Adaptive u. strukturvariable Regelungssysteme - 1. Übung

Aufgabe 1

Gegeben ist der Standardregelkreis mit der Strecke

$$G(s) = \frac{1}{(s+5)(s+1)(s+2)}$$

und dem Regler

$$C(s) = K, \qquad K > 0.$$

Die Ortskurve $G(j\omega)$ ist in Abb. 1 dargestellt.

a) Entscheiden Sie anhand des Nyquist-Kriteriums, ob das Führungsverhalten des geschlossenen Regelkreises für $K = 50$ BIBO-stabil ist.

b) Berechnen Sie die maximale Verstärkung $K > 0$ (kritische Verstärkung) für die das Führungsverhalten im geschlossene Regelkreis BIBO-stabil ist.

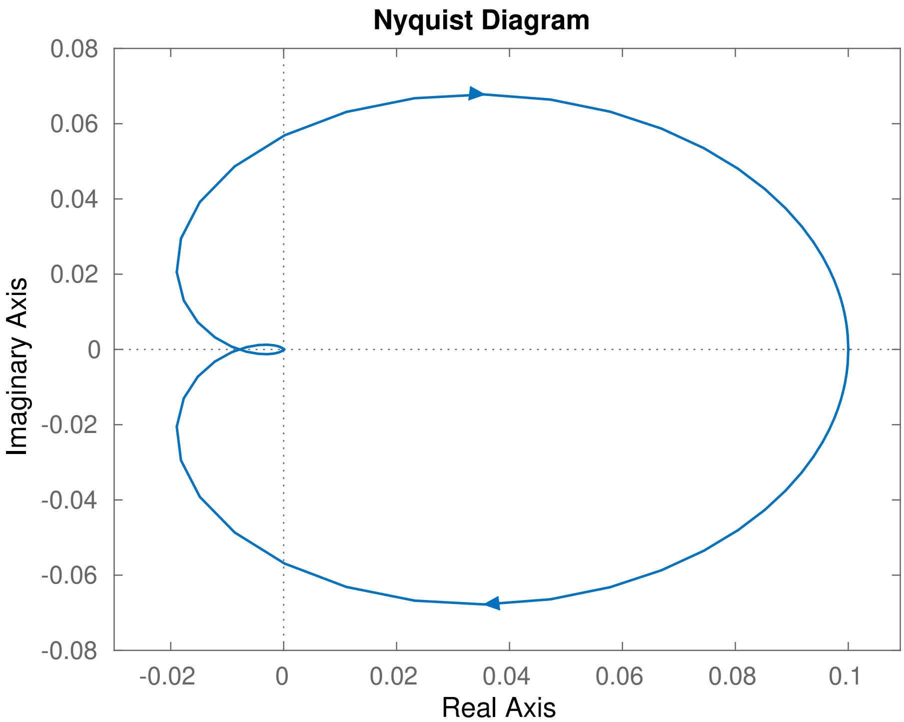


Abbildung 1: Ortskurve $G(j\omega)$

Aufgabe 2

Gegeben ist der nichtlineare Standardregelkreis mit einen Zweipunktglied mit Hysterese (s. Abb. 2) und dem linearen Teil mit

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

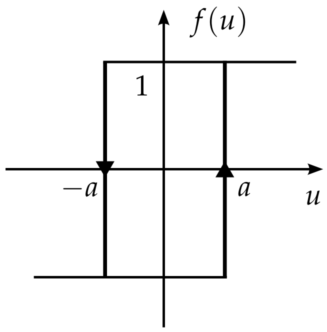


Abbildung 2: Zweipunktglied mit Hysterese

a) Berechnen Sie die Beschreibungsfunktion des Zweipunktglieds mit Hysterese.

b) Sind nach der Methode der Harmonischen Balance Dauerschwingungen zu möglich?

Aufgabe 3[1]

Der Physiker Lord Rayleigh (1842-1919) hat Ende des 19. Jhd. in zwei umfangreichen Werken die Physik von Musikinstrumenten untersucht. Das Blatt einer Klarinette kann danach als Oszillator 2. Ordnung betrachtet werden:

$$\ddot{x} + kx = u\,,$$

wobei x die Auslenkung des Blatts aus seiner Ruhelage bezeichnet.

Der Eingriff des Klarinettisten wird durch $u = \alpha\dot{x} - \beta(\dot{x})^3$ mit $\alpha, \beta > 0$ modelliert.

a) Bestimmen Sie $G(s)$ und stationäre Nichtlinearität im Standardregelkreis.

b) Berechnen Sie die Beschreibungsfunktion Ihrer Nichtlinearität.

c) Bestimmen Sie mit Hilfe der harmonischen Balance die zu erwartenden Grenzschwingung.

Hinweis: $\sin^2 x = \frac{1}{2}(1 - \cos 2x)$ und $\cos^2 x = \frac{1}{2}(1 + \cos 2x)$

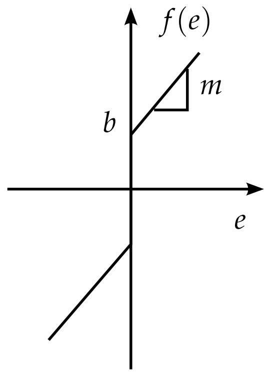
[1] Beispiel entlehnt aus: Sastry, Nonlinear Systems, Springer 1999

Aufgabe 4

Gegeben ist der nichtlineare Standardregelkreis mit linearem Anteil

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

und Nichtlinearität entsprechend folgender Kennlinie:



a) Berechnen Sie die Beschreibungsfunktion $N(A)$ der Nichtlinearität.

b) Skizzieren Sie die Ortskurve $-N(A)^{-1}$ in der komplexen Zahlenebene.

c) Für welche Werte von m ist nach der Methode der harmonischen Balance mit Dauerschwingungen zu rechnen?

d) Beurteilen Sie das Stabilitätsverhalten des geschlossenen Kreises in Abhängigkeit von m, wenn die Kennlinie mit ihrem linearen Anteil $f_{lin}(e) = me$ substituiert wird.