

1. Selitä / määrittele lyhyesti

- (a) Laplace-muunnos
- (b) Taajuusfunktio
- (c) Suljettu silmukka
- (d) Häiriösuure
- (e) PI-D-säädin
- (f) Lag-kompensaattori

2. Ratkaise differentiaaliyhtälö  $\ddot{x} + 3\dot{x} + 6x = 0$   
alkuehdoilla  $x(0) = 0$ ,  $\dot{x}(0) = 3$ .

3. Käsitellään negatiivisesti takaisinkytkettyä järjestelmää (ts. takaisinkytkentä = -1),  
jonka avoimen silmukan (eli myötähaaran) siirtofunktio on

$$G(s) = \frac{K}{s(s+3)(s+6)}$$

Näytä, että pisteet  $s_1 = -0.55 + i \cdot 3.0$  ja  $s_2 = -1.1 + i \cdot 1.4$  kuuluvat (sopivalla tarkkuudella) juuriuraan. Anna molemmissa tapauksissa  $K$ :n arvo.

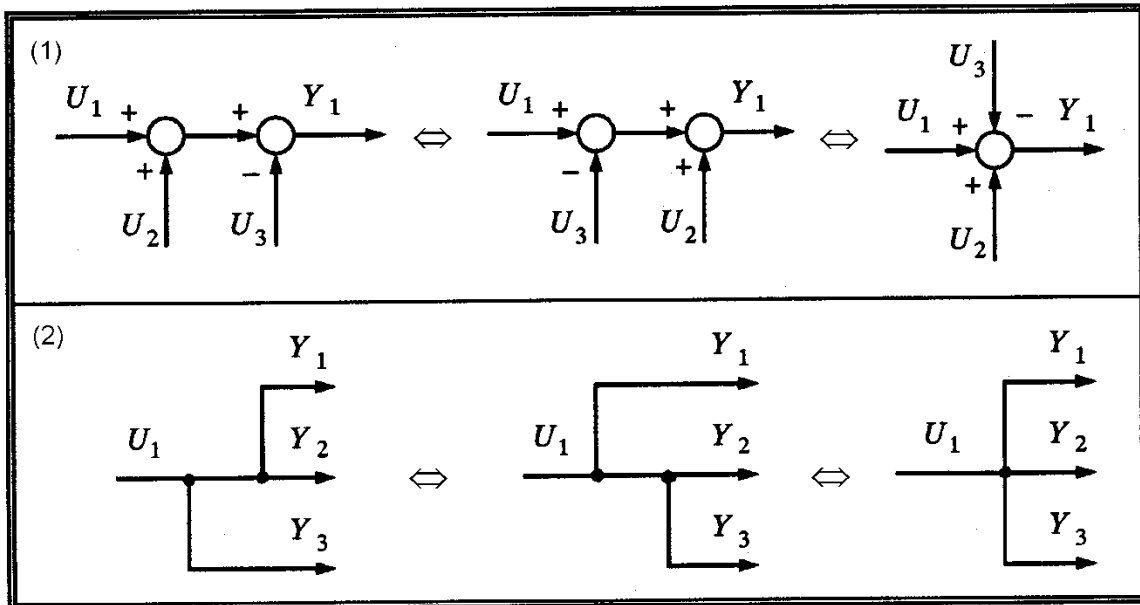
4. Käsitellään tehtävässä 3 kuvattua järjestelmää. Anna vahvistuksen  $K$  arvo, kun kompleksisen napaparin napojen reaaliosat ovat -0.8. Mikä tällöin on siirtofunktio?

5. Järjestelmää, jonka siirtofunktio on  $G_0(s) = \frac{2s^2}{s^4+2s^3+4s+2}$ , säädetään P-säätimellä  
jonka vahvistus on  $K_p$ . Millä vahvistuksen  $K_p$  arvoilla järjestelmä on stabiili?

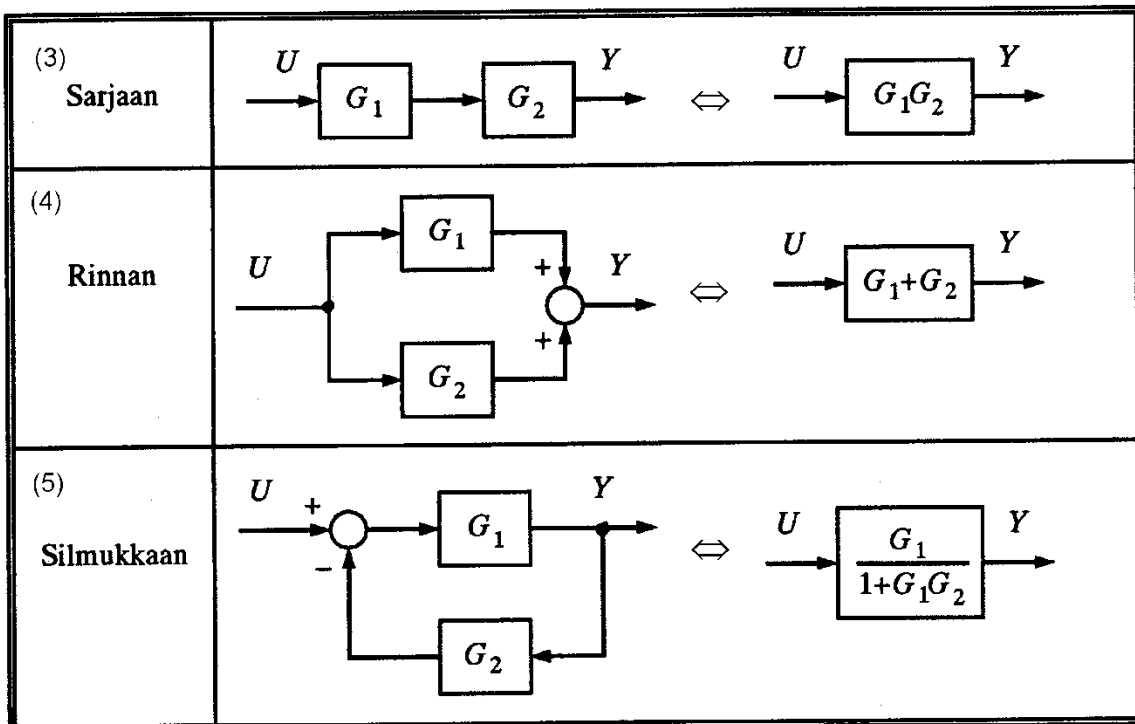
6. Prosessiin, jonka siirtofunktio on  $G(s) = \frac{1}{s+1}$ , syötetään sinimuotoinen heräte  
 $u(t) = A_u \sin(\omega t)$ . Laske prosessin vaihe-ero  $\varphi$  ja amplitudisuhde  $A$   $\omega$ :n funktiona  
(a) aikatason vasteen avulla ja (b) taajuusfunktion avulla.

Laplace-muunnos	Ajan funktio	
$1$	$\delta(t)$	M1
$\frac{1}{s}$	$1$	M2
$\frac{1}{s^2}$	$t$	M3
$\frac{1}{s^{n+1}}$	$\frac{t^n}{n!}$	M4
$\frac{1}{s+a}$	$e^{-at}$	M5
$\frac{1}{(s+a)^2}$	$te^{-at}$	M6
$\frac{1}{(s+a)^{n+1}}$	$\frac{t^n e^{-at}}{n!}$	M7
$\frac{1}{s(s+a)}$	$\frac{1}{a}(1-e^{-at})$	M8
$\frac{1}{(s+a)(s+b)}$	$\frac{1}{a-b}(e^{-bt} - e^{-at})$	M9
$\frac{1}{s(s+a)(s+b)}$	$\frac{1}{ab} + \frac{1}{ab(b-a)}(ae^{-bt} - be^{-at})$	M10
$\frac{a}{s^2+a^2}$	$\sin(at)$	M11
$\frac{s}{s^2+a^2}$	$\cos(at)$	M12
$\frac{a}{(s+b)^2+a^2}$	$e^{-bt} \sin(at)$	M13
$\frac{s+b}{(s+b)^2+a^2}$	$e^{-bt} \cos(at)$	M14
$\frac{s+a}{s+b}$	$\delta(t) + (a-b)e^{-bt}$	M15

Summa- ja haarautumispisteet:



Peruslohkojen kytkentä:



$n:$	$a_0$	$a_2$	$a_4$	$a_6$	$\dots$	$b_1 = \frac{a_1 a_2 - a_0 a_3}{a_1}$	$c_1 = \frac{b_1 a_3 - a_1 b_2}{b_1}$	$d_1 = \frac{c_1 b_2 - b_1 c_2}{c_1}$
$n-1:$	$a_1$	$a_3$	$a_5$	$a_7$	$\dots$	$b_2 = \frac{a_1 a_4 - a_0 a_5}{a_1}$	$c_2 = \frac{b_1 a_5 - a_1 b_3}{b_1}$	$d_2 = \frac{c_1 b_3 - b_1 c_3}{c_1}$
$n-2:$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$\dots$	$b_3 = \frac{a_1 a_6 - a_0 a_7}{a_1}$	$c_3 = \frac{b_1 a_7 - a_1 b_4}{b_1}$	$d_3 = \frac{c_1 b_4 - b_1 c_4}{c_1}$
$n-3:$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$\dots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$n-4:$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_4$	$\dots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$						$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$						$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$2:$	$e_1$	$e_2$				$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$1:$	$f_1$					$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$0:$	$g_1$					$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$