

Norges landbrukshøgskole, IMT-instituttet

Deleksamen (40%) i kurs TEL230 Reguleringsteknikk

Tid: 17.10 2003 kl. 0815 – 0945 (1,5 timer).

Hjelpemidler: Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler. Kalkulator ikke tillatt.

Oppgaven inneholder ett vedlegg (om Laplacetransformasjonen).

Kontakt under eksamen: Finn Haugen (faglærer), tlf. 9701 9215.

Tallene ved hver oppgave angir oppgavens relative vekt i prosent ved sensur.

1. (20) Gitt en rettvegget væsketank. Innstrømmingen til tanken styres av en pumpe. Volumstrømmen i innstrømmingen er proporsjonal med pumpestyresignalet. Utstrømmingen fra tanken foregår gjennom et utløpsrør i bunnen av tanken. I røret står en ventil med fast åpning. Volumstrømmen gjennom ventilen (og røret) er proporsjonal med kvadratroten av trykkfallet over ventilen. Dette trykkfallet antas å være proporsjonalt med det hydrostatiske trykket i bunnen av tanken. Det hydrostatiske trykket er proporsjonalt med væskens tetthet og med gravitasjonskonstanten og med væskeni vået.

Utvikle en (dynamisk) matematisk modell for væskeni vået i tanken. Definer selv de nødvendige modellparametre.

2. (15) Finn amplitudedefuksjonen og fasefunksjonen for frekvensresponsen for transferfunksjonen

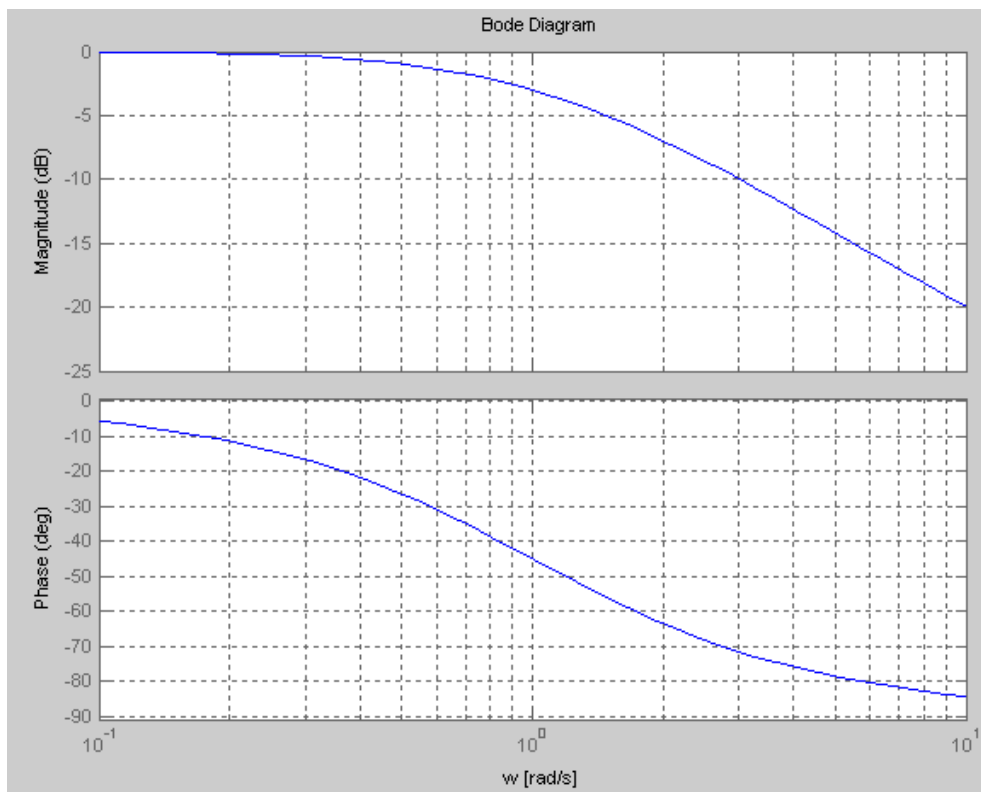
$$H(s) = \frac{K}{Ts + 1} e^{-\tau s}$$

3. Figur 1 viser et gitt lavpassfilters frekvensrespons framstilt i et Bodediagram. På filterinngangen er sinussignalet $u(t) = U \sin(\omega t)$ der $\omega = 1$ rad/s.

- (a) (10) Hva blir det resulterende (stasjonære) signalet $y(t)$ på filterutgangen? (Skriv opp $y(t)$.)
- (b) (5) Hva er filterets båndbredde?

Oppgitt (for oppgave 3): 0dB = 1. -3dB = 0,71. -20dB = 0,1.

4. (5) Hvilken stabilitetsegenskap har følgende system (transferfunksjon)? (Begrunn svaret, men du skal ikke regne ut noen



Figur 1:

tidsrespons.)

$$H(s) = \frac{(s - 1)}{(s - 2)(s + 3)} \quad (1)$$

5. (15) Tegn detaljert matematisk blokkdiagram av følgende matematiske modell, der x er utgang og u er inngang og initialtilstanden er x_0 :

$$T\dot{x}(t) = -x(t) + Ku(t - \tau) \quad (2)$$

6. (15) Se (2). Finn transferfunksjonen fra u til x .
7. Forklar kort hva følgende Matlab-funksjoner gjør. (Du trenger ikke gjengi funksjonenes syntaks.)

(a) (4) lsim

(b) (4) tf

8. (7) Skisser sprangresponsen (spranghøyden er 3) for et 1. ordens system med tidskonstant 5 og forsterkning 2. (Du skal ikke utlede tidsresponsen analytisk, kun skissere sprangresponsen ut fra opplysningene gitt i deloppgaven.)

Tillegg B

Laplaceformasjonen

I de ordinære kapitlene i boka er det for enkelhets skyld brukt liten bokstav om både tidsfunksjonen, $f(t)$, og om dens Laplacetransformerte, $f(s)$. I dette vedlegget brukes stor bokstav $F(s)$ om den Laplacetransformerte av tidsfunksjonen $f(t)$ for å unngå eventuelle misforståelser.

B.1 Egenskaper ved Laplacetransformasjonen

Nedenfor er egenskaper ved Laplacetransformasjonen som er spesielt relevante for emnene i denne boka, listet opp.

Lineærkombinasjon:

$$k_1 F_1(s) + k_2 F_2(s) \iff k_1 f_1(t) + k_2 f_2(t) \quad (\text{B.1})$$

Spesialtilfelle:

$$kF(s) \iff kf(t) \quad (\text{B.2})$$

Tidsforsinkelse:

$$F(s)e^{-\tau s} \iff f(t - \tau) \quad (\text{B.3})$$

Derivasjon:

$$s^n F(s) - s^{n-1} f(0) - s^{n-2} \dot{f}(0) - \dots - \overset{(n-1)}{f}(0) \iff \overset{(n)}{f}(t) \quad (\text{B.4})$$

Et spesialtilfelle er når initialbetingelsene er null:

$$s^n F(s) \iff \overset{(n)}{f}(t) \quad (\text{B.5})$$

Integrasjon:

$$\frac{1}{s}F(s) \iff \int_0^t f(\tau) d\tau \quad (\text{B.6})$$

Konvolusjon:

$$F_1(s)F_2(s) \iff f_1(t) * f_2(t) = \int_0^t f_1(t-\tau)f_2(\tau) d\tau \quad (\text{B.7})$$

Begynnelsesverditeoremet:

$$\lim_{s \rightarrow \infty} sF(s) \iff \lim_{t \rightarrow 0} f(t) \quad (\text{B.8})$$

Sluttverditeoremet:

$$\lim_{s \rightarrow 0} sF(s) \iff \lim_{t \rightarrow \infty} f(t) \quad (\text{B.9})$$