



Designspecifikation

Joacim Dahlgren

Version 1.0

Status

Granskad		
Godkänd		



Projektidentitet

Vårterminen 2005

Linköpings tekniska högskola, Institutionen för systemteknik, ISY

Namn	Ansvar	Telefon	E-post
Andreas Gunnarsson	testansvarig (TST)	0706-81 52 31	andgu053@student.liu.se
Carl Blumenthal	grafikansvarig (GA)	0739-09 91 54	carbl471@student.liu.se
Daniel Gustavsson	webansvarig (WEB)	0735-92 74 17	dangu526@student.liu.se
Erik Carlsson	kundansvarig (KUN)	0706-27 71 43	erica640@student.liu.se
Joacim Dahlgren	designansvarig (DES)	0707-70 47 56	joada839@student.liu.se
Jonny Andersson	kvalitetssamordnare (QS)	0705-54 96 71	jonan520@student.liu.se
Kristin Fredman	dokumentansvarig (DOK)	0704-77 88 37	krifr177@student.liu.se
Petra Malmgren	projektledare (PL)	0736-78 93 89	petma082@student.liu.se

Hemsida: www.edu.isy.liu.se/~dangu526/**Kund:** Avdelningen för Reglerteknik vid LiTH**Kontaktperson hos kund:** Ola Härkegård, 013-282804, ola@isy.liu.se, Torkel Glad, 013-281308, torkel@isy.liu.se**Kursansvarig:** Anders Hansson, 013-281681, hansson@isy.liu.se**Beställare:** Johan Sjöberg, 013-282803, johans@isy.liu.se**Handledare:** David Törnqvist, 013-282803, tornqvist@isy.liu.se



Innehåll

1	INLEDNING	1
1.1	PARTER	1
1.2	MÅL	1
1.3	ANVÄNDNING	1
1.4	DEFINITIONER	1
2	ÖVERSIKT AV SYSTEMET	1
2.1	GROV BESKRIVNING AV PRODUKTEN	1
2.2	INGÅENDE DELSYSTEM	2
2.3	AVGRÄNSNINGAR	3
2.4	DESIGNFILOSOFI	3
3	FLYGPLANSMODELL.....	3
3.1	INLEDANDE BESKRIVNING AV FLYGPLANSMODELLEN	3
3.2	GRÄNSSNITT MOT ANDRA MODULER	3
3.2.1	<i>Controls</i>	3
3.2.2	<i>States</i>	4
3.2.3	<i>VelW</i>	4
3.2.4	<i>Euler</i>	4
3.3	FLYGPLANSMODELLENS UPPBYGGNAD	4
3.3.1	<i>Aerodynamikblocket</i>	5
3.3.2	<i>Motorblocket</i>	6
3.3.3	<i>Gravitationsblocket</i>	6
3.3.4	<i>Stelkropps dynamiken</i>	6
4	REGLERSYSTEM	8
4.1	INLEDANDE BESKRIVNING AV REGLERSYSTEMET	8
4.2	GRÄNSSNITT MOT ANDRA MODULER	8
4.2.1	<i>Joysticksignaler</i>	8
4.2.2	<i>States-, VelW- och Eulersignaler</i>	8
4.2.3	<i>Controls</i>	9
4.3	REGLERSYSTEMETS UPPBYGGNAD	9
4.3.1	<i>Styrlåda</i>	10
4.3.2	<i>LQ Autopilot</i>	11
4.3.3	<i>LQ Manöver</i>	12
4.3.4	<i>Referensskaparen</i>	13
5	LANDNINGSMODELL.....	13
5.1	INLEDANDE BESKRIVNING AV LANDNINGSMODELLEN	13
5.2	GRÄNSSNITT MOT ANDRA MODULER	13
5.3	LANDNINGSMODELLENS UPPBYGGNAD	14
5.4	BEGRÄNSNINGAR	14
6	ANVÄNDARINTERFACE.....	15
6.1	INLEDANDE BESKRIVNING AV ANVÄNDARINTERFACE	15
6.2	GRÄNSSNITT MELLAN JOYSTICK OCH REGLERSYSTEM	15
6.3	GRÄNSSNITT MELLAN FLIGHTGEAR OCH LANDNINGSMODELL.....	15
	REFERENSER.....	16



Flygsimulator

LiTH
2005-04-07



Dokumenthistorik

version	datum	utförda förändringar	utförda av	granskad
0.1	2005-02-21	Dokumentet skapades	Alla	KF, DG
0.2	2005-02-25	Förtydliganden enl beställarens önskemål, korrigerade bilder	KF, CB, JA, PM	JD
0.3	2005-03-02	Ändringar för bättre språk.	PM	
1.0	2005-03-05	Godkänd av beställare	PM	



1 Inledning

Syftet med projektet är att med hjälp av verktygen Matlab och FlightGear ta fram en flygsimulator som visar vikten av ett fungerande reglersystem. Till flygsimulatorens ska en flygplansmodell med tillhörande regulator konstrueras. Användaren av flygsimulatorens ska kunna välja mellan olika moder där reglersystemet kopplas från och till. Med hjälp av en joystick ska användaren kunna styra flygplanet i de olika moderna och via en skärm kunna följa flygplanets rörelse.

1.1 Parter

Kund är Torkel Glad och beställare är Johan Sjöberg vid avdelningen för reglerteknik, LiTH. Projektet ska utföras av en projektgrupp bestående av 8 studenter i årskurs 4 på kursen Reglerteknisk projektkurs, TSRT71.

1.2 Mål

Projektet skall leda till att projektgruppen kan leverera en fungerande flygsimulator i enlighet med kravspecifikationen senast den 20 maj 2005. Projektet ska dokumenteras enligt projektstyrningsmodellen LIPS.

1.3 Användning

Resultatet av projektet är tänkt att användas vid profilvals dagar och öppethus dagar på universitet då simulatorens ska presentera hur användbart ett reglersystem är. Det är då tänkt att studenter eller blivande studenter ska kunna testa flygsimulatorens och inse vikten av reglersystem.

1.4 Definitioner

Flygfall: En benämning för planets dynamik vid en given höjd och fart.

Styrmod: Olika sätt som flygplanet reagerar på pilotens kommandon.

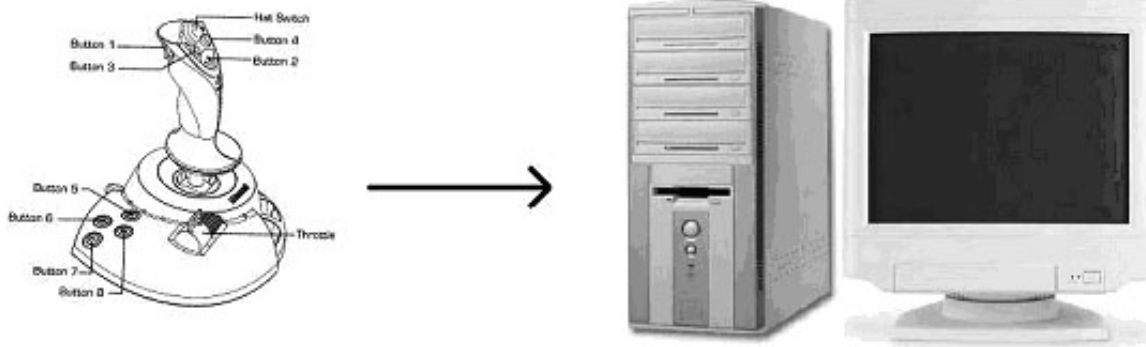
Flygrum: Det område där flygplanet flyger och utsätts för omgivningens påverkan.

2 Översikt av systemet

I det här kapitlet ges en översiktlig beskrivning av systemet.

2.1 Grov beskrivning av produkten

Systemet ska vara en komplett implementering av en flygsimulator med allt från joystick till grafikpresentation på skärmen, se figur 1. Systemet ska bestå av fyra olika delar, användarinterface, flygplansmodell, landningsmodell samt ett reglersystem. Hela systemet ska implementeras på en Windowsdator där Matlab med toolboxarna Simulink och Aerosim samt ett grafikinterface körs parallellt.

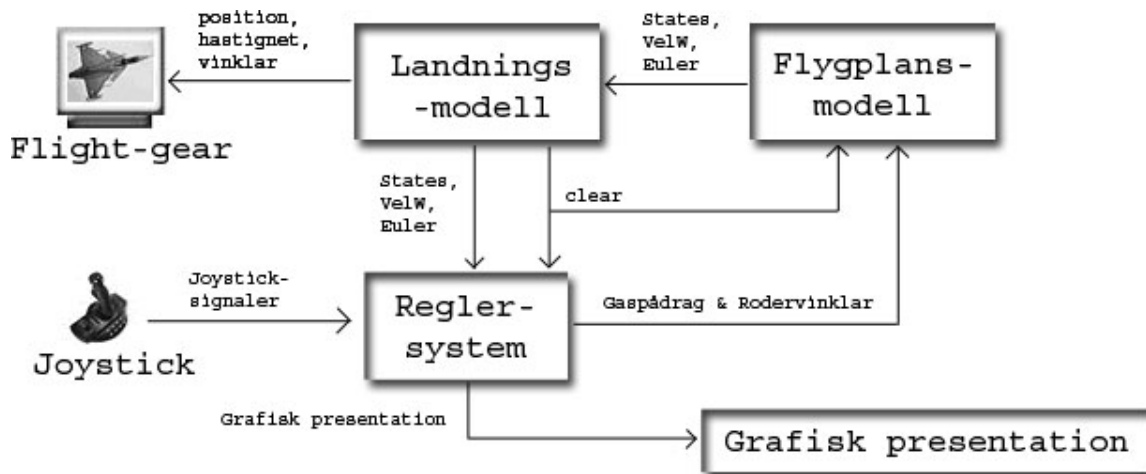


Figur 1. Konceptskiss för systemets hårdvara och användande

2.2 Ingående delsystem

Systemet är tänkt att bestå av fyra större delsystem; användarinterface, landningsmodell, reglersystem samt flygplansmodell, se figur 2. Landningsmodellen hanterar flygplanets landning på en fördefinierad plats. Användarinterfacen ska bestå av en joystick och en grafisk implementation med hjälp av FlightGear på en skärm.

Regulatorn ska kunna köras i tre olika moder, en mod för manuell styrning, en för manövrering och en autopilotmod med automatisk fart-, höjd- och kurshållning. I moden för manuell styrning ska pilotens joystickutslag direkt påverka flygplanets roder utan någon som helst reglering. I den här moden bör det upplevas som svårt att flyga flygplanet. I manövreringsmoden däremot ska reglering tillämpas för att underlätta styrningen. I autopilotmoden ska pilotens joystickutslag påverka referensvärden för riktning, höjd och fart som sedan ska hållas konstanta till dess att nya referensvärden ges.



Figur 2. De fyra delsystemen



2.3 Avgränsningar

Vind kommer inte att modelleras och därför kommer inte regulatorn att behöva hantera denna typ av störningar. Ytterligare en avgränsning är att flygplansmodellen endast behöver vara anpassad för ett flygfall, det vill säga en höjd och en hastighet. Dessutom behöver flygplanet endast kunna starta och landa på en specifik plats.

2.4 Designfilosofi

Systemet ska ha hög modularitet så att det ska vara relativt enkelt att byta regulator och flygplansmodell. Arbetet med de tre delsystemen ska i sin tur delas upp i mindre delsystem och om möjligt testas oberoende av varandra.

3 Flygplansmodell

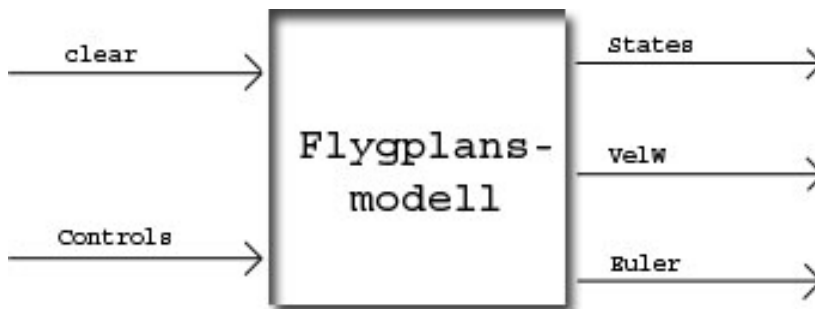
I detta kapitel beskrivs systemets flygplansmodell.

3.1 Inledande beskrivning av flygplansmodellen

Modellens uppgift är att simulera en enkel flygplansmodell med aerodynamiska krafter, motorkrafter och stelkroppsdyamik. För att projektets huvudsyfte, nyttan med reglerteknik, ska framgå tydligt ska modellen behandla ett flygfall då modellen är instabil.

3.2 Gränssnitt mot andra moduler

I figur 3 visas flygplansmodellens gränssnitt mot regulatorn och landningsmodellen. Signalerna beskrivs närmare i avsnitt 3.2.1 till 3.2.5.



Figur 3. Översiktlig beskrivning av in- och utsignaler för flygplansmodellen.

Flygplansmodellens in- och utsignaler är samma som i Aerosim-blockset förutom att insignalen clear har lagts till och utsignalerna Sensors, Ang Acc och Mass har utelämnats. På så sätt ökar systemets modularitet.

3.2.1 Controls

Insignalen controls från regulatorn är en vektor som består av sju element.

- Flap – beskriver vinkelutslaget i radianer för klaffarna (flaps).



- Elevator – beskriver vinkelutslaget (δ_e) i radianer för höjdrodren.
- Aileron – beskriver vinkelutslaget (δ_a) i radianer för skevrodren.
- Rudder – beskriver vinkelutslaget (δ_r) i radianer för sidrodret.
- Throttle – beskriver gaspådraget och ska anges mellan 0 och 1.
- Mixture – beskriver luft/bränsle-blandningen som skickas till motorn.
- Ignition – anger om motorn är på eller av (0 alt. 1).

3.2.2 Clear

Insignalen clear från landningsmodellen används för att nollställa flygplansmodellen vid start.

3.2.3 States

Utsignalen states är en vektor som består av femton element.

- VelB/Velocities – flygplanets hastighetskomponenter (u, v, w) i ett kroppsfixt koordinatsystem relativt marken.
- Angular rates – tre element som beskriver flygplanets vinkelhastigheter (p, q, r) i radianer kring flygplanets kroppsfixa koordinatsystem.
- Position – tre element som beskriver flygplanets position i det rumsfixa koordinatsystemet.
- Quaternions – fyra element som beskriver flygplanets vinklar.
- Fuel mass – nuvarande bränslevikt.
- Engine speed – motorhastighet.

3.2.4 VelW

Denna utsignal består av tre element.

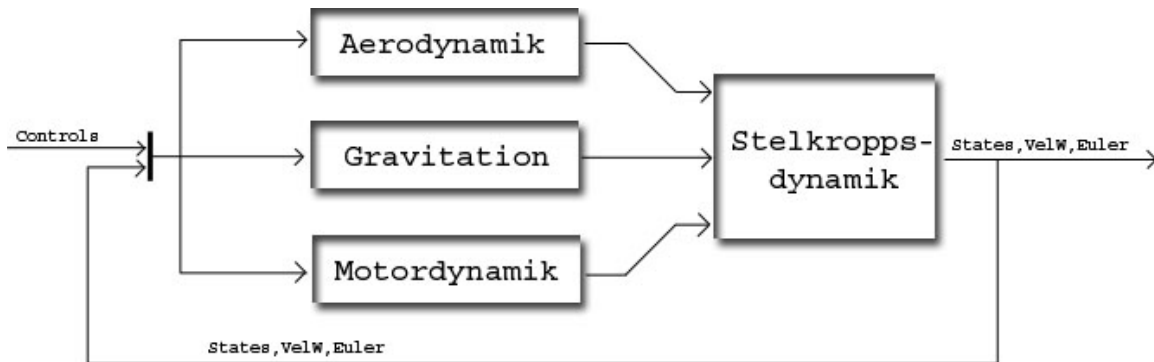
- Airspeed – hastighet relativt luften (I fallet ingen vind är airspeed detsamma som VelB).
- Sideslip – snedanblåsningsvinkeln i radianer.
- Angle of attack – anfallsvinkel i radianer.

3.2.5 Euler

Denna utsignal består av de tre eulervinklarna roll, pitch och yaw.

3.3 Flygplansmodellens uppbyggnad

Flygplansmodellen ska vara uppdelad i fyra skilda block, aerodynamikblock, gravitationsblock, motorblock samt ett block för stelkroppsdynamik, se figur 4. Denna uppdelning är vald med hänsyn till att det ska vara lätt att byta ut t.ex. motordynamiken mot en mer avancerad modell.

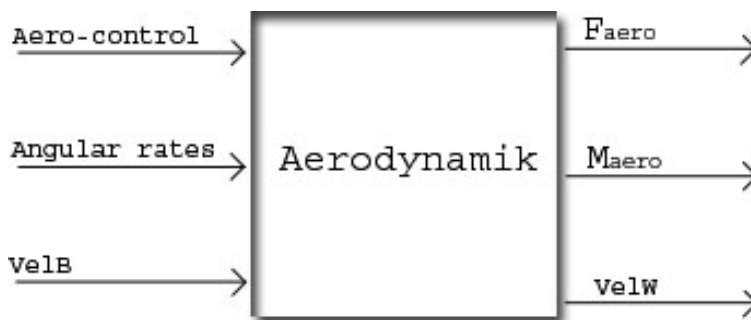


Figur 4. Principiellt blockschema över flygplansmodellen.

I följande avsnitt beskriver vi närmare varje del av flygplansmodellen. Där specificerar vi närmare vilka som är ut- och insignaler från varje block samt grundläggande funktionaliteten för de olika blocken.

3.3.1 Aerodynamikblocket

I det aerodynamiska blocket beräknas de aerodynamiska krafter och moment som påverkar flygplanet. Detta gör blocket utifrån värden på roderutslag, hasigheter och vinkelhastigheter. I den aerodynamiska kraftmodellen baseras beräkningarna på antagandet av att systemet endast är linjäriserat kring ett flygfall. I figur 5 ses aerodynamikblockets in- och utsignaler.



Figur 5. Det aerodynamiska delsystemets in- och utsignaler

Insignaler:

- Aerocontrol – vektor innehållande alla rodervinklar: flap, elevator, aileron och rudder.
- Angular Rates
- VelB/Velocities

Utsignaler:

- F_{aero} – den resulterande kraftvektorn (X, Y, Z) från aerodynamiken i det flygplansfixa koordinatsystemet.



- M_{aero} – den resulterande momentvektorn (L, M, N) från aerodynamiken i det flygplansfixa koordinatsystemet.
- VelW

Insignalerna Angular Rates och VelB är återkopplade ut signaler från stelkroppsdynamiken. Aerocontrol kommer från flygplansmodellens insignal Controls.

3.3.2 Motorblocket

Motorblocket är av det enklaste slaget. Det är inte en riktig motormodell utan snarare en modell som svarar på gaspådraget. Motorblocket tar en insignal, throttle (gaspådrag), och beräknar ur den framdrivningskraften (F_{prop}) och det moment (M_{prop}) motorn ger flygplanet. Detta sker med en enkel vektorvärd funktion, $F=g(x)$, där x är gaspådraget och där F är en vektor 3×1 som beskriver motorns kraft i det flygplansfixa koordinatsystemet.

3.3.3 Gravitationsblocket

Detta block har till uppgift att beräkna den resulterande gravitationspåverkan på flygplanet. Gravitationen antas vara konstant i hela flygrummet. Modellen levererar en vektor 3×1 , F_g , som utsignal. Denna innehåller gravitationens komponenter i det flygplansfixa koordinatsystemet. Som insignal tar blocket vektorn Quaternions från stelkroppsdynamiken. (Stevens 1992)

3.3.4 Stelkroppsdynamiken

Stelkroppsdynamikblocket tar in alla krafter och moment från aerodynamik-, motor- och gravitationsblocket och med hjälp av rörelseekvationer och kinematiska ekvationer beräknas hastigheter och lägen för flygplanet. Ekvationerna är baserade på att jorden antas vara platt.

Stelkroppsdynamiken är uppdelad i tre delsystem; total acceleration, totalt moment och rörelseekvationer, se figur 6, vars in- och ut signaler beskrivs nedan.

Total acceleration

Insignaler

- F_{aero}
- F_g – gravitationskraften på planet. Vektor 3×1 .
- F_{prop} – framdrivningskraft från motorn. Vektor 3×1 .
- F_{mark} – flygplanets normalkraft vid markkontakt vid landning och start. Motverkar krafter i flygplanets z-led, det vill säga $F_{mark} + F_{prop} + F_g + F_{aero} = 0$.

Utsignal

- Acc – flygplanets accelerationsvektor i ett kroppsfixt koordinatsystem relativt marken.



Totalt moment

Insignaler

- M_{aero}
- F_{prop}
- M_{prop}
- CGpos – Flygplanets tyngdpunkt (antas vara konstant).

Utsignal

- Moment – Flygplanets totala moment kring tyngdpunkten. Vektor 3x1.

Rörelseekvationer

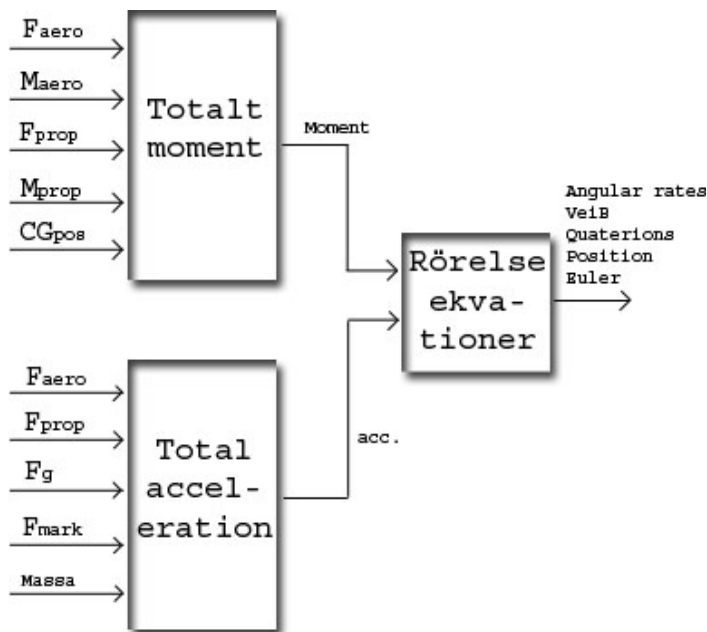
Insignaler

- Acc
- Moment

Utsignaler

- Angular rates
- VelB
- Quaternions
- Position
- Euler

Angular rates och VelB är flygplansmodellens tillstånd.



Figur 6. Stelkroppsdynamiken indelad i tre mindre delsystem.



4 Reglersystem

Det här kapitlet behandlar flygplanets reglersystem.

4.1 Inledande beskrivning av reglersystemet

Reglersystemet är länken mellan pilot och flygplansmodell. Här finns de regulatorer som sköter manövermod och autopilotmod samt den direkta kopplingen till flygplansmodellen för manuell styrning. Styr signaler från joysticken tas som insignal och räknas om till referenssignaler till regulatorerna som ger styr signaler till flygplansmodellen.

Reglersystemets uppgift är först och främst att stabilisera planet och sedan att få till önskad styrprestanda.

4.2 Gränssnitt mot andra moduler

För att kunna reglera och generera referenssignaler så återkopplas alla tillstånd från flygplansmodellen till reglersystemet via landningsmodellen. Landningsmodellen släpper igenom tillstånden obehandlade vid all flygning förutom landning. Även joysticksignaler är insignaler till regulatorn. Se figur 7.



Figur 7. Regulatorns in- och utsignaler.

4.2.1 Joysticksignaler

Detta är de signaler som genereras av joystickposition och knapptryckningar. Från joysticken fås följande:

- Axis – en 6x1 vektor med positioner på joystickens 6 axlar (uppåt, nedåt, höger, vänster samt vridning höger och vänster).
- Buttons – en 32x1 boolesk vektor med tillstånd på joystickens knappar (0 eller 1).
- POV – Värdet på ”hat-switchen”, det vill säga det lilla styrkorset ovanpå joysticken. Ges i heltal med betydelsen 0 = centrerad, 1 = uppåt, -1 = nedåt, 2 = höger, -2 = vänster.

4.2.2 States-, VelW- och Eulersignaler

Tillstånd från flygplansmodellen som via landningsmodellen återkopplas till regulatorn. Tillstånden fås som tre vektorer:

- States
- VelW
- Euler



För utförligare beskrivning av vektorena, se avsnitt 3.2.

4.2.3 Controls

Utsignalen controls är en vektor som består av sju element.

- flap
- elevator
- aileron
- rudder
- throttle
- mixture
- Ignition

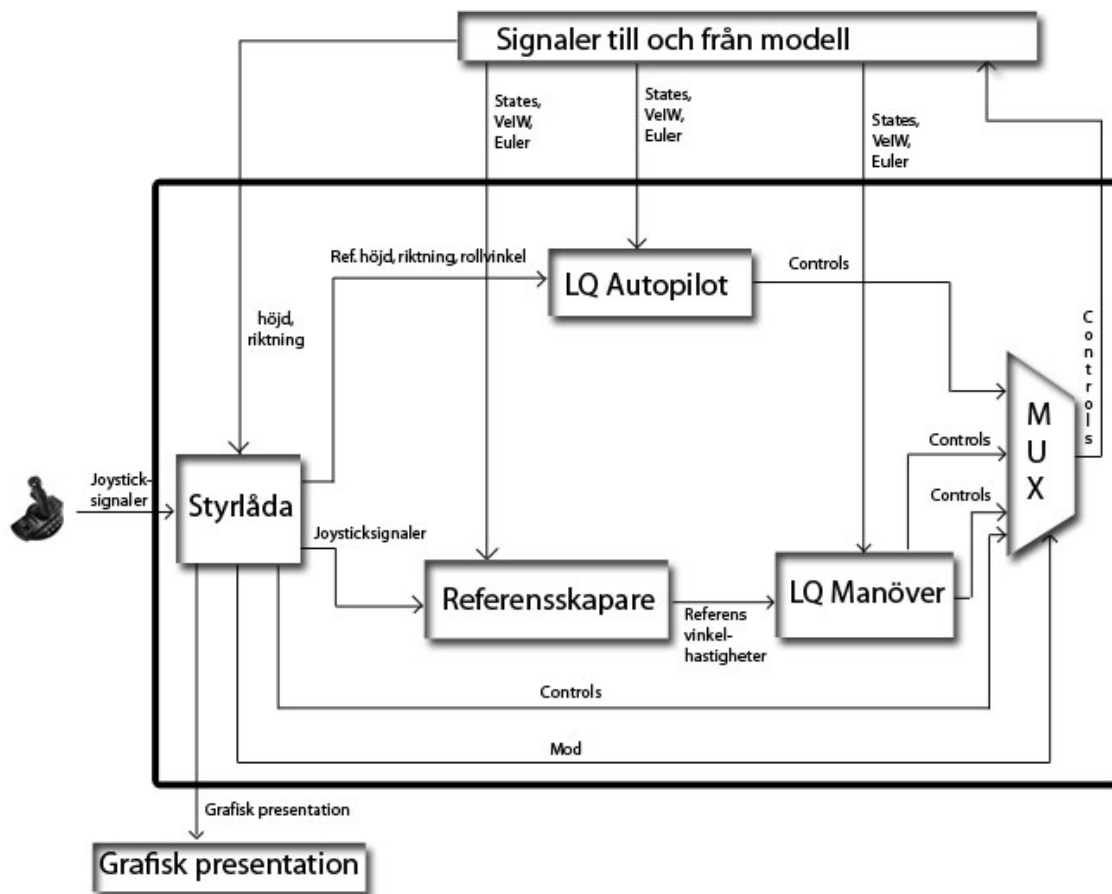
För utförligare beskrivning av vektorena, se avsnitt 3.2.

4.2.4 Grafisk presentation

Den här utsignalen från regulatorn innehåller flygplanets aktuella tillstånd som visuellt ska presenteras via ett Matlab/Simulink-fönster.

4.3 Reglersystemets uppbyggnad

Reglersystemet bygger på de fyra delsystemen styrlåda, referensskapare, LQ manöver och LQ Autopilot samt en MUX, se figur 8. MUX:en är till för att välja mellan styrsignalerna från de två regleringarna manövermod och autopilotmod samt den manuella styrningen. Vilken signal som går igenom MUX:en beror på vilken mod som är aktiv. Vi använder två separata LQ-regleringar för de två stabiliserade flygmoderna. Autopilotmoden fås från LQ Autopilot-blocket med referenssignaler från styrlådan. Manövermoden fås från LQ Manöver-blocket med referenssignaler från referensskaparen. Manuella styrningen skapas i styrlådan direkt från joysticksignalerna.

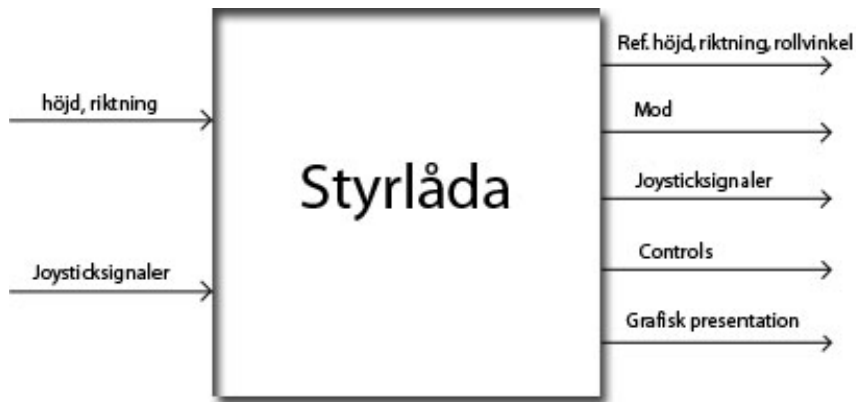


Figur 8. Reglersystemets uppbyggnad med dess delsystem

I nedanstående avsnitt beskrivs de olika delsystemen närmare.

4.3.1 Styrlåda

Styrlådan har till uppgift att bearbeta joysticksignalerna och sedan skicka ut rätt signaler till de andra delsystemen i regulatorm. Styrlådan håller även reda på i vilken mod flygplanet befinner sig samt flygplanets aktuella tillstånd. Dessa signaler visas för användaren via ett Matlab/Simulink-fönster. Återkopplingen från landningsmodellen består av aktuell höjd och riktning för flygplanet. Detta för att ett modbyte till autopilot ska ske smidigt. Då läser styrlådan av höjd samt riktning och sätter dessa som initiala referenser. I manövermod skickar styrlådan vidare joystickens signaler till referensskaparen. Då planet körs utan regulator gör styrlådan om joysticksignalerna till rodervinklar, gaspådrag och övriga styrsignaler så att de matchar controls.



Figur 9. In- och ut signaler för reglersystemets delsystem styrlådan

Insignaler:

- Joysticksignaler
- Återkopplad höjd och riktning

Utsignaler:

- Referensvärden på höjd, riktning och rollvinkel till LQ Autopilot
- Joystickvärden till referensskaparen
- Controls till MUX:en
- Aktuell mod till MUX:en
- Grafisk presentation

4.3.2 LQ Autopilot

Den automatiska styrningen ska se till att planet hamnar på rätt höjd, åker i önskad riktning samt ligger horisontellt. Detta ska uppnås genom att straffa skillnader i dessa tillstånd jämfört med referens med hjälp av LQ-reglering. Önskad höjd och riktning kan användaren själv bestämma via joystick. Önskad rollvinkel kommer alltid att sättas till noll grader. Figur 10 visar LQ Autopilotens in- och ut signaler.



Figur 10. In- och ut signaler för reglersystemets delsystem LQ Autopilot.

Insignaler:

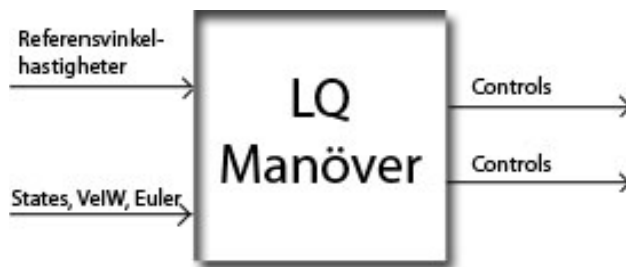
- Referensvärden på höjd, riktning och rollvinkel
- States, VeIW, Eulervinklar

Utsignal:

- Controls

4.3.3 LQ Manöver

För att flygplanet ska få ett stabilt uppförande i manövermod ska skillnader mellan flygplanets vinkelhastigheter och vinkelhastigheternas referensvärden straffas. De aktuella referenssignalerna fås från referensskaparen. Liksom i autopilotmod ska LQ-reglering användas för att straffa tillstånden. I manövermod ska två olika körstilar finnas som väljs med mod-signalen. Dessa kommer att implementeras som olika återkopplingsmatriser med olika straff på insignalerna. Ökat straff kommer då att motsvara ett långsammare uppförande. Figur 11 visar LQ Manöver-blockets in- och ut signaler.



Figur 11. In- och ut signaler för reglersystemets delsystem LQ Manöver.

Insignaler:

- Referensvärden på vinkelhastigheter
- States, VeIW, Eulervinklar

Utsignal:

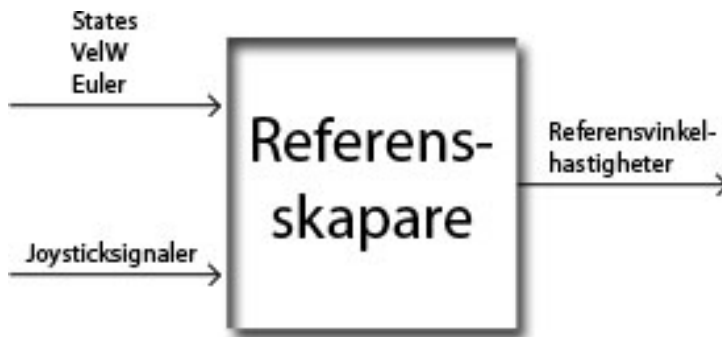
- Controls



4.3.4 Referensskaparen

Detta block tar in joysticksignalerna oförändrade och översätter dessa till vinkelhastigheter som motsvarar det önskade beteendet hos flygplanet.

Referensvinkelhastigheterna beror inte endast på joysticksignalerna utan även på de återkopplade tillstånden som exempelvis hastighet och läge. Detta görs för att i största möjligaste mån få det instabila flygplanet att bete sig som ett konventionellt flygplan. Översättning till vinkelhastigheter görs för att få signaler som det lätt går att detektera instabiliteten mot i LQ Manöverblocket. Figur 12 visar referensskaparens in- och utsignaler.



Figur 12. In- och utsignaler för reglersystemets delsystem referensskaparen.

Insignaler:

- Joysticksignaler
- Återkopplade tillstånd från flygplansmodell

Utsignaler:

- Referensvinkelhastigheter till LQ Manöver

5 Landningsmodell

I det här kapitlet beskrivs hur flygplanets landning ska behandlas.

5.1 Inledande beskrivning av landningsmodellen

Den här modellen har till uppgift att ta hand om flygplanets landning. Modellen är avsedd att användas på en på förhand bestämd flygplats där flygplanet ska kunna landa. På den specifika flygplatsen är omgivningen redan känd, dvs. markhöjd och landningsbanans position.

5.2 Gränssnitt mot andra moduler

Modellen har States- och Eulervektorerna (se definition under avsnitt 3.2) som insignal från flygplansmodellen och utsignal till FlightGear och regulatorn.

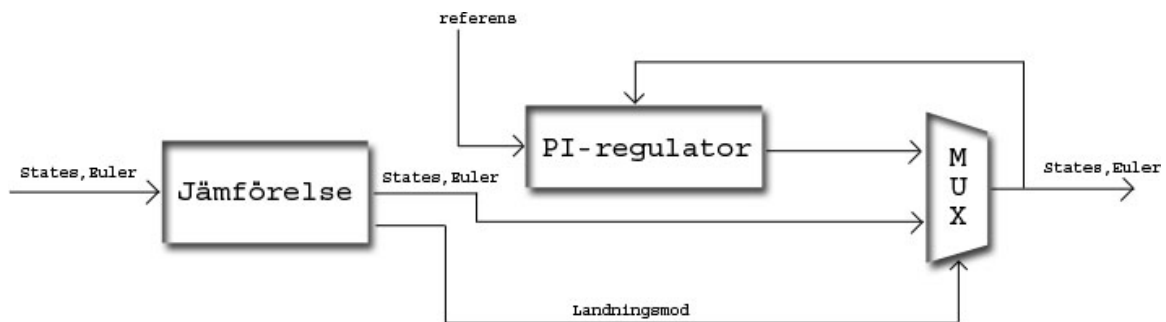


5.3 Landningsmodellens uppbyggnad

Modellen läser av positionsvektorn från flygplansmodellen för att avgöra om flygplanet befinner sig inom ett på förhand avgränsat område i närheten av flygplatsen. Om flygplanet inte befinner sig inom det specificerade området skickas insignalerna från flygplansmodellen obehandlade genom landningsmodellen vidare till regulatören och FlightGear. Om däremot flygplanet är på väg ned för landning, vilket landningsmodellen utläser ur landningsmoden, tar landningsmodellen över flygplanets reglering med hjälp av återkopplande PI-regulatorer. Landningsmodellen återkopplar utsignalerna som skickas till FlightGear och regulatören och styr dessa återkopplade signaler till givna referensvärden. Referensvärdena är baserade på att flygplanet står stilla på landningsbanan.

Utsignalerna från landningsmodellen styrs av en landningsmod. Vid start nollställs den och styr att flygmodellens ut signaler släpps igenom landningsmodellen. När rätt villkor (exempelvis position) för landning uppfylls ettställs den vilket medför att landningsmodellen tar över regleringen med PI-regulatorerna vars ut signaler skickas till FlightGear. Även regulatören får dessa ut signaler, men då regulatören inte är anpassad för landning är det landningsmodellen som helt styr flygplanet till dess att landningen är genomförd i och med att vid landning behandlas inte ut signalerna från flygmodellen. Det betyder att ut signalerna från joysticken saknar funktion vid landning. Figur 13 visar landningsmodellens uppbyggnad i delsystem.

När flygplanet har landat nollställs flygmodellen och regulatören för att dessa ska kunna ta över kontrollen av flygplanet med rätt värden. För att inte flygplanet ska falla igenom marken finns en motverkande kraft i flygmodellen som beskrivs närmare i avsnitt 3.3.4.



Figur 13. Landningsmodellens uppbyggnad i delsystem.

5.4 Begränsningar

Flygplanet kan endast landa på ett fördefinierat område. Kommer flygplanet i kontakt med markytan på andra ställen flyger flygplanet rakt igenom. Landningsmodellen tar heller inte hänsyn till om flygplanet har orimliga värden på exempelvis hastighet vid inflygning till landning. Det enda som krävs för att landa på den specifika flygplatsen är att flygplanet befinner sig på rätt position. Detta är något som kan utvecklas för att skapa



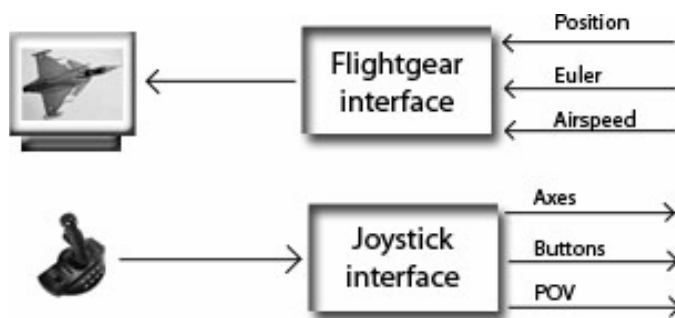
en mer realistisk landning. Det kan också vara nödvändigt att utveckla för att PI-regulatorerna ska hinna med att reglera till referensvärdena utan att flyga under marknivå.

6 Användarinterface

Det här kapitlet beskriver hur användarinterfacet ska behandlas.

6.1 Inledande beskrivning av användarinterface

Användarinterfacet har endast hand om kommunikationen mellan användare och flygsimulatorens, se figur 14. Detta innefattar den grafiska visualiseringen som sker genom FlightGear samt användarens styrning via joysticken. Viss visuell presentation kommer att ske i simulinkblocken för de andra delsystemen men detta räknas inte till användarinterfacet. Översättning av signaler från Simulink till FlightGear och från joystick till simulink sker med redan implementerade simulinkblock från Aerosim-blockset. Den version av FlightGear som används är modifierad med nyskapade flygplans- och terrängfiler för en roligare flygning.



Figur 14. Användarinterfacets delsystem

6.2 Gränssnitt mellan Joystick och reglersystem

Blocket joystick interface från Aerosim-blockset läser av den inkopplade joysticken och ger följande signaler till reglersystemet.

- Axis – en 6x1 vektor med positioner på joystickens 6 axlar (uppåt, nedåt, höger, vänster samt vridning höger och vänster).
- Buttons – en 32x1 boolesk vektor med tillstånd på joystickens knappar (0 eller 1).
- POV – Värdet på "hat-switchen", det lilla styrkorset ovanpå joysticken. Ges i heltal med betydelsen 0 = centrerad, 1 = uppåt, -1 = nedåt, 2 = höger, -2 = vänster.

6.3 Gränssnitt mellan FlightGear och landningsmodell

Blocket FlightGear interface från Aerosim-blockset tar emot nedanstående signaler och översätter till FlightGear.

- Position – en 3x1 vektor med positionen för flygplanet.
- Euler – en 3x1 vektor med flygplanets eulervinklar.
- Airspeed – skalärt värde på hastighet relativt vinden.

För närmare beskrivning av utsignalerna, se avsnitt 3.2.



Referenser

Stevens, Brian L. *Aircraft control and simulation* ; Brian L. Stevens, Frank L. Lewis cop.
1992