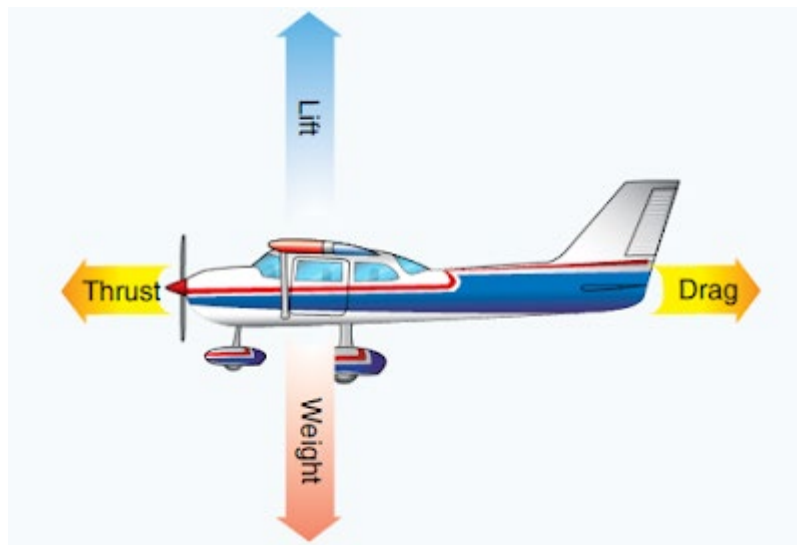


Project- en Testplan automatic flight control

Advance technical Programming



Bron afbeelding:
<https://www.aircraftsystemstech.com/2017/05/forces-acting-on-aircraft.html>

Ruben Rajan
1682750

V 1.0

10/30/2022

Inleiding

Voor het vak ATP is door de student gekozen om een regelsysteem te ontwerpen en realiseren dat een klein (model/ speelgoed) vliegtuig kan controleren. Dus er wordt een simpele automatische piloot ontwikkeld. Het regelsysteem moet het vliegtuig op de goede hoogte en snelheid houden. In het document wordt verwezen naar natuurkundig krachten en formules, de literatuur hiervan komt van de NASA-website (zie bronvermelding). Voor deze bron is gekozen omdat dit goed aansluit van het niveau van de student.

Project analyse

Voor het project wordt gebruikt gemaakt van de H-King Radjet 800. Dit is het basismodel waarbij hardware wordt toegevoegd en vervangen. Voor het regelsysteem systeem wordt gebruikt gemaakt van 2 PID's. 1 PID beheerst de snelheid en de andere PID is verantwoordelijk voor de hoogte van het vliegtuig.

Voor de snelheid te regelen is een elektromotor nodig. De elektromotor wordt aangestuurd door een motor controller dat een pwm signaal nodig heeft. Voor de simulatie zijn de voortstuwingen en weerstand krachten nodig. Om de snelheid te meten is er een air speed Sensor nodig. Voor de lucht druk en temperatuur wordt een constante gebruikt aangezien het om een rc vliegtuig gaat waardoor deze parameters minder invloed hebben op de output.

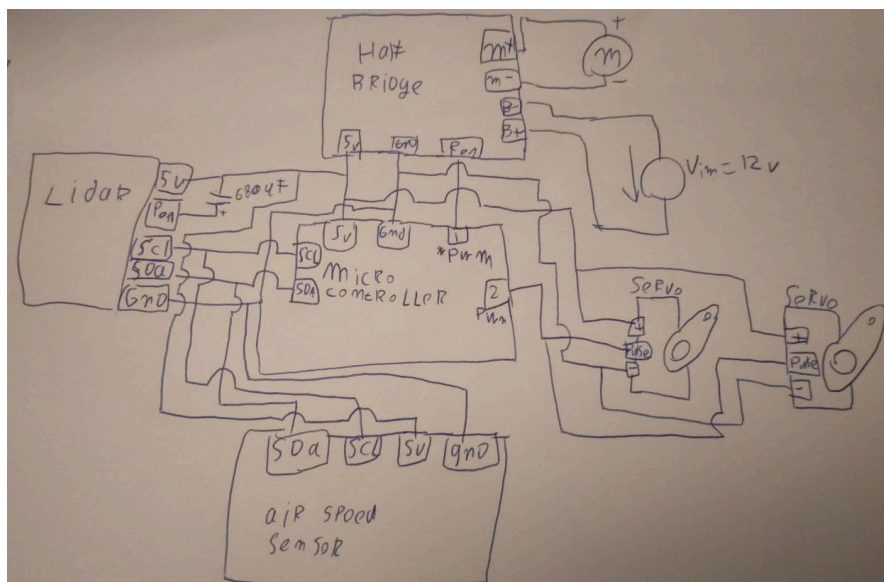
Om de hoogte te regelen is er een servo nodig die verbonden is aan de Elevator pitch. In de simulatie moet de hoogte berekend worden aan de hand van de lift formule en de zwaartekracht. Door de servo te bewegen kan de angel of attack aangepast worden. De hoogte wordt door een lidar gemeten. De lidar is bevestigd aan een pantograaf zodat het altijd zonder hoek meet.

Hardware

De volgende Hardware wordt gebruikt in het regelsysteem:

Naam	opmerking
RPX32 brushless dc motor (12 volt)	Deze type motoren worden in de model bouw gebruikt
Pn Half Bridge BTS 7960	De Half bridge dient een pwm signaal te krijgen van een microcontroller. Te krijgen en aangesloten op een 12 volt batterij
Servo motor sg90	Ook de servo heeft een pwm nodig van d h-bridge, De reactietijd van de servo is 0.1 seconde. Dus de tik rate van de simulatie kan dus ook minimaal 0.1 seconde zijn. Van de servo's moeten het er 2 zijn op 1 signaal.
Garmin Lidar Lite v3	I2c interface, kan tot 40 meter meten. Bevestigd aan een pantograaf zodat het altijd recht naar de grond meet
digital airspeed sensor aspd-dlvr	Airspeed sensor dat via i2c kan meten

De hardware dient als volgende aangesloten te worden:



Software

Regelsysteem

Voor het regelsysteem zijn 2 PID's nodig. De 2 PID zijn dezelfde functies maar hebben andere Kp, ki, Kd waardes.. 1 PID is nodig voor om de hoogte bij te sturen. De input van deze PID is de de error waarde gebaseerd uit lidar. Om de lidar en de PID te verbinden is er een tussen sensor die de error uitrekkend op basis van de ingestelde hoogte.

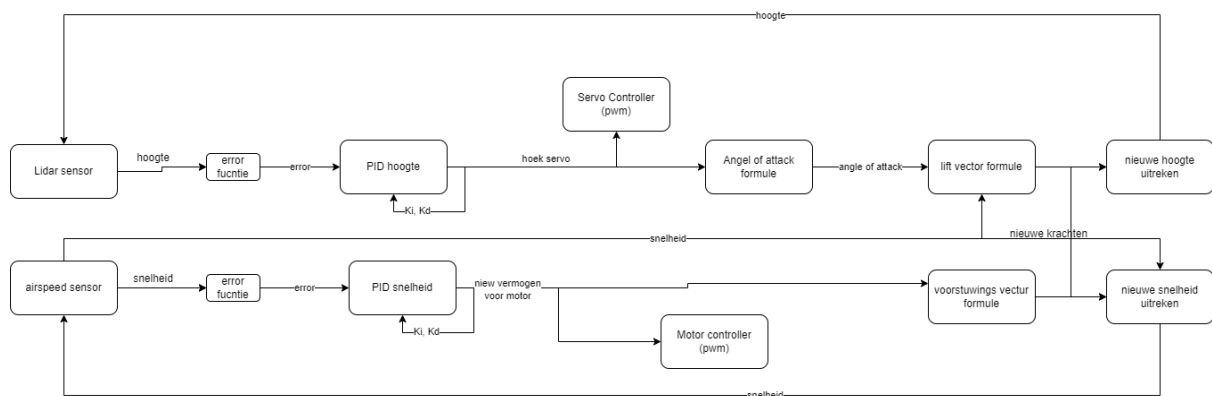
Om de snelheid te regelen is er ook een PID nodig. Deze PID heeft de error nodig die gebaseerd is op de meting van de airspeed meter. Hier is natuurlijk ook weer een tussen functie die de error uitrekent.

Met De waardes die de PID uitrekenen kunnen de servo's en DC motor aangestuurd worden. De PID dat verantwoordelijk is voor de snelheid stuurt de dc motor aan en de andere PID stuurt de Servo aan. De waarde uit de PID's worden ook weer geretourneerd om daarmee weer opnieuw de PID's aan te sturen

De hiervoor genoemde softwareonderdelen beschrijven het regelsysteem gedeelte en kunnen ook gebruikt worden in het fysieke systeem.

Simulatie

In de Simulatie moeten de '4 krachten' van een vliegtuig getest worden (zie bronnen voor uitleg). Het regelsysteem heeft via de Servo invloed op de pitch. Met de pitch kan de Angele of attack bepaald worden wat invloed heeft op de lift vector. De Motor vermogen heeft invloed op de voortstuwing kracht en de lift vector. Aan de hand van het motorvermogen kan de nieuwe snelheid en hoogte bepaald worden.



Figuur 1, Uitleg software onderdelen

Testen

Om de kwaliteit van het systeem te waarborgen zijn de volgende testen bedacht.

Naam Test onderdeel	Wat wordt getest	Waarom
Unit-Testen-PID	Verschillende unit testen worden getest. 1 unit test waar de error 0 is, 1 unit test waar de error negatief is en 1 test waar de error positief is.	Aangezien die belangrijk component is van de aansturing is het van belang dat dit het doet. Zodat controller en simulatie ook goed aangestuurd kunnen worden. De
Unit-Testen-formules	Verschillende testen waar formules worden getest	Zorgen dat de losse onderdelen van de simulatie goed werken
Integratie-Test-simulatie	De motor wordt op een constante snelheid gezet en ook de pitch wordt op een constante hoek gezet. Eerst wordt met de hand uit gerekend wat er moet gebeuren waarna de simulatie dezelfde resultaten moet geven als de test succesvol is	Testen als simulatie werkt onafhankelijk van het regelsysteem.
Kwaliteit-Test-systeem	<p>Eerst wordt het systeem getest waarbij de error 0 is en alles is ingesteld zodat het stabiel is. De actuatoren moeten dus niet veranderen.</p> <p>In de tweede test start het systeem onder de ingestelde waarde en wanneer de test succesvol is moet het omhoog gaan klimmen tot de set point.</p> <p>In de derde test start het systeem onder de ingestelde snelheid en wanneer de test succesvol is moet het gaan afremmen gaan klimmen tot de set point.</p>	Om te valideren als het regelsysteem goed werkt.

Bronvermelding NASA

Hall, N. (2022, julie 22). *Four Forces on an Airplane*. Opgehaald van Nasa Glenn Research Center:
<https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/four-forces-on-an-airplane/>

Sands, K. (2021, mei 10). *Modern lift equation*. Opgehaald van Nasa Glenn Research Center:
<https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/four-forces-on-an-airplane/>

Sands, K. (2021, mei 10). *Proppeller Thrust*. Opgehaald van Nasa Glenn Research Center:
[https://www.grc.nasa.gov/www/Wright/airplane/propth.html#:~:text=The%20thrust%20\(F\)%20is%20equal,difference%20in%20velocity%20\(V\).&text=The%20mass%20flow%20throug%20the,the%20plane%20of%20the%20propeller.](https://www.grc.nasa.gov/www/Wright/airplane/propth.html#:~:text=The%20thrust%20(F)%20is%20equal,difference%20in%20velocity%20(V).&text=The%20mass%20flow%20throug%20the,the%20plane%20of%20the%20propeller.)

Bronnen overig

ElectroCraft. (sd). RPX32 DataSheet. Opgehaald van
<https://www.electrocrafter.com/files/downloads/Datasheets/blde/RPX32-DataSheet-UK.pdf>

Garmin International, Inc. (2016). Lidar Lite v3 Operation Manual. Opgehaald van
https://static.garmin.com/pumac/LIDAR_Lite_v3_Operation_Manual_and_Technical_Specifications.pdf

Imperial College London. (sd). SERVO MOTOR SG90 Datasheet. Opgehaald van
http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf

Infineon Technologies AG. (2004, 12 7). Data Sheet BTS 7960. Opgehaald van
<http://www.benshandelonderneming.nl/drivers/BTS%207960.pdf>

Matek systems. (sd). digital airspeed sensor aspd-dlvr.