

Kursinformation

Välkommen till EL1010 Reglerteknik, allmän kurs

period 2, 2022/2023: 6 hp

Kursinnehåll: Kursen behandlar metoder för analys och design av återkopplade dynamiska system.

Lärare

Kursansvarig och föreläsare:

Jonas Mårtensson [jonas1@kth.se \(mailto:jonas1@kth.se\)](mailto:jonas1@kth.se)

Övningsassistenter (English):

Frank Jiang, [frankji@kth.se \(mailto:frankji@kth.se\)](mailto:frankji@kth.se), Group A

Victor Nan Fernandez-Ayala, [vnfa@kth.se \(mailto:vnfa@kth.se\)](mailto:vnfa@kth.se), Group B

Group C, not offered

Elisa Bin, [ebin@kth.se \(mailto:xiao2@kth.se\)](mailto:ebin@kth.se), Group D

Yu Xing, [yuxing2@kth.se, \(mailto:yuxing2@kth.se\)](mailto:yuxing2@kth.se) Group E

Labbassistenter

Alejandro, alejpr@kth.se

Gunnar, gsig@kth.se

Omid, omidm@kth.se

[\(mailto:jezdimir@kth.se\)](mailto:jezdimir@kth.se)

Kursadministration:

Kontakta studentservice för de flesta administrativa ärenden:

<https://www.kth.se/eecs/kontakt/studentexpedition-eecs-1.21727>

<https://www.kth.se/eecs/kontakt/studentexpedition-eecs-1.21727>

Kursnämndsrepresentanter

Kontakta föreläsaren om du är intresserad av att var med i kursnämnden.

Föreläsningar

Föreläsningsanteckningar: [F_rel_sningsanteckningar_EL1010.pdf](#)

(<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5959442?wrap=1>) ↓

(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5959442/download?download_frd=1)

(Uppdateras efterhand, men jag kan inte lova att det hinns med hela tiden)

Frl	Kapitel	Innehåll
F1	1.1-1.4	Inledning
F2	1.5-3.6	Återkoppling, PID-reglering
F2+		Repetition Laplacetransformen
F3	3.7-3.8	Stabilitet, nyquistkriteriet
F4	4.1-5.3	Frekvensbeskrivning, bodediagram
F5	5.4-5.6	Kompensering I
F6	5.4-5.6	Kompensering II
F7	6	Känslighet och robusthet
F8	8.1-8.6	Tillståndsbeskrivning
F9	8.7-9.2	Styrbarhet och observerbarhet
F10	9.4-9.6	Tillståndsåterkoppling, observatör
F11	7	Regulatorstrukturer
F12	10	Implementering
F13	11	Sammanfattning

Hänvisningarna avser kapitelavsnitt i Glad-Ljung, Reglerteknik, 4:e upplagen.

Repetitionseminarium: Laplacetransformen

Den 1 november kl. 15-17 har vi en repetition av Laplacetransformen (efter andra föreläsningen) *för den som behöver friska upp sina kunskaper i ämnet.*

Övningar

Övningarna kommer att hållas med fyra grupper vid två olika tillfällen, AB(C) och DE.

All groups are given in English.

Tre av övningstillfällena (Övn 4, 7 och 11) är datorövningar, men ges i vanlig sal. Medtag egen dator med Matlab.

Innehåll och hemuppgifter avser tal i övningsexempelsamlingen:

Övn	Innehåll	Hemuppgifter/räknestuga	Ytterligare hemuppgifter
1	2.11, 2.10, 2.5	2.9, 2.4, LAB1 förberedelse	1.12, 1.13
2	3.24, 3.1	3.3, 3.27, 3.28	2.12, 2.15
3	3.2, 3.6ad	3.6bc, 3.11, (3.5b)	3.4, 3.7, 3.13
4	2.6, 2.7, 3.4		
5	3.14, 3.16	3.18, 3.19	
6	4.1, 4.9, 4.11b	4.7, 4.2bc, 5.8a, 5.11a	
7	3.21, 3.22, 3.23, 4.5		
8	4.13, 5.20	4.4, 5.5, 5.11, 5.9	
9	6.1, 6.7, 8.3, 8.6	6.3, 6.8, 8.14, 8.7	
10	8.4c, 8.2, 8.13	8.10, 8.11, 8.19, 8.20	
11	5.13, 9.14ab, 6.10		
12	9.4, 9.8	9.13a, 9.10, 9.2	
13	11.2, 11.1, 11.3	7.3	

Huvudsakligen kommer uppgifter i kolumnen "Innehåll" att räknas på övningarna. Övningarna kommer vara en blandning av guidade instruktioner och eget arbete. "Hemuppgifter" bör räknas på egen hand eller under räknestugorna. Lösningförslag finns i övningshäftet.

Datorövningarna görs i beräkningsprogrammet MATLAB. Dessa övningar genomförs i vanliga lektionssalar. Medtag egen dator samt övnings- och lösningssamling, där MATLAB-instruktioner finns. *Genomförda datorövningar är en förutsättning för datorprojektet.*

Räknestugor

För att uppmuntra egen lösning av räkneproblem, som är en viktig framgångsfaktor för att klara kursen, så har vi räknestugor varje vecka. Räknestugorna är också bra tillfällen att få svar på frågor angående kursmaterialet.

Laborationer (LAB1 och LAB2)

LAB1 utförs under vecka 44-46 och LAB2 under vecka 48-49 i Reglertekniks undervisningslab på Malvinas väg 10, plan 2. Labbarna utförs med tio personer i tvåtimmarspass. För laborationerna fordras förberedelsearbete enligt Lab-PM. *LAB2 föregås av en kontrollskrivning.* För att förbereda dig inför denna finns ett antal övningsfrågor. Provskrivningen kommer att baseras på dessa övningsfrågor. Laborationshäftet, med lösta förberedelseuppgifter, är tillåtet hjälpmedel. Labbarna utförs individuellt men det finns möjlighet att sitta parvis i labbsalen.

För att kunna anmäla sig till labbarna krävs en kursregistrering.

Anmälan till laborationerna (LAB1 och LAB2) sker under 'Personer/People' i Canvas. (Öppnas efter första föreläsningen.)

Datorprojekt (LAB3)

Design av reglersystem sker mestadels interaktivt med datorhjälpmedel. För att demonstrera detta arbetssätt och kunna illustrera fenomen som inte framgår vid handräkning har vissa övningar förlagts till datosalarna. Med dessa datorövningar som grund ingår ett datorprojekt som obligatoriskt moment i kursen. *Projektet görs i grupper om två teknologer.* Inga schemalagda tider finns för GENOMFÖRANDET av projektet, utan enbart för redovisningen. Redovisningen görs i v50.

Anmälan till LAB3 sker under 'Personer/People' i Canvas.

OBS! Vid anmälan till redovisning skall ni anmäla er på samma tid som er labbpartner.

OBS! Väl genomförda datorövningar underlättar betydligt projektarbetet.

Redovisning ska göras i grupp bestående av två personer. Gruppen har 15 minuter till förfogande. För att klara tidsramen måste man *vara mycket väl förberedd* innan samt ha testat sina MATLAB-program på en dator i XQ-sal alternativt på en egen laptop. Det är givetvis inte tillåtet att kopiera lösningar/MATLAB-program.

Länk till anmälan:

LAB-anmälan

Anmälan till laborationerna (LAB1 och LAB2) samt redovisningen (LAB3) sker under 'Personer/People' i Canvas.

<https://community.canvaslms.com/docs/DOC-10580-4212716665>

Anmälan till LAB1 skall göras senast 3 november. Efter detta garanteras ingen plats.

Anmälan till LAB2 skall göras senast 25 november. Efter detta garanteras ingen plats.

Anmälan till LAB3 skall göras senast 9 december. Efter detta garanteras ingen plats.

Kurskonton och passerkort

Datorkonton

För att logga in på datorerna i XQ-salarna ska ni använda er KTH.SE identitet, dvs det konto man loggar in med på "Mina Sidor".

Passerkort

Kort-expeditionen, KTH-entré, kan uppgradera passerkort för dem som behöver tillgång till Q-husets datorsalar.

Tentamen och betygskriterier

Tentamenanmälan: Obligatorisk föränmälan ska ske senast den 15 december. KTHs tentamensregler finns här: <https://www.kth.se/student/kurs/tentamen>
(<https://www.kth.se/student/kurs/tentamen>).

Ordinarie tentamenstillfälle är torsdagen den 12/1 kl. 08.00-13.00. Tillåtna hjälpmedel är kursbok i Reglerteknik AK (Glad & Ljung: Reglerteknik eller motsvarande), formelsamling (Mathematics/Physics handbook for science and engineering eller motsvarande), ordlista och miniräknare. Övningar, slides och extentor **ej** tillåtna. Mindre anteckningar i kursbok som **ej** bryter mot annan regel är OK.

För erhållande av slutbetyg fordras godkänd tentamen, godkänd laborationskurs (LAB1, LAB2) samt godkänd projektuppgift (LAB3). Slutbetyg baseras enbart på tentamensresultat.

Betygskriterier:

För betyg enligt nedan krävs att studenten kan formulera och tillämpa teori, analys och designmetoder inom allmän reglerteknik

E: på grundläggande problem

D: på avancerade problem inom någon del av kursen

C: på avancerade problem inom flera delar av kursen

B: på avancerade problem inom alla delar av kursen eller att lösa problem som kombinerar flera delar av kursen

A: på avancerade problem inom alla delar av kursen och att lösa problem som generaliserar flera delar av kursen

Tentamen består av 5 uppgifter som vardera ger högst 10p

- Uppgift 1 behandlar grundläggande problem
- Uppgift 2 behandlar grundläggande problem och avancerade problem inom någon del av kursen
- Uppgift 3 behandlar grundläggande problem inom design av återkopplade reglersystem

- Uppgift 4 behandlar grundläggande och avancerade problem inom alla delar av kursen eller att lösa problem som kombinerar flera delar av kursen
- Uppgift 5 behandlar avancerade problem inom alla delar av kursen och att lösa problem som generaliserar flera delar av kursen

Betygskrav

- För betyg E krävs totalt minst 23p och minst 18p på Uppgift 1, 2 och 3
- För betyg D krävs totalt minst 28p och minst 18p på Uppgift 1, 2 och 3
- För betyg C krävs totalt minst 33p och minst 18p på Uppgift 1, 2 och 3
- För betyg B krävs totalt minst 38p och minst 18p på Uppgift 1, 2 och 3
- För betyg A krävs totalt minst 43p och minst 18p på Uppgift 1, 2 och 3
- För Fx krävs totalt minst 21p och minst 17p på Uppgift 1, 2 och 3. Fx innebär rätt att komplettera till betyg E genom en skrivning eller muntlig redovisning inom given tidsperiod efter tentamen.

Kursmaterial

Ordinarie kurslitteratur

- Lennart Ljung och Torkel Glad: Reglerteknik - grundläggande teori, 4:e upplagan med ISBN 9789144022758. Kursboken kan köpas på Kårbokhandeln.

Alternative course books (in English):

- **Feedback Control of Dynamic Systems**


En alternativ kursbok är Franklin, Powell och Emami-Naeini, "Feedback Control of Dynamic Systems", Sixth Edition, Pearson, 2010. ISBN 0-13-500150-1. Förslag till läsning inför föreläsningar:

Frl	Kapitel
F1-F2	(1-2), 3.1-3.6 (Routh ingår ej), 4.3
F3	5.1, 5.2 (RULE 1-3), 5.3, 6.3
F4-F5	6.1, 6.2, 6.4, 6.6, 6.7 (ej 6.7.7-6.7.8), 6.8
F6	3.5, 4.1, 4.2, 6.7.7, 6.7.8, 6.8
F7	7.1-7.3
F8-F9	7.4-7.10 (ej 7.6.2, 7.7.2, 7.10.2, 7.10.3)

- **Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers**

Ytterligare en alternativ kursbok är Åström och Murray, "Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers". Bokens upplägg skiljer sig från kursens, och kan därför vara något svårare att använda. Framförallt introduceras och används tillståndsmodeller tidigt i boken, medan de först dyker upp under föreläsning 7 i kursen. Boken erbjuder dock en

mycket bra introduktion till reglerteknik. Hela boken finns tillgänglig under

http://www.cds.caltech.edu/~murray/books/AM08/pdf/fbs-public_24Jul2020.pdf 
(http://www.cds.caltech.edu/~murray/books/AM08/pdf/fbs-public_24Jul2020.pdf)

Övningar

- [Exercises_EL1010_oct2021.pdf](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742212?wrap=1) (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742212?wrap=1>)
↓ (https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742212/download?download_frd=1)
(övningskompendium inkl. lösningsförslag m.m.)

MATLAB-introduktion

- [MATLAB_Control_Systems_Toolbox_Introduction.pdf](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742254/download?wrap=1)
(<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742254/download?wrap=1>) ↓
(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742254/download?download_frd=1)

Lab-PM

- [EL1010_Lab1_oct2021.pdf](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742222?wrap=1) (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742222?wrap=1>) ↓
(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742222/download?download_frd=1)
- [EL1010_Lab2_oct2021.pdf](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742353?wrap=1) (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742353?wrap=1>) ↓
(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742353/download?download_frd=1)
- [EL1010_Lab3_oct2021.pdf](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742280?wrap=1) (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742280?wrap=1>) ↓
(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742280/download?download_frd=1)

Tester inför Lab2

Vi kommer använda Canvas quizfunktion för testerna ([Pre-Lab2 Quiz](https://canvas.kth.se/courses/36126/assignments/220583)
(<https://canvas.kth.se/courses/36126/assignments/220583>)). Frågorna finns även i dessa pdf-filer:

- [Lab2_test1.pdf](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742180/download?wrap=1) (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742180/download?wrap=1>) ↓
(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742180/download?download_frd=1)
- [Lab2_test2.pdf](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742197/download?wrap=1) (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742197/download?wrap=1>) ↓
(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742197/download?download_frd=1)
- [Lab2_test3.pdf](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742201/download?wrap=1) (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742201/download?wrap=1>) ↓
(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742201/download?download_frd=1)
- [Lab2_test4.pdf](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742173/download?wrap=1) (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742173/download?wrap=1>) ↓
(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742173/download?download_frd=1)
- [Lab2_test5.pdf](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742294/download?wrap=1) (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742294/download?wrap=1>) ↓
(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742294/download?download_frd=1)

Virtuell Lab1 och Lab2

Vi har utvecklat en simuleringsmiljö för laborationsprocessen i Lab1 och Lab2. Den har utvecklats för MATLAB 2017a, men fungerar även i MATLAB 2018a i simuleringsläget:

- [MATLAB watertanks 2017_version1.zip](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742352/download?wrap=1)
(<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742352/download?wrap=1>) ↓

https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742352/download?download_frd=1)

Filer för Lab3

Funktion för beräkning av tröghetsmoment och maximal styrsignal till datorprojektet (LAB3) samt för validering av resultaten innan redovisningen. Skriv lab3robot i MATLAB för instruktioner (zip-filen måste först packas upp och filen lab3robot.p måste finnas i den katalogen där du kör MATLAB).

- [lab3robot.p \(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742211?wrap=1\)](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742211?wrap=1) ↓
(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742211/download?download_frd=1)

Om du använder Linux skall du använda denna versionen lab3robot.p för linux

- (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742218/download>) [lab3robot-unix.zip \(uppdaterad 141005\)](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742218/download) (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742308/download>)

En kort introduktion och repetition

- [En kort introduktion \(pdf\) \(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742297/download\)](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742297/download)
- (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742297/download>) [Repetition av komplexa tal \(pdf\) \(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742278/download\)](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742278/download)
- [Laplacetransformen - en repetition \(pdf\) \(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742356/download\)](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742356/download)
- [Reglerteknisk ordlista \(pdf\) \(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742339/download?wrap=1\)](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742339/download?wrap=1) ↓ (https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742339/download?download_frd=1)

Övrigt

- [SummaryBasicControl.pdf \(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742204/download?wrap=1\)](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742204/download?wrap=1) ↓ (https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742204/download?download_frd=1)
- (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742228/download>) [Skillnader mellan 2:a och 3:a/4:a upplagan av kursboken \(pdf\) \(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742302/download\)](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742302/download)
- (<https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742302/download>) [Kompendium IMC \(Internal Model Control\) \(pdf\) \(https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742351/download\)](https://canvas.kth.se/courses/36126/files/5742351/download)
- [Interactive Learning Modules Project](http://aer.ual.es/ilm/modeling.php) ↗ (<http://aer.ual.es/ilm/modeling.php>)