

Tentamen i Reglerteknik SSY310/ERE091

11 oktober 2019, Svensk version

1. Tid: 4 timmar.
2. Examinator: Balazs Kulcsar (☎1785)
3. Tentamen innefattar totalt 20 (upplösning 0.5 poäng). Tabell 1 visar betygsgränserna.

Tabell 1: Betygsgränser

Poäng	Betyg
≤ 9.5	U
10...12.5	3
13...15.5	4
16...20	5

4. Följande hjälpmedel är tillåtna:

- Egenhändigt skrivet "formelblad" **A4-format, ett blad** med anteckningar skrivna för hand på **EN** sida (inga kopior tillåtna).
- Miniräknare (icke-programerbar, ej grafritande, tömt minne innan tentamensstart).
- Beta, Physics handbook.

Förbjudet att använda: andra böcker, föreläsningsanteckningar, telefon, surfplatta, dator el. liknande.

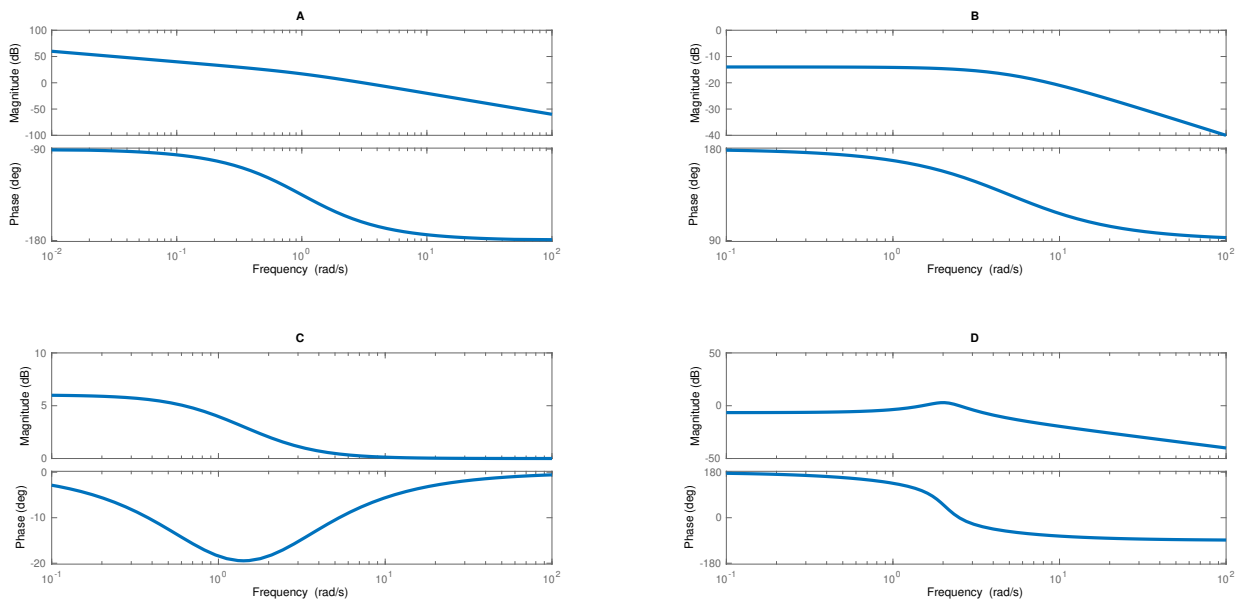
5. Lärare besöker tentamenslokalen under första och sista timmen av tentamenstiden.

Lycka till!

Frågor

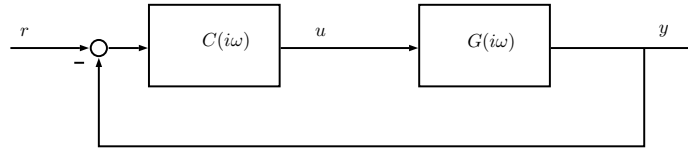
- Svara kortfattat på följande frågor (motivering krävs).
 - När anses ett system vara linjärt och kausalt? **(1 poäng)**
 - Sant eller falskt? Med kännedom om att en tillståndsmodell är diagonal och asymptotiskt stabil kan observerbarheten avgöras. **(1 poäng)**
 - Beskriv kort Nyquists förenklade stabilitetskriterium och hur det används. **(1 poäng)**
 - Vad minimeras med LQR, en regulator baserad på tillståndsåterkoppling? **(1 poäng)**
 - Beskriv kortfattat metoden som brukar kallas egenvärdesplacering. **(1 poäng)**
- Para ihop (med motivering) följande tillståndsmodell med ett av Bodediagrammen i Fig 1 **(2 poäng)**,

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= u(t) - x(t) \\ y(t) &= x(t) + u(t), \\ x(0) &= 0, x, u, y \in \mathbb{R}.\end{aligned}$$



Figur 1: Bodediagram

- Betrakta P-regulatorn $C(s) = \kappa$ och överföringsfunktionen $G(s) = \frac{\alpha(s-1)}{s+\beta}$. Bestäm, om de existerar, alla stabiliserande regulatorinställningar som funktion av modellparametrarna β, α ($0 < \kappa, \alpha, \beta < \infty$) **(2 poäng)**.
- Givet en *PI-regulator* och $G(i\omega) = \frac{1}{(5i\omega+1)(10i\omega+1)}$ (se Figur 2).
 - Bestäm den fria regulatorparametern så att $\varphi_m = 30^\circ$. **(2 poäng)**
 - Hur stort är det statiska reglerfelet $|y(\infty) - r(\infty)|/|r(\infty)|$? **(1 poäng)**
 - Vad blir amplitudmarginalen i a)? **(1 poäng)**



Figur 2: återkopplat blockschema

5. Givet följande tillståndsmodell:

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} -1.5 & -0.5 \\ -\alpha & 0 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} \frac{1}{\alpha} \\ 2 \end{bmatrix} u(t)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 2 & \frac{1}{\alpha} \end{bmatrix} x(t)$$

för $0 < |\alpha| < \infty$,

- Är tillståndsbeskrivningen både styrbar och observerbar för alla värden på α ? (**2 poäng**)
- Med $\alpha = 1$, bestäm överföringsfunktionen till ovanstående tillståndsmodell. (**2 poäng**)
- Med $\alpha = 1$, bestäm den stationära utsignalen y_∞ för en stegformad insignal. (**1 poäng**)

6. Betrakta ett tidskontinuerligt system givet av tillståndsbeskrivningen

$$\dot{x}_1(t) = u(t)$$

$$\dot{x}_2(t) = x_2(t)$$

$$J(u) = \frac{1}{2} \int_0^\infty \left(x^T(t) \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} x(t) + u^2(t) \right) dt.$$

Bestäm den optimala (steady-state LQR) tillståndsåterkoppling som minimerar $J(u)$ genom att ansätta en diagonal lösning $\bar{P} = \begin{bmatrix} p_1 & 0 \\ 0 & p_2 \end{bmatrix} > 0$ (**2 poäng**).