

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Institutionen för signaler och system
Avdelningen för reglerteknik

Tentamen i Reglerteknik för F2, ERE091, torsdagen 30 maj 2013.

Tid: Kl 14.00 - 18.00

Lokal: M

Examinator: Claes Breitholtz, telefon Chalmers 3718

Tentamensresultaten meddelas senast den 11 juni genom personligt e-mail. Granskning av rättningen är möjlig den 12 och 13 maj, 12.15 -13.00, på plan 5 i E-huset (mot Hörsalsvägen), vid rum 5422 (Oskar Wigström). Iakttag granskningstiderna!

Tentamen omfattar totalt 20 poäng. Räknefel leder normalt till en halv poängs avdrag. Direkta följdfele leder inte till ytterligare avdrag såvida ingen orimlighet uppstår. Ofullständig lösning leder till större poängavdrag. Det gäller även fullständigt löst uppgift där grövre felaktigheter förekommer, eller om svaret är orimligt. Notera även att svaret på en ställd fråga alltid måste motiveras för poängbidrag. Följande betygskala gäller:

betyg TRE : minst 8 poäng
betyg FYRA: minst 12 poäng
betyg FEM : minst 16 poäng

Tillåtna hjälpmedel:

1. Matematiska och fysikaliska tabeller (t ex *BETA* och *Physics handbook*).
2. Skriv- och ritmaterial inklusive gradskiva. Diagram fås av vakten.
3. Typgodkänd kalkylator.

LYCKA TILL!

1. Ge enbart svaret på följande frågor. Motiveringar krävs inte på denna uppgift. Rätt svar ger 0,5 poäng, medan fel svar ger noll poäng.

(a) Överföringsfunktionen $G(s)$ är given. Ange motsvarande minimumfassystem $G_0(s)$.

$$G(s) = \frac{1}{2s+1} - \frac{1}{s+2}$$

(b) Ange viktfunktionen till systemet $G(s)$ i föregående uppgift.

(c) Ange brytfrekvenserna för Bode-beloppkurvan till systemet $G(s)$ i föregående uppgift.

(d) Formulera en tillståndsmodell som beskriver systemet $G(s)$ i föregående uppgift.

2 poäng

2. (a) Systemet i föregående uppgift återkopplas med en PI-regulator $F(s) = K_p(1 + 1/T_i s)$, där $T_i = 2$ sekunder. Bestäm vilka förstärkningar K_p som ger ett stabilt återkopplat system.

1 poäng

(b) Upprita Nyquistkurvan för systemet med regulatorparametrar $K_p = 2$, $T_i = 2$. Markera resulterande fasmarginal och amplitudmarginal i Nyquist-diagrammet och ange deras värden.

3 poäng

(c) Med design enligt föregående uppgift, hur stor relativ osäkerhet $|\Delta_G|$ i modellen tål det återkopplade systemet innan det blir instabilt enligt lågförstärkningssatsen?

2 poäng

3. (a) Avgör om följande tillståndsmodell är en minimal realisation av ett dynamiskt system.

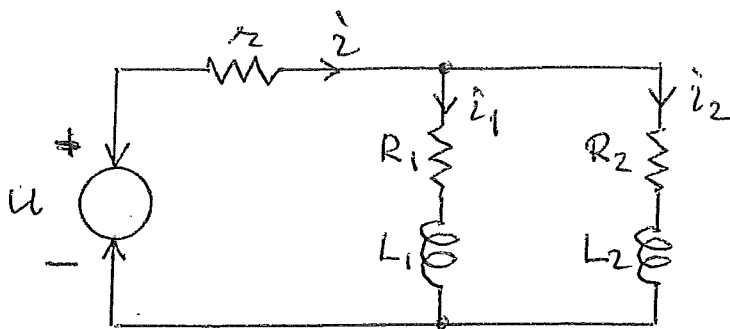
$$\frac{dx}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\omega_0^2 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} u \text{ och } y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} x$$

1 poäng

(b) Bestäm en styrlag av formen $u = L_r r - Lx$ så att utsignalen y (efter lång tid) anpassar sig till konstanta referenser r och att återkopplade systemet får poler i $s = -\alpha + j\beta$, $s = -\alpha - j\beta$.

3 poäng

4. Två induktiva apparater parallellkopplas och ansluts till en styrbar generator med resistiv inre impedans r enligt nedanstående kretsschema:



Uppställ en tillståndsmodell för systemet, där strömmarna genom induktanserna valts som tillståndsstorheter, där generatorns tomgångsspänning är styrstorhet och generatorströmmen är systemets utstorhet.

(a) Formulera tillståndsmodellen (dvs ange matriserna A, B, C och D).

2 poäng

(b) Kan ett "olyckligt värde" på generatorresistansen r innebära att observerbarheten förloras? Kan observerbarheten förloras om resistansen $r = 0$?

2 poäng

5. Temperaturen $T(x, t)$ i en vätska som strömmar genom ett bristfälligt isolerat rör vars längd är L , kan (under vissa förenklade betingelser) beskrivas av den linjära PDE-modellen:

$$\tau \frac{\partial T}{\partial t} + \lambda \frac{\partial T}{\partial x} + T(x, t) = T_e(t), \quad T(0, t) = T_i(t)$$

T_i är vätskeflödets temperatur vid rörets inlopp, som här betraktas som en styrstorhet, medan T_e som är rörets omgivningstemperatur är en mätbar störstorhet. Utstorhet är temperaturen för det vätskeflöde som lämnar röret, $T_o(t) = T(L, t)$.

(a) Uppställ en modell av formen $\hat{T}(L, s) = G_1(s)\hat{T}_e(s) + G_2(s)\hat{T}_i(s)$.

2 poäng

(b) Visa att ett idealt framkopplingsfilter blir icke-kausalt* i detta fall. Föreslå en enkel framkoppling, som kan fungera vid låga frekvenser. (I kausala system kan inte responsen inträffa tidigare än dess orsak.)*

2 poäng