

Arbetsuppgift 1: Dockning av satelliter

Satelliter används idag flitigt, både för kommersiell användning (väder, telekommunikation, etc.) och för forskningsändamål. Ibland behöver två satelliter kopplas ihop, vilket benämns att satelliterna dockar.

Uppgiften går ut på att skriva en subrutin till ett enkelt simuleringsprogram som körs i MATLAB samt att prova på en motsvarande simulering med SIMULINK. Före, under och efter dockningen så rör sig satelliterna enligt fysikens lagar. Subrutinen ska innehålla den fysikaliska delen av dockningen. Vi gör här antagandet att alla yttre krafter, såsom gravitationskrafter från jorden, kan försummas. Vidare försummar vi att satelliterna rör sig i omloppsbanor runt jorden, och antar istället att satelliterna rör sig längs en rät linje.

I simuleringsprogrammet (MATLAB) antas att den ena satelliten befinner sig i vila, medan den andra kan röra sig i en dimension genom att påverkas av (raket)krafter framåt eller bakåt. Storleken av kraftpåverkan bestäms av användaren av simuleringsprogrammet. Vid anrop av subrutinen finns i in-variablerna kännedom om satelliternas läge och hastighet vid tiden t , samt storleken på den kraft som påverkar den ena satelliten. Subrutinens uppgift är att bestämma båda satelliternas lägen och hastigheter vid tiden $t+\Delta t$, där Δt är ett litet tidssteg (ges som in-variabel). Speciellt ska subrutinen bestämma om dockning sker inom tidssteget, och i så fall bestämma hur det sammansatta systemet rör sig efter dockningen.

För att dockningen ska lyckas så krävs förutom att satelliterna kommer i kontakt, att hastigheten inte är alltför stor. Om detta är uppfyllt kan dockningen fysikaliskt sett betraktas som en (fullständigt) inelastisk stöt. Om istället hastigheten är för stor, så antas att satelliterna genomgår en elastisk kollision, utan att docka.

Mer information om dockningen finns i kommentarerna i simuleringsprogrammet. Uppdateringen av variablerna sker i slutet av filen.

I SIMULINK-delen av uppgiften ska ett blockdiagram ritas för att kunna simulera hur den första satelliten rör sig mot den andra satelliten. Simuleringen ska vara tidskontinuerlig och kunna avgöra om satelliterna "krockar" eller "dockar" med varandra.

Förutom att konstruera subrutinen i MATLAB samt blockdiagrammet i SIMULINK, så ingår det i uppgiften att skriva en kort rapport (2-3 sidor) som beskriver den fysik som utnyttjas i subrutinen. Rapporten ska formuleras med egna ord (kopiering av text från t.ex. läroböcker är ej tillåtet) och innehålla svar på och diskussion av "kompletterande frågor" som ingår i instruktionsmaterialet till arbetsuppgiften.

Sammanfattning av krav för godkänd arbetsuppgift

- Godkänd plan för arbetsuppgiften.
- Skriva en korrekt fungerande subrutin till ett MATLAB-simuleringsprogram för satellitdockning (1 per grupp).
- Rita ett korrekt blockdiagram i SIMULINK för simulering av hur den första satelliten rör sig mot den andra satelliten före dockningen. Illustrera en genomförd dockning med hjälp av grafer (plottar) som visar läge och hastighet som funktion av tiden för den första satelliten fram till dockningen.
- Skriva en rapport (1 per grupp) som innehåller en beskrivning av fysiken i subrutinen (MATLAB). Blockdiagram + plottar från SIMULINK bifogas rapporten.
- Hålla en muntlig presentation där resultatet presenteras (gruppredovisning).

Material till arbetsuppgiften

- Problemformulering (detta dokument)
- Kompletterande frågor (detta dokument)
- Mål för arbetsuppgift (detta dokument)
- Läsanvisningar (detta dokument)
- Ofullständigt simuleringsprogram (MATLAB), på Itslearning
- Ofullständigt blockdiagram (SIMULINK), på Itslearning
- Laborationsmanual med bilagor
- Föreläsningsanteckningar

Kompletterande frågor

Lösningen till problemet ska i sin redogörelse innehålla svar på nedan frågor. Svaren ska ges med egna ord och bör bakas in i texten i rapporten, snarare än att anges explicit fråga för fråga.

- Definition av begreppet hastighet, och hur denna definition kan utnyttjas till att beräkna en förflyttning under ett tidsintervall Δt .
- Definition av begreppet acceleration, och hur denna definition kan utnyttjas till att beräkna en hastighetsförändring under ett tidsintervall Δt .
- Definition av begreppet hastighet, och hur denna definition kan utnyttjas till att beräkna en förflyttning under ett tidsintervall Δt .
- Skillnaden mellan en tidsdiskret och en tidskontinuerlig simulering av hastighet och acceleration.
- Vad som menas med ett frilägningsdiagram?
- Vilken betydelse har Newtons andra lag vid behandlingen av problem?
- Vilken betydelse har Newtons tredje lag vid behandlingen av problem?
- Vad menas med att ett system är i (mekanisk) jämvikt?
- Vad menas med tröghet? Vad är ett mått på ett objekts tröghet?
- Om ett objekt ges en viss acceleration, hur stor kraft behövs?
- Vad är rörelsemängd och vad är impuls?
- Vad menas med en elastisk, respektive oelastisk stöt?
- Redogör för vilka villkor som måste gälla för att rörelsemängden ska bevaras.
- Hur definieras rörelseenergi och lägesenergi?
- Redogör för vilka villkor som måste gälla för att olika typer av energi ska bevaras.
- Vilket samband finns mellan masscentrum för ett system, dess rörelse och totala rörelsemängden för systemet.

Arbetsuppgiftens mål

Efter genomförd arbetsuppgift så ska studenten kunna

- redogöra för definitionen av begreppet hastighet, samt använda denna definition till att beräkna en förflyttning under ett tidsintervall Δt ,
- redogöra för definitionen av begreppet acceleration, samt använda denna definition till att beräkna en hastighetsförändring under ett tidsintervall Δt ,
- konstruera ett friläggningsdiagram i en given problemställning där krafter verkar,
- redogöra för vad som menas med (mekanisk) jämvikt, samt utnyttja detta för att analysera ett givet system,
- redogöra för Newtons rörelselagar,
- redogöra för hur stora krafter kan uppstå vid kollisioner mellan objekt, genom att utnyttja bevarande av rörelsemängd och impuls,
- redogöra för i vilka situationer som rörelsemängd kan bevaras,
- redogöra för i vilka situationer som energi kan bevaras,
- göra en kvalitativ modell av ett dynamiskt system, d.v.s ett system som förändrar sitt rörelsetillstånd, antingen genom kollisioner eller genom annan kraftpåverkan,
- redogöra för hur masscentrum kan beräknas, samt masscentrums rörelse samt
- föra en kvalitativ diskussion om det fysikaliska begreppet tröghet.

Läsanvisningar

De kunskaper som behövs för att kunna lösa arbetsuppgiften kan inhämtas från nedan avsnitt i respektive referensbok. Dessa avsnitt bör läsas grundligt. Utnyttja gruppen och schemalagda frågetimmar till att fråga på sådant du inte förstår.

	Ämne/område	Bok	Kapitel	Sidor
*	En-dimensionell kinematik (läge, hastighet och acceleration)	Walker, 3rd ed.	2-1 -- 2-4	17-29
	--- " ---	Walker, 4th ed.	2-1 -- 2-4	19-30
	--- " ---	Cutnell & Johnson, 4th ed.	2.1 -- 2.3	26-34
	--- " ---	Fishbane m.fl., 3rd ed.	2-1 -- 2-3	28-39
*	Newtons rörelselagar	Walker, 3rd ed.	5-1 -- 5-4	107-121
	--- " ---	Walker, 4th ed.	5-1 -- 5-4	111-125
	--- " ---	Cutnell & Johnson, 4th ed.	4.1 -- 4.5	86-94
	--- " ---	Fishbane m.fl., 3rd ed.	4-1 -- 4-5	88-108
*	Rörelsemängd och impuls	Walker, 3rd ed.	9-1 -- 9-4	240-252
	--- " ---	Walker, 4th ed.	9-1 -- 9-4	255-266
	--- " ---	Cutnell & Johnson, 4th ed.	7.1 -- 7.2	189-199
	--- " ---	Fishbane m.fl., 3rd ed.	8-1 -- 8-2	210-215
*	Inelastisk och elastisk stöt	Walker, 3rd ed.	9-5 -- 9-7	253-269
	--- " ---	Walker, 4th ed.	9-5 -- 9-7	267-284
	--- " ---	Cutnell & Johnson, 4th ed.	7.3	200-202
	--- " ---	Fishbane m.fl., 3rd ed.	8-3 -- 8-4	216-222