

Übung 9: Regelung im Zustandsraum

Prof. Dr. Philipp Rostalski
Institut für Medizinische Elektrotechnik
Universität zu Lübeck

A 9.1: Zustandsrückführung

Für das linearisierte Modell des iPendel-Körpers, gegeben durch:

$$\begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \ddot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1.0000 \\ 140.4927 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -979.1992 \end{bmatrix} \cdot \tau$$
$$y = \theta,$$

soll ein Regler entworfen werden, welcher das System in aufrechter Position stabilisiert. Weiterhin soll der geschlossene Regelkreis folgende Anforderungen erfüllen:

- Überschwingen von maximal 5 %
- Anstiegszeit von unter 0.5 s
- Ausregelzeit von unter 2 s

Gehen Sie für Aufgabe a) - c) davon aus, dass Ihnen der Gesamtzustand des Systems bekannt ist.

- Bestimmen Sie die Region in der komplexen Ebene, in welcher sich die Pole des geschlossenen Kreises befinden dürfen, damit die gestellten Anforderungen erfüllt werden.
- Berechnen Sie einen Regler für ein von Ihnen gewähltes Polpaar, welches die Anforderung erfüllt. Überprüfen Sie Ihr Ergebnis in Matlab mithilfe des bereitgestellten Templates.
- Untersuchen Sie, mithilfe des Simulink-Modells, den Regelungsaufwand für das System, wenn Sie die Polstellen des geschlossenen Kreises verschieben.
- Entwerfen Sie einen Zustandsbeobachter, der es Ihnen ermöglicht das System anhand seines Ausgangs zu regeln.

A 9.2: Sollwertfolge

Das iPendel soll nun nicht nur in aufrechter Position stabilisiert werden, sondern einen Winkel ansteuern, der durch eine Referenz vorgegeben ist.

- Erweitern Sie das Simulink Model so, dass es möglich ist eine Referenz für den Winkel des Systems vorzugeben. Nutzen Sie als Referenz einen Sprung auf 15° nach 2 s.

- b) Wie verändert sich die Sollwertfolge des Systems, wenn nach 5 s eine sprungförmige Störung auf das System wirkt. Passen Sie die Simulation dahingehend an, dass dem Sollwert trotz Störung exakt gefolgt werden kann.
- c) Wäre es möglich, das physikalische System in einem beliebigen Winkel zu stabilisieren? Begründen Sie Ihre Antwort.

A 9.3: Linearquadratische Regelung

- a) Enwerfen Sie einen linearquadratischen Regler für das iPendel.
- b) Untersuchen Sie den Effekt auf die Performance und den Regleraufwand wenn Sie die Tuningparameter verändern.
- c) Untersuchen Sie wie sich die Pollage des geschlossenen Kreises verändert, wenn Sie die Tuningparameter variieren.