

Übung 10: H_∞ -Norm optimale Regelung

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

A 10.1: H_∞ -Norm optimale Regelung

Für das linearisierte Modell des gesamten iPendels, gegeben durch:

$$\begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \ddot{\theta} \\ \ddot{\varphi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1.0000 & 0 \\ 140.4927 & 0 & 0 \\ -140.4927 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\theta} \\ \dot{\varphi} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -979.19 \\ 24788.72 \end{bmatrix} \cdot \tau$$
$$y = \begin{bmatrix} \theta \\ \dot{\varphi} \end{bmatrix},$$

soll mit der H_∞ -Norm Synthese ein Regler entworfen werden, welcher das System in aufrechter Position stabilisiert und erreicht, dass das System einem Sollwert für die Motordrehgeschwindigkeit folgt. Es gelten dabei folgende Anforderungen:

- Der Fehler für die Sollwertfolge soll maximal 1 % betragen.
- Die minimal Bandbreite des geschlossenen Regelkreises soll für den Winkel 1 rad/s und die Motordrehgeschwindigkeit 0.1 rad/s sein.
- Der maximale Regelaufwand soll für alle Versuche geringer als 255 mNm sein.

Dafür steht Ihnen im Moodle ein Template zur Verfügung, in dem das mit Unsicherheiten behaftete linearisierte Modell bereits implementiert ist.

- Untersuchen Sie die Singulärwerte des nominellen (ohne Unsicherheiten) und des Unsicherheitsbehafteten Modells in Matlab mit Hilfe der Matlab Funktion `sigma()`.
- Entwerfen Sie für die gegebenen Anforderungen die Gewichtungsfilter. Nutzen Sie dafür die Matlab Funktion `makeweight()`.
- Modellieren Sie in Simulink die verallgemeinerte Regelstrecke für das System und die gewählten Gewichtungsfilter.
- Synthetisieren Sie einen Regler für das gegebene nominelle System mit Hilfe der Matlab Funktionen `linmod()`, `ss()` und `hinfscn()` und implementieren Sie den Regler in das Simulink-Modell.
- Untersuchen Sie das Verhalten des Systems Anhand der Singulärwerte der Sensitivität und der Reglersensitivität des geschlossenen Regelkreises, sowie der Simulation mit dem Simulink Modell. Wie verändert sich das Systemverhalten beim Auftreten einer externen Eingangsstörung? Wie kann die verallgemeinerte Regelstrecke erweitert werden, um eine bessere Störgrößenunterdrückung zu erreichen?

- f) Untersuchen Sie mit Hilfe der Matlab Funktionen `lftdata()`, `linmod()`, `lft()`, `hinfnorm()` und `ss()`, ob der synthetisierte Regler gegen die modellierten Parameterunsicherheiten robust ist.