

## Übungsblatt 12: PID-Reglerentwurf und Loop Shaping

Prof. Dr. Moritz Diehl, Leonard Fichtner

---

1. (*Übung mit Python*) In dieser Aufgabe soll ein PID-Regler mit der Methode der Stabilitätsgrenze von Ziegler-Nichols ausgelegt werden. Betrachten Sie dazu die Strecke  $G(s) = \frac{10}{10s^3 + 25s^2 + 11s + 2}$ .
- (a) Ermitteln Sie den kritischen Verstärkungsfaktor  $K_{kr}$  experimentell. Implementieren Sie dafür einen P-Regler mit  $K_P = 1$  und erhöhen Sie  $K_P$  solange, bis die Sprungantwort gerade noch nicht divergiert. (1 P.)
  - (b) Plotten Sie die Sprungantwort des Systems, wenn es mit dem P-Regler  $K(s) = K_{kr}$  geregelt wird und ermitteln Sie aus dem Plot die kritische Periodendauer  $T_{kr}$ . (1 P.)
  - (c) Verwenden Sie jetzt die im Skript angegebene Tabelle, um einen P-Regler, einen PI-Regler und einen PID-Regler einzustellen. Plotten Sie die Sprungantworten der drei Regler über einen Horizont von 200 Zeiteinheiten in einem gemeinsamen Diagramm. Wie unterscheiden sich die Regler im Bezug auf die Einschwingzeit, die Überschwingung und den statischen Fehler? (3 P.)
  - (d) Welche Amplituden- und Phasenreserve ergibt sich jeweils bei den unterschiedlichen Reglern? (1 P.)
2. Sie sollen für folgendes System einen Regler im Frequenzraum entwerfen:  $G(s) = \frac{40s + 400}{(s + 1)(s + 100)}$ .
- Die Anforderungen an den geschlossenen Kreis sind eine statische Verstärkung von 0,9 und eine Bandbreite von  $500 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ .
- (a) Entwerfen Sie zunächst einen P-Regler  $K(s) = K_P$ , der die gewünschte statische Verstärkung erzeugt. Verifizieren Sie Ihre Lösung durch einen Bodeplot des geschlossenen Kreises. (2 P.)
  - (b) Fügen Sie nun ein phasenanhebendes Korrekturglied zum Regler hinzu, um die geforderte Bandbreite zu erreichen. (2 P.)
- TIPP: Die Übertragungsfunktion des Reglers lautet damit insgesamt  $K(s) = K_P \frac{T_D s + 1}{T s + 1}$ . Wählen Sie  $T_D$  so, dass die Polstelle bei -1 kompensiert wird und berechnen Sie dann  $T$ .
- TIPP: Die Bandbreite des geschl. Kreises entspricht in guter Näherung der Durchtrittsfrequenz der offenen Kette.