

SaSun VK1-tenttikysymyksiä 2019

Enso Ikonen, Älykkäät koneet ja järjestelmät (IMS), 5.2.2019

- Tentin arvosteluperusteita:
 - Kurssin alku on osin kertausta SÄAn ja prosessidynamiikkakursseista, jotka oletetaan lähtötietoina (niiden minimitasosta ei vielä saa pisteitä) => pisteet voivat jäädä nolnaan vaikka jotain olisi oikeinkin.
 - Koetetaan arvioida ymmärtämistä ja osaamista.
- Välikokeilla aiheet jaksottuvat klassiseen säätöteoriaan (vk1) ja taajustason suunnitteluun (vk2), à 2h. Loppukokeessa molemmat tentit pidetään "yhtä aikaa", 3h tenttiakvaariossa.
 - Välikokeet järjestetään tuntitenttinä annettuna aikana, ei uusintamahdollisuutta.
- Kysymyksiä välikokeissa 4+4 kpl joista arvostellaan 3+3:een ensimmäiseen annettuihin vastaukseen, à 5p.
 - Läpikäynnin raja 12 p (välikokeiden summa tai loppukoe):
 - arvosanojen alarajat: 1/12p, 2/15p, 3/18p, 4/22p, 5/26p.
 - Kysymyksiä on kolmenlaisia: selitä/esittele; johda/osoita; laske/suunnittele.
 - 1 Selitä/esittele
 - 2 Johda/osoita
 - 3 Laske/suunnittele
 - 4 ** (vähän vaativampi)
 - Loppukokeessa arvostellaan 6 vastausta 7:ään kysymykseen, à 5p
 - Loppukokeet tehdään itse varattuun aikaan tenttiakvaariossa (ns paperikoe, eli maanantaisin); kysymykset arvotaan sattumanvaraisesti tehtäväpankista. Välikoe pisteitä ei oteta huomioon arvosteltaessa loppukokeita.

Luku1

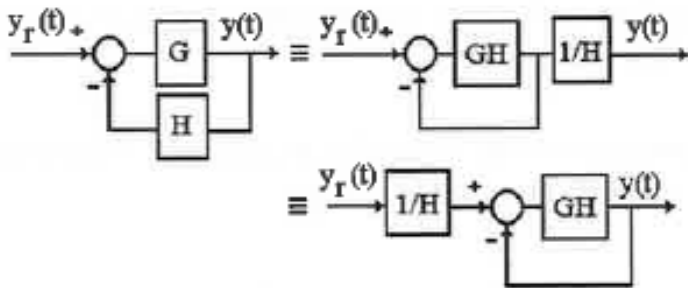
JK** Osoita, että funktion f derivaatan f' Laplace-muunnos saadaan yhtälöstä $L\{f'(t)\} = sL\{f(t)\} - f(0)$. Selitä mitä tulos tarkoittaa ja anna esimerkki sen käytöstä?

LK. Systeemiä kuvaa $y'(t) = ay(t) + bu(t)$; $u(t) = K[r(t) - y(t)]$. Mikä on järjestelmän vaste aikatasossa, $y(t)$, kun sisäänmeno $r(t)$ on yksikköaskel. *Liitteenä Laplacemuunnostaulukko.*

LK. Systeemiä kuvaa $Y(s) = 1/(s(s^2+1))$. Miltä aikatason signaali $y(t)$ näyttää? *Liitteenä Laplacemuunnostaulukko.*

LK*. Kahden sarjaan kytketyn tankin järjestelmää kuvaa $V1 \cdot c1'(t) = q \cdot c0(t) - q \cdot c1(t)$; $V2 \cdot c2'(t) = q \cdot c1(t) - q \cdot c2(t)$ missä $c1$ ja $c2$ ovat konsentraatioita, ja virtaus q on vakio. Millainen on aikatason vaste $c2(t)$, jos sisäänmenokonsentraatioon $c0(t)$ tehdään yksikköaskel? *Liitteenä Laplacemuunnostaulukko*

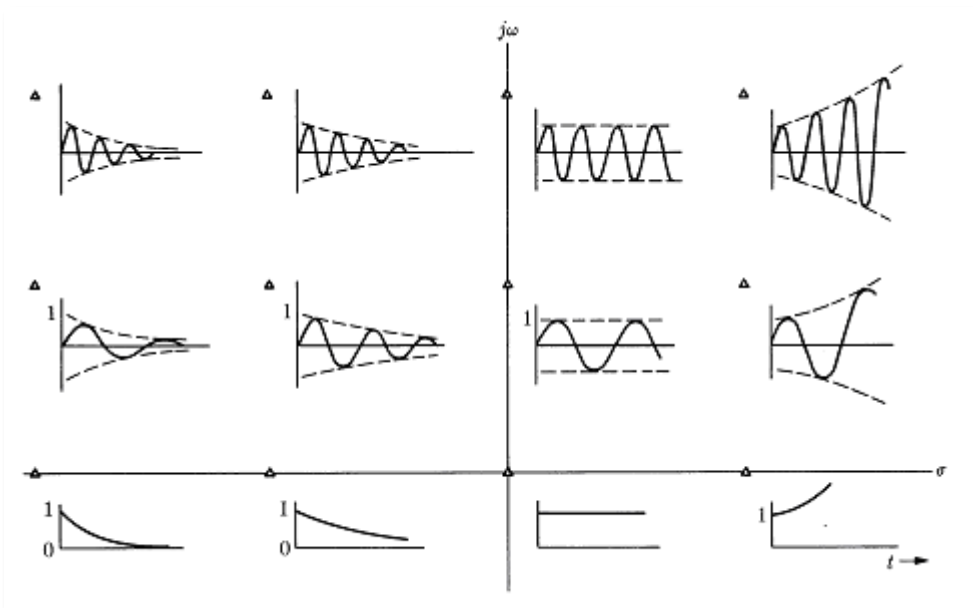
JK. Johda siirtofunktiot kuvan järjestelmille ja osoita että suljetun piirin vasteet ovat identtiset.



Luku2

SK. Toisen kertaluvun järjestelmän impulssivaste on $h(t) = k/w_d \exp(-\sigma \cdot t) \sin(w_d \cdot t) 1(t)$. Mitä tarkoitetaan: (i) toisen kertaluvun järjestelmällä? (ii) impulssivasteella? Millaisista komponenteista $h(t)$ koostuu, ja mitä parametreja se sisältää?

SK. Selitä mitä kuvassa esitetään ja kuinka se liittyy dynaamisiin järjestelmiin?



SK. Selitä sanallisesti ja piirrosta käyttäen mitä ovat ylitys, nousuaika ja asettumisaika? Mihin niitä käytetään, ja kuinka niitä voidaan arvioida?

SK.** Millainen on puolitussäätö-algoritmi ja mihin sitä käytetään?

Luku 3

JK. Mitä tarkoitetaan kuuden koplalla, ja mitkä sen jäsenet ovat. Piirrä lohkokaavio, ja johda yhtälöt vähintään kahdelle jäsenistä.

JK. Mitä tarkoitetaan neljän koplalla, ja mitkä sen jäsenet ovat? Piirrä lohkokaavio, ja johda yhtälöt vähintään kahdelle jäsenistä.

SK. Kuvaile takaisinkytketyn säädön ja myötäkytketyn säädön periaatteet. Kuvaile molemmille yhdessä ja erikseen esimerkkejä tilanteista joissa niiden käyttö olisi perusteltua.

SK*. Mitä juuriuramenetelmässä piirretään ja miksi? Kuinka kuvaaja hahmottuu avoimen piirin siirtofunktion avulla?

Luku 4

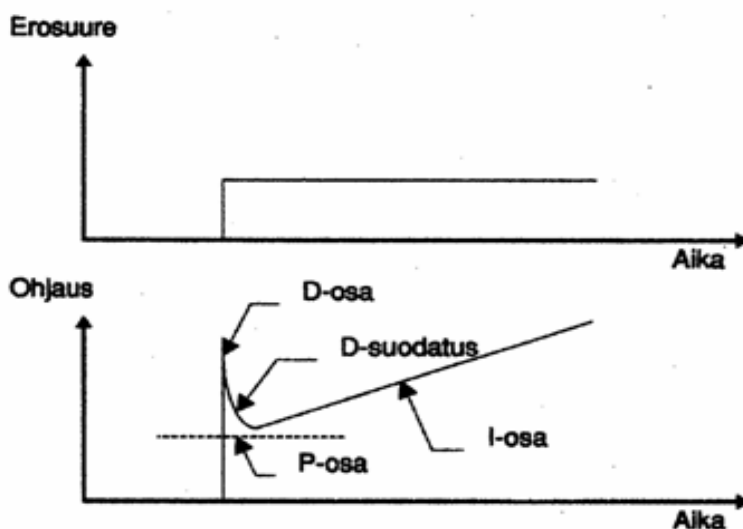
JK. Tarkastele yksikkötakaisinkytketyn suljetun piirin tasapainotilan poikkeamaa asetusarvon ja prosessin ulostulon välillä, kun prosessia säädetään a) P-säätimellä, b) PI-säätimellä. Voit olettaa, että prosessi on stabiili. Selitä mitä tulos tarkoittaa.

JK. Tarkastele yksikkötakaisinkytketyn suljetun piirin tasapainotilan poikkeamaa asetusarvon ja prosessin ulostulon välillä, kun prosessia säädetään a) PI-säätimellä, b) PD-säätimellä. Voit olettaa, että prosessi on stabiili. Selitä mitä tulos tarkoittaa.

SK. Mitä tarkoitetaan kaskadisäädöllä? Millaisissa tilanteissa sitä voidaan käyttää?

SK*. Esittele mitä windup-ilmiöllä tarkoitetaan? Kuinka sen aiheuttamia ongelmia voidaan säädössä korjata?

SK. Kuvaile PID-säätimen termien vaikutusta suljetun piirin säädössä. Käytä hyväksesi myös allaolevaa kuvaa.



Luku 5

JK*. Johda säädin $C(s)$, kun haluttu käyttäytyminen annetaan siirtofunktiolla $H(s) = 1/(\lambda s + 1)$ ja säädettävää prosessia kuvataan ensimmäisen kertaluvun mallilla $P(s) = k/(\tau_1 s + 1)$. Mitkä ovat PID-säätimen parametrit, joilla säädin voidaan toteuttaa?

JK. Johda säädin $C(s)$, kun haluttu käyttäytyminen annetaan siirtofunktiolla $H(s) = 1/(\lambda s + 1)$ ja säädettävää prosessia kuvataan differentiaaliyhtälöllä $\tau_1 \cdot dy(t)/dt = -y(t) + k \cdot u(t)$. Millaisella PID-säätimellä suunniteltu säätö voidaan toteuttaa?

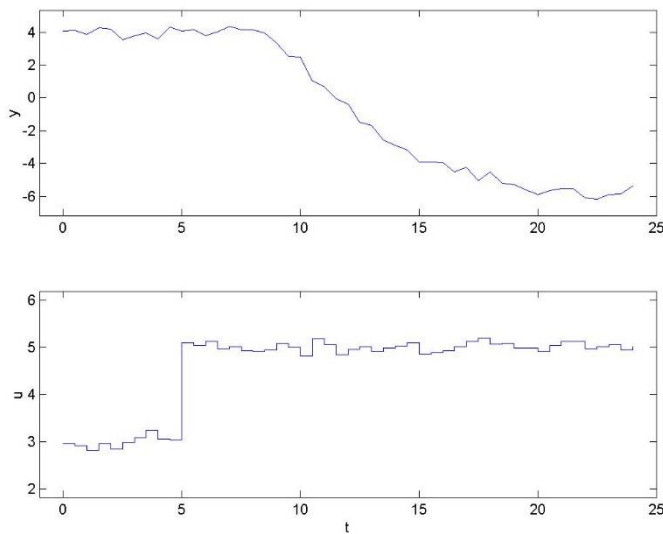
JK**. Johda λ -virityksen perussäännöt käyttämällä toisen kertaluvun viiveellistä prosessimallia ja ensimmäisen kertaluvun viiveellistä haluttua käyttäytymistä. Mitkä ovat PID-säätimen parametrien virityskaavat.

LK. Prosessia kuvaa $Y(s)/U(s) = 2/(8s+1)\exp(-s)$. Suunnittele säädin, kun suljetun piirin haluttu aikavakio on 5. Mitkä ovat vastaavan PID-säätimen parametrit?

SK**. Minkälaisia ongelmia voidaan suoran synteessin säätösuunnittelussa ratkoa faktoroinnin avulla? Selvitä idea ja anna esimerkkejä käyttökohteista.

JK*. Oletetaan, että säätö on suunniteltu suoran inverssin periaatteella niin, että vaste asetusravosta ulostuloon on haluttu. Millainen on ulostulovaste a) ulostulohäiriölle ja b) kuormahäiriölle?

LK. Viritä PI-säädin λ -virityssäännöllä, kun haluttu aikavakio on 2 ja prosessille on mitattu kuvan askelvaste. Mihin λ -parametrilla voidaan vaikuttaa?



viritysmenetelmä\parametri	K_P	τ_I
Z-N	$\frac{\tau_1}{k_p} \frac{0.9}{\theta}$	3θ
suora synteesi	$\frac{\tau_1}{k_p} \frac{1}{(\lambda + \theta)}$	τ_1

$$C_{PID}(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{\tau_I s} \right)$$

Function	Time domain $f(t) = \mathcal{L}^{-1}\{F(s)\}$	Laplace s-domain $F(s) = \mathcal{L}\{f(t)\}$
unit impulse	$\delta(t)$	1
delayed impulse	$\delta(t - \tau)$	$e^{-\tau s}$
unit step	$u(t)$	$\frac{1}{s}$
delayed unit step	$u(t - \tau)$	$\frac{e^{-\tau s}}{s}$
ramp	$t \cdot u(t)$	$\frac{1}{s^2}$
delayed n th power with frequency shift	$\frac{(t - \tau)^n}{n!} e^{-\alpha(t - \tau)} \cdot u(t - \tau)$	$\frac{e^{-\tau s}}{(s + \alpha)^{n+1}}$
n th power (for integer n)	$\frac{t^n}{n!} \cdot u(t)$	$\frac{1}{s^{n+1}}$
q th power (for complex q)	$\frac{t^q}{\Gamma(q + 1)} \cdot u(t)$	$\frac{1}{s^{q+1}}$
n th power with frequency shift	$\frac{t^n}{n!} e^{-\alpha t} \cdot u(t)$	$\frac{1}{(s + \alpha)^{n+1}}$
exponential decay	$e^{-\alpha t} \cdot u(t)$	$\frac{1}{s + \alpha}$
two-sided exponential decay	$e^{-\alpha t }$	$\frac{2\alpha}{\alpha^2 - s^2}$
exponential approach	$(1 - e^{-\alpha t}) \cdot u(t)$	$\frac{\alpha}{s(s + \alpha)}$
sine	$\sin(\omega t) \cdot u(t)$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
cosine	$\cos(\omega t) \cdot u(t)$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$