

Lösung zur Übung 6: Bode- und Nyquist-Diagramme

Prof. Dr. Philipp Rostalski  
Institut für Medizinische Elektrotechnik  
Universität zu Lübeck

---

**L 6.1: Einführung Bode- und Nyquist-Diagramme**

- a.i) System 4 zeigt den charakteristischen Phasenabfall für steigende Frequenzen. Für eine sehr hohe Frequenz, z.B.  $\omega = 100 \text{ rad/s}$  erhält man eine Phasenverzögerung von ca.  $11520^\circ$ , oder ca. 200 rad. Es ergibt sich also eine Verzögerung von etwa 2 s.
- a.ii) Aus dem Anstieg der Magnitude für grosse Frequenzen folgt der relative Grad von 3 für System 1, 1 für System 2, und 3 für System 3. Aus dem Anstieg der Magnitude für kleine Frequenzen folgt dass Systeme 1 und 3 keine Integratoren beinhalten, während System 2 einen doppelten Integrator besitzt.
- a.iii) Aus den Phasendiagrammen entnimmt man das keines der Systeme 1, 2 und 3 Nullstellen in der rechten Halbebene besitzt; daher sind alle drei minimal-phasig. System 4 hingegen enthält ein Verzögerungsglied und ist daher nicht-minimalphasig.
- b) Es gilt die folgende Zuordnung:

Bode-Diagramm	Nyquist-Kurve
1	D
2	B
3	A
4	C

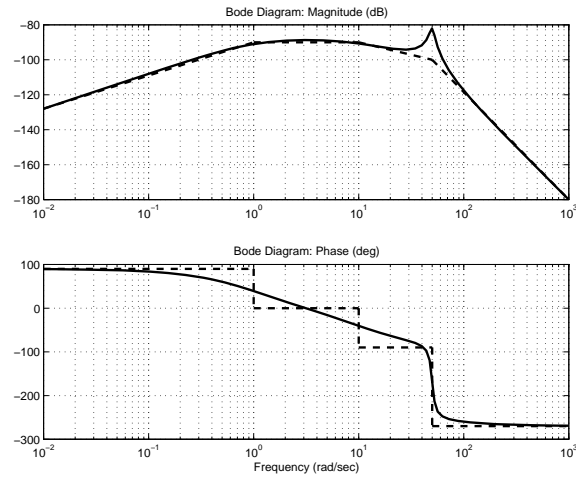
**L 6.2: Übertragungsfunktionen aus Nyquist-Kurven [FrPE94 Aufg. 6.22]**

- a)  $n = 1, m = 1, n - m = 0$   
Wir haben hier ein sogenanntes Lag-Element, z.B.  $G(s) = \frac{s+1}{s+0.1}$  .
- b)  $n = 1, m = 1, n - m = 0$   
Beispielsweise  $G(s) = \frac{s-0.1}{s-1}$  .
- c)  $n = 1, m = 1, n - m = 0$   
Wir haben hier ein sogenanntes Lead-Element, z.B.  $G(s) = \frac{s+0.1}{s+1}$  .

**L 6.3: Skizzierung Bode-Diagramme [FrPE10 Aufg. 6.3]**

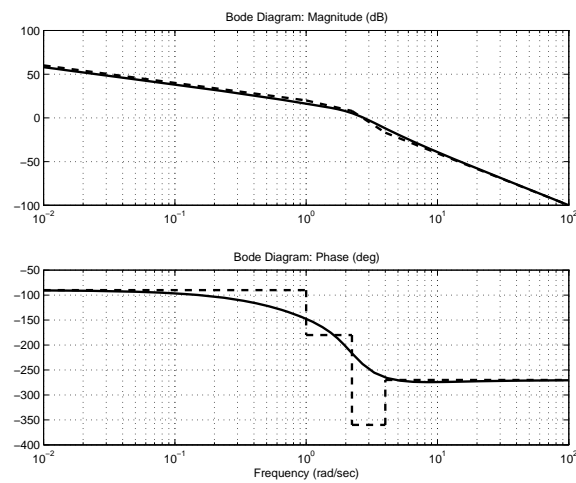
a)

$$G(s) = \frac{\left(\frac{1}{10}\right)\left(\frac{1}{2500}\right)s}{(s+1)\left(\frac{s}{10}+1\right)\left[\left(\frac{s}{50}\right)^2 + \frac{1}{10}\left(\frac{s}{50}\right) + 1\right]}$$



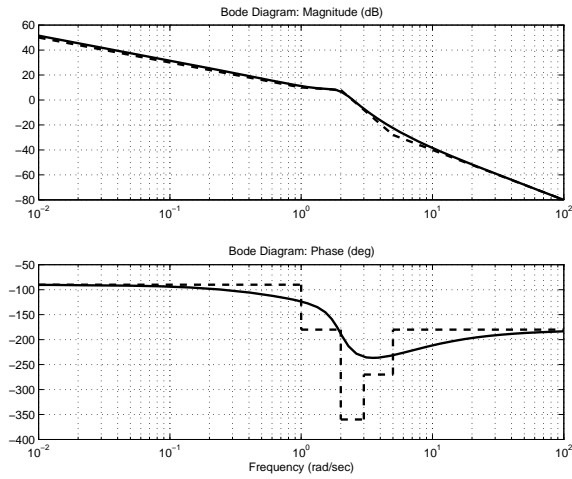
b)

$$G(s) = \frac{8\left(\frac{s}{4} + 1\right)}{s(s+1)\left[\left(\frac{s}{\sqrt{5}}\right)^2 + \frac{2}{5}s + 1\right]}$$



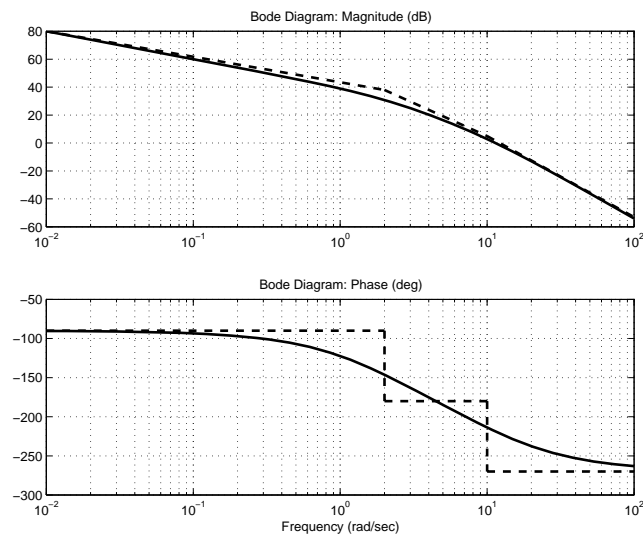
c)

$$G(s) = \frac{\left(\frac{15}{4}\right)\left(\frac{s}{5} + 1\right)\left(\frac{s}{3} + 1\right)}{s(s+1)\left[\left(\frac{s}{2}\right)^2 + \frac{s}{4} + 1\right]}$$



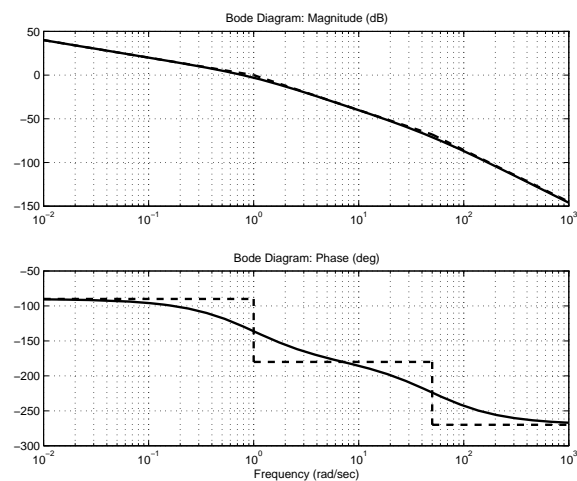
d)

$$G(s) = \frac{100}{s(\frac{s}{10} + 1)(\frac{s}{2} + 1)}$$



e)

$$G(s) = \frac{1}{s(s+1)(\frac{s}{50} + 1)}$$



**L 6.4: Skizzierung Nyquist-Kurven [FrPE10 Aufg. 6.18]**

a)  $G(s) = \frac{(s+2)}{s+10}$

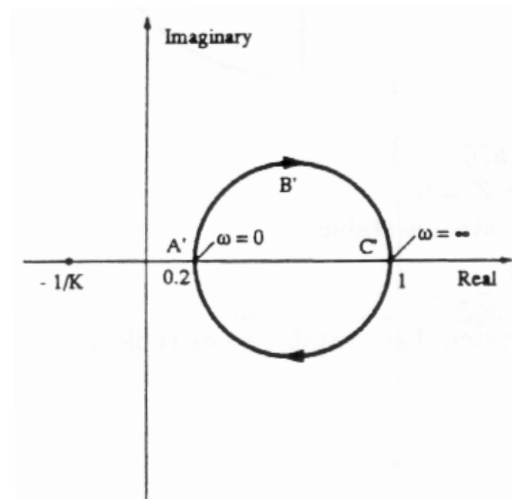


Abbildung 1 (zu L 6.4): Nyquist Kurve zu a)

b)  $G(s) = \frac{1}{(s+10)(s+2)^2}$

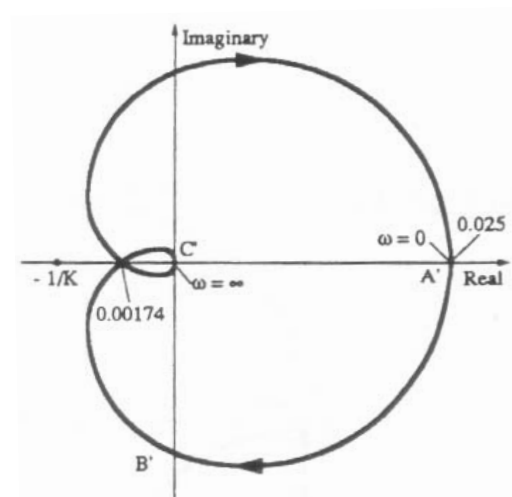


Abbildung 2 (zu L 6.4): Nyquist Kurve zu b)