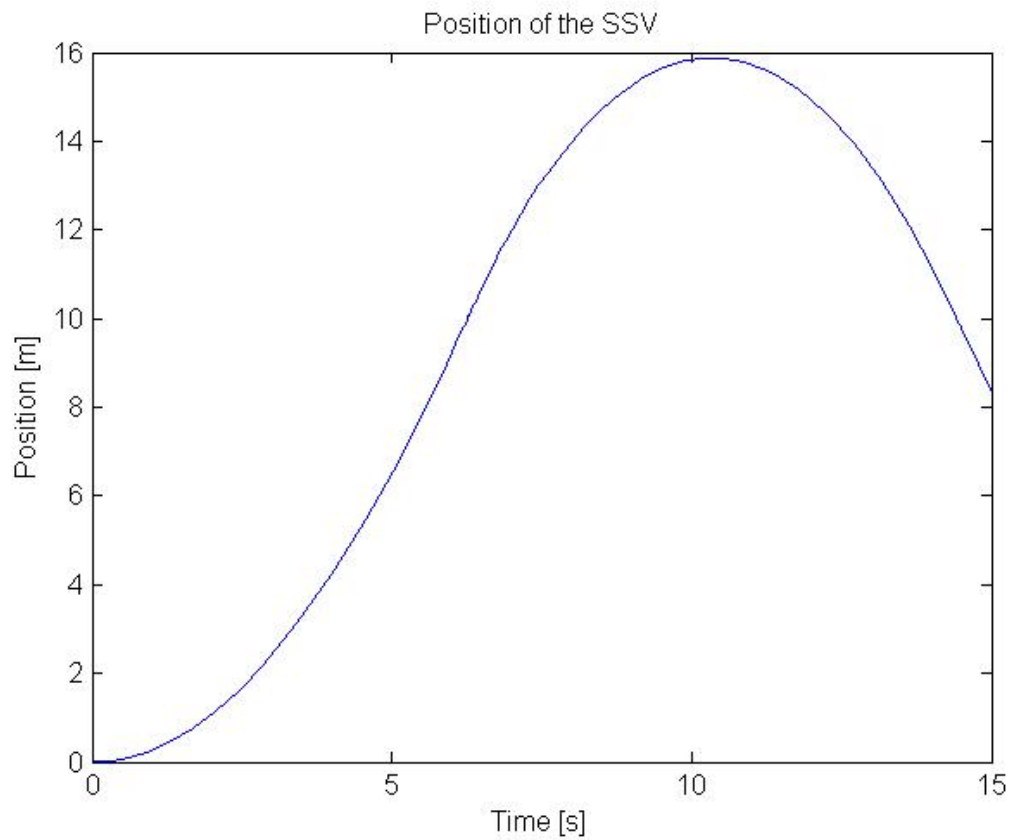
Afbeelding 5: Displacement - Time curve



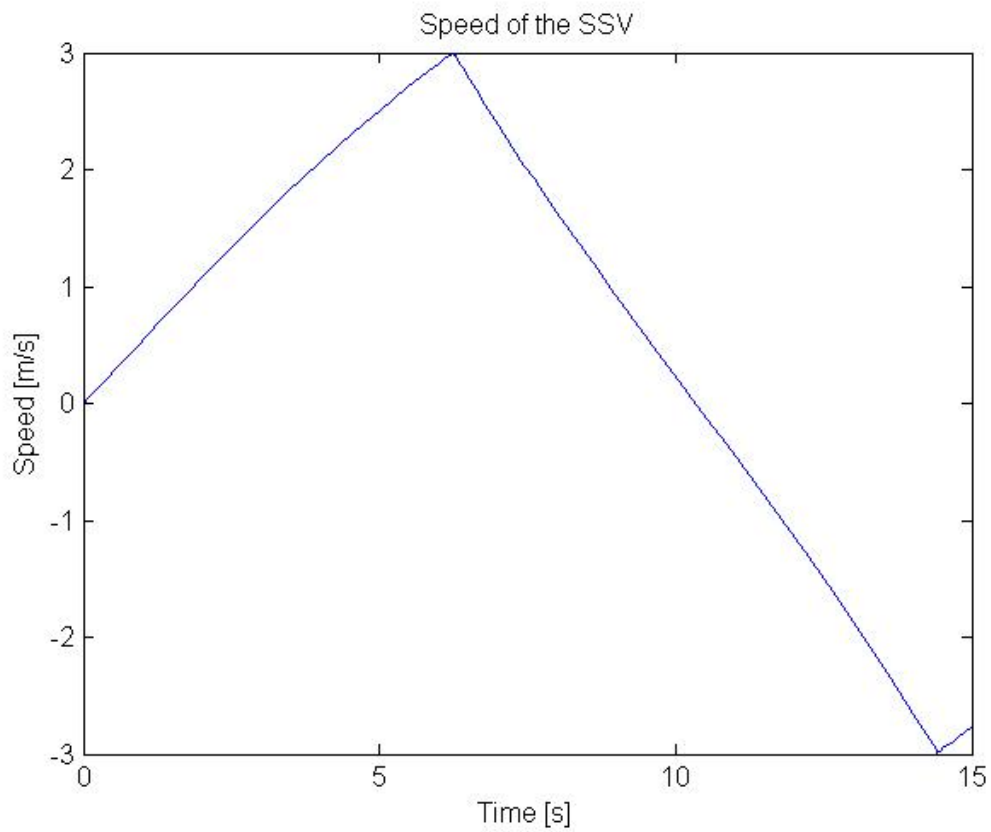
Afbeelding 6: Speed - Time curve



Gear ratio = 6



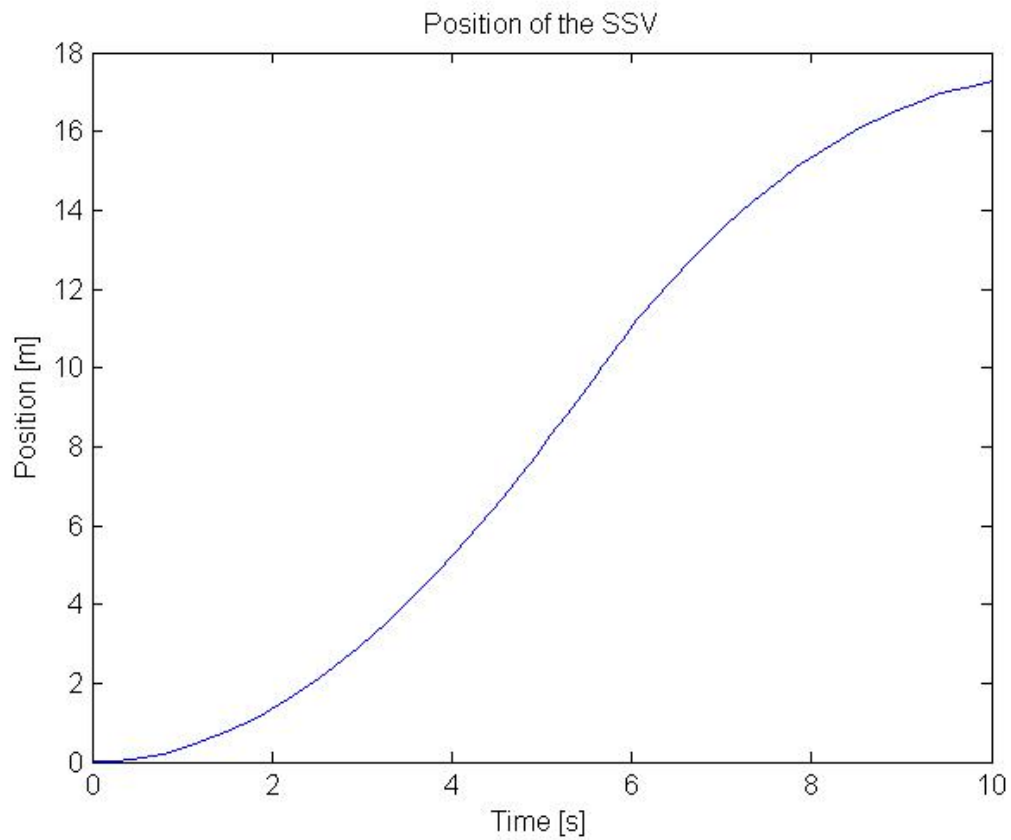
Afbeelding 7: Displacement - Time curve



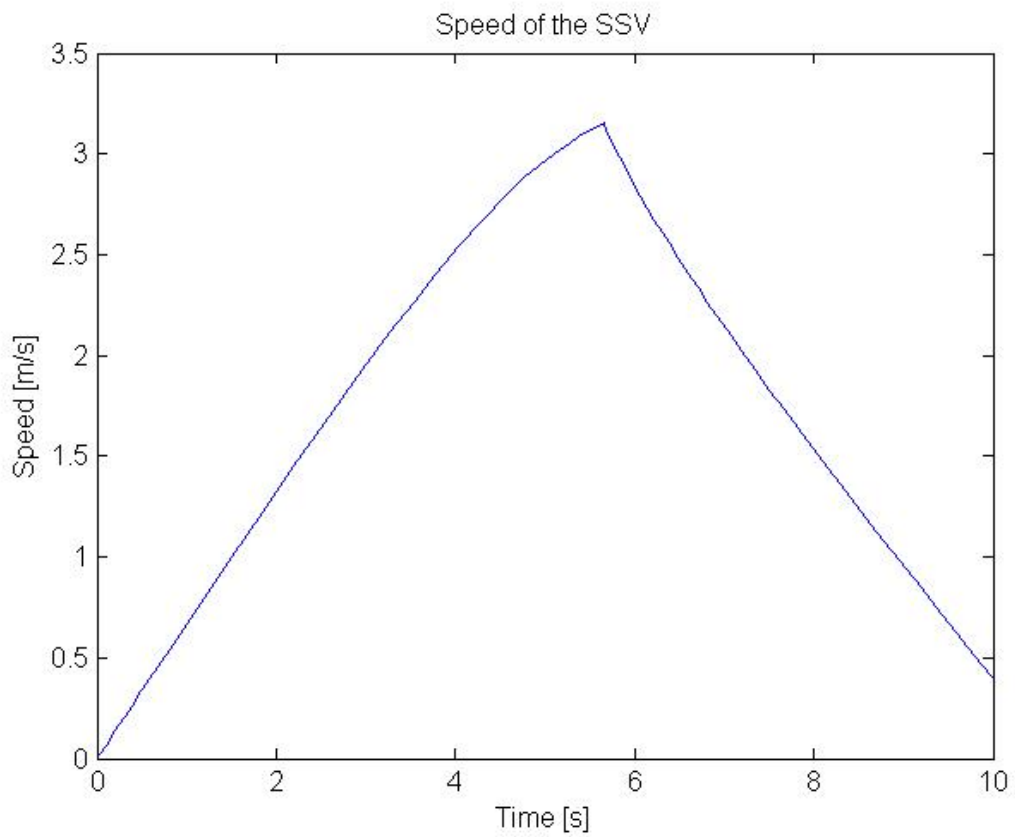
Afbeelding 8: Speed - Time curve



Gear ratio = 7



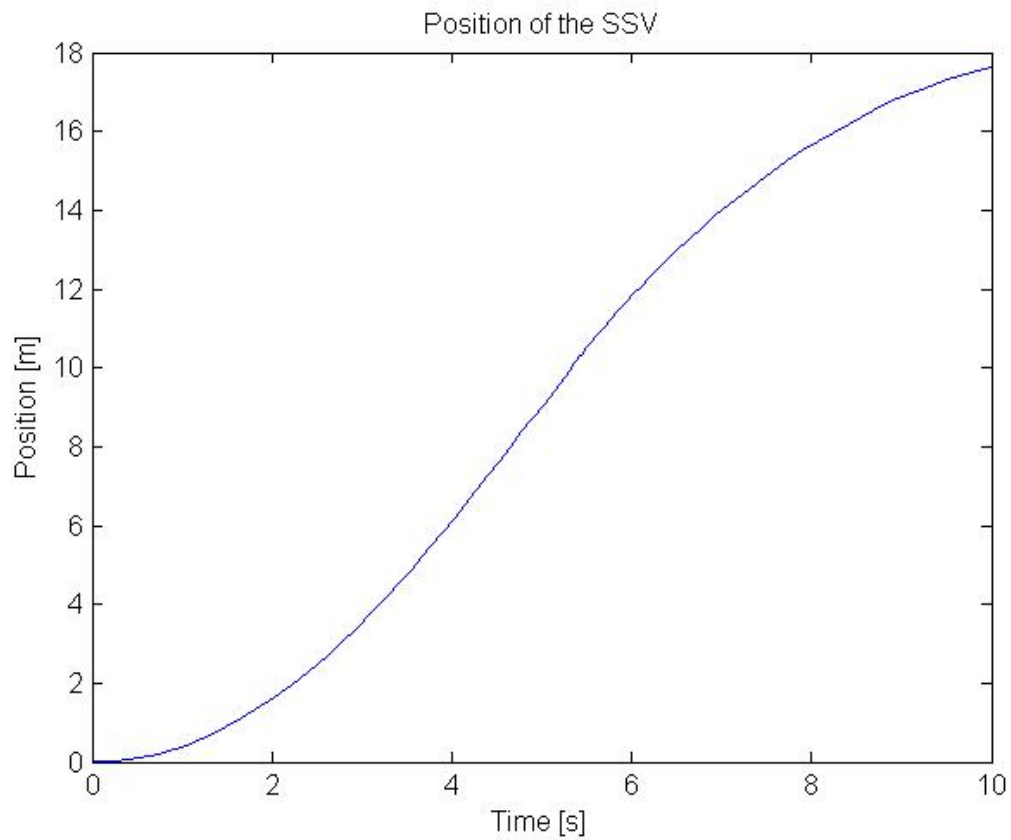
Afbeelding 9: Displacement - Time curve



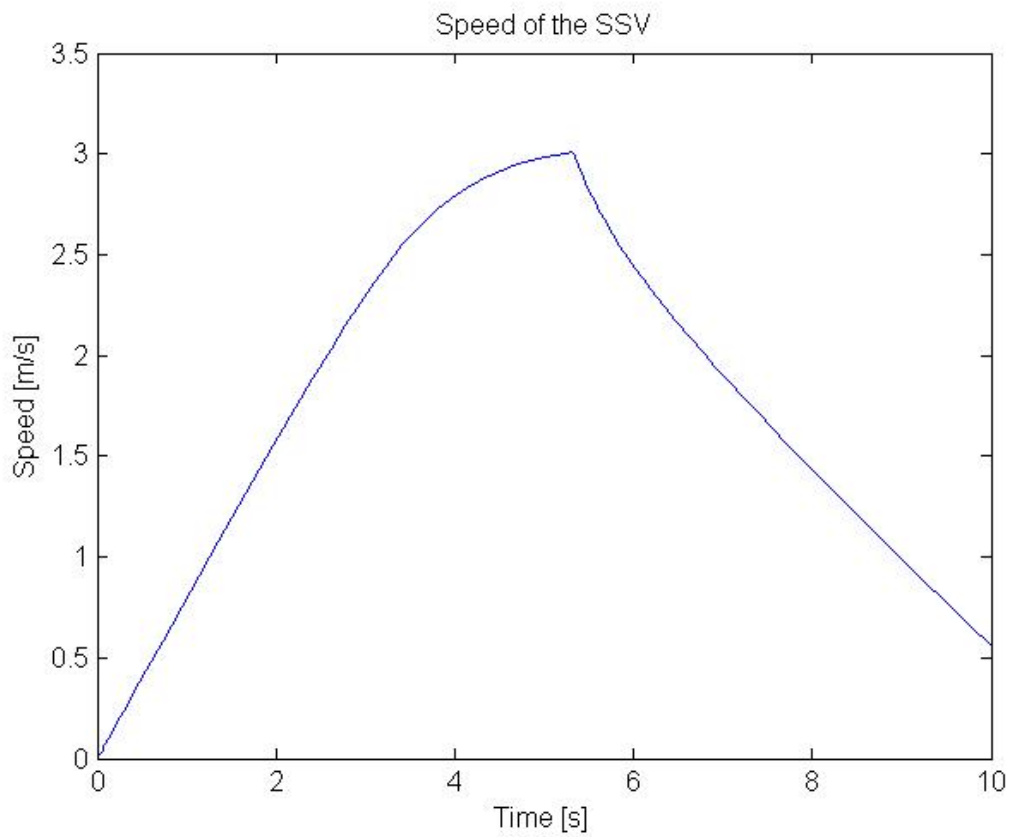
Afbeelding 10: Speed - Time curve



Gear ratio = 8



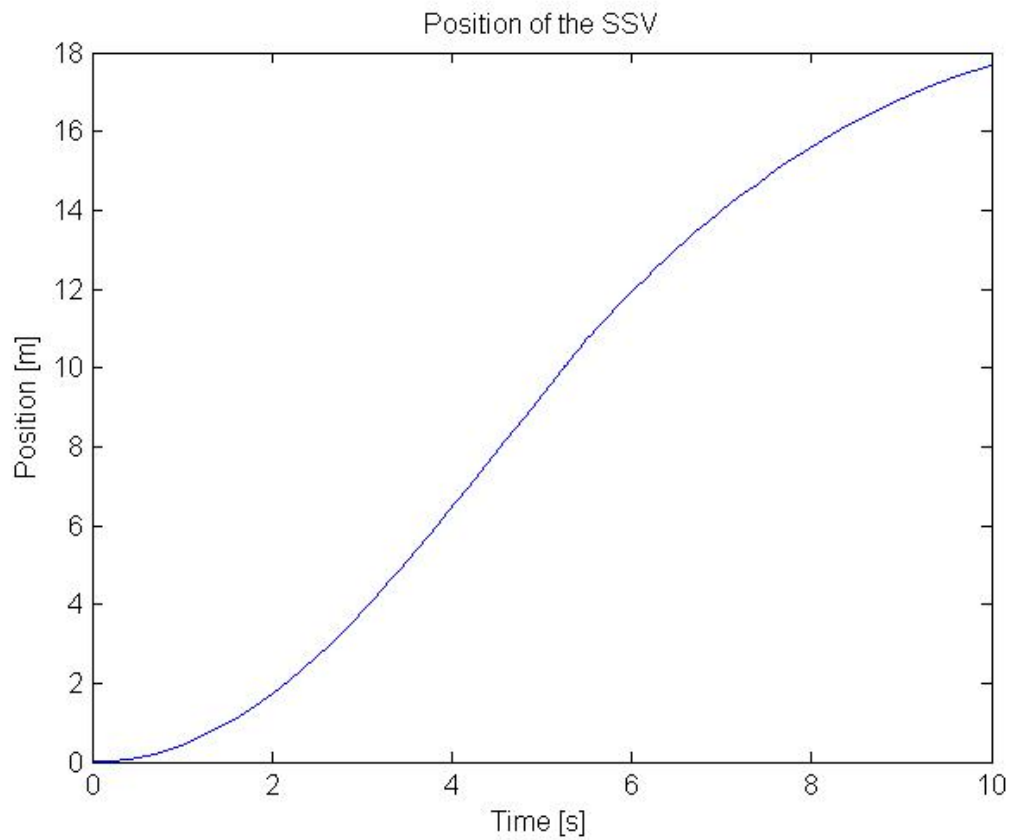
Afbeelding 11: Displacement - Time curve



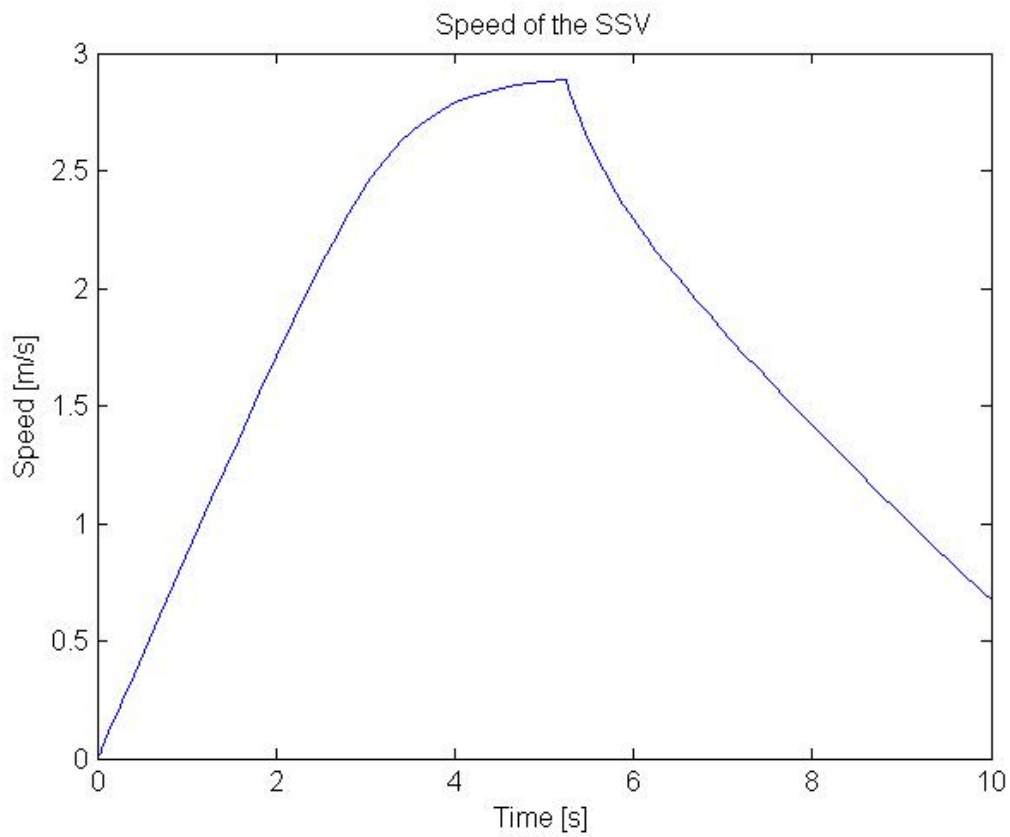
Afbeelding 12: Speed - Time curve



Gear ratio = 8,5



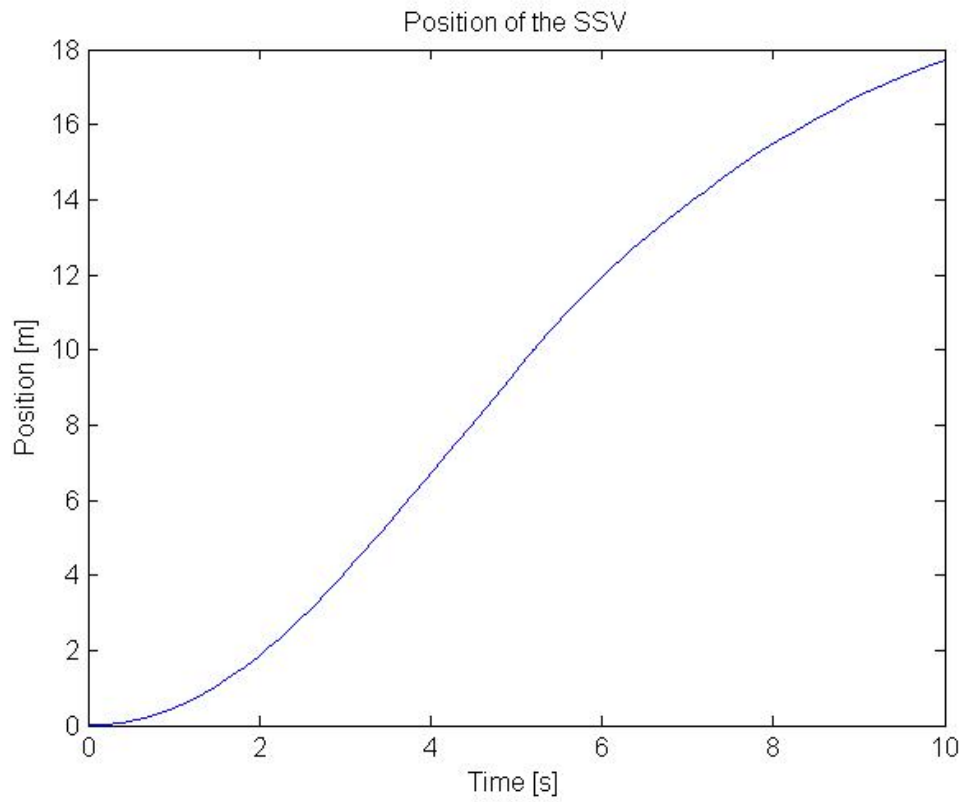
Afbeelding 13: Displacement - Time curve



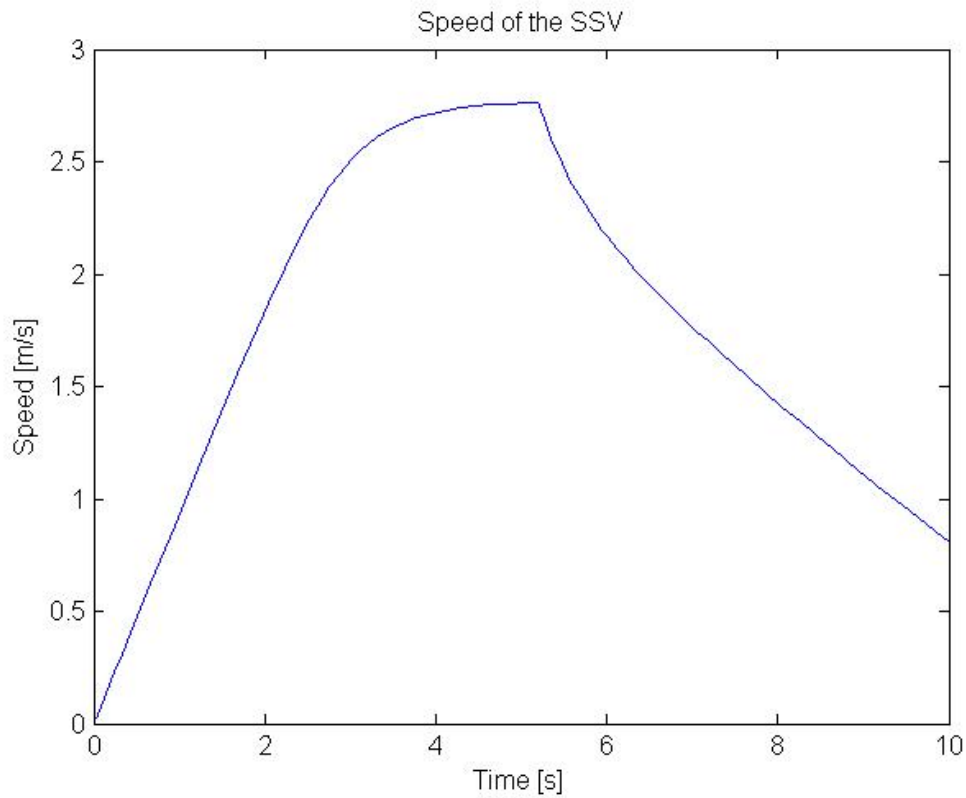
Afbeelding 14: Speed - Time curve



Gear ratio = 9



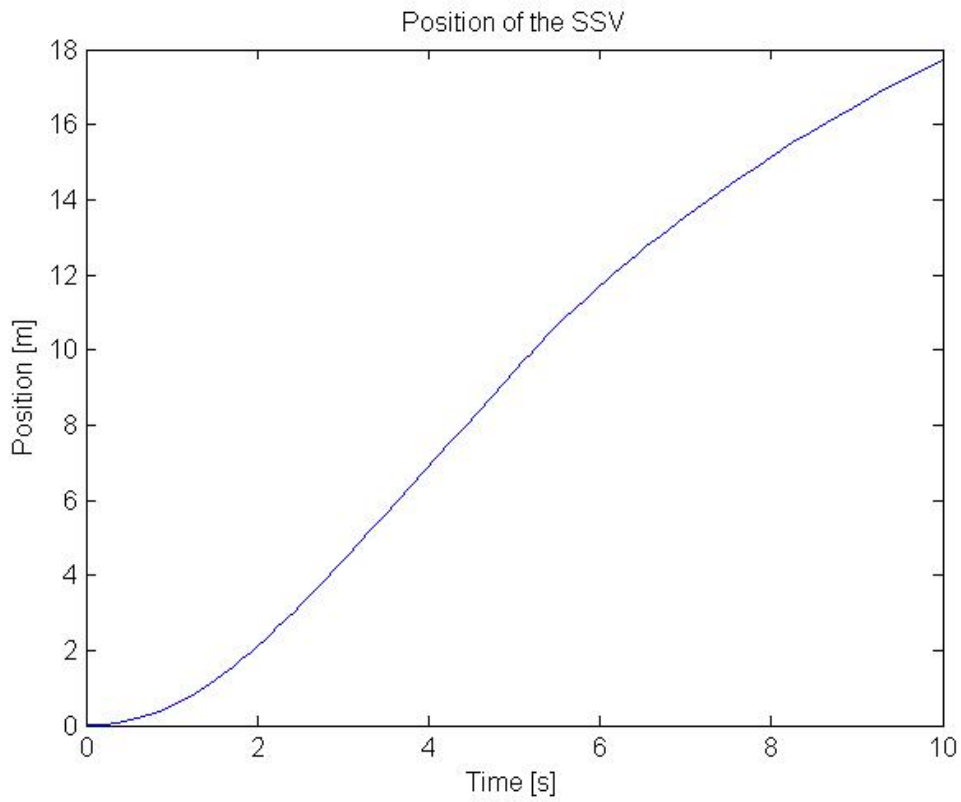
Afbeelding 15: Displacement - Time curve



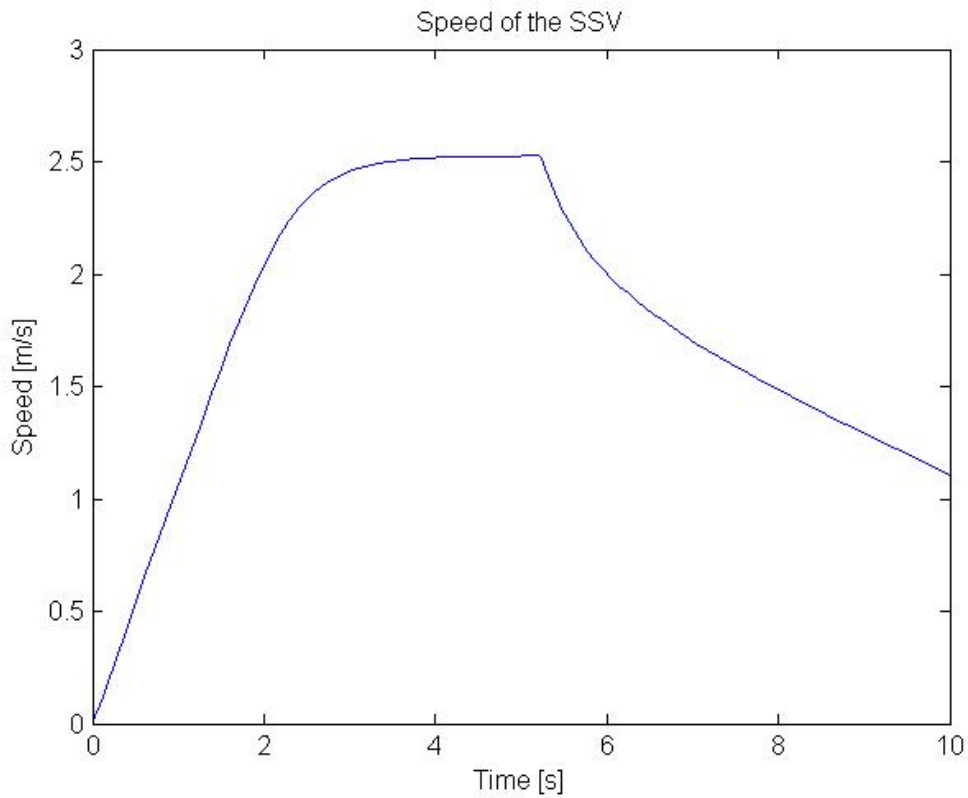
Afbeelding 16: Speed - Time curve



Gear ratio = 10



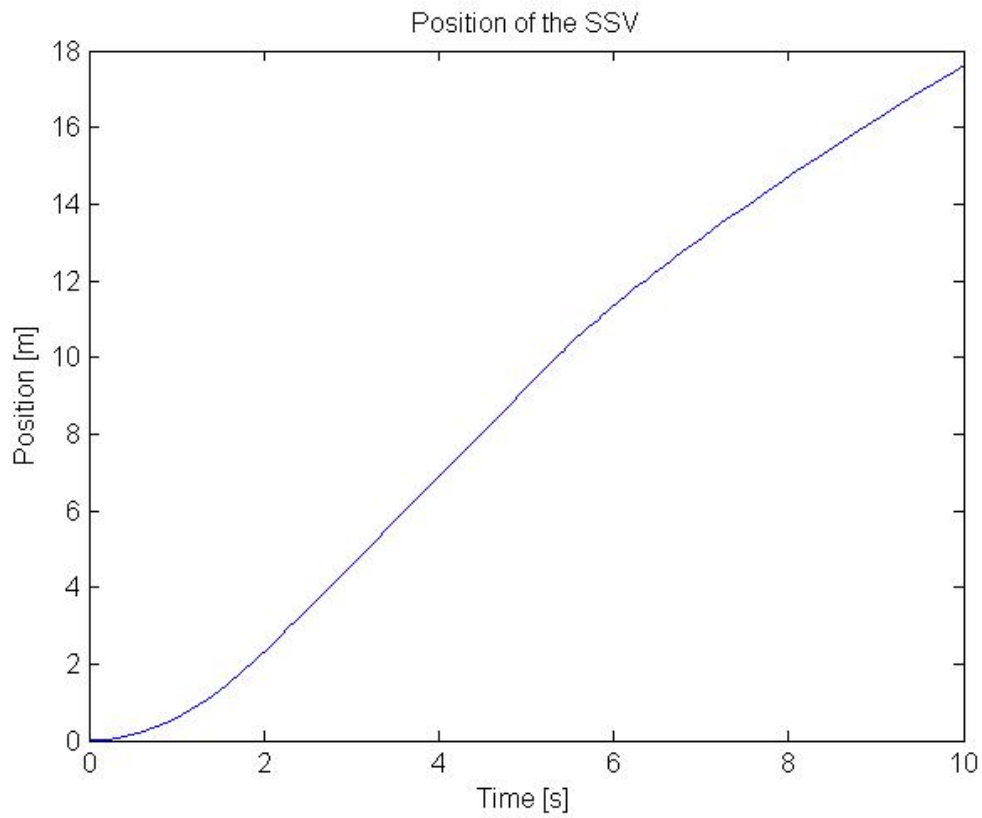
Afbeelding 17: Displacement - Time curve



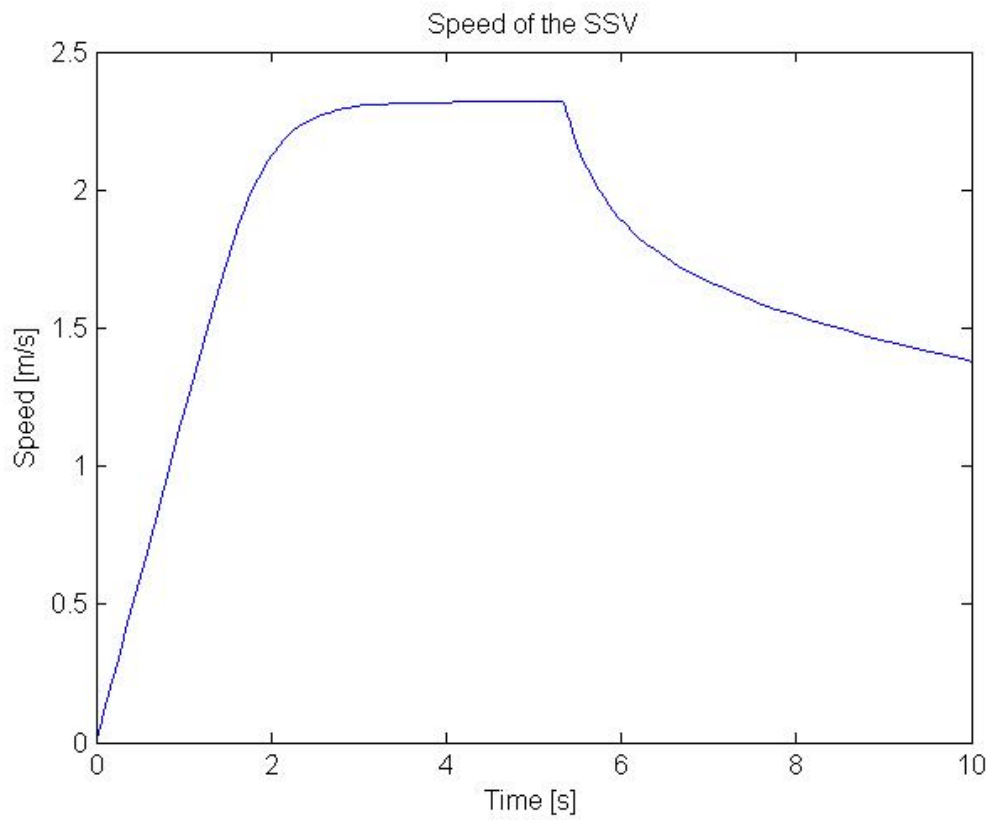
Afbeelding 18: Speed - Time curve



Gear ratio = 11



Afbeelding 19: Displacement - Time curve



Afbeelding 20: Speed - Time curve



Besluit

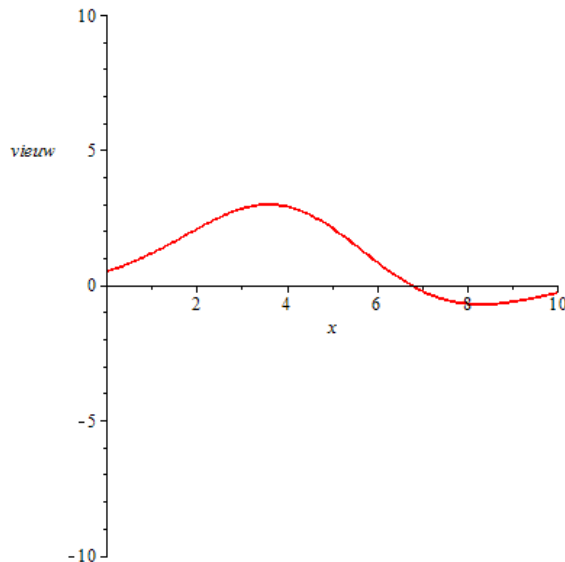
De gear ratio die het beste overeenkomt met de mogelijkheden van onze wagen is 8. Als we deze ratio gebruiken zouden we het snelste de finish halen en voldoende vermogen hebben. Een ratio van 8 is niet haalbaar in 1 trap, daarom zullen we twee trappen gebruiken. Eerste trap zal 10 -> 40 zijn en de tweede trap 10 -> 20.



Verplaatsings- en snelheidskarakteristiek

Voorbeeld opdracht

Doel van deze opdracht is het nulpunt van de functie $y = \frac{1}{2} + \sin\left(\frac{x}{2}\right) \cdot e^{\sin\left(\frac{1}{3}x\right)}$ te bepalen. Dit voor het interval $[0..10]$.



Dit wordt gedaan aan de hand van de bisectie methode. Het gemiddelde van het interval wordt genomen.

$$\frac{0+10}{2} = 5$$

De waarde wordt ingevuld in en geeft 2.119362673 (1.2). Doordat dit een positief getal is betekent het dat 5 een te klein getal was. Nu nemen we het gemiddelde van het rechter deel van de 5.

$$\frac{5+10}{2} = 7,5$$

De waarde wordt weer in de vergelijking gevuld en geeft -0.5398626500 (1.3). Dit is een negatieve waarde. Dit betekent dat 7.5 een te grote waarde is. De waarde ligt dus aan de linker kant van 7.5

$$\frac{5+7,5}{2} = 6,25$$

Dit systeem kan oneindig lang blijven doorgaan, maar na 13 keer was dit al een zeer goede benadering van het eigenlijke nulpunt.

Zie bijlagevolgende pagina voor de uitvoering van de berekening.



Voorbeeldberekening

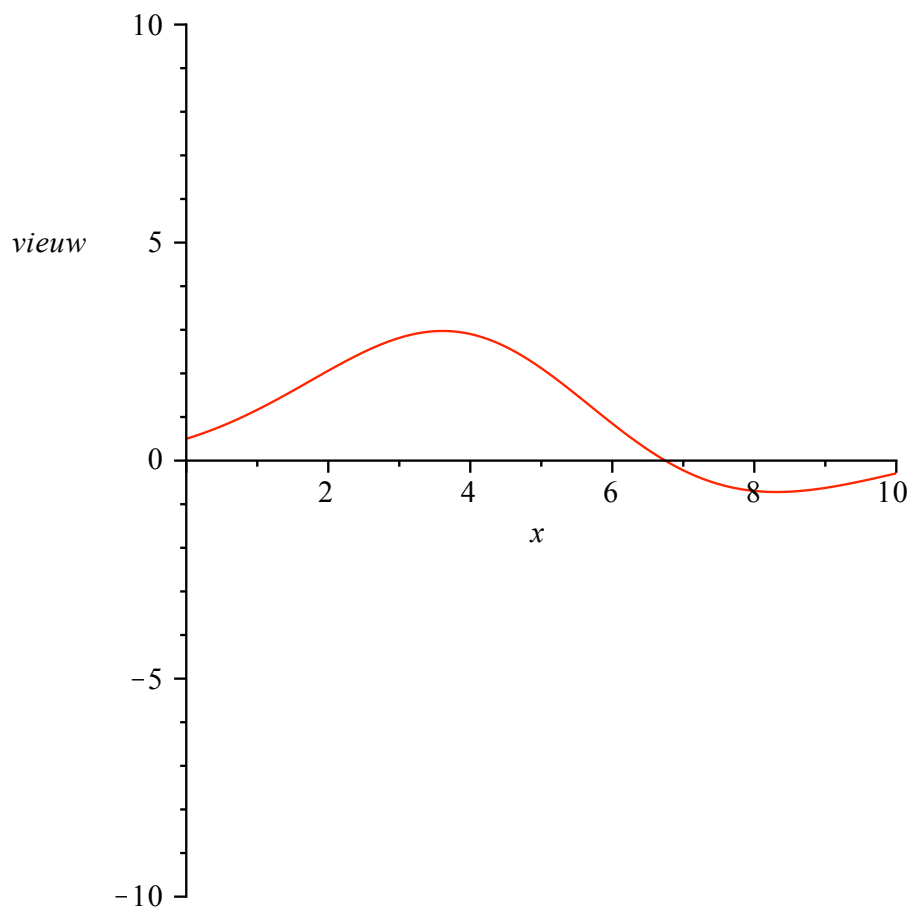
```
> restart;
```

```
> y := x →  $\frac{1}{2} + \sin\left(\frac{x}{2}\right) \cdot e^{\sin\left(\frac{x}{3}\right)}$ 
```

$$y := x \rightarrow \frac{1}{2} + \sin\left(\frac{1}{2}x\right) e^{\sin\left(\frac{1}{3}x\right)}$$

(1.1)

```
> plot(y(x), x = 0..10, vieww = -10..10)
```



```
> y1 := evalf(y(5))
```

 $y1 := 2.119362673$

(1.2)

```
Rechts
```

```
> y2 := evalf(y(7.5))
```

 $y2 := -0.5398626500$

(1.3)

```
Links
```

```
> y3 := evalf(y(6.25))
```

 $y3 := 0.5396629439$

(1.4)



Rechts	> $y4 := \text{evalf}(y(6.875))$	$y4 := -0.1180946389$	(1.5)
Links	> $y5 := \text{evalf}(y(6.5625))$	$y5 := 0.1852658234$	(1.6)
Rechts	> $y6 := \text{evalf}(y(6.71875))$	$y6 := 0.0264994375$	(1.7)
Rechts	> $y7 := \text{evalf}(y(6.796875))$	$y7 := -0.0476390705$	(1.8)
Links	> $y8 := \text{evalf}(y(6.757875))$	$y8 := -0.0110815866$	(1.9)
Links	> $y9 := \text{evalf}(y(6.73828125))$	$y9 := 0.0076265302$	(1.10)
Rechts	> $y10 := \text{evalf}(y(6.767578125))$	$y10 := -0.0202619602$	(1.11)
Links	> $y11 := \text{evalf}(y(6.752929688))$	$y11 := -0.0063812009$	(1.12)
Links	> $y12 := \text{evalf}(y(6.745605469))$	$y12 := 0.0006068505$	(1.13)
Rechts	> $y13 := \text{evalf}(y(6.749267579))$	$y13 := -0.0028911379$	(1.14)
Links	nulpunt $x1$: $6.745605469 < x1 < 6.749267579$		



Verplaatsings-en snelheidskarakteristiek

t	Versnelling(m/s ²)	Snelheid(m/s)	Verplaatsing(m)	I(t)	E(t)
0,0	0,983	0	0	0,37	0
0,1	2,104	0,098	0,005	0,3699997	0,223480
0,2	2,099	0,309	0,025	0,3699985	0,701854
0,3	2,089	0,519	0,067	0,369995700	1,179100
0,4	2,074	0,727	0,129	0,3699843	1,654057
0,5	2,054	0,935	0,212	0,3699413	2,125578
0,6	2,029	1,140	0,316	0,369780800	2,592528
0,7	1,999	1,343	0,440	0,369613868	3,053755
0,8	1,963	1,543	0,584	0,368825960	3,508232
0,9	1,919	1,739	0,748	0,366495292	3,954567
1,0	1,858	1,931	0,932	0,359985925	4,390810

De I(t) waarden wordt bepaald door de bisectie methode. De oplossingsmethode zien we bij de voorbeeld oefening.

Voorbeeld berekening (0,3s)

Om de snelheid en afstand op 0,3s te weten moeten we eerst de versnelling op 0,2s weten.

$$a(0,2) = g(\sin(\alpha) - \cos(\alpha) \cdot C_{rr}) + I(0,2) \cdot \frac{E(0,2)}{M \cdot v(0,2)} - 3C_w A \rho \cdot \frac{v^2(0,2)}{2M}$$

$$a(0,2) = 9,81(\sin(0,125) - \cos(0,125) \cdot 0,025) + 0,3699985 \cdot \frac{0,838343}{0,75 \cdot 0,302} - 3 \cdot 0,6 \cdot 0,028 \cdot 1,293 \cdot \frac{0,302^2}{2 \cdot 0,75}$$

$$a(0,2) = 2,030 \text{ m/s}^2$$

$$v(0,3) = v(0,2) + a(0,2) \cdot t = 0,302 + 2,030 \cdot 0,1 = 0,505 \text{ m/s}$$

$$x(0,3) = x(0,2) + v(0,2) \cdot t + a(0,2) \cdot t^2 / 2 = 0,025 + 0,302 \cdot 0,1 + 2,030 \cdot \frac{0,1^2}{2}$$

$$x(0,3) = 0,065 \text{ m}$$

Nu wordt E(0,3) en I(0,3) berekend

$$E(0,3) = C_E \phi \cdot 60 \cdot v(0,3) \cdot \frac{ratio}{2\pi r} = 0,00089285 \cdot 60 \cdot 0,505 \cdot \frac{8}{2\pi r}$$

$$E(0,3) = 1,147375$$

$$I(0,3) = I_{sc} - I_s \left(e^{(E(0,3) + I(0,2)R) / (mNUr)} - 1 \right) = 0,88 - 1e-8 \cdot \left(e^{(1,147375) + (0,685931 \cdot 3,32) / (1,14 \cdot 15 \cdot 0,0257)} - 1 \right)$$

$$I(0,3) = 0,369995700$$

**Besluit**

Hieronder ziet u de waarde op 1s.

	tijdsinterval 0,1s	tijdsinterval 0,2s
versnelling (m/s ²)	1,836	1,856
snelheid (m/s)	1,876	1,787
afstand (m)	0,905	0,82

De waarde verschillen een beetje doordat het 0,1s iets nauwkeuriger is dan de 0,2s.



Sankey Diagram

Totale Energie

De zon levert ons op een zonnige dag in mei op het Martelarenplein 1000 W/m^2 . De zonnecellen op het zonnepaneel hebben een totale oppervlakte van 486.72 cm^2 . Als we deze nu met elkaar vermenigvuldigen en rekening houden met de juiste eenheden zien we dat er $48,672 \text{ Watt}$ toekomt op het zonnepaneel.

Rendement Zonnepaneel

Ten eerste moeten we rekening houden met dat niet al het toekomende licht wordt geabsorbeerd door het zonnepaneel. 20 procent van dit licht wordt weerkaatst door het paneel. Als we dit in rekening brengen verliezen we hierdoor 9.7344 Watt . Er blijft dan nog 38.9376 Watt over.

Ten tweede zal het zonnepaneel nooit al het geabsorbeerde licht kunnen omzetten in bruikbaar energie. Ons zonnepaneel heeft een rendement van 20 procent. De overige 80 procent gaat verloren aan warmte. Hierdoor verliezen we het meeste energie in het hele proces.

$$0.2 \times 38.9376 \text{ W} = 7.7875 \text{ W}$$

We verliezen hierbij 31.15 Watt , er blijft nog 7.7875 Watt aan bruikbare energie over.

Efficiëntie motor

De motor in onze auto heeft een efficiëntie van 84 procent.

$$0.84 \times 7.7875 \text{ W} = 6.5415 \text{ W}$$

Hierdoor verliezen we 1.246 Watt , er blijft nog 6.5415 Watt over.

Lagers en overbrenging

We hebben gloednieuwe lagers besteld via internet. Hierop hebben we teruggevonden dat het verlies aan wrijving zo enorm klein is dat we dit kunnen verwaarlozen.

Onze overbrenging is een tandwieloverbrenging met gear ratio 8. Het rendement hiervan is 98.5 procent.

$$0.985 \times 6.5415 \text{ W} = 6.4434 \text{ W}$$

Dit komt neer op een verlies van 0.0981 Watt , we houden nog zo een 6.4434 Watt over.



Weerstand

Rolweerstand

De rolweerstand wordt berekend aan de hand van volgende formule:

$$F_r = C_{rr} \times N$$

C_{rr} is de rolling resistance coefficient. Voor onze wagen is dit 0.025.

N is gelijk aan de valversnelling vermenigvuldigt met het gewicht van de wagen. Ons doel is om de massa van onze wagen op de minimum massa van 750 gram te houden.

$$F_r = 0.025 \times 9.81 \times 0.750 = 0.1839 \text{ N}$$

Luchtweerstand

De formule voor de luchtweerstand is:

$$F_w = 0.5 \times C_w \times A \times \rho \times v^2$$

C_w is de drag coefficient, we hebben deze bepaald op 0.8.

A is de frontale oppervlakte van onze wagen. De oppervlakte is gelijk aan 0.028 m^2 .

ρ is 1.293 kg/m^3 , dit is de massadichtheid van lucht.

v is de snelheid van onze wagen op een bepaald moment.

$$F_w = 0.5 \times 0.8 \times 1.293 \times 0.028 \times v^2 = 0.01448 \times v^2$$

SSV op 10 meter

Onze wagen haalt na 10 meter een snelheid van 3.009 m/s .

Om het resterend vermogen van de auto op dat punt te vinden moeten we nog rekening houden met de hierboven berekende weerstanden.

$$P_{\text{verlies}} = v \times (F_r + F_w)$$

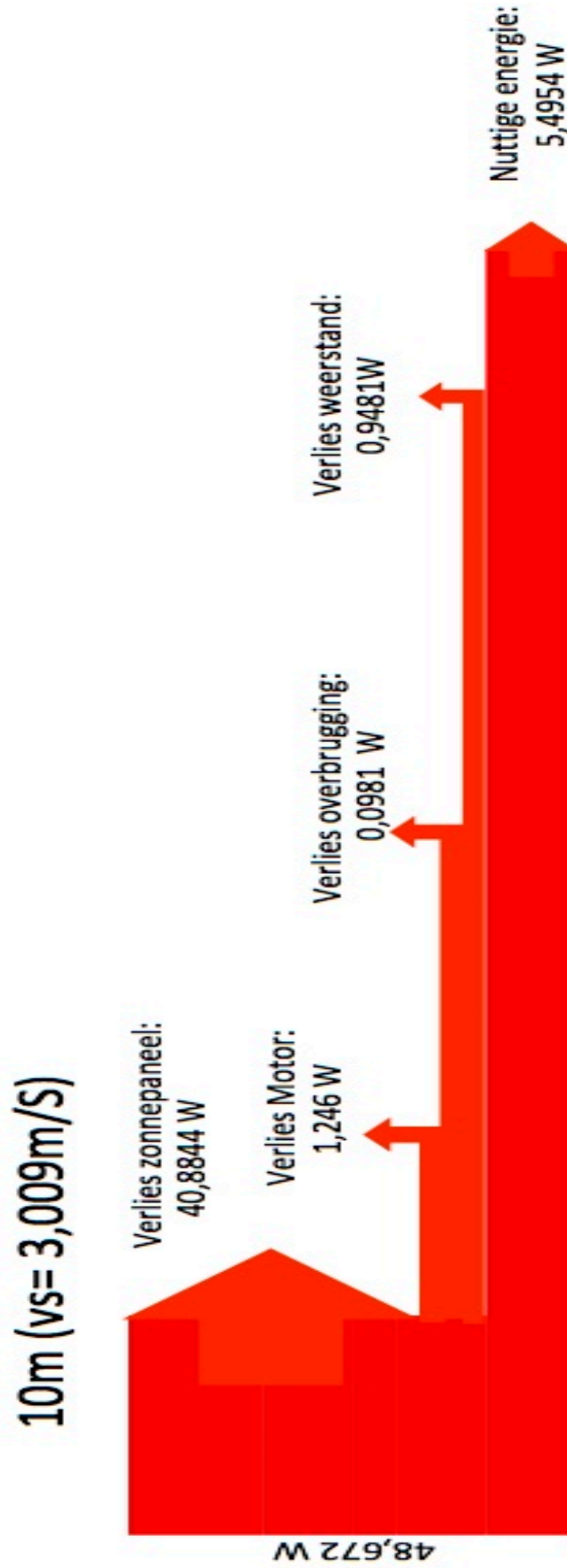
$$P_{\text{verlies}} = 3.009 \times (0.1839 + 0.01448 \times 3.009^2)$$

$$P_{\text{verlies}} = 0.948 \text{ W}$$

Als we dit nu aftrekken van het overgebleven vermogen dan krijgen we:

$$6.4434 \text{ W} - 0.948 \text{ W} = 5.4954 \text{ W}$$

Hieruit kunnen we besluiten dat we nog 5.4954 Watt hebben om te accelereren na 10 meter.



**SSV op maximumsnelheid**

Op de maximumsnelheid van de SSV is de versnelling gelijk aan nul. Dit wil zeggen dat de kracht van de motor gelijk is aan de kracht van de weerstanden of het verschil is nul.

$$F_{\text{verlies}} - F_{\text{motor}} = 0$$

$$F_w + F_r - F_{\text{motor}} = 0$$

$$F_w = 0.01448 \times v^2 \text{ N}$$

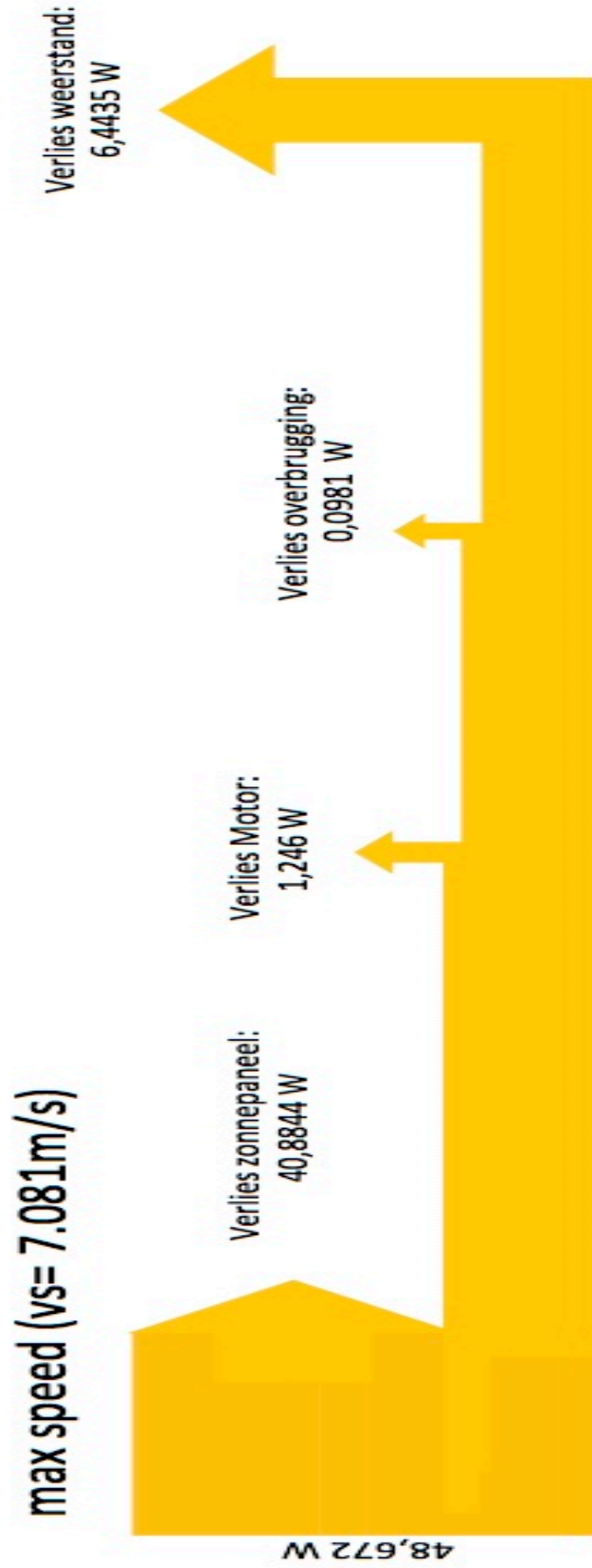
$$F_r = 0.1839 \text{ N}$$

$$F_{\text{motor}} = 6.4434/v \text{ N}$$

Ingevuld geeft dit:

$$0.01448v^3 + 0.1839v - 6.4434 = 0$$

Op een eeuwig lange rechte baan zouden we met onze auto een snelheid van 7.081m/s halen.





Ontwerp

