Prof. F. Svaricek, G. Reißig
Seminarübungen-Dozent: Victor C. Chaim
E–Mail: victor.chaim@unibw.de

Universität der Bundeswehr München
Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik
Inst. f. Steuer- und Regelungstechnik (LRT-15)
85577 Neubiberg

Regelungstechnik, WT 2021

Wiederholung zu Übungen 1-4, 15.02.2021

Aufgaben 5.1, 5.2 und 5.3 sollen zuhause gerechnet und in der nächsten Übung vorgerechnet werden.

5.1 Aufgabe. Zerlegen Sie die folgenden Übertragungsfunktion jeweils in einen Allpaß und ein Phasenminimumsystem:

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

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

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

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

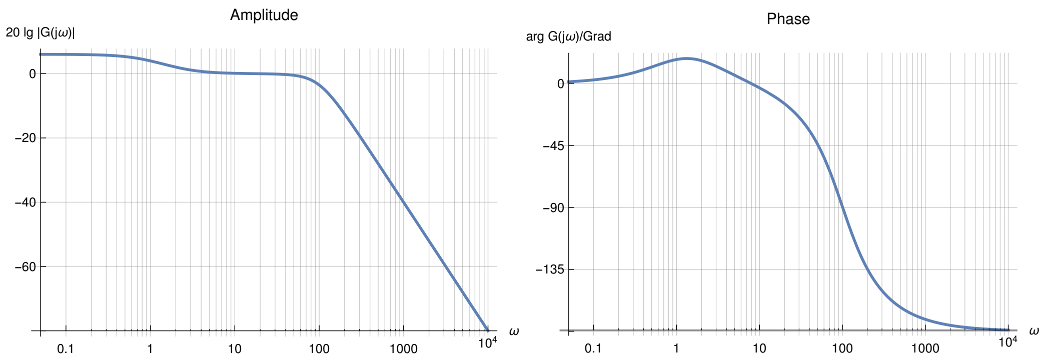
□

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

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

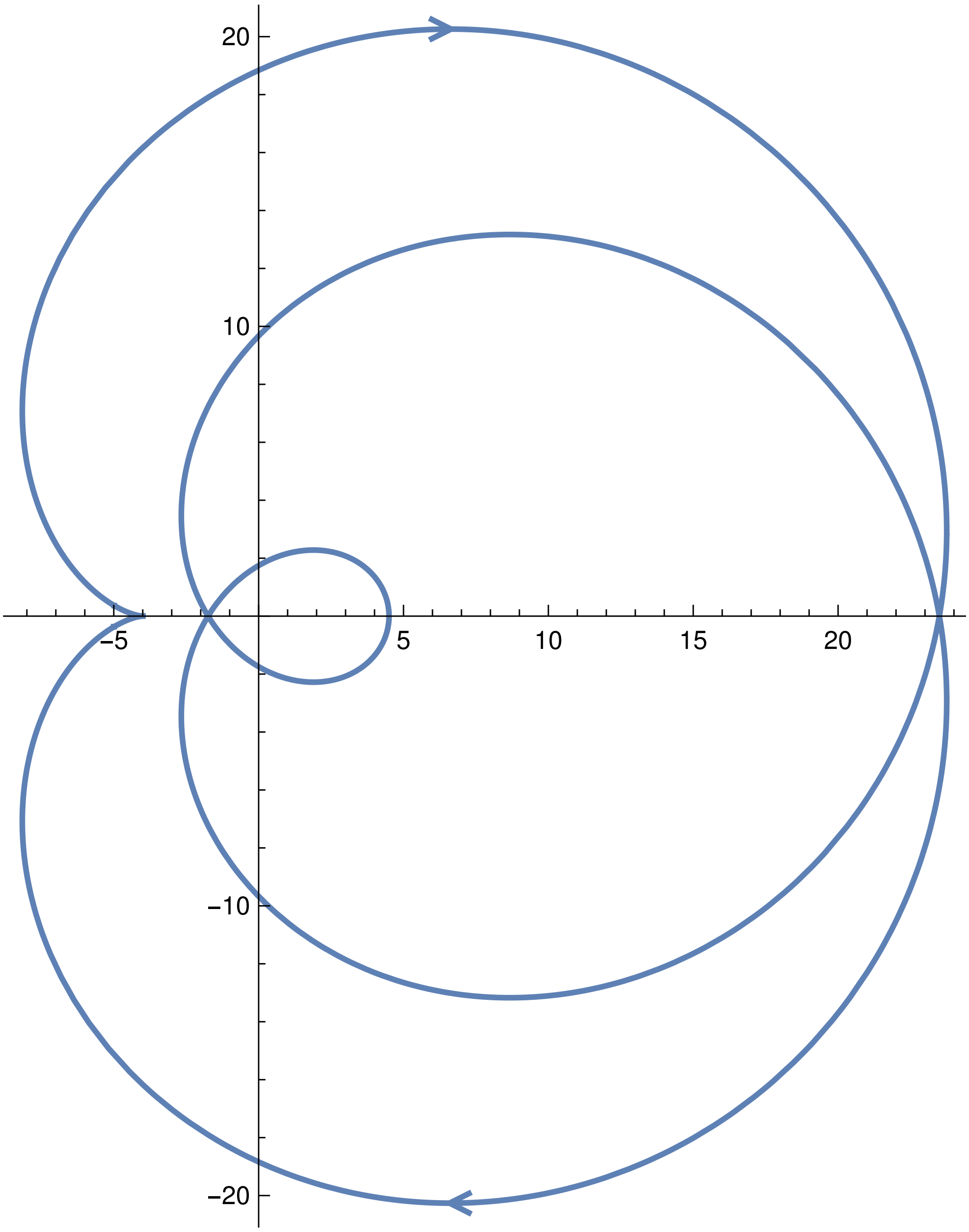
gegebenen Übertragungsfunktion G einer stabilen Strecke. In dieser Aufgabe soll der folgende Satz verwendet werden, um festzustellen, wieviele instabile Pole der mit einem P-Regler geschlossene Kreis für verschiedene Werte der Reglerverstärkung k hat:
Wenn die Ortskurve der Übertragungsfunktion einer 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.
Gehen Sie so vor:

(i) Geben Sie in jedem "Fenster" sowie im Außengebiet der Kurve jeweils einen Punkt auf der reellen Achse an, wenn es einen solchen Punkt gibt.

(ii) Bestimmen Sie, wie oft der Punkt umschlungen wird (Durchtritte durch die reelle Achse rechts vom Punkt, vor und zurück mit ± 1 bewertet, wie beim letzten Übungstermin).

(iii) Bestimmen Sie für jedes Fenster, das einen Punkt nach (i) enthält, näherungsweise das dazugehörende Intervall der Werte von k.

(iv) Berechnen Sie zur Probe für jeden markierten Punkt die Übertragungsfunktion des geschlossenen Kreises, bestimmen Sie die Anzahl der instabilen Pole, und vergleichen Sie (Rechner benutzen!).


20
10
−10
−20
−5
5
10
15
20

□

5.4 Aufgabe. Gegeben sei eine Strecke mit Übertragungsfunktion G,

$$G(s) = \frac{s+1}{s(s+2)(s+4)^2}$$

und ein Regler mit Übertragungsfunktion R,

$$R(s) = k.$$

Hier wird die Verstärkung k als Parameter aufgefaßt.

(i) Bestimmen Sie die Nullstellen von Zähler- und Nennerpolynom von G_0. (Im Zusammenhang mit WOKn wird niemals gekürzt; bei mehrfachen Nullstellen ist die Vielfachheit anzugeben.)

(ii) Bestimmen Sie die Anzahl der Äste der WOK, die gegen ∞ laufen, den Wurzelschwerpunkt und die Winkel der Asymptoten.

(iii) Bestimmen Sie die Intervalle der reellen Achse, die zur WOK gehören.

(iv) Skizzieren Sie mit Hilfe der Ergebnisse aus den vorangegangenen Teilaufgaben sowie ggf. weiterer Konstruktionsregeln die WOK.

(v) Lösen die vorstehenden Aufgaben erneut, diesmal jedoch für die durch

$$R(s) = k(s+6)$$

gegebene Übertragungsfunktion des Reglers.

$\square$

5.5 Aufgabe. Man bestimme die Menge derjenigen $k \in \mathbb{R}$, die die jeweils angegebene Bedingung erfüllen:

(i) $-10 < -\frac{1}{k} < -1$

(ii) $10 > -\frac{1}{k} > 1$

(iii) $-10 < -\frac{1}{k} < 10$

(iv) $-\frac{1}{k} < 10$

(v) $-\frac{1}{k} < -10$

(vi) $(-\frac{1}{k} < -10) \vee (-\frac{1}{k} > 10)$ (Hinweis: $\vee$ steht für logisches Oder.)

$\square$

5.6 Aufgabe. Gegeben sei eine Strecke mit Übertragungsfunktion G,

$$G(s) = \frac{\alpha/3 + s}{s^2(s+3)}.$$

Dabei ist α ein Parameter. Wir betrachten die Wurzelortskurve unter Verwendung eines statischen linearen Reglers (d.h., eines P-Reglers mit positiver Verstärkung).

(i) Bestimmen Sie für alle drei Fälle, d.h., für $\alpha \in \{1, 5, 1/2\}$, jeweils alle Verzweigungspunkte der Wurzelortskurve. Nutzen Sie dazu die Regeln aus dem Skript und die entsprechenden Zusatzfolien zur Übung.

(ii) Skizzieren Sie die Wurzelortskurve in allen drei Fällen.

$\square$