

Regelungs- und Systemtechnik 1 - Übung 4.1

Sommer 2018

Pendel - Teil 2

Für die folgenden Aufgaben sei angenommen, dass die gewünschte Lage des Pendels durch die Führungsgröße $r \equiv \pi$ bestimmt ist (Betriebspunkt- oder Lageregelung).

Streckenparameter: $m = 100$ [kg], Nennmoment: 40 [Nm], Getriebeuntersetzung: 25 : 1, Abstand Schwerpunkt $l = 1$ [m], viskose Reibung $\mu = 2$ [Nms]; die zulässige Abweichung ist: $\pm \frac{1}{4}$ [rad] $\approx 15^\circ$.

Aufgabe 1 (Normierung)

- Wählen Sie jeweils eine geeignete Normierung $\Delta \tilde{y}(t), \Delta \tilde{u}(t)$ für die Ein- und Ausgangsgröße. und geben Sie die linearisierte Differentialgleichung am betrachteten Betriebspunkt in den normierten Größen $\Delta \tilde{y}(t), \Delta \tilde{u}(t)$ an.
- Skizzieren Sie den Regelkreis mit P-Regler und geben Sie das Regelgesetz für die normierte Stellgröße $\Delta \tilde{u}(t)$ an. Welchen Wert nimmt die Führungsgröße $\Delta \tilde{r}(t)$ an?
- Bestimmen Sie das resultierende Führungsverhalten des Regelkreises in Ein-/Ausgangsdarstellung. Welche stationäre Lösung besitzt diese Differentialgleichung?

Aufgabe 2 (Stabilisierung mit P-Regler, Implementierung)

- Bestimmen Sie die Führungsübertragungsfunktion $T(s) = \frac{Y(s)}{R(s)}$ des geschlossenen Regelkreises. Für welche Werte der proportionalen Verstärkung $K \in \mathbb{R}$ ist die Führungsübertragungsfunktion BIBO-stabil?
- Ermitteln Sie die stationäre Verstärkung der Führungsübertragungsfunktion in Abhängigkeit von K . Ist eine stationäre Verstärkung von eins möglich?
- Wie groß darf K maximal gewählt werden, wenn die maximale Stellgröße nicht überschritten werden soll?
- Zur Implementierung des Reglers bestimmen Sie das Regelgesetz für $u(t)$ in Abhängigkeit der Großsignale $r(t), y(t)$. Betrachten Sie dafür den allgemeinen Betriebspunkt (y^*, u^*) . Bestimmen Sie jeweils die Regelfehler $e(t), \Delta e(t), \Delta \tilde{e}(t)$ in Abhängigkeit der Großsignale $r(t), y(t)$.

Aufgabe 3 (Robustheit der Stabilität gegenüber stationären Unsicherheiten)

Oft sind die genauen Werte der Streckenparameter nicht bekannt. Wir nehmen nun an, dass die Masse eine Unsicherheit von 50% und der Schwerpunktabstand eine Unsicherheit von 33,3% aufweist.

Was bedeutet dies für die Stabilität des geschlossenen Regelkreises? Wie groß sollte die Reglerverstärkung K mindestens gewählt werden?