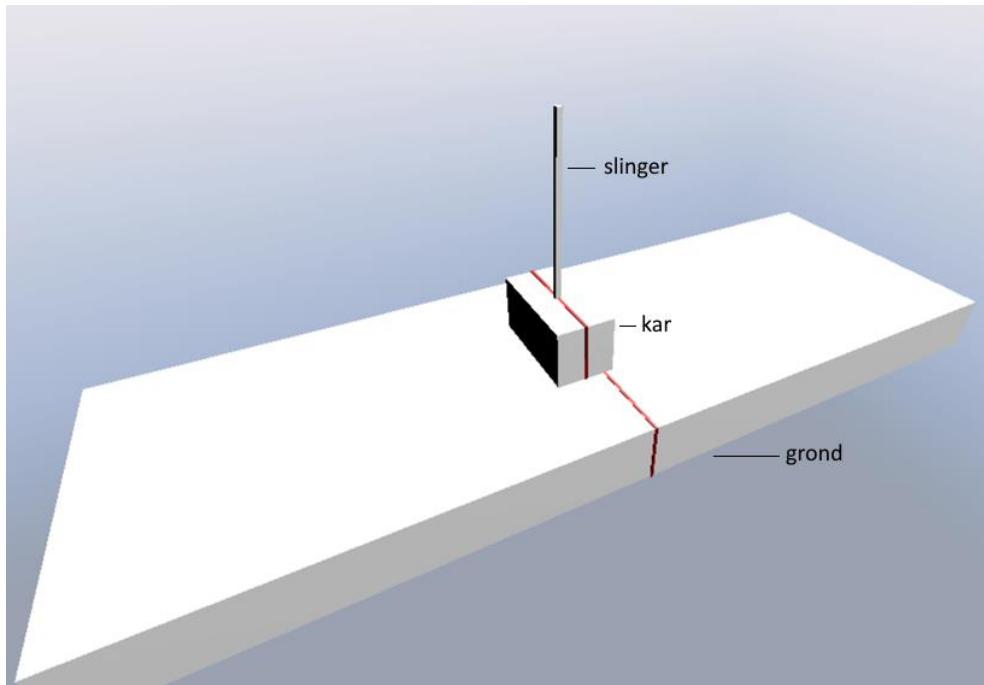


# Stabiliseren van een slinger-kar systeem

## Introductie

Naar aanleiding van een opdracht van de HvA onderzoeken wij, Eric Nusser en Finn van Woensel, hoe een slinger-karsysteem (zie figuur 1) gestabiliseerd kan worden. In dit verslag brengen we de mogelijke methoden in kaart en bekijken we hoe deze de uitslingertijd en de totale kosten beïnvloeden. Ons doel is om verschillende opties aan te bieden zodat de HvA kan kiezen welke methode voor hun werkt.



Figuur 1, systeem. kar met slinger

Het systeem is gestabiliseerd wanneer de rode lijn op het karretje en de grond uitlijnen en de slinger recht op staand gebalanceerd is, dit doen we door kracht uit te oefenen op de kar.

## Oplossing

Om het systeem in evenwicht te krijgen gebruiken wij PID waardes, dit zijn sensoren die op verschillende parameters letten en afhankelijk daarvan aanpassingen maken aan het systeem om deze stabiel te krijgen. In ons geval wordt er gelet op de Positie (Cart P), Snelheid van de kar (Cart D), Hoeksnelheid van de slinger (Pend D) en de hoek van de slinger (Pend P) (zie figuur 2.). Hoe hoger de waarde hoe meer er gelet wordt op deze parameter.

De parameters voor wanneer het systeem stabiel is zijn: een afwijking tussen de rode strepen kleiner dan 5 Centimeter en een hoek van de slinger van minder dan 0.1 rad haaks op de kar.

Voor dit onderzoek hebben wij hebben gekeken naar de kosten van het systeem, dit wil zeggen hoeveel moeite het kost om het systeem te stabiliseren.

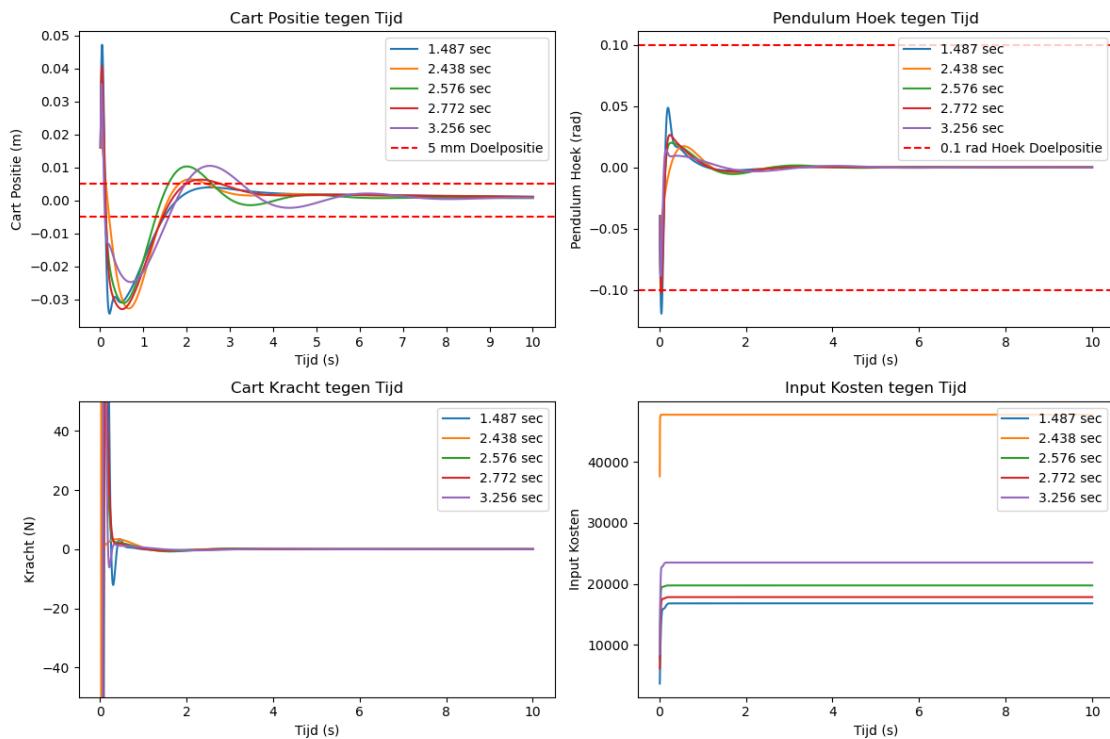
De PID waardes die wij hebben gevonden gelden specifiek voor de aanpak die wij gekozen hebben om de waardes te vinden. Hoe wij het systeem gestabiliseerd hebben is, door eerst PID waardes te vinden om de kar stabiel te krijgen en daarna de waardes voor de slinger. Zo zie je veel overeenkomst tussen de waardes waar soms wat aan de waardes voor de kar zijn veranderd en soms voor de slinger. De gele lijn (zie figuur 3) is een echte uitschieter als je kijkt naar de kosten, dit komt ook overeen met compleet andere PID waardes (zie figuur 2) dan de rest. Het kan dus zo zijn dat er met compleet andere waardes nog een goedkopere oplossing te vinden is die even snel stabiliseert.

Stab. Tijd (s)	Cart_P	Cart_I	Cart_D	Pend_P	Pend_I	Pend_D
1.487	1000	100	700	3000	100	400
2.438	700	140	1500	1200	50	800
2.576	1000	100	600	3000	100	400
2.772	1400	100	550	3500	100	400
3.256	1400	100	550	5000	150	400

Figuur 2, Tabel met PID waardes

## Conclusie

We hebben gemerkt dat het niet goedkoper is om het systeem langzamer in evenwicht te brengen zoals wij wel verwacht hadden. Het snelst stabiliserend systeem is juist ook uitgekomen als de goedkoopste (zie figuur 3).



Figuur 2, mogelijke opties vergeleken

## **Advies**

Onze suggestie is om de blauwe lijn te gebruiken (zie figuur 3), Het systeem is na 1,5 seconde stabiel en ook het goedkoopste. Mocht er vraag zijn naar een systeem wat langzamer stabiliseert kan er gekozen worden voor rood of paars, deze opties zijn iets duurder.

## **Verantwoording**

Prompt: I need some code to plot a couple of csv files in the same plot in python. The csv files are in a folder and should all be read. I need 4 subplots, one with df[0], df[3], one with df[0], df[5], one with df[0], df[7], and one with df[0], df[2]. So all the csvs need to be plotted on the same graphs in these subplots. Dont worry about the titles or labels just name them something generic

Ook is gebruik gemaakt van de GitHub Copilot Inline suggestions in Visual Studio Code.