

# Lernkontrolle 9

## Positionsregelung

Für ein CNC Bearbeitungszentrum ist eine Positionsregelung zu entwerfen. Entspricht die Stellgrösse  $u(t)$  dem Drehmoment des Positionierantriebs und  $y(t)$  der resultierenden Position, so kann die zugehörige Regelstrecke in erster Näherung durch einen Doppelintegrator, also  $G_s(s) = \frac{Y}{U} = \frac{1}{s^2}$ , beschrieben werden.

- a) Skizzieren Sie das Bodediagramm der Regelstrecke.
- b) Prüfen Sie, ob sich die Strecke mit einem P-Regler stabilisieren lässt.
- c) Bestimmen Sie mittels Hurwitz-Kriterium einen stabilisierenden Regler.
- d) Skizzieren Sie das Bodediagramm eines idealen PD-Reglers mit  $G_r = k(1 + sT)$ .
- e) Für welche Parameter  $k$  und  $T$  resultiert eine stabiler Regelkreis?
- f) Bestimmen Sie den notwendigen Proportionalanteil  $k$  des PD-Regler so, dass eine Durchtrittsfrequenz  $\omega_D \approx 10 \text{ rad/s}$  resultiert.
- g) Bestimmen Sie die Zeitkonstante  $T$  des PD-Reglers so, dass eine Phasenreserve von  $\varphi_R \approx 45^\circ$  resultiert.
- h) Wie lautet die Übertragungsfunktion des Regelkreises  $G = \frac{G_r \cdot G_s}{1 + G_r \cdot G_s}$ ?
- i) Bestimmen Sie das resultierende Überschwingen  $\ddot{u}$  und skizzieren Sie die Sprunganwort des Regelkreises.
- j) Welche maximale Amplitude weist die Stellgrösse  $u$  bei einem Einheitssprung der Führungsgrösse auf?
- k) Ermitteln Sie die Zeitkonstante  $T_r$  eines realen PD-Reglers,  $G'_r = G_r \cdot \frac{1}{1+sT_r} = k \cdot \frac{1+sT}{1+sT_r}$ , so dass die Amplitude der Stellgrösse bei einem Einheitsführungssprung auf  $|u(t)| \leq 1000$  limitiert ist.
- l) Skizzieren Sie das Bodediagramm des Reglers aus k) und prüfen Sie die Phasenreserve. Wie hängt diese von der Zeitkonstanten  $T_r$  ab?
- m) Haben die Stabilitätsbedingungen aus e) auch für den realen PD-Regler Gültigkeit? Begründen Sie Ihre Antwort.