

Övning 6: lead-lag-kompensering

Uppgifter: 5.10, 6.3

Förra övningen:

- Frekvenssvar $G(i\omega)$

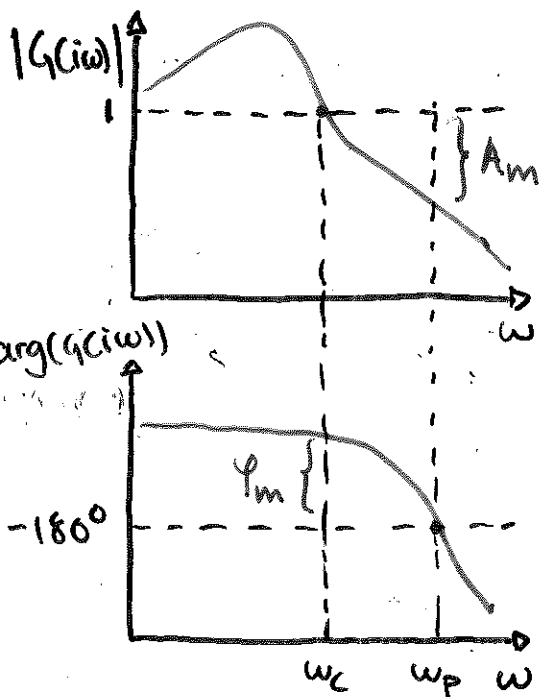


$$u(t) = A \sin(\omega t) \Rightarrow y(t) = |G(i\omega)| A \sin(\omega t + \phi)$$

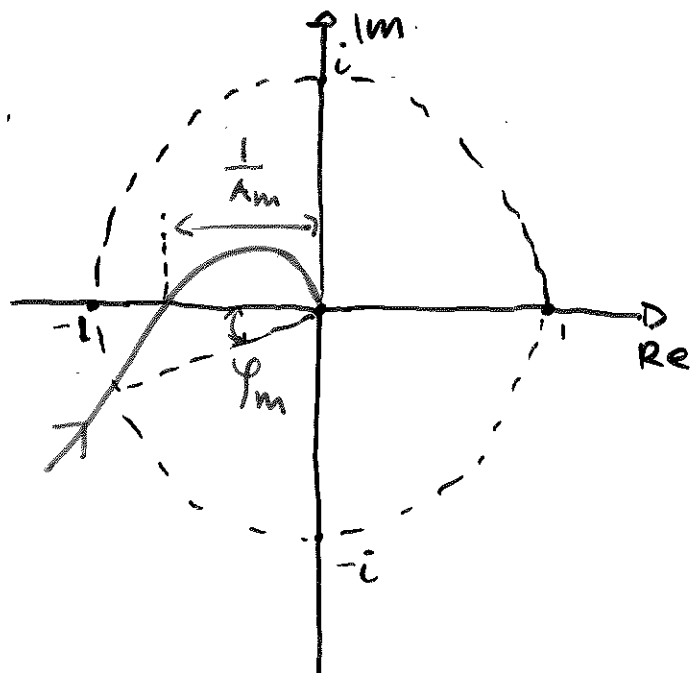
$$\phi = \arg(G(i\omega))$$

- Bode-diagram för både slutna och öppna systemet.
 - $|G(i\omega)|$ - Beloppskurva
 - $\arg(G(i\omega))$ - Faskurva

BODE



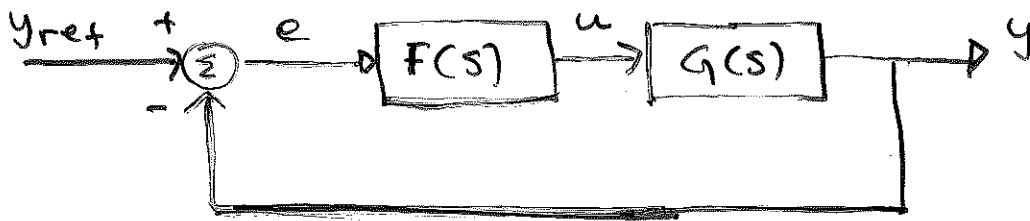
NYQUIST



TEORI:

Lead-lag-kompensering:

- Designar regulator $F(s)$ med hjälp av Bode-diagram över det öppna systemet $G_0(s) = F(s)G(s)$ där
 G_0 : kretsförstärkning
 F : kompenseringslänk



- Vill uppfylla krav på det slutna systemet G_c .
 $G_c(s) = \frac{G_0(s)}{1 + G_0(s)}$

- $\omega_B \sim \omega_c$, $M_p \sim \frac{1}{\varphi_m}$

Slutna systemet G_c

- Bandbredd ω_B : $|G_c(i\omega_B)| = \frac{1}{\sqrt{2}} \sim \frac{1}{T_r}$
 Högt $\omega_B \rightarrow$ snabbt system
 Lägt $\omega_B \rightarrow$ långsamt system

- Resonanstopp M_p : Förstärknings-topp

Högt $M_p \rightarrow$ Dåligt dämpat system
 Lägt $M_p \rightarrow$ Bra dämpat system

Öppna systemet G_0

- Skärffrekvens ω_c : $|G_0(i\omega_c)| = 1 \sim \frac{1}{T_r}$
 Högt $\omega_c \rightarrow$ snabbt system
 Lägt $\omega_c \rightarrow$ långsamt system

- Fasmargin φ_m : $\arg(G_c(i\omega_c)) - 180^\circ$

Låg $\varphi_m \rightarrow$ Dåligt dämpat system
 Högt $\varphi_m \rightarrow$ Bra dämpat system

Lead-länk: fasavancerande

- Används för att få rätt fasmarginal φ_m , genom att höja fasen vid den önskade skärffrekvensen $\omega_{c,d}$.
- Har överföringsfunktion: $F_{lead} = K \frac{\tau_D s + 1}{\beta \tau_D s + 1}$
- K : väljs så att $|F_{lead}(i\omega_{c,d})| = 1$
- β : avgör hur mycket fasen ökar. (Fig. 5.13)
- τ_D : avgör vid vilken frekvens fasen ökar mest. Vill att det ska ske vid $\omega_{c,d}$.

Regel: $\tau_D = \frac{1}{\omega_{c,d} \beta}$

Lag-länk: fasretarderande

- Används för att minska stationära fel, genom att öka förstärkningen vid låga frekvenser.
- Har överföringsfunktion: $F_{lag}(s) = \frac{\tau_I s + 1}{\tau_I s + \gamma}$
- γ : väljs så att önskade felkoefficienter uppnås. Avgör hur stor förstärkningen vid $\omega=0$ blir.
- τ_I : Avgör hur högt upp i frekvens som förstärkningsökningen från γ finns kvar.

Regel: $\tau_I = 10/\omega_c$

OBS! Lag-länken försämrar fasen. (Fasretarderande.)
Måste kompensera för detta i lead-länken.

Regel: höj fasen med ytterligare $5,7^\circ$ om lag-länk används.

5.10

ETT SYSTEM $G(s)$ KAN DELAS UPP I TVÅ DELSYSTEM

$$G(s) = G_1(s) \frac{1}{s}$$

ENLIGT FIGUREN NEDAN.



BODEPLOTEN FÖR G_1 ÄR GIVEN.

VI SKA HITTA EN KOMPENSERINGSLÄNK
TILL $G(s)$ SÅ ATT SYSTEMET UPPFYLLER
FÖLJANDE

- ① • FASMARGINALEN FÖR DET KOMPENSERADE SYSTEMET ÄR 40° .
- ② • DET STÄNGDA SYSTEMET ÄR DUBBELT SÅ SNABT ÄN VAD SOM ÄR MÖJLIGT ATT ÅSTADKOMMA MED P-REGLERING MED 40° SOM FASMARGINAL.
- ③ • DET STATISKA FELET NÄR REFERENSSIGNALEN ÄR EN RAMP ÄR 1% AV MOTSVARANDE FEL MED P-REGLERING MED 40° SOM FASMARGINAL.

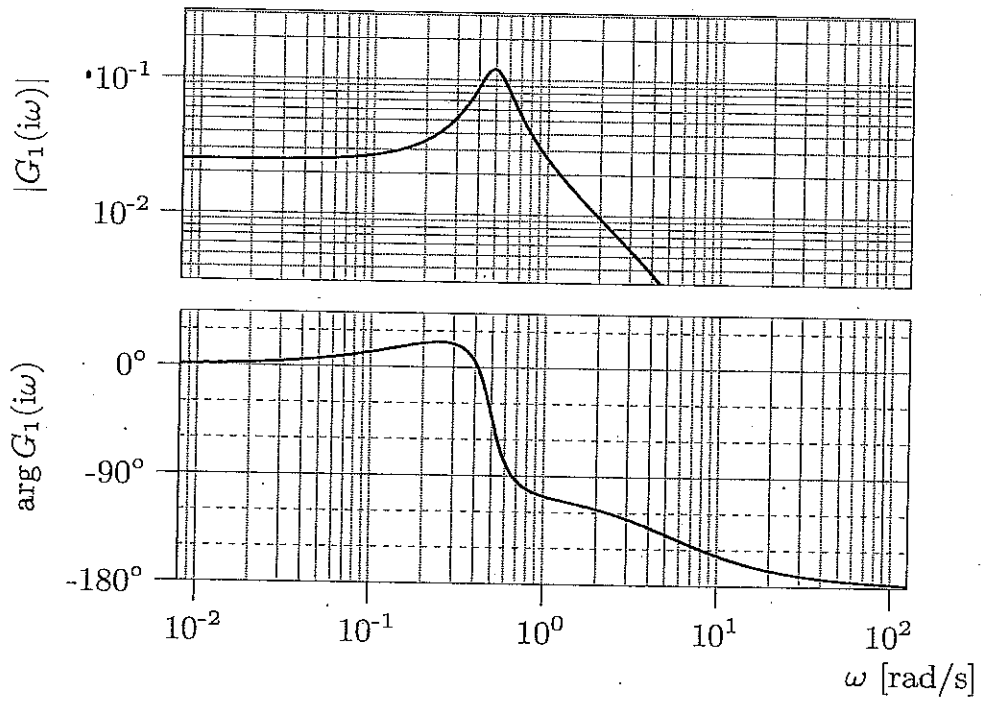
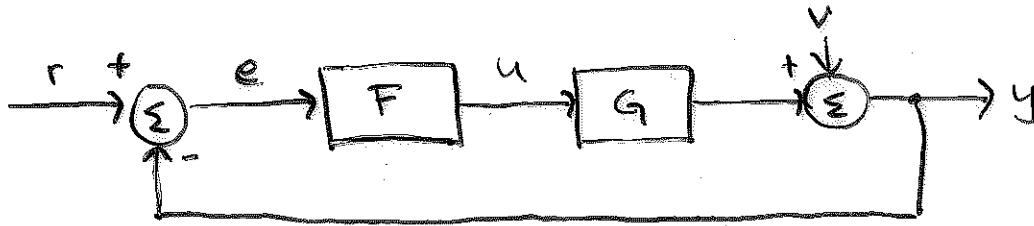


Figure 5.10b

Teori del 2: Känslighetsfunktionen $S(s)$.

(4)



- $S(s)$ är överföringsfunktionen från störsignalen v till utsignalen y .

- $$y = \frac{GF}{1+GF} r + \frac{1}{1+GF} v$$

Sätt $r=0 \Rightarrow y = \frac{1}{1+GF} v = \frac{1}{1+G_0} v$

$\underbrace{\frac{1}{1+GF}}_{S(s)}$

- Om $|S(j\omega)| < 1$ så undertrycks störningen v .
(Förstärkningen är mindre än 1.)

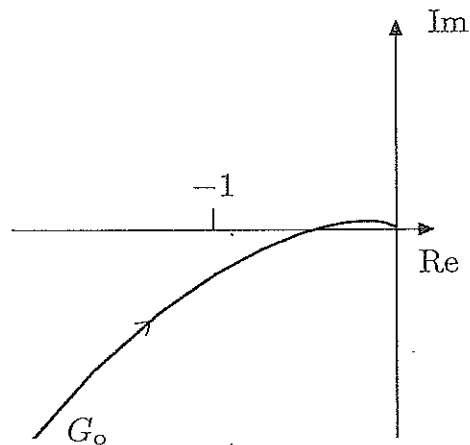


Figure 6.3a

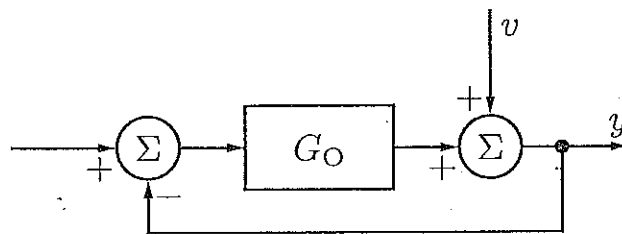


Figure 6.3b

6.3 Figure 6.3a shows a Nyquist diagram for the loop gain G_o . Show in a figure for what frequencies (that is, for what part of the Nyquist curve above) additive disturbances on the output are amplified in the sense that the output amplitude of the control system in Figure 6.3b is larger than the disturbance amplitude.