Regelungstechnik

6. Übung

Victor Cheidde Chaim

22. Februar 2021

Universität der Bundeswehr München, LRT-15 Institut für Steuer- und Regelungstechnik

Aufgabe 5.1

Zerlegen Sie die folgenden Übertragungsfunktion jeweils in ein Allpaßsystem und ein Phasenminimumsystem:

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

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

$$(iii) \quad G(s) = \frac{(s-2)(s+1)(s+(1-i))(s+(1+i))}{(s-(3+i))(s-(3-i)(s+4)}$$

$$(iv) \quad G(s) = \frac{(s-1)(s^2+1)(s^2+17s+5)}{(s+1)(s^2-5s+17)}$$

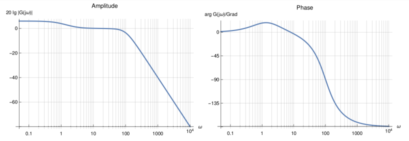
Aufgabe 5.1

5.2 Aufgabe. Stellen Sie fest, zu welcher der angegebenen Übertragungsfunktionen das dargestellte Bode-Diagramm gehört. Geben Sie dazu für 5 der 6 Fälle jeweils ein Merkmal der Übertragungsfunktion und ein Merkmal des Bode-Diagramms an, die nicht miteinander verträglich sind.

$$G_1(s) = -\frac{\frac{s}{10}+1}{(s-1)\left(\frac{s^2}{10000}+\frac{3s}{200}+1\right)}, \qquad G_2(s) = -\frac{\frac{s}{10}-1}{(s+1)\left(\frac{s^2}{10000}+\frac{3s}{200}+1\right)},$$

$$G_3(s) = \frac{\frac{s}{10}-1}{(s-1)\left(\frac{s^2}{10000}+\frac{3s}{200}+1\right)}, \qquad G_4(s) = \frac{s-2}{(s-1)\left(\frac{s^2}{10000}+\frac{3s}{200}+1\right)},$$

$$G_5(s) = \frac{\frac{s}{10}-1}{(s-1)\left(\frac{s^2}{10000}+\frac{2s}{25}+1\right)}, \qquad G_6(s) = \frac{\frac{s}{10}-1}{(s-1)\left(\frac{s^2}{10000}+\frac{s}{200}+1\right)}.$$

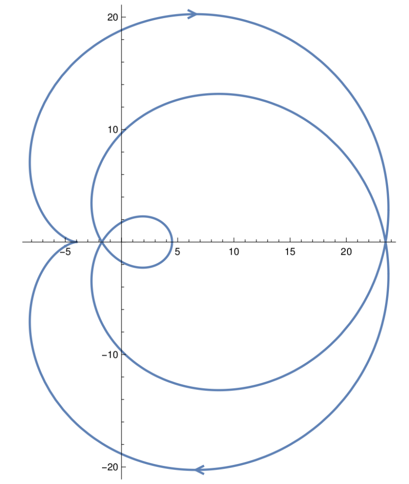


5.3 Aufgabe. Die Abbildung zeigt die Ortskurve der durch

$$G(s) = \frac{2\,(64s^2 + 8s + 17)}{(s^2 + 2s + 2)^2} - 4$$

gegebenen Übertragungsfunktion G einer stabilen Strecke. In dieser Aufgabe soll der folgende Satz verwendet werden, um festzustellen, wieviele instabile Pole der mit einem P-Regler geschlossene Kreis für verschiedene Werte der Reglerverstärkung k hat:
Wenn die Ortskurve der Übertragungsfunktion einer stabilen Strecke nicht durch den Punkt $-1/k$ geht, dann ist die Anzahl der instabilen Pole des geschlossenen Kreises gleich der Anzahl der Umschlingungen des Punktes $-1/k$, wenn die Kurve von $\omega = -\infty$ nach $\omega = \infty$ durchlaufen wird.

Aufgabe 5.3



Aufgabe 5.3

Aufgabe 6.1

Gegeben seien die Matrizen A und B. Berechnen Sie $exp(At)$, $exp(Bt)$ und $exp((A+B)t)$. Gilt hier $exp(A+B) = exp(A)exp(B)$?

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \qquad B = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Aufgabe 6.1

Aufgabe 6.2

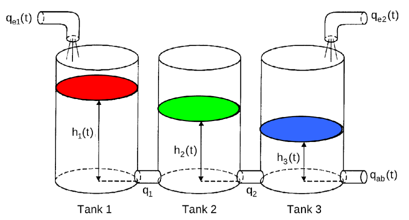
Betrachtet werde eine Anordnung von drei miteinander verbundenen Wasserbehältern. F bezeichne die Querschnittsfläche der Behälter. In die Behälter 1 und 3 fließt Wasser mit den Durchsätzen (Volumen pro Zeit) q_{e1} bzw. q_{e2}, aus Behälter 3 fließt Wasser mit dem Durchsatz q_{ab} ab, usw., siehe Graphik. Gemessen werden die Füllstände h1, h2, h3 (das sind also die Ausgänge).

Gesetz von Torricelli:

$$\begin{aligned} q_{ab} &= \mu\sqrt{2g}\sqrt{h_3}, \\ q_i &= \mu\sqrt{2g}\,sign(h_i - h_{i+1})\sqrt{|h_i - h_{i+1}|}, \end{aligned}$$

sowie g, μ, $F > 0$, $q_{ei} \geq 0$, $h_i \geq 0$.

Aufgabe 6.2



(i) Modellieren Sie die Strecke als Regelungssystem in Zustandsform mit den Zuständen h_1, h_2, h_3 und den Eingängen q_{e1}, q_{e2}.

$$\dot{x} = f(x, u),$$
$$y = g(x, u),$$

Aufgabe 6.2

(i) Systemmodellierung:

Aufgabe 6.2

(ii) Ruhelagen:

Aufgabe 6.2

(ii) Ruhelagen:

Aufgabe 6.2

(iii) Linearisierung:

Aufgabe 6.2

(iii) Linearisierung:

Aufgabe 6.2

(iii) Linearisierung: