

Herontwerp boottransporteur en ontwikkeling van geavanceerde geometrische stuurconfiguraties

Poncelet Matthias
master IW elektromechanica

SITUERING

Deze masterproef uitgevoerd bij Werkhuisen Hengelhof, richt zich op het herontwerpen van een op afstand bestuurbare boottransporteur. Een boottransporteur is een sectorspecifieke machine in de scheepsbouw die het mogelijk maakt om boten op scheepsbokken (figuur 1) te verplaatsen op land en de klassieke maritieme vorkheftruck (figuur 2) vervangt.

Figuur 1: Scheepsbok



DOELSTELLINGEN

1. Herontwerp chassis
- Marktanalyse
 - Sterkteberekeningen

2. Geavanceerde geometrische stuurconfiguraties
- Literatuurstudie
 - Wiskundige modellen
 - Simulatie

3. Documentatie
- Lay-outvoorstel afstandsbediening
 - Stuurlogica
 - I/O-lijst

1. Het huidige chassis van de machine voldoet niet meer voor een vernieuwde elektrische aandrijving voor de hydraulische groep.
2. de machine is te beperkt in het maken van scherpe draaibewegingen, wat nauwkeurig manoeuvreren bemoeilijkt.

PROBLEEMSTELLING



Figuur 2: Maritieme vorkheftruck

RESULTAAT

VOORONTWERP

Het voorontwerp is verder uitgewerkt door het ingenieursdepartement van Werkhuisen Hengelhof tot een finaal design (figuur 8), bestaand uit maakbare onderdelen. Het chassis is succesvol aangepast in het voorontwerp om de vernieuwde elektrische aandrijving voor de hydraulische groep te dragen en is gevalideerd met sterkteberekeningen.

SIMULATIE

De simulatie toont succesvol aan hoe de onderzochte stuurconfiguraties geïmplementeerd moeten worden.

BEPERKINGEN

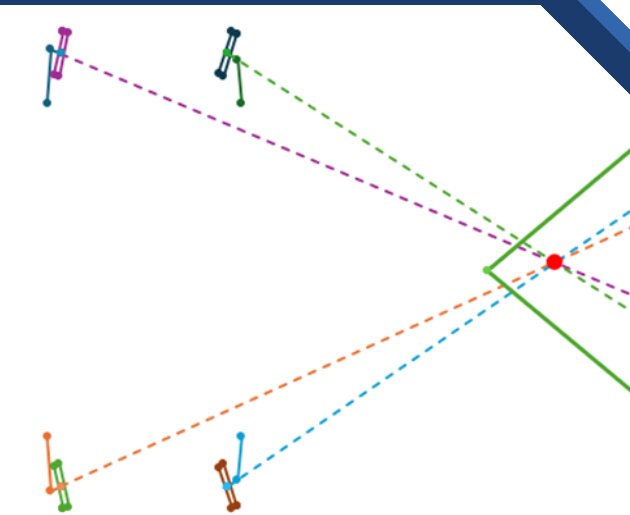
- Door de verkozen methode van hoekbepalingen zijn echter ook beperkingen opgedoken:
- Afbakening rotatiepuntzone (figuur 9) is noodzakelijk
 - Optreden van singulariteiten bij vierwielsturing
 - Intuïtief gebruik van de machine staat ter discussie

ONDERSTEUNENDE DOCUMENTATIE

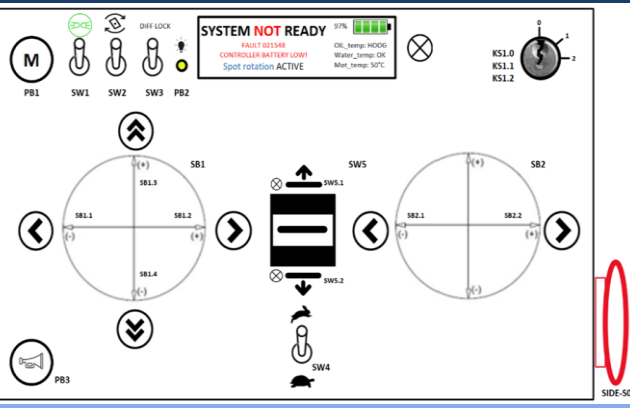
- I/O-lijst
- Stuurlogica in pseudocode
- Afstandsbedieningslay-out (figuur 10)

VERVOLGONDERZOEK

- Parametrisatie van het hefmechanisme
- Alternatieve koppeling van joystick met rotatiepunt
- Intuïtieve besturing van mobiele robots
- Het effect van laterale slip op voertuigen met vierwielsturing
- Elektrificatie van hydraulische groep



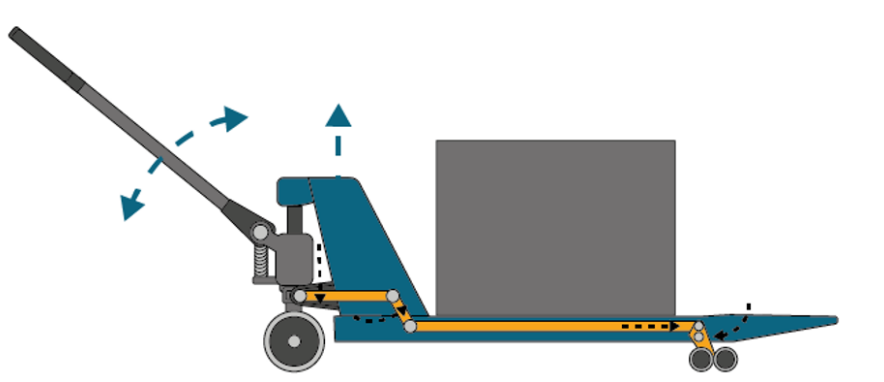
Figuur 9: Afbakening rotatiepuntzone



Figuur 10: Afstandsbedieningslay-out

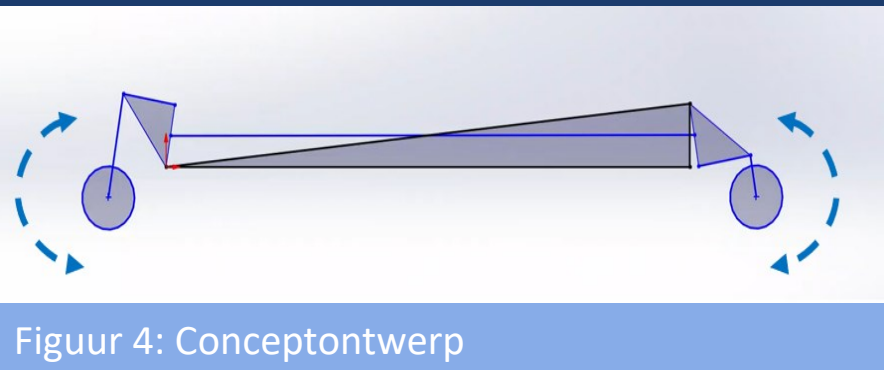
CAD-MODEL VOORONTWERP

Het CAD-model is geïnspireerd op het mechanisme van een palletwagen (figuur 3). Met één hydraulische cilinder worden de vorken horizontaal op en neer bewogen via een stangenmechanisme. De eenvoud van dit systeem maakt het interessant.

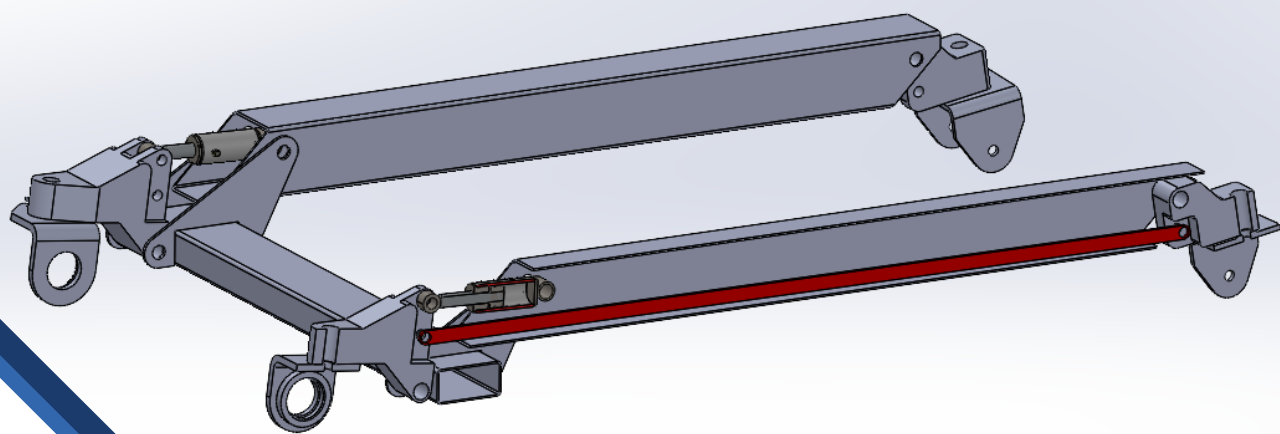


Figuur 3: Palletwagenmechanisme

Op basis van het palletwagenmechanisme is een 2D-conceptontwerp ontwikkeld (figuur 4). Dit ontwerp toont hoe de machine scharniert om de boten op te pikken. Samen met de ideeën en inzichten van ingenieurs van Werkhuisen Hengelhof vormt dit de basis van het voorontwerp (figuur 5). De integriteit van kritische onderdelen zijn gevalideerd met sterkteberekeningen.



Figuur 4: Conceptontwerp

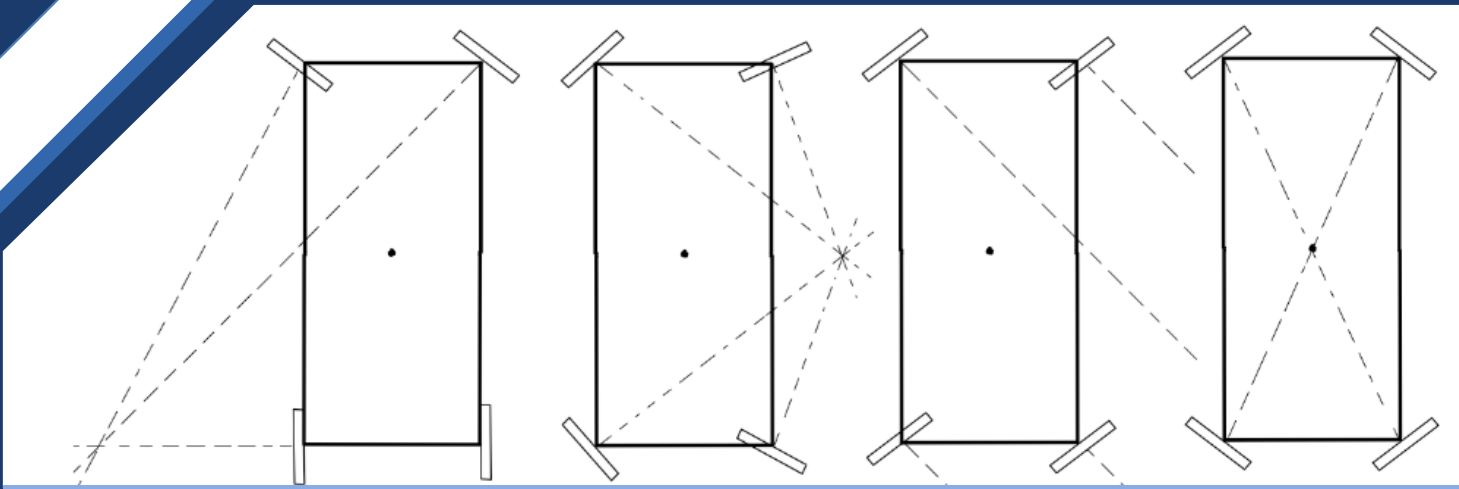


Figuur 5: Voorontwerp boottransporteur

Het voorontwerp biedt de mogelijkheid om de vier wielen individueel aan te sturen, wat essentieel is voor de volgende fase.

STUURCONFIGURATIES

Vier geometrische stuurconfiguraties (figuur 6) werden geselecteerd voor implementatie.



Figuur 6: Ideale voorwielsturing [1], vierwielsturing [2], hondsgang [3], zero-turnsturing [4]

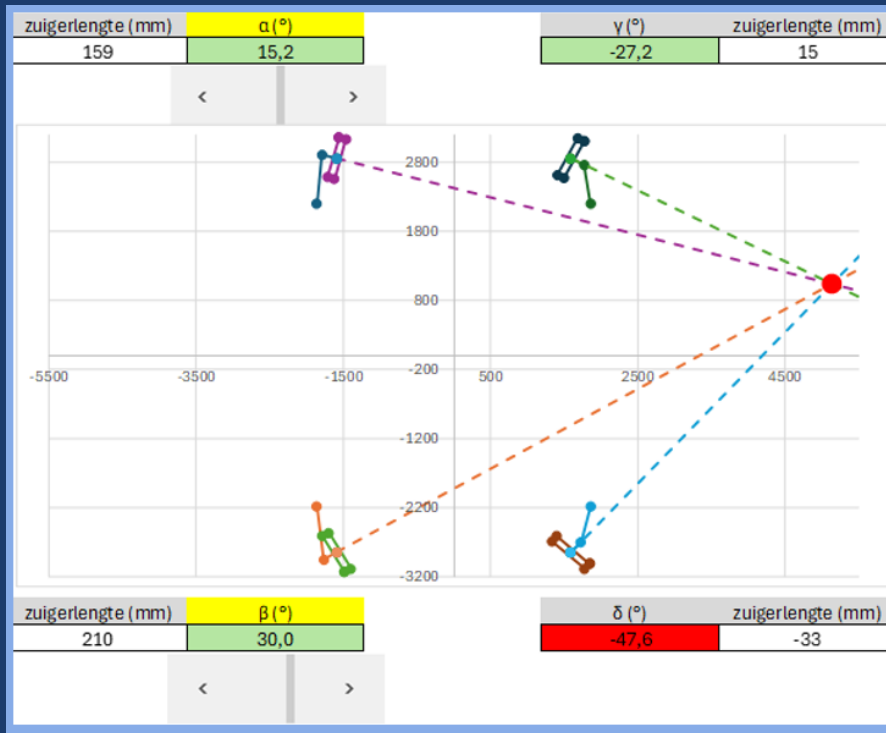
SIMULATIE

M.b.v. driehoeksmmeetkunde en de cosinusregel worden de relaties tussen de stuurcomponenten en wielposities uitgedrukt in wiskundige functies. De vastgelegde geometrie van de machine en de wiskundige functies laten toe om een interactieve simulatie te maken in Excel van de stuurcomponenten en de wielposities (figuur 7).

WERKING

Twee wielposities worden door de operator aan de hand van hoeken α en β bepaald. Het programma berekent vervolgens automatisch de posities van de overige wielen en hoeken. Daarna wordt de grafische plot aangepast. Wanneer een stuurhoek het toegestane bereik overschrijdt, kleurt de bijbehorende cel rood.

Deze methode maakt het mogelijk om de eerste drie stuurconfiguraties uit figuur 6 in één simulatie weer te geven. De Zero-turnsturing vereist daarentegen een statische, alternatieve weergave.



Figuur 7: Excelsimulatie

Promotoren / Copromotoren / Begeleiders

Ing. Jef Hoste (Werkhuisen Hengelhof)
Prof. dr. ir. Kris Henrioulle (UHasselt – KU Leuven)

[1] 'Ackerman Steering'. Geraadpleegd: 27 december 2024. [Online]. Beschikbaar op: <http://datagenetics.com/blog/december12016/index.html>

[2] S. Verma, S. Shanker, G. Ajith, S. Patil, en S. Dy Director, 'ADVANCED ALL-TERRAIN VEHICLES', vol. 6, 2019. Geraadpleegd: 29 december 2024. [Online]. Beschikbaar op: www.jetir.org

[3] W. Li, F. Yang, E. Mao, M. Shao, H. Sui, en Y. Du, 'Design and Verification of Crab Steering System for High Clearance Self-Propelled Sprayer', Agriculture, vol. 12, nr. 11, p. 1893, nov. 2022, doi: 10.3390/agriculture12111893.

[4] I.-I. J. for I. R. in S. and Technology, 'Development of 360° Rotating Vehicle', Geraadpleegd: 31 december 2024. [Online]. Beschikbaar op: https://www.academia.edu/33435523/Development_of_360_0_Rotating_Vehicle