

$$G(s) = \frac{kT \cdot s + k}{T \cdot s^3 + (1+T) \cdot s^2 + s + k}$$

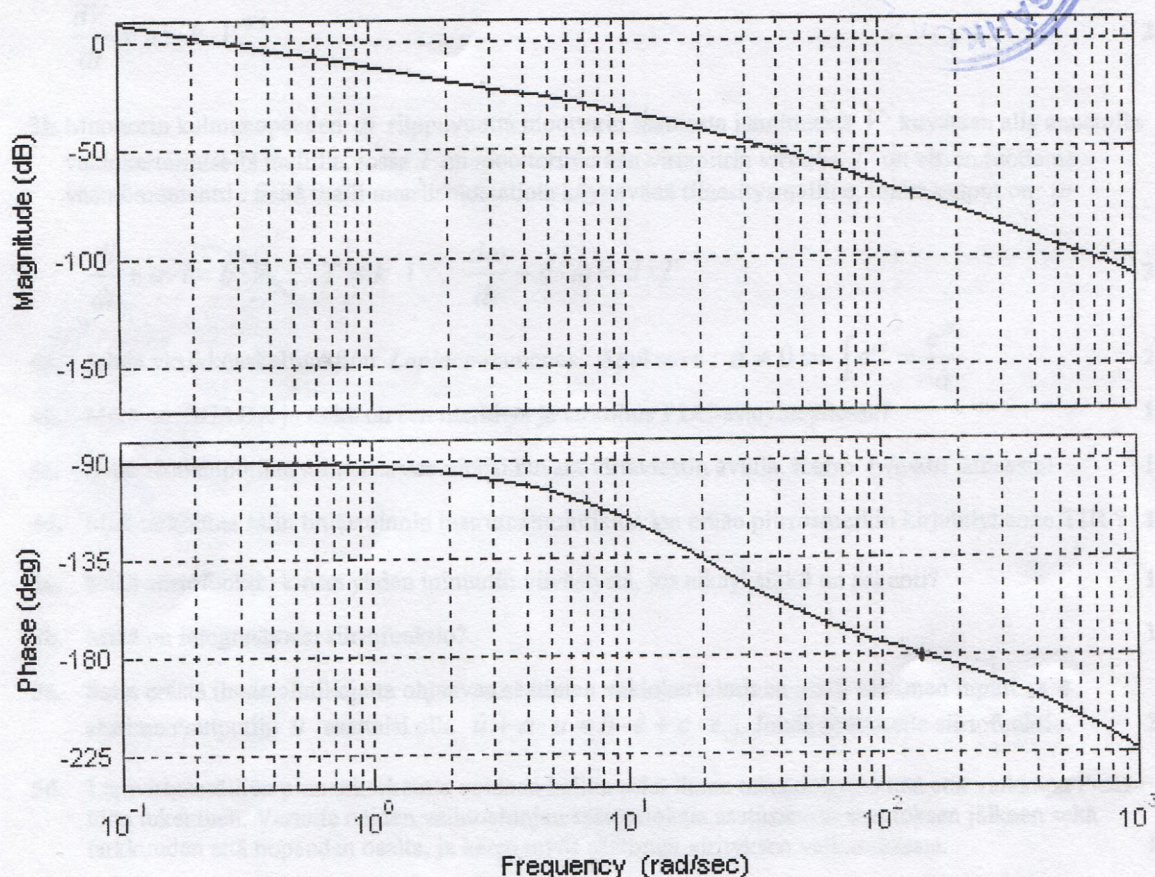
4b. Erään systeemin siirtofunktio G on alla. Johda vaihesiirron arvo kulmataajuudelle $\omega = \pi$.

$$G(s) = \frac{-10 \cdot \exp(-\frac{1}{4} \cdot s)}{s+1}$$

2p.

4c. Erään säätöpiirin prosessin **Bode** on alla, mittaussysteemi on ideaalinen, ja säädin on **P**-säädin jonka proportionaalivahvistus on **10**. Alla on moottorin (toimilaite) ja käsivarren (prosessi) yhteismallin **Bode**-diagrammi. Mikä on desibelivahvistusvara?

2p.



5. a) Tehtävän 4c säätöpiirin vaihevaraksi halutaankin 60° . Millä proportionaalivahvistuksen arvolla tähän päästään?

2p.

b) Anturilla, jonka siirtofunktio on $1/(s+1)$, mitataan yksikkörampifunktio. Tutki loppuarvoteoreemalla huolellisesti ja pätevästi mittausvirheen asymptootista käyttäytymistä ajan kasvaessa rajatta.

2p.

c) Systeemin, jonka siirtofunktio on $1/(s^2 + a \cdot s + 1)$, askelvasteen nousuaika halutaan mahdollisimman pieneksi sallimatta kuitenkaan ylitystä. Millä parametrin a arvolla tämä onnistuu?

2p.

Kokeen tenttivaatimukset ovat syksyn 2008 luentojen mukaiset eli liittyvät oppikirjaan Dorf-Bishop. Tehtävien tunnusten numero-osa vastaa Wiittä Waille -projektin pikkukokeiden numerointia.

1a. Piirrä lohkokaavio huoneen lämpötilan edistyneelle hallinnalle ja dokumentoi se hyvin mutta lyhyesti. 3p.

1b. Selosta digitaalista P-säätöä selostukseen lohkokaavio, kaavoja, funktioiden luonnetta valottavia kuvaajia sisällyttäen. Kaavoja tarvitaan vain havainnollistamaan säädintä sekä digitaaliselle säädölle ominaisia asioita. 3p.

2a. Asetusarvofunktiosta r muodostetaan joskus suotimella siloiteltu asetusarvofunktio x alla annetulla säännöllä, joka saa funktion x hakeutumaan kohti funktiota r vakioparametrin c osittain määräämällä kohtuullisella nopeudella. Esitä suotimelle *alkeislohkokaavio*. 2p.

$$\dot{x} = c \cdot (r - x) \quad , \quad c > 0$$

2b. Elintarviketehtaassa kuljettimelle tulee ravitsevaa ja herkullista mömmöä vaihtelevalla massavirtauksella x_{in} . Kuljetin siirtää mömmön säiliöön. Mömmön massavirtaus kuljettimen loppupäässä olkoon x_{out} . Esitä sopiviin mielekkäisiin tavanomaisiin oletuksiin perustuva lauseke näytearvolle $x_{out}(t)$ oletuksesi mainiten ja itse sopivia apumuuttujia ja apuparametreja esitellen. 2p.

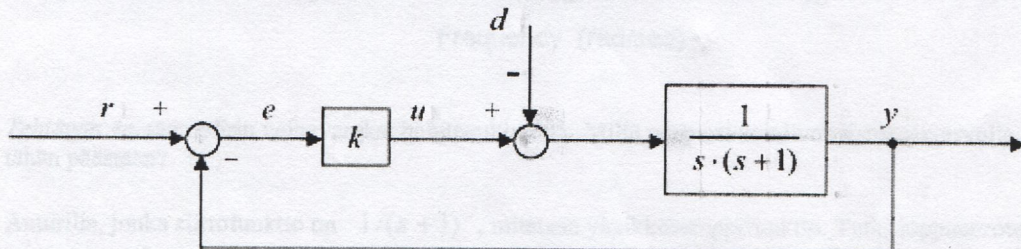
2c. Erään säiliön nestetilavuuden riippuvuutta säiliön tulotilavuusvirtauksesta voidaan kuvata epälineaarisella differentiaaliyhtälömallilla. Aikamuuttujan ja mainittujen muuttujien sopivilla normalisoinneilla (skaalauksilla, sopivia yksiköitä valitsemalla) normalisoidun tilavuusvirtauksen u ja normalisoidun tilavuuden x väliseksi differentiaaliyhtälöksi saadaan alla annettu. Sovelluksen kiinnostavassa tasapainotilassa nesteen normalisoitu tilavuus x saa arvon yksi, Johda lineaarinen differentiaaliyhtälö, jonka perusteella voidaan arvioida tilavuuden vaihtelua tulotilavuusvirtauksen vaihdelta vähän. 2p.

$$\dot{x} = u - x^{1/2}$$

3a. Johda kaavaston avulla alla annetun mallin siirtofunktio oletuksesi kertoen. 2.5p.

$$T \cdot \dot{y}(t) + y(t) = K \cdot u(t - d)$$

3b. Johda alla olevan lohkokaavion vasteelle y relevantti siirtofunktio malli. 3.5p.



4a. Eräässä säätöpiirissä suljetun systeemin (sinulle valmiiksi huolellisesti laskettu!) siirtofunktio on alla. Siinä k on I-säätimen vahvistus ja T on anturin aikavakio. Johda säätöpiirin stabiiliusehdot Routhin testillä ja esitä ne kootusti epäyhtälökoelmana. 2p.