TENTAMEN I TSIU61 REGLERTEKNIK

SAL: T1, T2, T3, U1, TERE, TERF

TID: 2017-10-17 kl. 8:00–12:00

KURS: TSIU61 Reglerteknik

PROVKOD: TEN1

INSTITUTION: ISY

ANTAL UPPGIFTER: 5

ANSVARIG LÄRARE: Gustaf Hendeby, tel. 013-28 58 15

BESÖKER SALEN: cirka kl. 9:00, 10:00, 11:00

KURSADMINISTRATÖR: Ninna Stensgård, 013-28 22 25, ninna.stensgard@liu.se

TILLÅTNA HJÄLPMEDEL:

1. *T. Glad & L. Ljung*: "Reglerteknik. Grundläggande teori". Normala anteckningar, dvs ej lösningar till exempelsamlingen eller liknande, är tillåtna i kursboken.
2. Tabeller och formelsamling.
3. Miniräknare

LÖSNINGSFÖRSLAG: Finns på kursens websida efter skrivningens slut.

VISNING av tentan äger rum 2017-11-01, kl. 12.30–13.00 i examinators tjänsterum 2A:503, ingång B27 direct till höger. i Ljungeln, B-huset, ingång 27, A-korridoren till höger.

PRELIMINÄRA BETYGSGRÄNSER:	betyg 3	12 poäng
	betyg 4	18 poäng
	betyg 5	24 poäng

OBS! Lösningar till samtliga uppgifter ska presenteras så att alla steg (utom triviala beräkningar) kan följas. All egen skriven kod som används ska skrivas ut och lämnas in med tentan. Bristande motiveringar ger poängavdrag.

Lycka till!

1. (a) Ett linjärt dynamiskt system beskrivs av överföringsfunktionen

$$G(s) = \frac{s^2 + s + 1}{(s+4)(s^2 + 2s + 2)}.$$

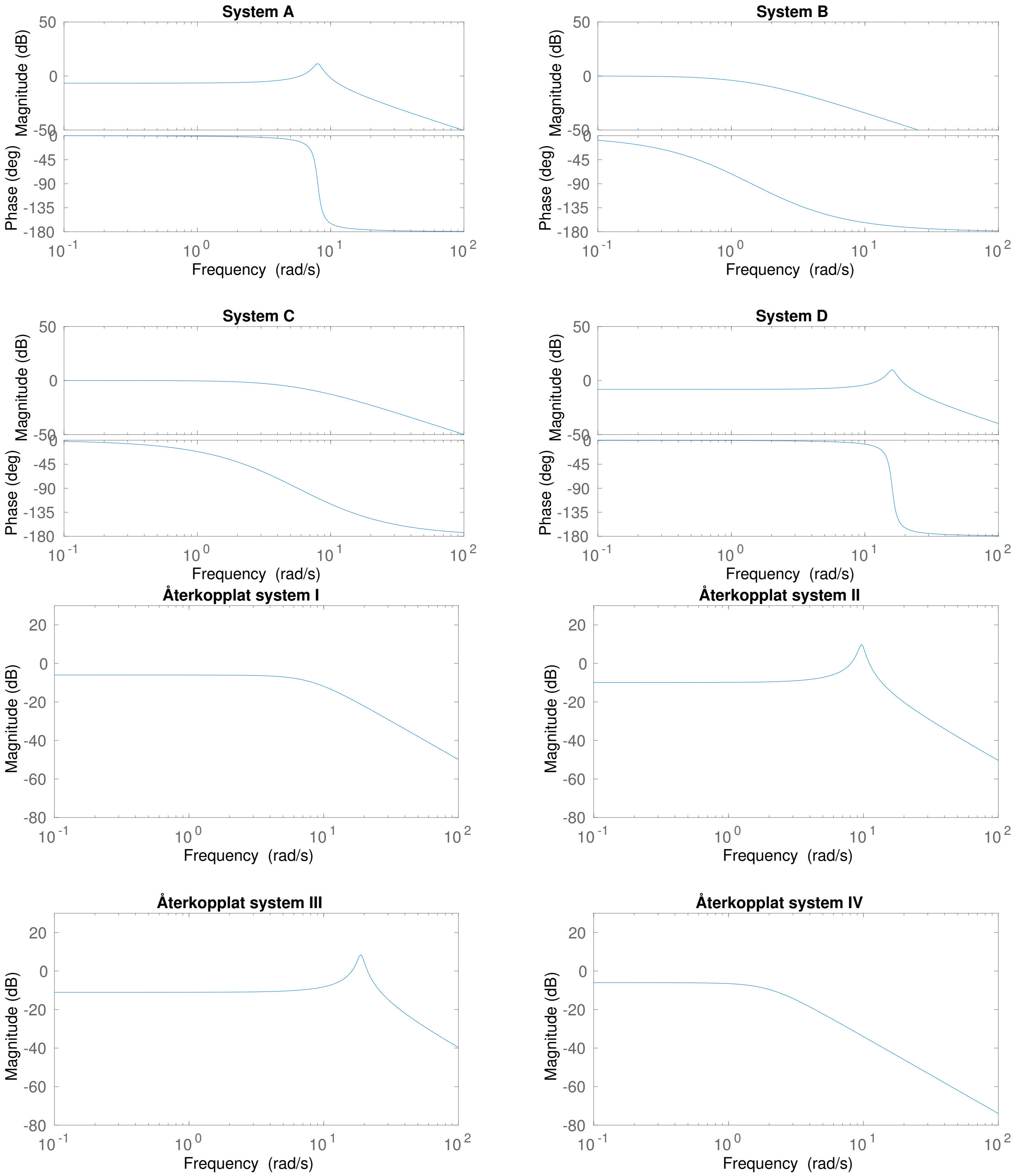
Vilken är den underliggande differentialekvationen? (2p)

(b) Systemet med överföringsfunktionen

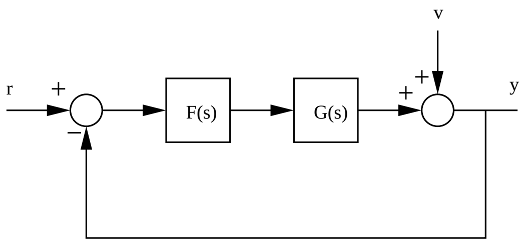
$$G(s) = \frac{s^2 + s + 1}{(s+4)(s^2 + 2s + 2)}$$

matas med en sinus som insignal, $u(t) = \sin(t)$. Vilken blir utsignalen då alla transienter dött ut? (2p)

(c) Para ihop de öppna bodediagramen i A–D i figur 1 med magnitudkurvorna för de återkopplade systemen i I–IV figur 1. (2p)



Figur 1: Figurer för uppgift 1.



Figur 2: System i uppgift 2.

2. Systemet $G(s) = \frac{s+6}{s+4}$ och regleras med en PI-regulator $F(s) = \frac{4(s+10)}{s}$ enligt figur 2.

   (a) Vad är det slutna systemets överföringsfunktion $G_c(s)$ (r till y)? (3p)

   (b) Vad är känslighetsfunktionen $S(s)$? (2p)

   (c) Vad är komplementära känslighetsfunktionen $T(s)$? (1p)

3. (a) Implementera med hjälp av tustins approximationsformel en tidsdiskret variant av regulatorn som beskrivs av

$$U(s) = \frac{s+2}{4s+3}E(s).$$

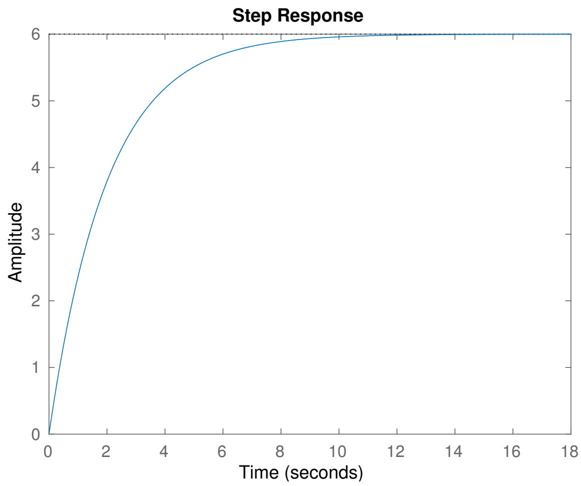
Samplingstiden är $T = 0.5\,\mathrm{s}$. Svaret ska anges på formen

$$u(t) = a_1 u(t-T) + a_2 u(t-2T) + \cdots + b_0 e(t) + b_1 e(t-T) + \ldots .$$

(3p)

(b) I figur 3 ges stegsvaret (amplitud 1) för ett system. Man vill modellera systemet som ett första ordningens system $G(s) = \frac{A}{s+B}$. Bestäm lämpliga värden på A och B!

Om du mäter något i figuren, markera detta i figuren och bifoga med tentan när du lämnar in (saknas figuren ges poängavdrag). (3p)



Figur 3: Stegsvar för systemet i uppgift 3b.

4. Ett system med en massa kopplad via en elastisk axel till en motor beskrivs av bodediagrammet i figur 4.

   Konstruera en återkoppling på formen

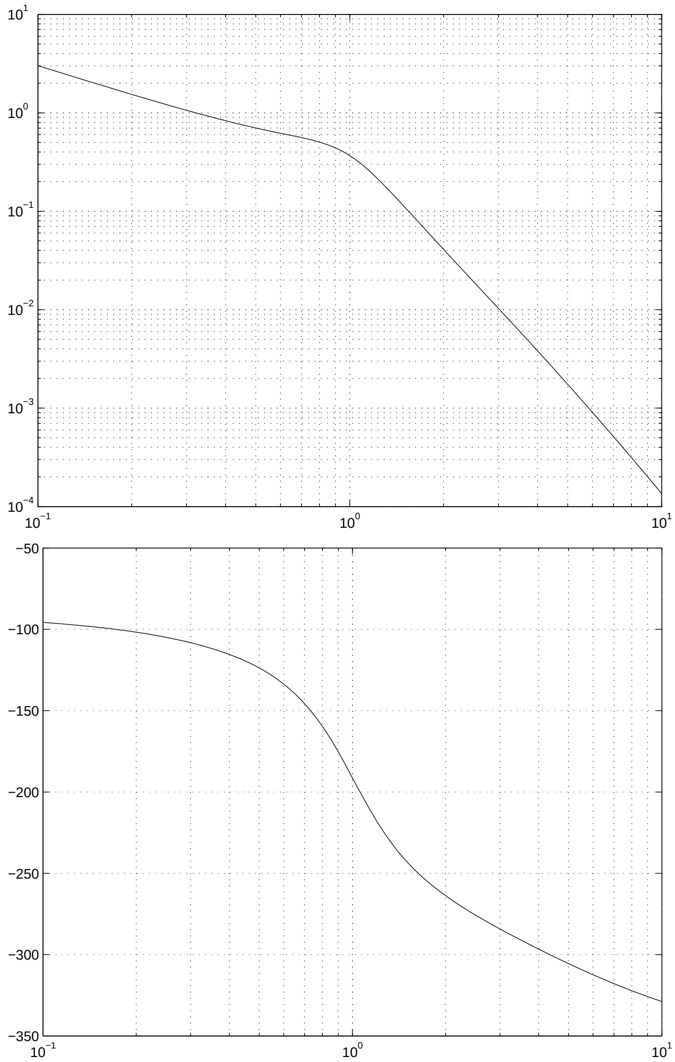
   $$U(s) = F(s)\big(R(s) - Y(s)\big)$$

   som uppfyller följande krav:

   - Skärfrekvens: 0.64 rad/s.
   - Fasmarginal: 70°.
   - Stationärt fel för en rampstörning: $|e_1| < 1\%$.

   Av implementationsmässiga skäl bör kompenseringslänken inte ha för stor förstärkning för någon frekvens.

   Om du mäter något i figuren, markera detta i figuren och bifoga med tentan när du lämnar in (saknas figuren ges poängavdrag). (6 p)



Figur 4: Bodediagram till uppgift 4.

5. Betrakta dubbeltankprocessen som tidigare användes i en laboration i kursen. Den består av två tankar ovanpå varandra, där vattnet från den övre rinner ner i den nedre genom ett hål, och den övre tanken fylls på med hjälp av en pump. Även den undre tanken har ett hål där vatten rinner ut.

   Antag att vattennivån (runt en jämviktspunkt) i den övre tanken är $x_1(t)$, och att den beskrivs av differentialekvationen

   $$\dot{x}_1(t) = -x_1(t) + u(t),$$

   där $u(t)$ är det vattenflödet som genereras av pumpen. Vidare är $x_2(t)$ nivån (kring en jämviktspunkt) i den undre tanken. Den beskrivs av differentialekvationen

   $$\dot{x}_2(t) = x_1(t) - x_2(t).$$

   (a) Beskriv tanksystemet med en tillståndsbeskrivning där vattennivåerna utgör stillståndsvektorn x. (2p)

   (b) Är systemet som beskrivs av tillståndsbeskrivningen insignal-utsignalstabil? (1p)

   (c) Antag att båda nivåerna kan mätas. Bestäm en tillståndsåterkoppling på formen

   $$u(t) = -Lx(t) + \ell_0 r(t)$$

   så att det återkopplade systemets poler placeras i -2 och -3 och den statiska förstärkningen blir 1. (3p)