

Ei omia kaavastoja, kirjallisuutta, laskimia, apuvälineitä. Saat lainaksi kaavaston. Älä kirjoita/piirrä siihen mitään. Palauta kaavastokin lähtiessäsi pois. Poistua saa vasta 30 minuutin kuluttua startista. Keskeneneräisistä ja/tai huolimattomasti kirjoitetuista vastauksista ei saa täysiä pisteitä.

Tehtävä 9

- a) Asetusarvoa suodatetaan suotimella asetusarvon insinööriyksikkö samalla vaihtaen. Suotimen amplitudivahvistuksen M riippuvuus kulmataajuudesta w esitellään alla. Päättele/laske suotimen kaistanleveys:

$$M(w) = \frac{k}{w^2 + 1}$$

1p.

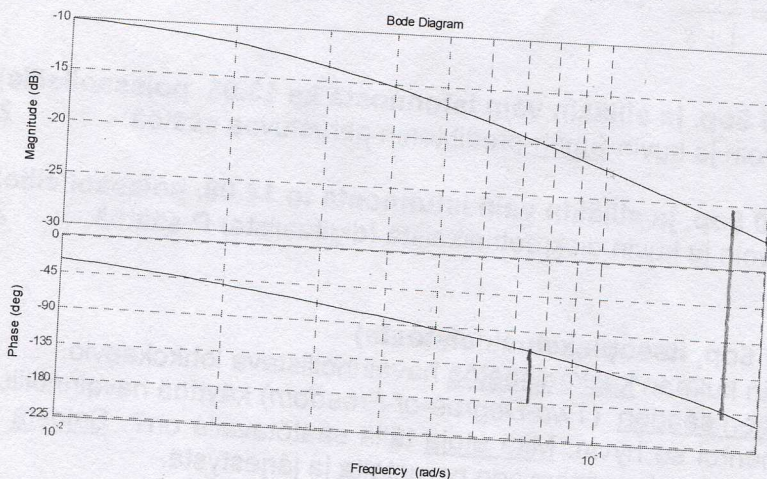
- b) Alla on erään prosessin siirtofunktio G . Johda sen amplitudivahvistusfunktion (amplitudivasteen) ja vaihesiirron (vaihevasteen, vaiheen) lausekkeet:

$$G(s) = \frac{K \cdot \exp(-d \cdot s)}{T \cdot s + 1}$$

3p.**Tehtävä 10**

Alla on erään lämpötilan säätöpiirin toimilaitteen, prosessin ja mittaussysteemin sarjaankytkennän Bode-diagrammin osa. Se on oheisten kysymysten kannalta riittävän edustava:

- a) Jos säätimeksi valittaisiin **P**-säädin, jonka proportionaalivahvistus on **10**, niin minkä suuruisia olisivat vaihevara, dB-vahvistusvara ja viivevara. Ota huomioon tuo **10**! **3p.**
- b) Pomo haluaakin lopulta säätimen, jonka amplitudivahvistus $M(w)$ ja vaihesiirto $P(w)$ kulmataajuudelle w ovat $M(w) = k/w$ ja $P(w) = -(\pi/2) \cdot \text{rad}$. Valitse k niin, että vaihevaraksi saadaan 45° . Älä kysy valvojalta parametrasta k vaan päätele itse sen relevantit ominaisuudet: **1p.**



Tehtävä 11

- a) Erään levyaseman lukupään paikkakoordinaatti y riippuu asetusarvostaan r ja kuormitushäiriöstä d alla annetun polynomimallin kuvaamalla tavalla niin, että D on d :n Laplace-muunnos jne. Oletetaan funktioille r , d vakioarvot r_0 , d_0 . Päätele Loppuarvoteoreeman avulla tieteellisesti eli huolellisesti ja täsmällisesti argumentoiden säätövirheen raja-arvo ajan kasvaessa rajatta eli kun $t \rightarrow \infty$.

$$(s^2 + 10 \cdot s + k) \cdot Y(s) = k \cdot R(s) - D(s)$$

3p.

- b) Firma F myy toimilaitetta T . Sen myynnin määrä m riippuu toimilaitteen kappalehinnasta x . Myynnin määrää kuvataan oheisella mallilla, jossa parametrit ovat positiivisia lukuja. Laske hintajousto (*price elasticity*) eli myynnin differentiaaliherkkyys hinnan suhteen: 1p.

$$m(x) = k \cdot \exp(-p \cdot x) \quad , \quad x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$$

Tehtävä 12 (vain Luennolta 12 ke 06.08. ja/tai Harjoituksesta 12 to 07.08. poissaolleille)

- a) Erään vahvasti aidon **BIBO**-stabiilin toisen kertaluvun systeemin ei-negatiivinen askelvas-te alkaa arvosta 0, on jatkuva, päättyy äärelliseen positiiviseen loppuarvoon mutta saa myös loppuarvoaan suurempia arvoja. Hahmottele karkeasti systeemin mahdolliset napa-nolla -kuviot. 2p.

- b) Toisen kertaluvun nollattoman **BIBO**-stabiilin **LTI**-systeemin askelvasteen prosentuaaliselle ylitykselle ja asettumisajalle halutaan asettaa riittävän alhaiset ylärajat. Niiden alle päästään, jos navat sijaitsevat kompleksitason sopivassa alueessa. Hahmottele sellaisen alueen (likimääräinen) geometrinen muoto, ts. rajaa sellainen alue sopivien reunaviivojen avulla. Kerro, miksi muoto on vain likimääräinen. Merkitse kuvaan lisäksi napasijainnit, joilla sekä ylitys että asettumisaika osuvat omalle sallitulle ylärajalleen. 2p.

Tehtävä 13 (vain ASE-1250 5op)

Säätöpiirissä Z säätimen siirtofunktio F , prosessin siirtofunktio G ja anturin siirtofunktio H ovat alla annetut. Selvitä yleisillä juuriurasäännöillä (ei siis tämän tehtävän mallien tuottamaan kertalukuun perustuvilla erikoiskaavoilla) juuriuran haarojen alkupisteet, loppupisteet, Re-akselilla olevat osuudet ja murtopisteet, kun $k > 0$: 4p.

$$F(s) = k \quad , \quad G(s) = \frac{1}{s} \quad , \quad H(s) = \frac{1-s}{1+s}$$

Tehtävä 14a (vain ASE-1250 5op, ja silläkin vain istunnosta ke 13.08. poissaolleille)

Selosta lyhyesti lausein, kaavoin ja kuvin Smith-prediktoriin perustuvaa säätöä. 2p.

Tehtävä 14b (vain ASE-1250 5op, ja silläkin vain istunnosta to 14.08. poissaolleille)

Selosta lyhyesti lausein, kaavoin ja kuvin diskreetti aikaista (digitaalista) **P**-säätöä. 2p.

Tehtävä 15 (vain ASE-1250 5op, itseopiskeluaineistosta)

- a) Piirrä DC-moottorin akselin kulman kaskadisäätöä havainnollistava lohkokaavio. 2p.
- b) Piirrä kahden vapausasteen säädön (*Two-Degree-of-Freedom*) käyttöä havainnollistava lohkokaavio ja dokumentoi se hyvin. Mitä etuja tällä säätötavalla on? Selosta säätimen osasysteemien suunnittelun ja virittämisen perusteita ja järjestystä. 2p.