

Skriftlig reeksamen i kurset

Grundlæggende regulering, EN4

Onsdag 23. August 2017

kl. 9.30 - 13.30 (4 timer)

Alle sædvanlige hjælpemidler er tilladte, dvs. bøger, noter, lommeregner, computer mv. Alle kommunikationsprotokoller på computere, telefoner, smart-ure mv. skal være slukket. Det er **IKKE** tilladt at aflevere printede besvarelser.

HUSK at skrive studienummer på alle papirer som afleveres.

Det skal tydeligt fremgå af alle opgavebesvarelser, hvilke metoder der er anvendt, og der skal være et passende antal mellemregninger, således at tankegangen bag besvarelsen er tydelig.

Opgave 1: (13%)

Et lukket-sløjfe-system med overføringsfunktionen $G(s)$ har to dominerende komplekse poler.

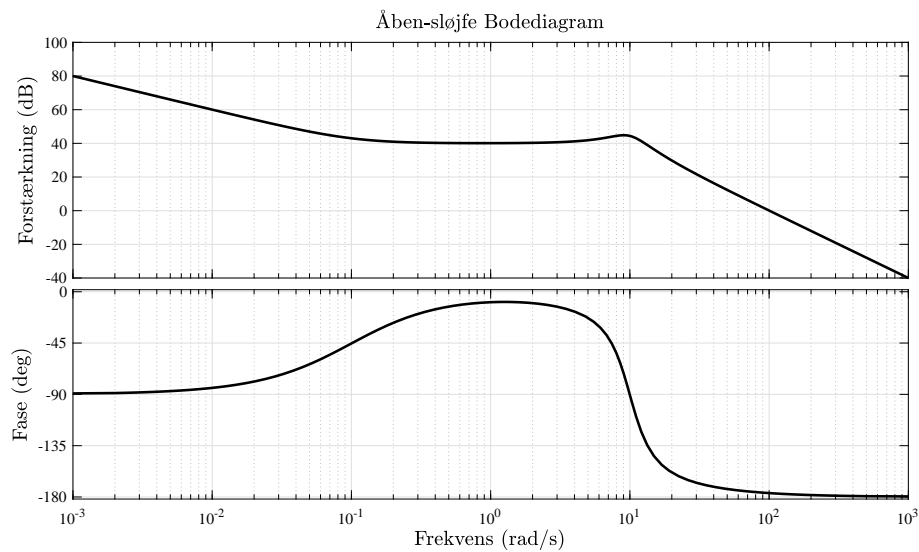
Skitsér det område i det komplekse plan, hvor rødderne skal ligge for at opfylde specifikationerne:

a) $\omega_n \geq 10$ og $0.6 \leq \zeta \leq 0.8$

b) $\tau \leq 0.5$ og $\zeta \geq 0.7$

Opgave 2: (20%)

Figur 1 viser åben-sløjfe Bodediagrammet for et givet system.

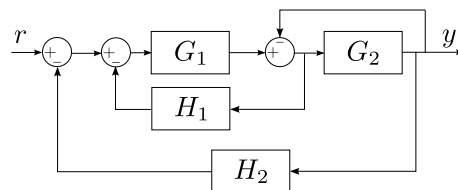


Figur 1: Åben-sløjfe Bodediagram for det betragtede system.

- Bestem forstærknings- og fasemargin for systemet. Forklar hvordan disse er fundet.
- Bestem overføringsfunktionen for åben-sløjfe systemet.
- Bestem hvorvidt lukket-sløjfe systemet er stabilt. Begrund svaret.
- Bestem den stationære fejl for systemet, hvis dette påvirkes med et step-input, dvs. $R(s) = \frac{1}{s}$.

Opgave 3: (12%)

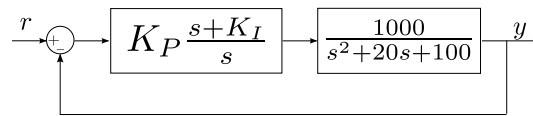
Bestem vha. blokdiagramsreduktioner overføringsfunktionen for systemet vist i figur 2.



Figur 2: Blokdiagram der skal reduceres.

Opgave 4: (20%)

Systemet vist i figur 3 betragtes, hvor der er indsat en PI-regulator.

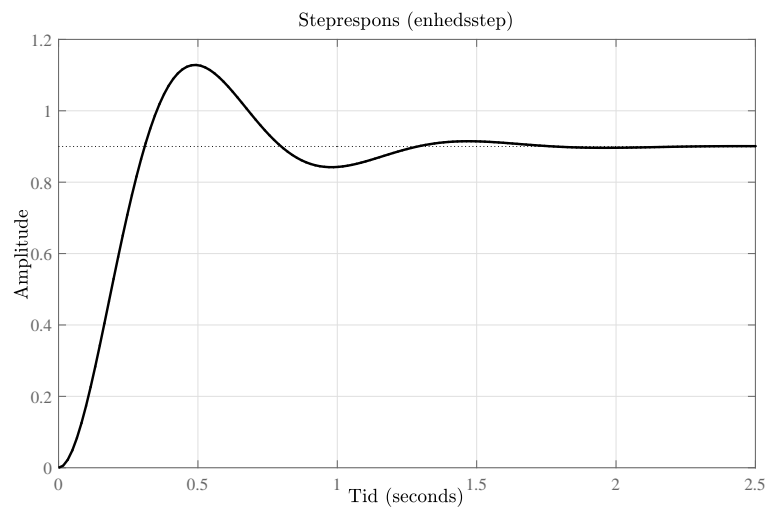


Figur 3: System der betragtes i opgave 4.

- Bestem den stationære fejl for systemet, hvis dette påvirkes med et stepinput, dvs. $R(s) = \frac{1}{s}$. Det kan antages at systemet er stabilt.
- Bestem den karakteristiske ligning for systemet.
- Bestem, vha. Routh-Hurwitz stabilitetskriterie, hvad der skal gælde for hhv. K_P og K_I for at systemet er stabilt.
- Det oplyses nu at $K_I = 40$. Skitsér rodkurven for systemet, når det er proportionalforstærkningen, K_P , der varieres langs rodkurven. BEMÆRK; det er ikke tilstrækkeligt blot at bruge Matlab!

Opgave 5: (15%)

Et system har enheds-stepresponset vist i figur 4. Det er givet, at systemet kan approksimeres ved et 2. ordens system.



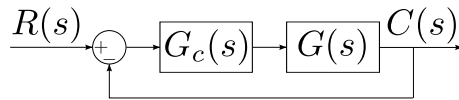
Figur 4: Steprespons for systemet.

- Bestem henholdsvis oversving, indsvingningstid, peaktid og stigtid for systemet.
- Bestem den stationære fejl for systemet.
- Bestem den naturlige egenfrekvens ω_n , dæmpningsforholdet ζ og DC-forstærkningen K .

Opgave 6: (10%)

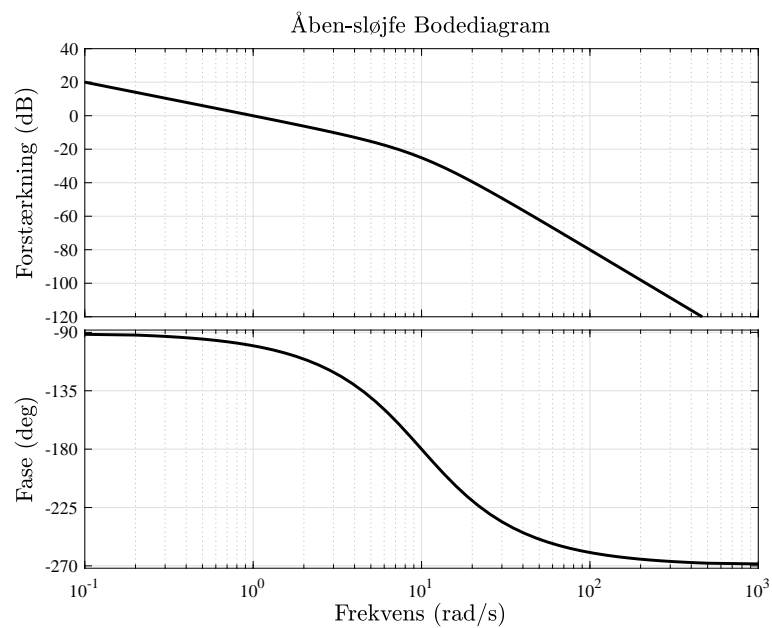
Systemet vist i figur 5 betragtes. $G(s)$ er givet ved:

$$G(s) = \frac{100}{s^3 + 18s^2 + 100s}$$



Figur 5: System, til hvilket der skal designes en lead-regulator.

Åben-sløjfe Bodediagrammet for systemet er vist i figur 6.



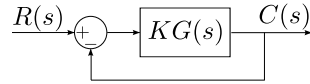
Figur 6: Åben-sløjfe Bodediagram for det betragtede system.

Design en lead-regulator, $G_c(s)$, til systemet, når der skal designes efter en ønsket fasemargin på $\phi_m \approx 45^\circ$ og indsvingningstid på $T_s \approx 4$. Der er ingen krav om ændret DC-forstærkning.

Opgave 7: (10%)

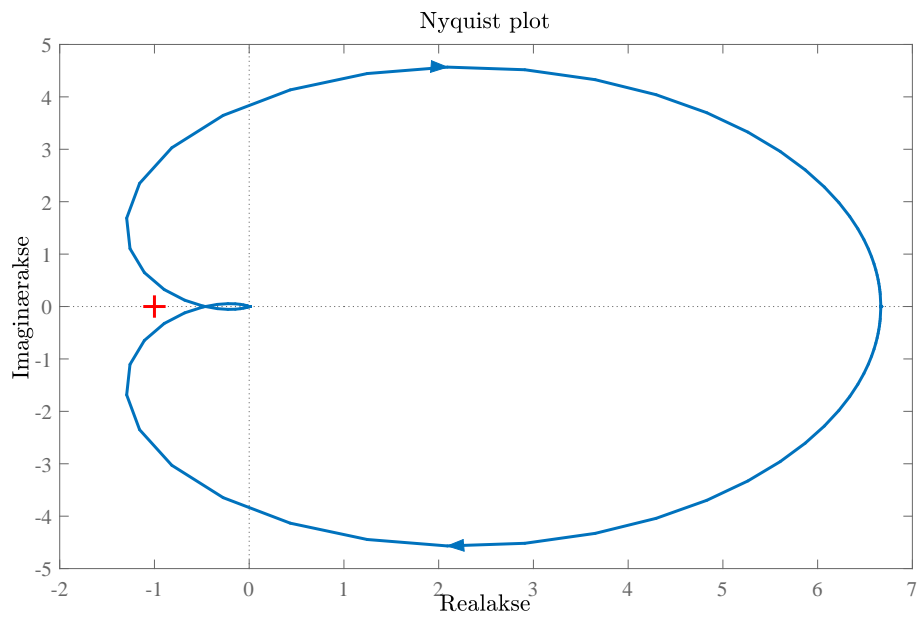
Systemet vist i figur 7 betragtes, hvor $G(s)$ er givet ved:

$$G(s) = \frac{2(s+20)}{(s+1)(s+2)(s+3)}$$



Figur 7: Betragtet system.

- a) Bestem hvorvidt systemet er stabilt eller ej når $K = 1$ (benyt eventuelt Nyquistplottet for systemet vist i figur 8).
- b) Bestem for hvilke værdier af K systemet vil være stabilt.



Figur 8: Nyquistdiagram for systemet, når $K = 1$.