



EKSAMENSOPPGAVE

Fakultet: Realtek

Eksamen i: TEL240 Reguleringsteknikk og automasjon
emnekode *emnenavn*

Tid: Mandag 10. mai 2021 0900 - 1230
ukedag og dato *kl. fra – til og antall timer*

Emneansvarlig: Finn Aakre Haugen
Navn

Tillatte hjelpemidler: C3. Det er ikke tillatt å samarbeide med andre under eksamen.

Oppgaveteksten er på: 3
antall sider inkl. vedlegg

Prosenttallet som er angitt ved hver oppgave angir oppgavens vekt ved sensur.

Emneansvarlig: Finn Aakre Haugen, NMBU

Sensor: Tormod Drengstig, UiS

Tilleggsopplysninger til eksamen:

Du kan bruke håndskrift og håndtegning i besvarelsen (gjørne bilder av skrift og tegninger på papir). Besvarelsen skal være i form av en pdf-fil.

Du kan ikke kontakte emneansvarlig eller andre for å få hjelp til å tolke eller forstå oppgaven. Hvis du mener at det mangler forutsetninger for å løse en oppgave, skal du selv definere passende forutsetninger og angi dem i besvarelsen, slik at du allikevel kan løse oppgaven. %-tallet ved hver oppgave angir oppgavens vekt i reguleringsteknikkdelen av eksamen ved sensur.



Oppgave 1 (10 %) Teknisk flytskjema

Tegn et teknisk flytskjema (engelsk: Piping & Instrumentation Diagram) av et nivåreguleringssystem for en vanntank med innløp og utløp. Nivåreguleringen er basert på manipulering av en pumpe i utløpet. Regulatoren er tilgjengelig via en PC-skjerm. Både styresignalet og målesignalet er elektriske.

Oppgave 2 (10 %) Simulatoralgoritme

Gitt følgende matematiske modell for et termisk system:

$$c \cdot \rho \cdot V \cdot T' = P + c \cdot F \cdot (T_{\text{in}} - T) + G \cdot (T_{\text{env}} - T) \quad (1)$$

der c er spesifikk varmekapasitet, ρ er tetthet, T er temperatur i systemet, P er tilført effekt, F er gjennomstrømning, T_{in} er temperaturen i innstrømmen, G er varmeovergangstall og T_{env} er omgivelsestemperatur. Alle disse størrelsene er i SI-enheter.

Utleed en prinsipiell simulatoralgoritme for temperaturen T , klar til programmering (men det er ikke forventet at du implementerer algoritmen i et program i din besvarelse). Du trenger ikke gjøre antakelser om tallverdier.

Oppgave 3 (10%) Transferfunksjon

Finn transferfunksjonen fra tilført effekt P til temperatur T ut fra modellen gitt ved differensiallikning (1). Finn forsterkningen (som du kan kalle K) og tidskonstanten (som du kan kalle θ) ut fra transferfunksjonen. (Hvis du ikke har funnet den aktuelle transferfunksjonen, kan du presentere en generell transfunksjon der K og θ er parametre.) Mellomregninger skal vises i besvarelsen.

Oppgave 4 (20%) Regulatorinnstilling

Følgende Python-program er en simulator av et PI-reguleringssystem for en prosess:

http://techteach.no/courses/maen4400/2021/exam/sim_control_sys.py

Last ned programmet, og åpne det i et programmeringsmiljø, f.eks. Spyder. Still inn PI-regulatoren med Relaxed Ziegler-Nichols' metode. (Inkluder plott i besvarelsen.) Synes du at reguleringssystemet har brukbar stabilitet? (Inkluder plott i besvarelsen.)

Oppgave 5 (10%) Matematisk modellering

Gitt en rettvegget vanntank med diameter D , volumetrisk innstrøm F_i og volumetrisk utstrøm F_u . Vannets tetthet er ρ . Utleed en matematisk modell for vannivået h . Definer selv passende enheter for de forannevnte størrelsene. Utleddningen skal vises i besvarelsen.

Oppgave 6 (10%) PI-innstilling med Skogestads metode

En PI-regulator for en gitt prosess skal stilles inn med Skogestads metode. Når prosessen påtrykkes et sprang i pådraget med amplitude 20%, viser responsen i prosessmålingen først en tidsforsinkelse på 1 min og deretter (etter tidsforsinkelsen) stiger responsen som en rampe med stigningstall 10 %/min. Still inn regulatoren.

**Oppgave 7 (10%) LQ-regulering**

Gitt en prosess med 2 tilstandsvariable, x_1 og x_2 , og én pådragsvariabel, u . x_1 og x_2 har sett-punktsverdier lik null (tallverdier). (Et mulig eksempel er et mekanisk system der posisjon og hastighet skal reguleres ved manipulering av kraft.) Anta at du har bestemt at reguleringssystemet skal være basert på LQ-regulering. Skriv opp regulatorfunksjonen i detalj. Hvilken parameter i LQ-regulatorens optimeringskriterium kan du justere for å oppnå forsiktigere pådragsbruk, og vil du da øke eller minke parameteren?

Oppgave 8 (10%) P, PI, PID

Hvorfor brukes PI-regulatorer oftere enn PID-regulatorer i praktiske reguleringssystemer?

Hvorfor brukes PI-regulatorer oftere enn P-regulatorer i praktiske reguleringssystemer?

Oppgave 9 (10%) Foroverkopling

Beskriv kort med ord (ikke noen figur) et konkret eksempel på foroverkopling og hva hensikten er med foroverkoplingen.