EL1000/1120/1110 Reglerteknik AK

Föreläsning 4:
Frekvensbeskrivning och Bodediagram

Kursinformation

- **För dem som vill:** Förslag på avsnitt att läsa i alternativa kursboken "Feedback Control of Dynamic Systems” finns nu på kurshemsida under kursinformation längst ner

- **OBS!** Notationen i denna bok skiljer sig från Glad & Ljung, exempelsamling och labpek

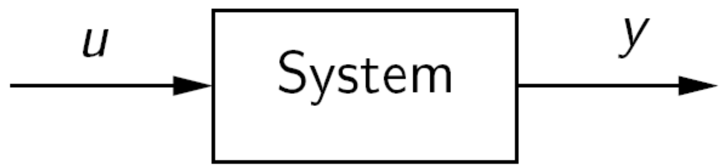
Innehåll

- Systembeskrivningar
- Rotort och Nyquistkriteriet (repetition)
- Frekvensbeskrivning
- Skissa Bodediagram

- **Innan pausen:** ”Development of a Testbed for Mobile Networked Control Systems” eller ”Eller vad kan man göra efter Regler AK?” (Besök av fjolårsstudenter)

Systembeskrivningar

- System i blockschemaform



- System i differentialekvationform

$$\ddot{y}(t) + a_1\dot{y}(t) + a_2 y(t) = b_0\,\dot{u}(t) + b_1\,u(t)$$

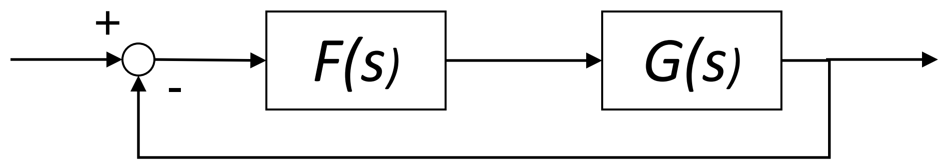
- System i överföringsfunktionform

$$Y(s) = \underbrace{\frac{b_0 s + b_1}{s^2 + a_1 s + a_2}}_{G(s)} U(s)$$

- Idag: System i *frekvensbeskrivningsform*

Att analysera slutna systemets stabilitet

- Slutet system (process *G(s)* och regulator *F(s)*)



- **Förra veckan:** Två metoder för att avgöra slutna systemets stabilitet m.a.p. på en parameter *k*
- Parameter *k* kan vara t.ex. en reglerparameter (K_P,K_I) eller en systemparameter (massa *m,* friktion *b)*
- Låt kretsförstärkningen (öppna systemet) vara

$$G_o(s) = G(s)F(s) = k\frac{Q(s)}{P(s)}$$

Rotort

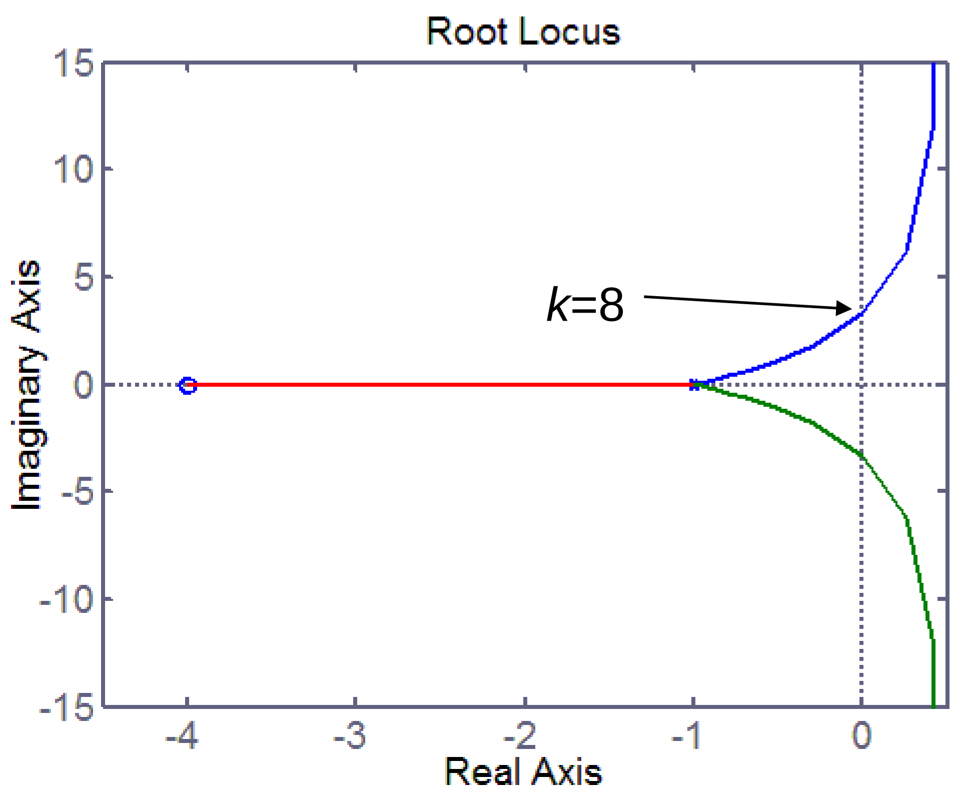
- Slutna systemet $G_c(s) = \frac{G_o(s)}{1+G_o(s)} = \frac{kQ(s)}{P(s)+kQ(s)}$
- Plotta slutna systemets poler m.a.p. *k*

$$P(s) + kQ(s) = 0$$

- Exempel

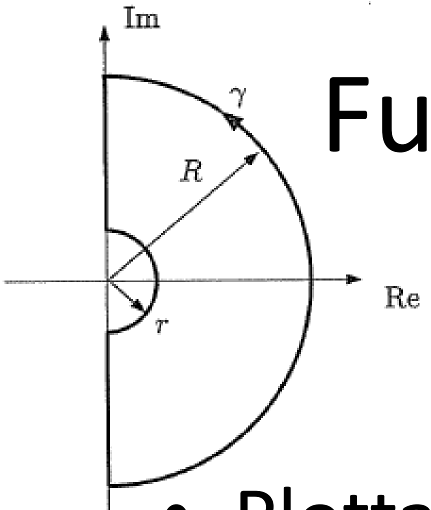
$$G_o(s) = \frac{s+4}{(s+1)^3}$$

$G_c(s)$ stabilt om $k<8$

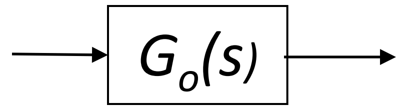


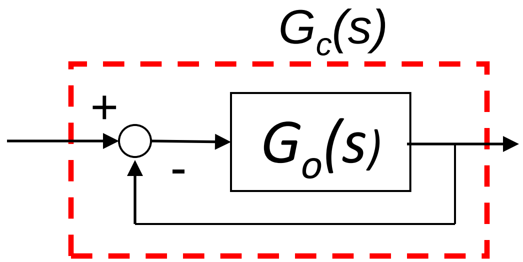
- Kräver *polynomen*

P(s),Q(s)



Fullständiga Nyquistkriteriet

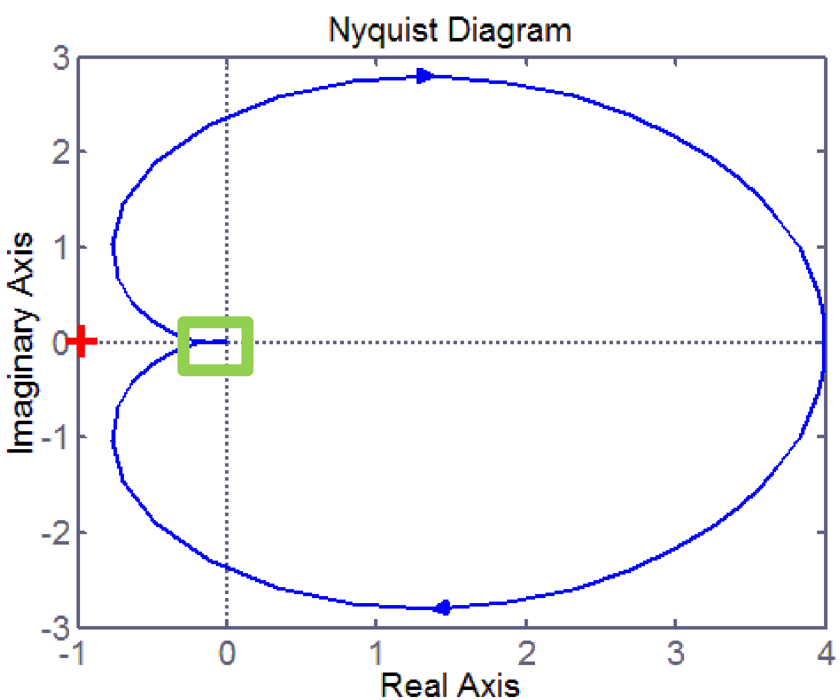


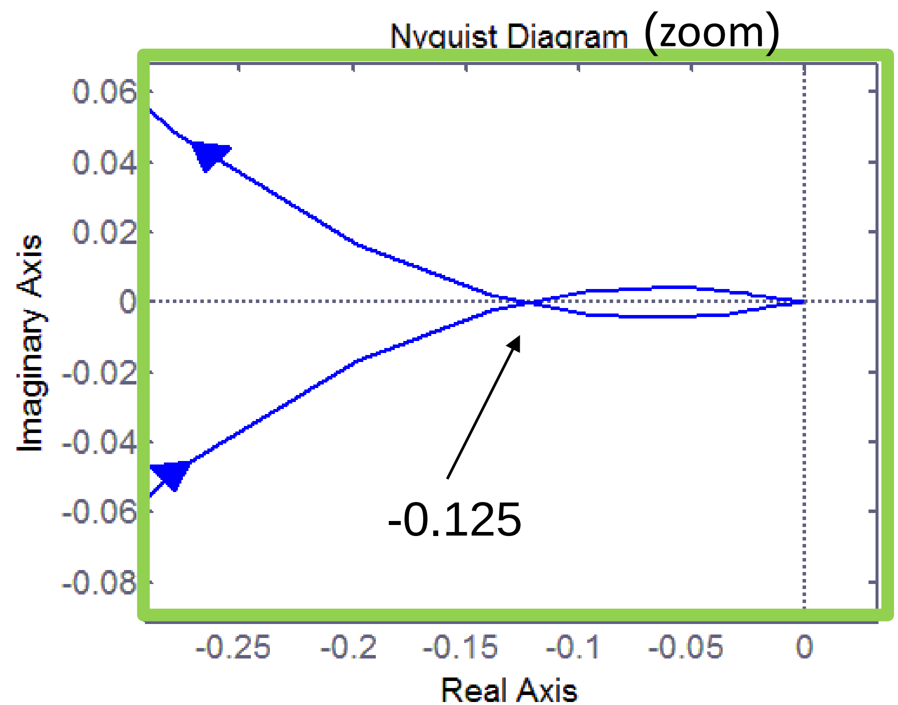


- Plotta *öppna systemet* $G_o(s)$ för $s \in \gamma$ i komplexa talplanet (räcker ofta med $G_o(i\omega)$)
- Räkna antalet varv kring punkten -1
- *Slutna systemet* $G_c(s)$ a. stabilt om antalet varv är lika med antalet instabila poler hos $G_o(s)$ (vanligtvis 0)
- Parametern *k* bara skalar om kurvan $G_o(i\omega)$
- Kräver *frekvensbeskrivningen* $G_o(i\omega)$

Exempel Nyquistkriteriet

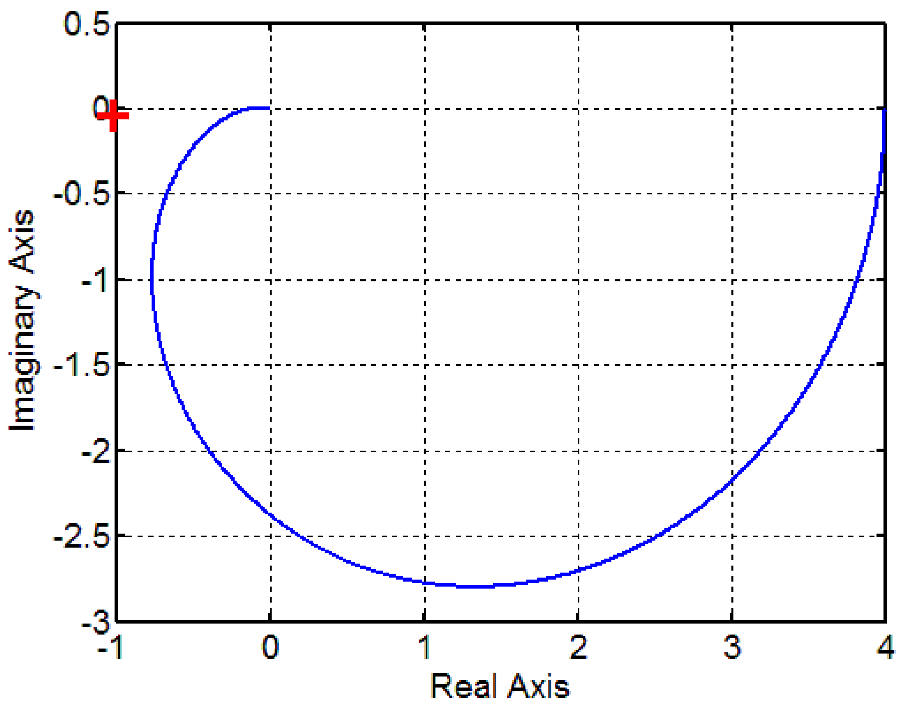
- Öppet system $G_o(s) = \dfrac{s+4}{(s+1)^3}$
- $G_o(s)$ har 0 instabila poler
- $G_c(s)$ stabilt om $k < 1/0.125 = 8$





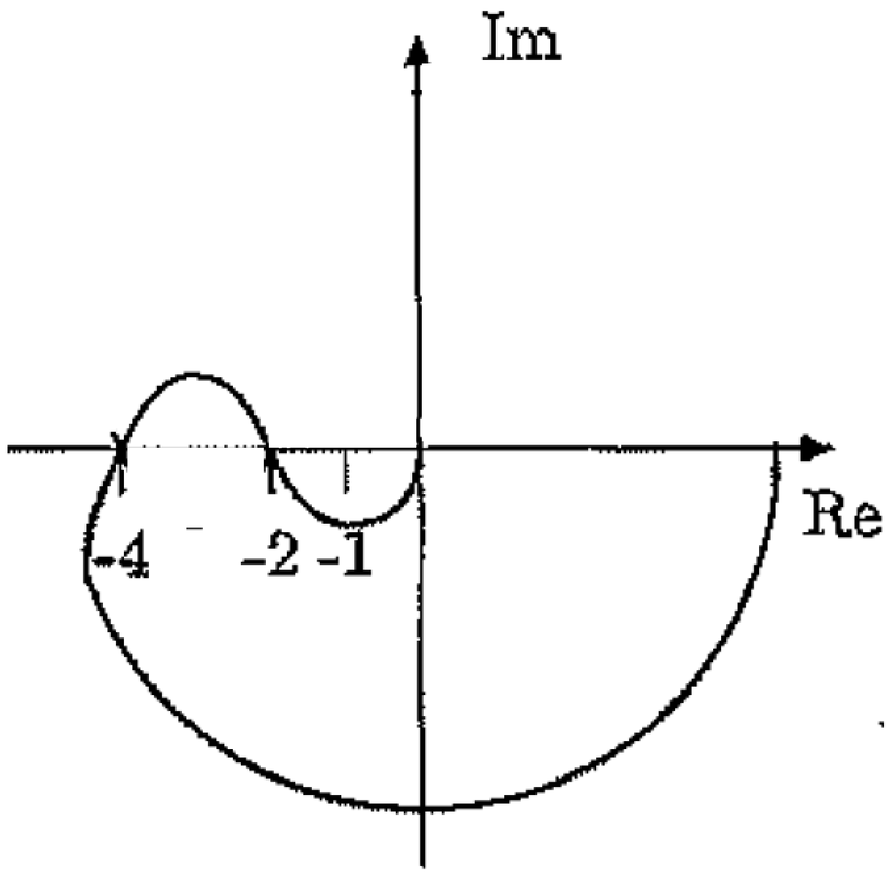
Förenklade Nyquistkriteriet

- Rita bara $G_o(i\omega)$, $0 \leq \omega < \infty$ (*"Nyquistkurvan"*)
- Om $G_o(s)$ är a. stabilt så är $G_c(s)$ a. stabilt om punkten -1 ligger till *vänster* om Nyquistkurvan

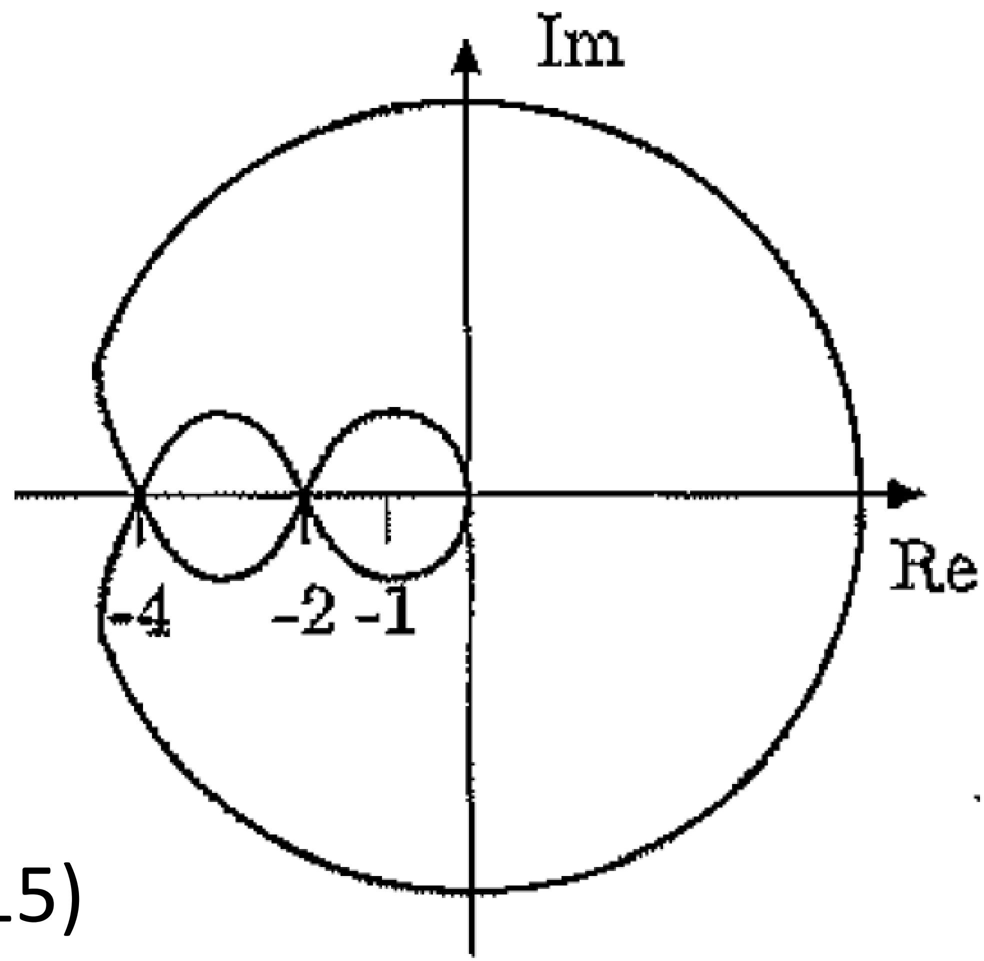


(Om "vänster" svårtolkat: Anv. fullständiga Nyquistkriteriet)

Ligger -1 till vänster om Nyquistkurvan?



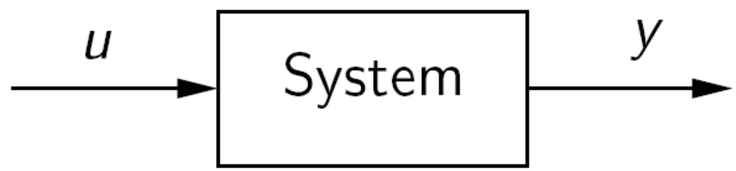
Ja! Använd här fullständiga Nyquistkriteriet istället



(Övning 3.15)

Systembeskrivningar

- System i blockschemaform



- System i differentialekvationsform

$$\ddot{y}(t) + a_1\dot{y}(t) + a_2 y(t) = b_0\dot{u}(t) + b_1 u(t)$$

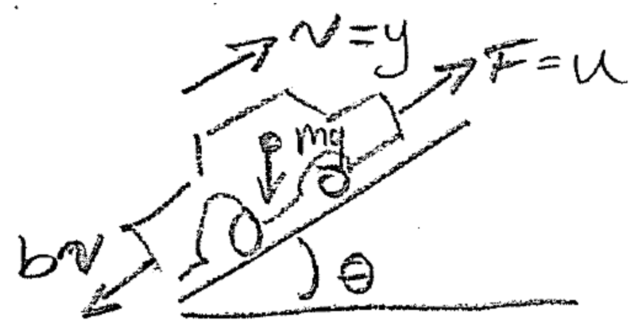
- System i överföringsfunktionsform

$$Y(s) = \underbrace{\frac{b_0 s + b_1}{s^2 + a_1 s + a_2}}_{G(s)} U(s)$$

- Idag: System i *frekvensbeskrivningsform*

Modell av bil

($m = 1$, $b = 0.5$, $\theta = 0$)



1. Från kraftlagen ($y = v$, $u = F$):

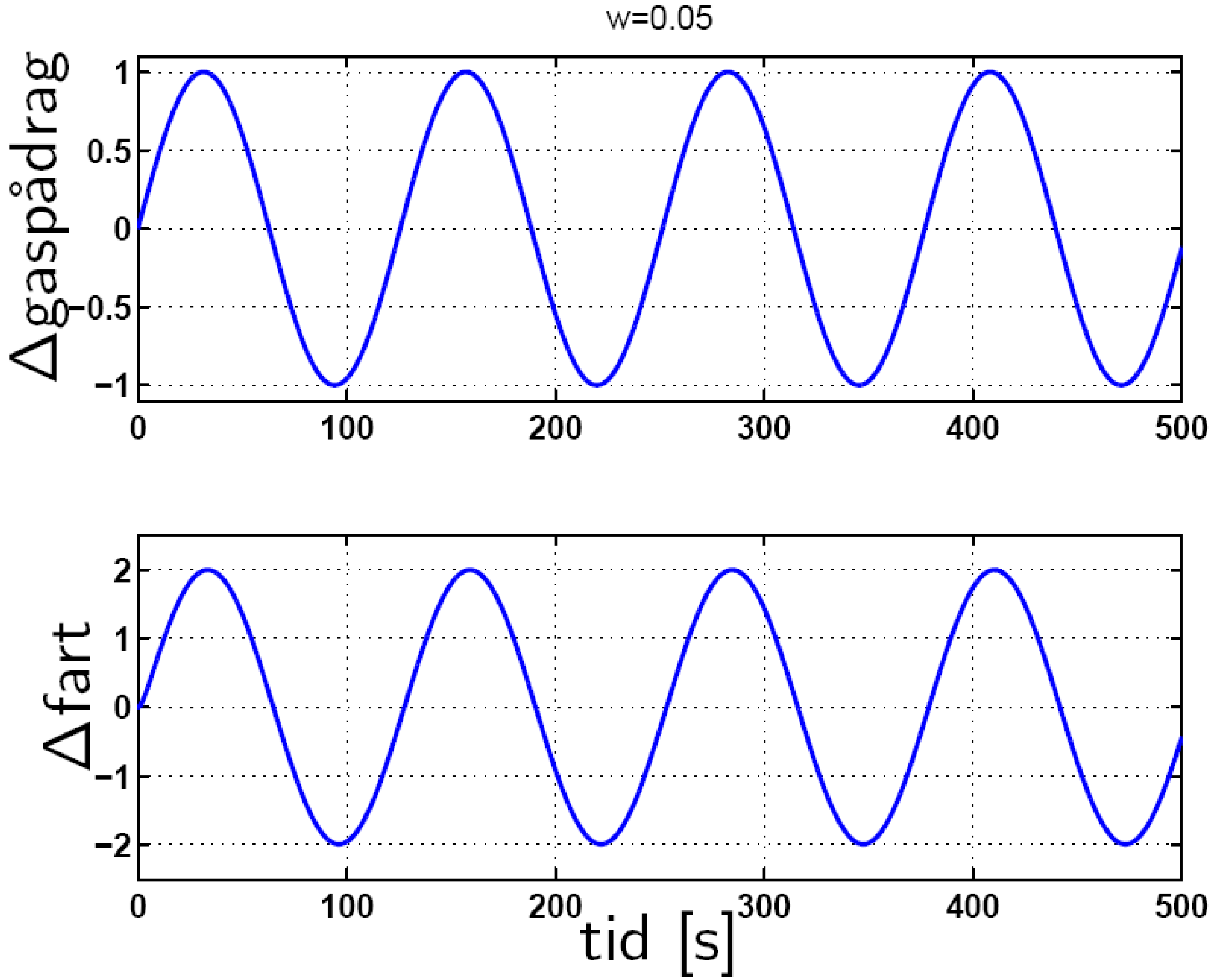
$$\dot{y} = -0.5y(t) + u(t)$$

2. Laplacetransformation ger

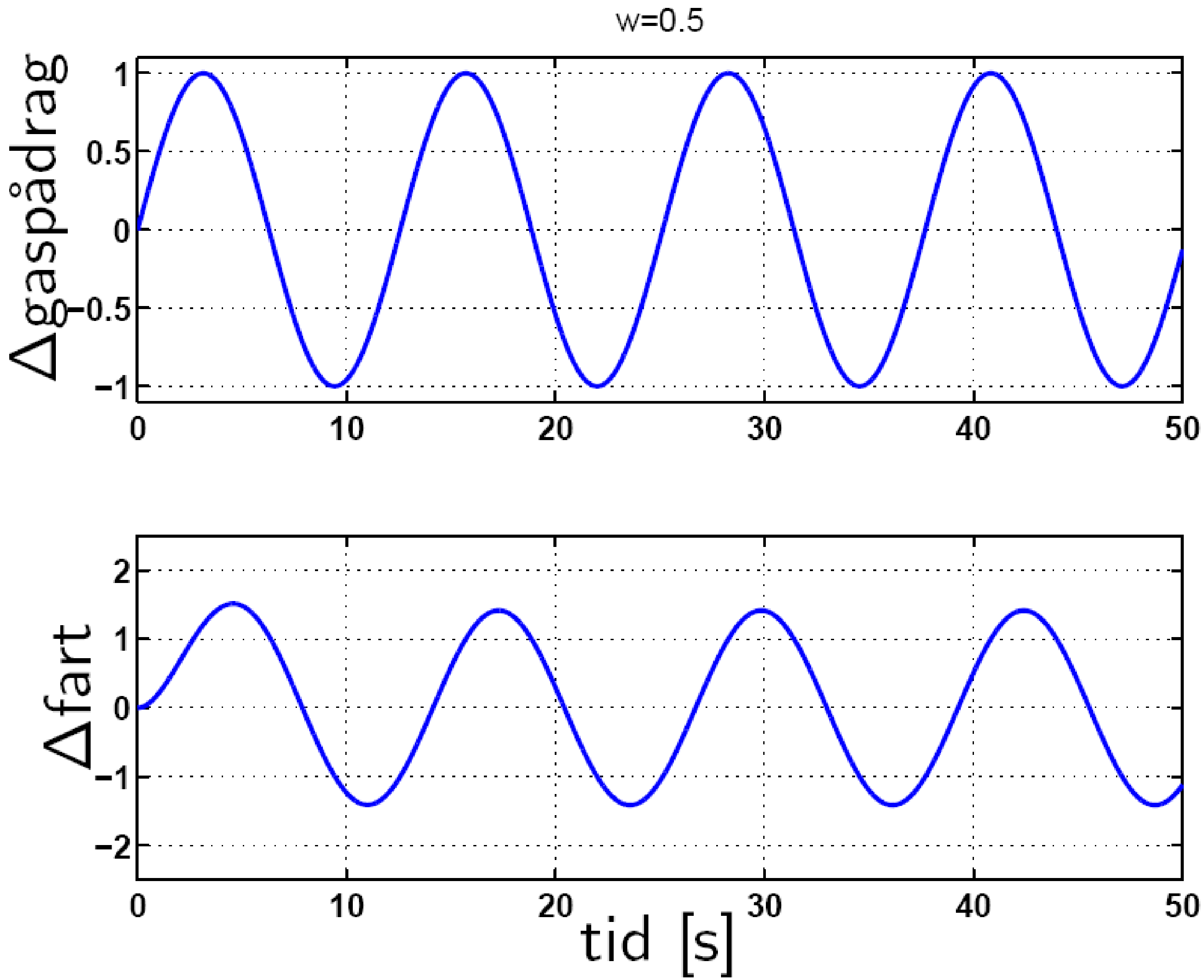
$$Y(s) = \frac{2}{2s+1}U(s)$$

3. Låt $u(t) = sin(\omega t)$, bestäm $y(t)$ som funktion av frekvens ω

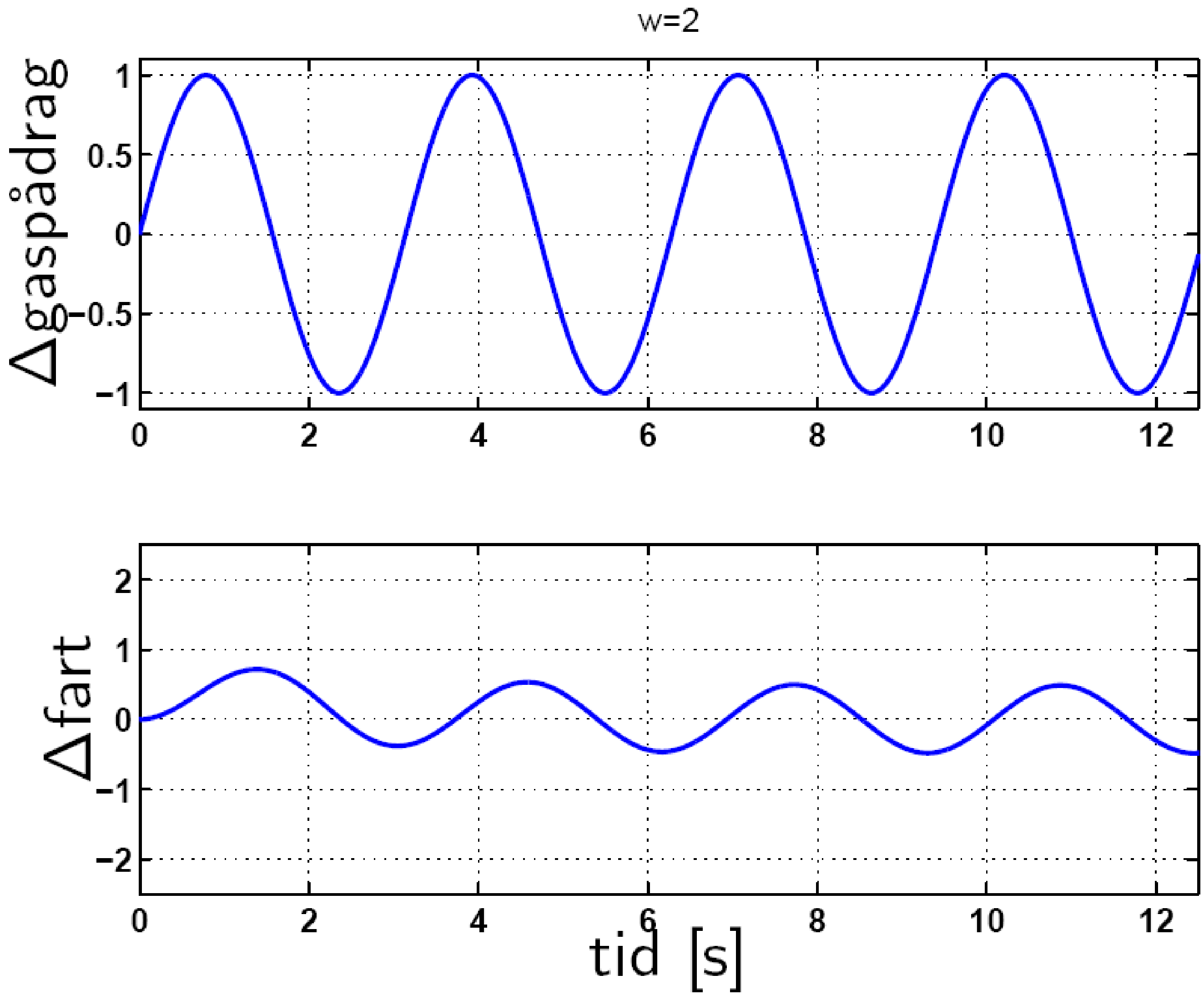
Simulering av bil, ω=0.05



Simulering av bil, ω=0.5



Simulering av bil, ω=2



Bodediagram av bil

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