ELEC-C1230 Reglerteknik
Mellanförhör 2. 15. 4. 2021

- *Hemmaförhör. Instruktioner har publicerats på förhand.*
- *Var och en löser problemen ensam. Lösningar måste sättas antingen i Vastauspohja.docx eller i ett självgjort dokument, där studentens namn och studentnummer är klart läsbara. Också måste det antecknas, till vilket prov studenten deltar (mellanförhör 2 eller full tentamen). Till sist konverteras dokumentet till pdf och placeras i MyCourses.*
- *Kursmaterial, Matlab/Simulink och elektriska kalkylatorer får användas.*
- *Kursmaterial får studeras på nätet, men ingenting annan informationssökning får göras.*
- *Förhöret har fyra (4) problem, och alla måste svaras.*
- *OBS. Dina svar måste innehålla tillräckligt innehåll och detaljer för att se hur du har kommit till lösningen.*

Obs. Problemen har planerats så, att dom kan lösas utan kalkylatorer. Kalkylatorer får dock användas. Beräkningsprogram som Matlab/Simulink kan också användas för att verifiera resultaten, om så önskas. Men sådant presenteras inte som svar och lösningar kan ej grundas på kalkylationer med datorn. Inga lösningar som baserar sig bara på experimentering och användning av kalkylationsprogram godkänns.

0. Underskrift, antingen handskriven eller skriven med datorn (jag försäkrar att jag följer förhörets regler):

1. Låt oss studera systemet

$$\dot{x}(t) = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 \\ 0 & a_1 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ b \end{bmatrix} u(t)$$
$$y(t) = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 \end{bmatrix} x(t)$$

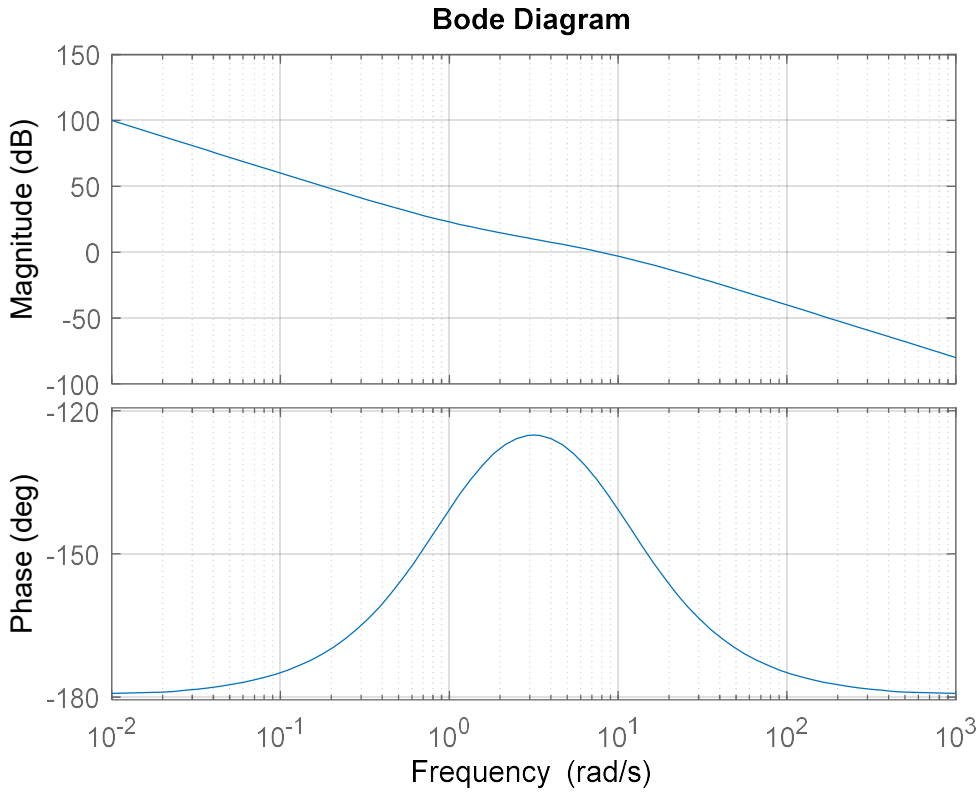
där a_1, a_2, b, c_1 *och* c_2 är reella konstanter $\neq 0$.

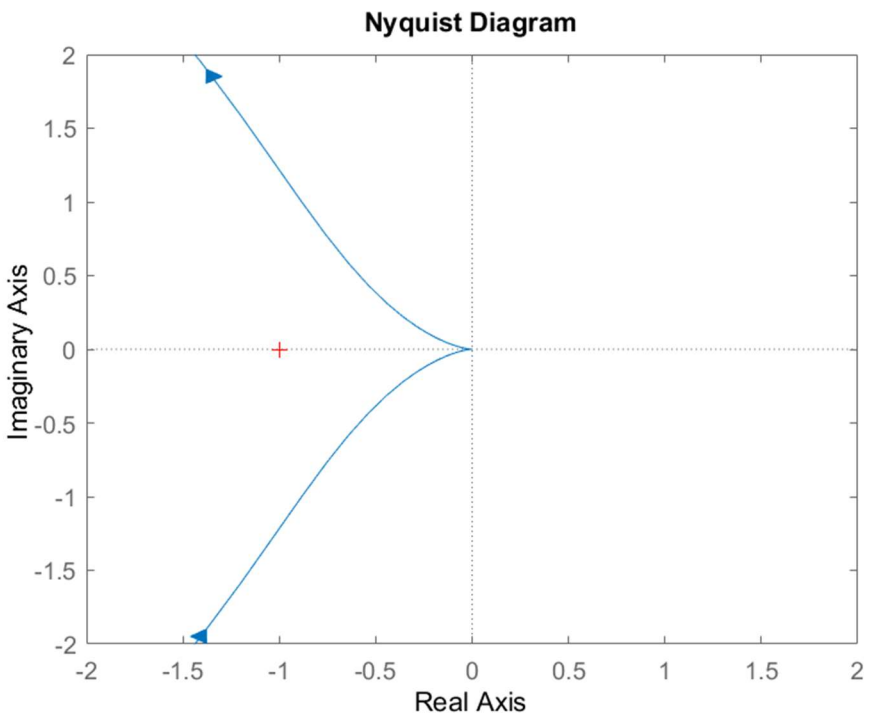
a. Inspektera, om systemet är styrbart (saavutettava, reachable)? (2p)
b. Inspektera, om systemet är observerbart (tarkkailtava, observable)? (2p)
c. Konstruera en tillståndsåterkoppling $u(t) = -Lx(t)$ så att det slutna systemets poler är på den reella axeln i punkt (-1,0). Referensvärdet är noll och tillstånden antas vara mätbara. (2p)

2. I ett reglerat system är det öppna systemets överföringsfunktion (luupinsiirtofunktio, loop transfer function)

$$L(s) = \frac{K(s+a)}{s^2(s+b)}, \quad K > 0, a > 0, b > 0$$

I bilden finns dess frekvenssvar som Bode diagram och Nyquist diagram



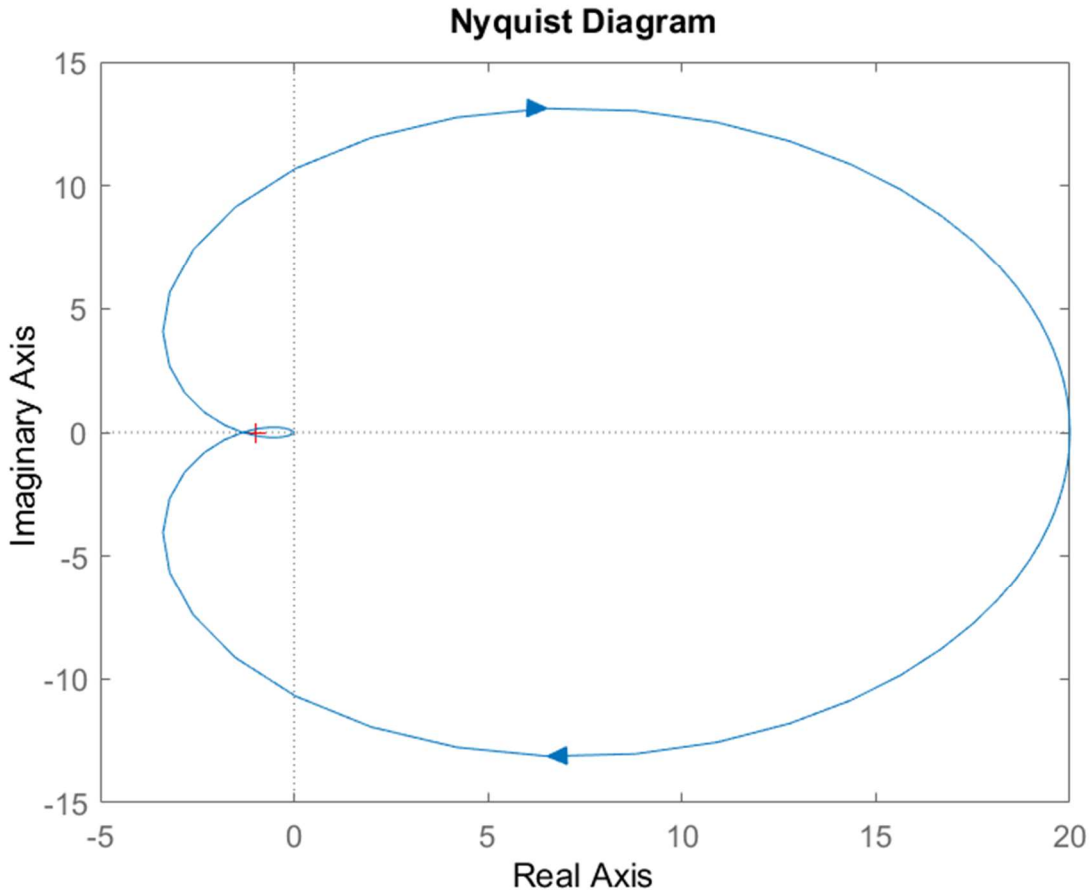


a. Skriv formulär för Bode förstärkning och fas av $L(s)$ som funktion av frekvens (angular frequency, kulmataajuus). Förstärkningen anges i dB. (2 p)

b. Bestäm det slutna systemets amplitudmarginal (vahvistusvara, gain margin) och fasmarginal (vaihevara, phase margin) genom att studera i. Bode och ii. Nyquist diagrammen. Resultaten kan vara approximativa. Det viktigaste är, att du förklarar noggrant, hur marginalerna bestäms med hjälp av de givna skilda diagrammen. (2 p)

c. Hur påverkar ökningen av K i resultaten i del b. Ditt svar måste basera sig på analys i båda diagram. Förklara precis din analys och ditt svar. (2 p)

3. Nyquist-diagrammet av öppna systemets överföringsfunktion (luupinsiirtofunktio, loop transfer function) presenteras i figuren. Överföringsfunktionen har inga poler på det högra halvplanet (oikea puolitaso, right half plane)



Hur många poler har det slutna systemet på det högra halvplanet? Är systemet stabilt? Grunda ditt svar på att presentera teorin i bakgrunden. (3+3 p)

4. Skriv korta förklarningar till de följande:

a. Tillståndsobservatören (tilatarkkailija, state observer), dess justering och användning i tillståndsåterkopplad reglering. Presentera ett ”Simulink liknande” diagram om användningen av tillståndsobservatören i reglering. (3 p)

b. Två olika utgångspunkter eller grundprinciper i planering av digitalreglering (dator baserad reglering) för en tidkontinuerlig process. (3 p)