

Kurs-PM för HE1038 Styr- och Reglerteknik 7,5 hp HE1039 Reglerteknik 6,0 hp

VT2022

Reglerteknik är den gren inom ingenjörsvetenskapen som har till uppgift att utveckla allmänna metoder för styrning av system i enlighet med givna intentioner. Reglerteknik är ett tvärvetenskapligt ämne inom tekniken. Det innebär att det används inom många branscher såsom energiteknik, elektronik, elkraftteknik, kemiteknik och många andra branscher. Teorierna och metoder inom ämnet kan även användas för att analysera återkopplade system inom områden såsom biologi, ekonomi.

Kursen behandlar system och tekniker för styrning och reglering av enkla processer. Linjära återkopplade system modelleras med hjälp av differentialekvationer och Laplacetransformer. Begreppet överföringsfunktion används för att beräkna samband mellan ut- och insignaler. Metoder för analys av stabilitet, snabbhet, noggrannhet och störningskänslighet hos återkopplade system behandlas. Dessutom behandlas diskretisering av diskontinuerliga system samt dimensionering av tidsdiskreta regulatorer.

I kursen (gäller kursen HE1038) ges introduktion till styrteknik och automation samt programmerbara styrsystem.

Ur kursplanen

Lärandemål

Efter fullgjord kurs ska studenten kunna:

- Förstå och använda begreppen system, signaler och modeller
- Konstruera matematiska modeller av signaler och system
- Beskriva och analysera såväl tidskontinuerliga som tidsdiskreta signaler och system i både tids- som frekvensplanet
- Förstå och analysera återkopplingar med avseende på stabilitet, robusthet, noggrannhet och snabbhet
- Förstå och designa olika typer av regulator som tex PID-regulator, lead/lag-kompensering, framkoppling, polplacering, mm.
- Känna till implementeringsaspekter såsom sampling, aliasfenomen och windup

Litteratur

Thomas Bertil. Modern Reglerteknik (MR). Liber
Thomas Bertil. Modern Reglerteknik övningsbok (MRÖ). Liber
Formelsamling i Reglerteknik
Kompletterande material i styrteknik, laborationshandledningar mm.

Examinationsmoment

TEN1 – Tentamen, 4,0 hp, A, B, C, D, E, Fx, F

LAB1 – Laboration, 1,5 hp, P, F (endast för HE1038)

LAB2 – Inlämningsuppgift, 2,0 hp, P,F (för båda kurserna)

Kursens delar och deras utsträckning i tid

Under period 3 genomförs teorikursen med föreläsningar, övningar, en datorövning och fyra laborationer. Teoridelen av kursen tenteras under tentamensperioden efter period 3.

Angående tentamen

Ordinarie tentamen äger rum torsdag 18/3 – 2022, och omtentamen under omtentaperioden i juni 2022, dvs. 10/6 – 2022. Se schemat för tidpunkterna.

(Om inget annat besked ges kommer tentamen att vara en salstentamen)

Lärare på kursen

Elias Said,

kursansvarig och examinator,

08-790 4819,

esaid@kth.se

Lars Olov Carlheim,

Laborationsmomentet i styrteknik,

Krav för slutbetyg

Godkänd tentamen (TEN1; 6 hp), betygsskalan A-F.

Godkända laborationer och inlämningsuppgiften (LAB1 och LAB2; 1,5 hp och 2,0 hp), betygsskalan P/F

(Observera att laborationsmomentet måste vara helt avklarat under vårterminen av läsåret 2021/2022, annars får hela laborationsmomentet göras om).

Slutbetyg grundas på samtliga moment. Betygsskala A-F.

Allmän information

För ett lyckat resultat på kursen är det viktigt med ett kontinuerligt studiearbete redan från kursens början. En del laborationer innehåller förberedelseuppgifter som skall vara lösta och gjorda före laborationens start. Oförberedda studenter har ej rätt att delta i laborationerna.

All kursmaterial, dvs. detaljplanering, Lab instruktioner, inlämningsuppgiften, tidigare givna tentamen, etc. kommer att finnas på kursens hemsida i Canvas. Hemsidan uppdateras kontinuerligt under kursens gång.

Detaljplanering för kursen HE1038 och HE1039, VT22, period 3

Föreläsningar och övningar

Föreläsningarna samt övningarna kommer att ges digitalt pga. den rådande situationen. (Beroende på situationen kan undervisningen övergå till hybridform. Digitala tillfällen kommer att nås via Zoomlänken som publiceras på kursens hemsida i Canvas.

Föreläsning	Beskrivning	Sid- kapitelhänvisning	Viktiga exempel
Fö 1	Introduktion av reglerteknik och återkopplingens princip	Sid 1-27 (MR)	Sid 15,18 (MR)
Fö 2	Repetition av dynamiska system, Laplacetransformen överföringsfunktioner, frekvensfunktioner, mm	Sid 71-94, 99-116 (MR)	Sid 75, 76, 90, 92, 103, 107, 108, 110, 113 (MR)
Fö 3	Repetition av dynamiska system, Laplacetransformen överföringsfunktioner, frekvensfunktioner Sammansatta system, blockschematransformationer	Sid 124-130, 133-137 (MR)	Sid 127, 128 (MR)
Fö 4	Analys av linjära tidskontinuerliga system; Transient- och frekvensanalys (Bodediagram)	Sid 137-153, (MR)	Sid 140, 150, 152 (MR)
Fö 5	Egenskaper hos återkopplade system; Statisk noggrannhet Snabbhet	Sid 170-174, 176-177 (MR)	Sid 170, 173 (MR)
Fö 6	Egenskaper hos återkopplade system; Stabilitet (Ruth-Hurwitz- och Nyquistkriteriet, Stabilitetsmarginaler)	Sid 160-170 (MR)	Sid 165, 168(MR)
Fö 7	Dimensionering av reglersystem: PID-regulatorn, Ziegler-Nicholls metod	Sid 54-70, 194-202 (MR)	Sid 55, 60, 62, 67, 198, 199(MR)
Fö 8	Modellbaserad reglerdesign i frekvensplanet (PID, PI-lag, PD-lead)	Sid 204-214 (MR) Föreläsningsanteckningar	Sid 208, 212 (MR)
Fö 9	Forts. Modellbaserad reglerdesign i frekvensplanet (PID, PI-lag, PD-lead)	Föreläsningsanteckningar	
Fö 10	Kaskadkoppling, framkoppling, parametrisk optimering	Sid 243-247 (MR) Föreläsningsanteckningar	Sid 246 (MR)
Fö 11	Introduktion av digitala reglersystem, differensekvationer, Z-transformen, frekvensanalys	Sid 296-301, 304-319 (MR)	Sid 313, 315 (MR)
Fö 12	Diskretisering av tidskontinuerliga processmodeller Dynamik och stabilitet, Routh-Hurwitz stabilitetskriterium	Sid 320-322, 327-331, 333-335, 343-345, 348-351 (MR) Föreläsningsanteckningar	Sid 321, 328, 344, 348 (MR)
Fö 13	Dimensionering av tidsdiskreta regulatorer; polplaceringsregulator	Sid 358-366 (MR)	Sid 360, 357, 364 (MR)

Fö 14		Polplaceringsregulator: integralverkan, val av polplacering	Sid 366-370 (MR) Föreläsningsanteckningar	Sid 367 (MR)
Fö 15		Repetition - Sammanfattning		

Rekommenderade övningsuppgifter

Alla "rekommenderade" övningsuppgifter speglar kursinnehållet och förväntas vid tentamenstillfället vara förstådda av studenten!

Övningstillfällena kommer att kombinera både genomgång av uppgifter och räknestuga dvs. möjlighet till frågor och genomgång av föreslagna uppgifter/övningar.

Vecka	Övningsuppgifter
4	1.2, 2.1, 6.1 a-e, 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 6.14, 7.1, 7.6, 8.1-8.4, 8.5 a,b,c, 9.1, 9.2, 9.4, 9.8, 9.10, 9.11, 10.11-10.17
5	10.1-10.3, 10.4a, 10.7-10.10, 11.1-11.3, 11.6a, 11.8,
6	Extra övningsuppgifter "Modellbaserad reglerdesign", 11.9a,b,c, 11.10, 11.11, 11.12, 11.16, 11.17, 11.18
7	12.11, 12.12, 16.1, 16.4, 16.5, 16.7,
8	17.1a,b,c,f, 17.2, 18.6-18.9, 19.5-19.9, 19.12
9	19.5-19.9, 19.12, Repetition

Nyttiga förkunskaper i matematik:

Differentialekvationer

De vanligaste metoderna att lösa integraler

Differensekvationer

Derivata – deriveringsregler

Laplace- och Z-transformerna

Trigonometriska funktioner och deras inverser

Komplexa tal

Exponential och logaritmfunktioner

Kursens LAB-moment, LAB1 och LAB2

Innehållet i instruktioner för varje laboration kan komma att uppdateras eller ändras under kursens gång.

Godkänt på alla laborationsdelar är obligatoriskt för godkänt (P) på lab-momentet i kursen. Kursens laborationsmoment anses vara underkänt och därmed erhålls betyget F om det inte blir godkänt under det vårterminen kursen ges, dvs. under VT22.

Datorlaboration: Inlämningsuppgift i MATLAB/Simulink

LAB1 – 2,0 hp: [Temperaturreglering](#) (Instruktionen finns på Canvas)

Laborationen handlar om modellering och analys av en dubbeltankprocess samt design av tidskontinuerliga och tidsdiskreta regulatorer.

Schemalagda datorlaborationers tillfällen är frivilliga och endast handledning ges av uppgiften, dvs. ej genomgång ges vid dessa tillfällen.

Redovisning/Rapport (en rapport lämnas in per grupp)

Redovisningen av inlämningsuppgiften sker via en rapport som lämnas in gruppvis senast en vecka efter tentamen. Rapporten ska vara strukturerad, tydlig och skriven på ett sådant sätt att ni tydligt beskriva vad ni gjort och m. h. a. figurer och förklaringar kunna motivera era slutsatser och val. Då ni använder figurer från MATLAB/Simulink måste de innehålla korrekta benämningar på axlarna och ha en titel.

Sista inlämningsdag = fredag den 27 mars! Inlämningen sker via inlämningsfunktionen i Canvas

Laborationer i styrteknikdelen (gäller kursen HE1038)

Föreläsningar och laborationer med inriktning mot programmering av styrsystem.

Examination och Tentamen

Vid tentamen kan betygen F, Fx, E, D, C, B eller A erhållas. Tentamen kommer att vara uppdelad i två delar. Denna uppdelning kommer att introduceras under kursomgång VT22 enligt följande:

- **Den första delen avser betygen D och E.** Den omfattar grundläggande kännedom om hela kursmaterialet samt alla punkter som krävs för ett godkänt betyg under lärandemål som är angivna under lärandemål.
- **Den andra delen avser betygen A, B och C.** Den omfattar alla punkter som krävs för högre betygsnivå som är angivna under lärandemål. För att erhålla något av betygen A, B eller C måste kravet för betyget D vara uppfyllt.

(Hur tentamens poängfördelning ser ut kommer att presenteras under första halvan av perioden)

Hjälpmedel vid tentamen: kursens formelsamling samt miniräknare

Komplettering

En student som erhållit betyget Fx vid tentamen har rätt till komplettering till betyget E. Fx är ett underkänt betyg. Om kompletteringen är godkänd rapporteras betyget E, annars rapporteras betyget F.

Anmälan om komplettering ska göras till examinator senast fem vardagar efter offentliggörandet av tentamensresultat. Examinator beslutar om hur kompletteringen ska ske. Tidpunkten för komplettering bestämmas av examinator i samråd med tentanden.

Viktigt:

Vid kursens alla examinationsmoment är studenten skyldig att ta del av och följa givna instruktioner om vad som gäller vid examinationen. Om instruktionerna inte följs det kan leda till disciplinära påföljder i form av varning eller avstängning.

I fråga om skriftlig tentamen (salstentamen, kontrollskrivningar,) framgår eventuella konsekvenser i anvisning om tentamensregler vid KTH som hittas på KTH:s hemsida [Skriftlig tentamen | Student \(kth.se\)](#) och [Anvisning tentamensregler1 mall 180629 \(003\).pdf \(kth.se\)](#) sida 11 - 14.

Att höja ett godkänt betyg (plussning) i det sjugradiga betygssystemet

För kursmoduler som betygssätts enligt det sjugradiga betygssystemet (A, B, C, D, E, Fx och F) finns möjlighet till plussning av ett godkänt betyg för att uppnå ett högre betyg.

Vid plussning skall följande punkter noteras:

- Det gäller dock inte för kurs som ingår i en redan utfärdad examen eller kurs för examensarbete.
- Det gäller inte heller i de fall examinator bedömer att plussning inte kan komma ifråga, exempelvis vid vissa projektarbeten, seminarier eller laborationer.
- Om plussning tillåts ska det genomföras vid ordinarie examination eller vid tillfälle för omexamination. Det anordnas **inte** ett särskilt tillfälle för plussning.