

TTKK  
Konetekniikan osasto

HTA

## 26151 SÄHKÖHYDRAULISET SERVOJÄRJESTELMÄT

Tentti 17.1.2005 / Kalevi Huhtala

Muistiinpanojen käyttö on kielletty ja tenttikysymykset on palautettava vastauspaperin mukana. Arvostelu 6 pistettä / tehtävä.

1) a) Hydrauliset tilavuusvirransäätötavat voidaan jakaa syrjäytystilavuus- ja kuristussäätöön. Nimeä kummankin etu- ja haittapuolet.

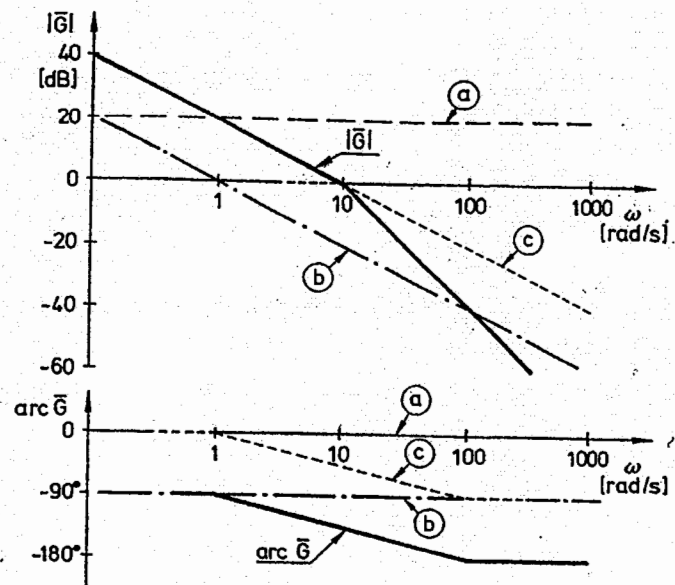
b) Mitkä ovat kaksi nesteen virtaustyyppiä ja mitkä ovat niiden ominaisyydet ja ominaisuudet?

2) Sähköhydraulisessa asemaservossa toimilaitteena on läpimenevällä männänvarrella varustettu sylinteri, jota kuormittaa hitauskuorma sekä vakiovoima. Sylinterin pinta-ala on  $10^{-3} \text{ m}^2$ . Tiedetään, että erosignaalin ja servoventtiilin ohjausvirran välillä on vahvistus 0,01 A/V. Vastaavasti tiedetään, että asema-anturin signaalin 1 V:n muutoksella kuorma liikkuu 0,02 m:n matkan. Servoventtiilistä ilmoitetaan seuraavat arvot:

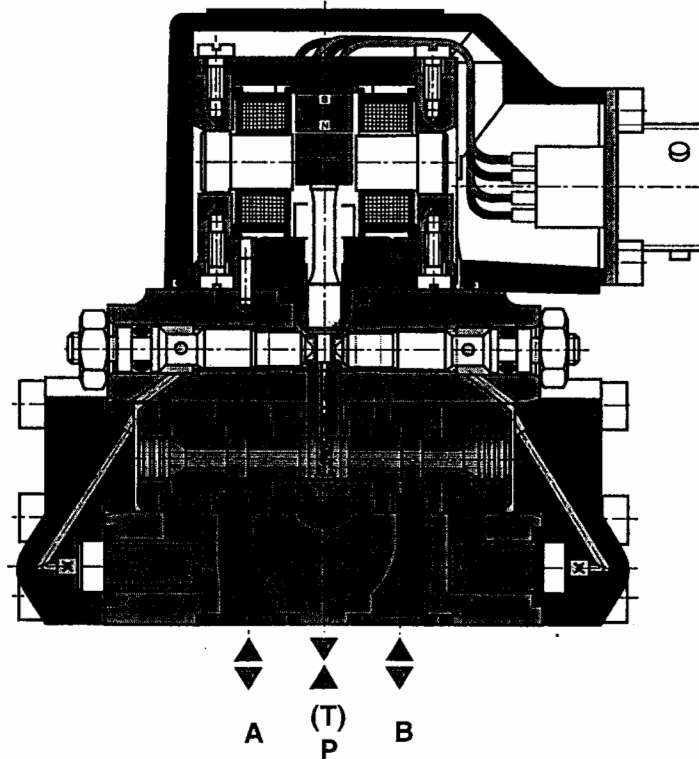
- suurin tilavuusvirta (rated flow) on  $10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ ,
- suurin ohjausvirta (rated current) on 10 mA,
- erotuskyky on 3 %
- paineherkkyys (eli painevahvistus) on  $3 \cdot 10^{10} \text{ Pa/A}$  ja
- $-90^\circ$  - vaihesiirtoa vastaava rajataajuus on 80 Hz.

Laske suurin sallittu muutos vakiovoimassa, kun asemavirhe ei saa ylittää arvoa 1 mm. Sylinterin kitkoja ja vuotoja ei oteta huomioon.

3) Seuraavassa kuvassa on kolmen osajärjestelmän Bode-diagrammit sekä niiden yhteenlaskuperiaatteella saatu taajuusvaste  $G(j\omega)$ . Selvitä osajärjestelmät a, b ja c sekä siirtofunktio  $G(s)$ .



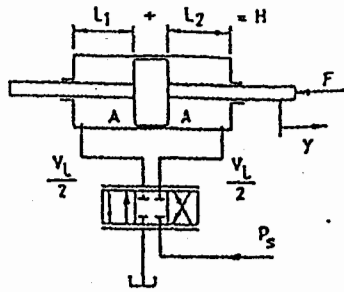
4) Mikä venttiili on esitetty alla olevassa kuvassa? Selvitä venttiilin toimintaperiaate.



- 5) Sähköhydraulisen asemaservojärjestelmän syöttöpaine on 210 bar. Suuntaservoventtiiliksi on valittu venttiili, jonka tilavuusvirranläpäisy on 24 l/min ( $\Delta p_v = 70$  bar). Venttiilin ohjausvirta on 30 mA. Sylinterin, joka on toteutettu läpimenevällä männänvarrella, mitat ovat 40mm/28mm – 100mm ( $D_s/d_m - L$ ). Männän liikettä mitataan LVDT-anturilla, jonka ulostulo on 0 - +10 V. Toimintapisteessä kuormanpaine on 120 bar. Venttiilin ohjauskortin vahvistus  $K_A$  on 0.06 A/V.

Laske edellä mainituilla arvoilla ko. toimintapisteessä seuraavat kohdat

- a) Venttiilin todellinen läpimenevä tilavuusvirta
- b) Servoventtiilin sisäisen vahvistuksen  $k_v$  ja tilavuusvirtavahvistuksen  $k_q$  tulo (= "flow gain")
- a) Järjestelmän avoimen piirin kokonaisvahvistuksen arvo.



$$k_h = \frac{A^2 B}{AL_1 + \frac{1}{2} V_L} + \frac{A^2 B}{AL_2 + \frac{1}{2} V_L}$$

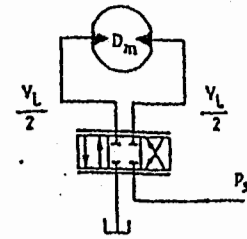
$$k_{h \min} = \frac{4A^2 B}{AH + V_L}$$

$$\text{Jos } V_L \ll AH \Rightarrow k_{h \min} = \frac{4AB}{H}$$

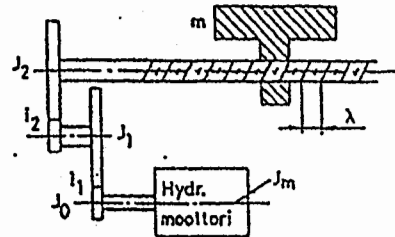
$$\text{Usein merkittään } V_0 = \frac{AH}{2} \Rightarrow$$

$$k_{h \min} = \frac{2A^2 B}{V_0}$$

$$\omega_h \approx 2\sqrt{\frac{AB}{mH}} \quad \text{tai} \quad \omega_h \approx \sqrt{\frac{2A^2 B}{mV_0}}$$

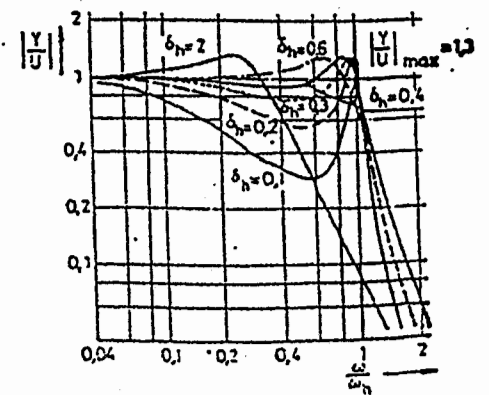
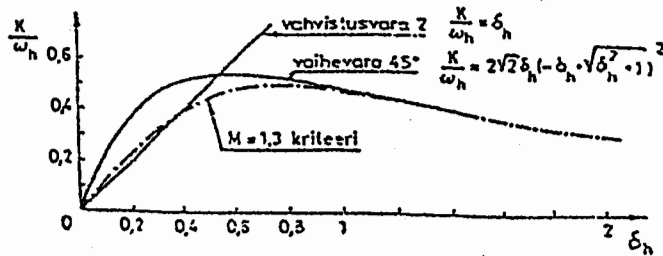
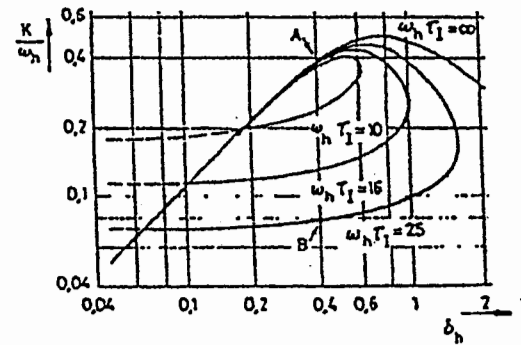
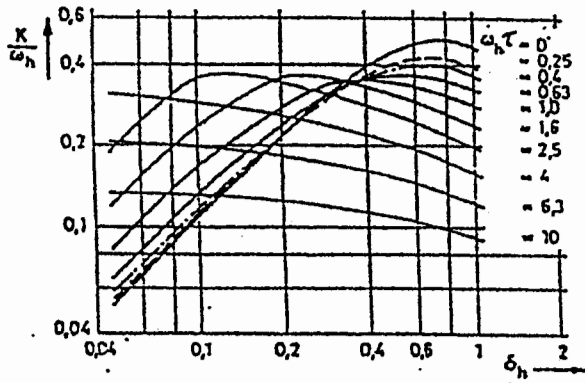


$$k_h = \frac{4D_m^2 B}{2\pi D_m + V_L}$$



$$J_{\text{tot}} = J_m + J_0 + \frac{J_1}{l_1^2} + \frac{J_2}{l_2^2} + m \left( \frac{\lambda}{2\pi i_1 i_2} \right)^2$$

$$\omega_h = \sqrt{\frac{k_h}{J_{\text{tot}}}}$$



$$\delta_h = \frac{\omega_h}{2} \left[ \frac{m(C_v + K_c)}{A_{\text{syyl}}^2} + \frac{b \cdot V_0}{2 \cdot B \cdot A_{\text{syyl}}^2} \right]$$