

TENTAMEN I DYNAMISKA SYSTEM OCH REGLERING

TID: 19 Mars 2019, klockan 8 - 12

KURS: TSRT21

PROVKOD: TEN1

INSTITUTION: ISY

ANTAL UPPGIFTER: 6

ANSVARIG LÄRARE: Johan Löfberg, 070-3113019

BESÖKER SALEN: 09.30, 11.00

KURSADMINISTRATÖR: Ninna Stensgård, tel 013-284725, ninna.stensgard@liu.se

TILLÅTNA HJÄLPMEDEL: Läroboken Glad-Ljung: "Reglerteknik, grundläggande teori" med inläsningsanteckningar, Kompendium Dynamiska system och reglering med inläsningsanteckningar, formelsamling, räknedosa utan färdiga program.

LÖSNINGSFÖRSLAG: Anslås på kursens hemsida.

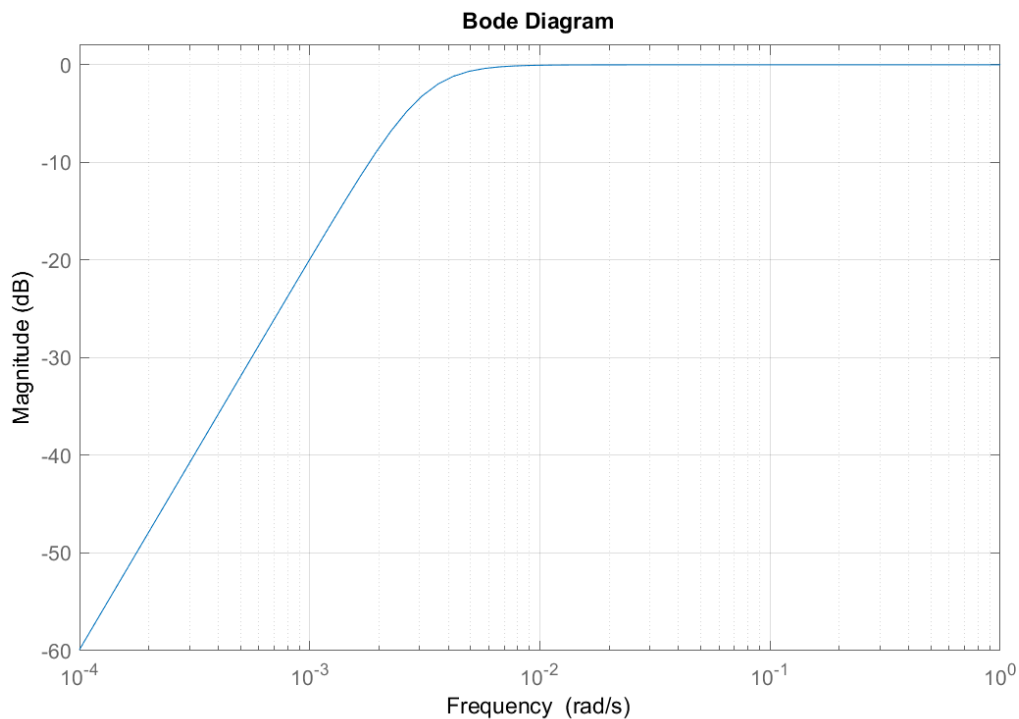
PRELIMINÄRA BETYGSGRÄNSER: betyg 3 14 poäng
betyg 4 19 poäng
betyg 5 23 poäng

OBS! Lösningar till samtliga uppgifter ska presenteras så att alla steg (utom triviala beräkningar) kan följas. Bristande motiveringar ger poängavdrag.

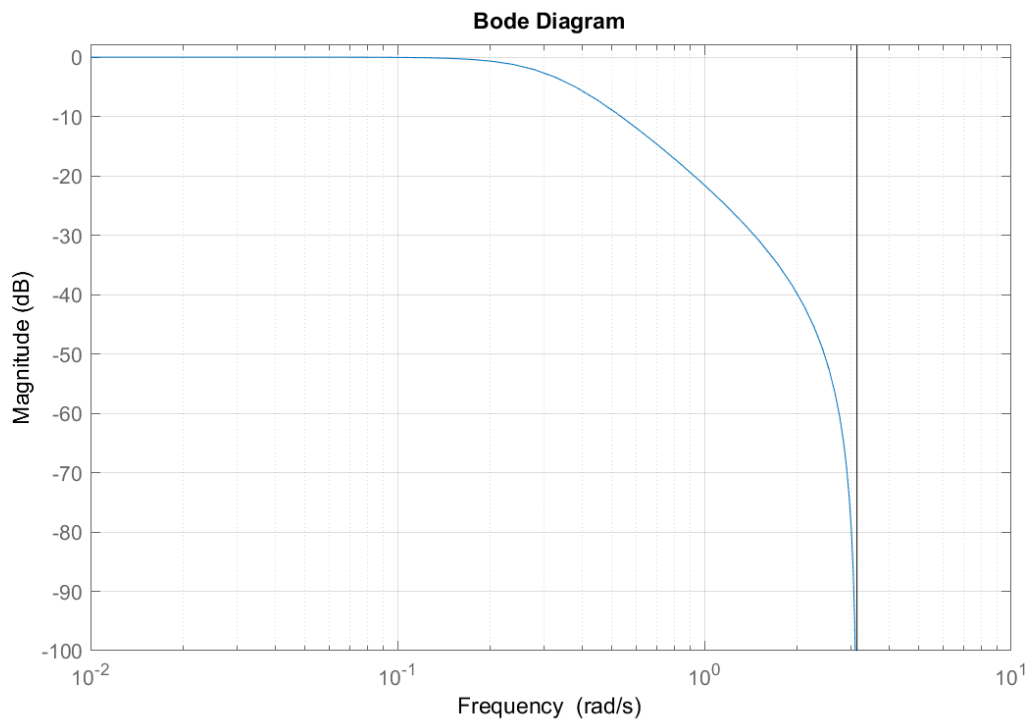
Lycka till!

1. (a) Pulsbaserad träning är populärt, och tanken är att man skall träna med en viss hjärtfrekvens. Din uppgift är att utveckla en produkt för detta, baserat på en pulssensor och ett löpband där man kan justera lutningen för att göra löpningen jobbigare eller lättare, och en dator som kan kommunicera med dessa apparater. Föreslå en konceptuell lösning där du relaterar till orden mätsignal y , referenssignal r och styrsignal u . (3p)
- (b) Snåla Ingenjörer AB håller på och utvecklar en autonom bil, och har tänkt sig försöka mäta körd sträcka genom att enbart använda en accelerometer och sedan dödräkna fram körd sträcka. Vid ett första experiment som genomförs skall bilen åka 100 meter. Enligt bilens dator (som använder resultatet från dödräkningen) har bilen kört 100 meter som önskat på 25 sekunder, men vid kontroll med måttband så ser man att den i verkligheten har åkt 112 meter. Vilket kalibreringsfel (bias) har accelerometern? (2p)

2. (a) I Figur 1 och 2 visas Bodediagram för två olika filter $H_1(z)$ och $H_2(z)$. Du använder nu dessa två filter genom att du först filtrerar en signal y genom första filtret och får en ny signal w , $W(z) = H_1(z)Y(z)$, och sedan filtrerar du denna signal genom $H_2(z)$ för att skapa den slutgiltiga signalen $V(z) = H_2(z)W(z)$. Skissa ett Bodediagram (konceptuellt, detaljer inte viktiga) för det filter som beskriver sambandet mellan y och v , och förklara praktiskt vilken effekt detta filter har. (2p)
- (b) Hedgefonden Pure Luck använder en algoritm som skapar en signal s_k som tar medelvärdet av de tre senaste dagarnas kurser p_k, p_{k-1} samt p_{k-2} , och sedan subtraherar signalens värde för fem dagar sedan, s_{k-5} . Beskriv algoritmen som en differensekvation och tag fram dess överföringsfunktion. (3p)



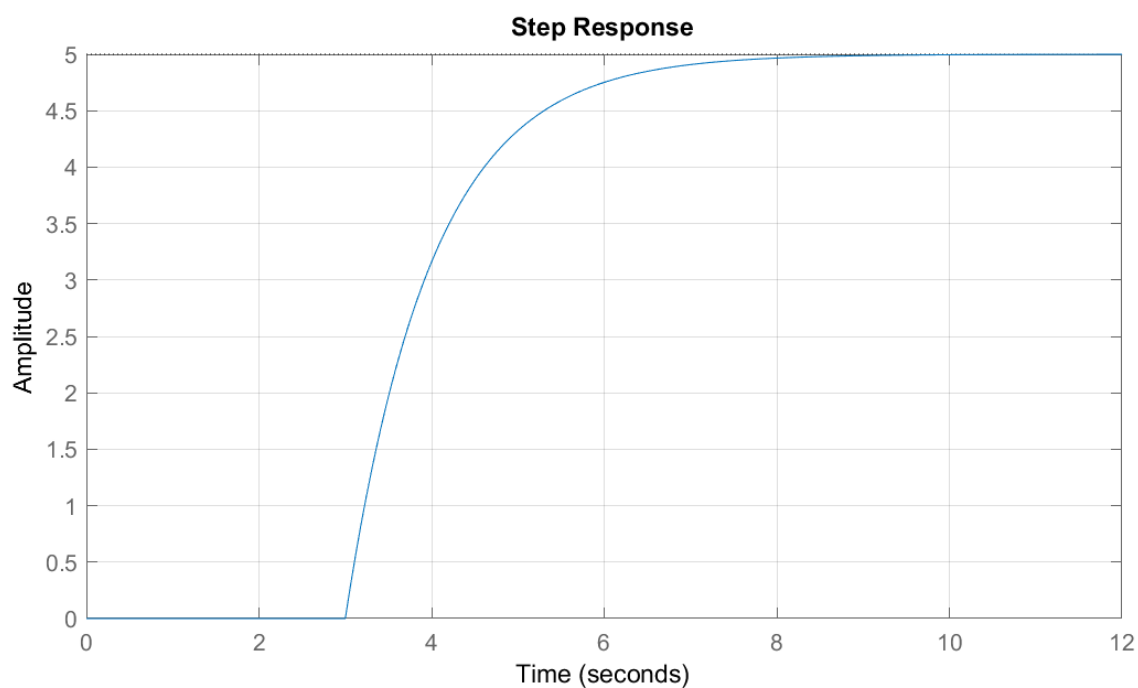
Figur 1: Bodediagram för H_1



Figur 2: Bodediagram för H_2

3. (a) Systemet $G(s) = \frac{2}{s^2+1}$ skall regleras med hjälp av tillståndsåterkoppling. Skriv systemet i tillståndsform och beräkna sedan en tillståndsåterkoppling och framkoppling av referenssignal som placerar slutna systemets poler i -3 och -4 samt garanterar att konstanta referenser kan följas utan reglerfel (5p)

4. (a) I Figur 3 visas responsen för ett system då ett stegsvar (amplitud 1) görs vid $t = 0$. Använd information från experimentet för att skapa en regulator med hjälp av lambdatrimning. Målet är att få ett slutet system som är ungefär hälften så snabbt som det öppna systemet. (5p)



Figur 3: Respons vid stegsvarexperiment

5. (a) I kursen har vi främst arbetat med en enkel reglerstruktur som återkopplar ett reglerfel, och räknar ut en styrsignal baserat på detta. I verkligheten kan naturligtvis reglersystem vara mer komplexa. I ekvationerna nedan definieras ett lite mer komplicerat sådant. Rita dess blockdiagram! (3p)

$$U_1(s) = H(s)R(s) - F_1(s)Y_2(s)$$

$$U_2(s) = Y_1(s) - F_2(s)Y_2(s)$$

$$Y_2(s) = G_2(s)U_2(s)$$

$$Y_1(s) = G_1(s)U_1(s)$$

- (b) Diskretisera (Euler bakåt) styrsignalen $U(s) = 10(R(s) - \frac{1}{sT+1}Y(s))$ som används i uppgift 6. Använd samplingstid 0.1s och $T = 3$. Om du vill får du gärna arbeta med en extra variabel i din beräkning. (2p)

6. Linus och Linnea utvecklar en regulator för systemet $G(s) = \frac{1}{s+2}$. Initialt var tanken att använda en enkel P-regulator $U(s) = 10(R(s) - Y(s))$. Man upptäckte dock att man hade mycket mätbrus och vill därför filtrera mätsignalen med ett lågpasfilter av typen $\frac{1}{sT+1}$ där $T > 0$ ej har valts än. Med denna justering blir styrsignalen

$$U(s) = 10\left(R(s) - \frac{1}{sT+1}Y(s)\right)$$

- (a) Tag fram slutna systemets överföringsfunktion (från r till y) och visa att det återkopplade systemet blir stabilt oavsett val av $T > 0$. Notera att vi inte återkopplar reglerfelet rakt av, så du kan inte använda någon färdig formel för att ta fram slutna systemet. (3p)
- (b) Argumentera för att ett väldigt stort T (kraftig filtrering) kommer leda till en signifikant översläng vid ett stegsvar (Ledning: vad är styrsignalen ungefär vid en tidpunkt t mycket mindre än T) (2p)