

Technische Universität Berlin

Fakultät IV Elektrotechnik und Informatik

Fachgebiet Regelungssysteme

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Jörg Raisch



Praktikum Grundlagen der Regelungstechnik

Versuch 2b: Winkel- und Positionsregelung eines invertierten Pendels Behrang Monajemi Nejad

1 Einführung

Dieser Laborversuch beschäftigt sich mit dem algebraischen Reglerentwurf (Polvorgabe) für die Positionsregelung des invertierten Pendels auf dem Wagen. Im Rahmen der Vorbereitung des Versuchs 1a “Winkelregelung eines invertierten Pendels” wurde deutlich, dass es bei dem Versuch, einen von Null verschiedenen Sollwinkel zu realisieren, zu einem anhaltenden Verfahren des Wagens kommt. Diesen Fakt kann man ausnutzen, wenn man zusätzlich zum Winkel auch noch die Wagenposition regeln möchte.

2 Systembeschreibung

Für die Positionsregelung des invertierten Pendels bietet sich die in Abbildung 1 dargestellte kaskadierte Regelschleife an. Die äußere Schleife regelt die Wagenposition z bei gegebener Sollposition z_r . Stellgröße des Reglers $G_{r_{\text{pos}}}$ ist der Sollwinkel φ_r für die innere Winkelregelschleife. Der Regler G_r der inneren Schleife wurde im Versuch 1a bereits entworfen und soll hier weiterverwendet werden. Seine Stellgröße ist die Sollgeschwindigkeit \dot{z} des Wagens, die über einen weiteren, hier nicht dargestellten, Regelkreis realisiert wird.

3 Versuchsvorbereitung

Die Aufgaben der Versuchsvorbereitung sind bis zum 06. Juni zu lösen. Am 06. Juni findet ein schriftlicher Test im Raum EN 223 statt. Des Weiteren wird an diesem Termin die Versuchsdurchführung diskutiert.

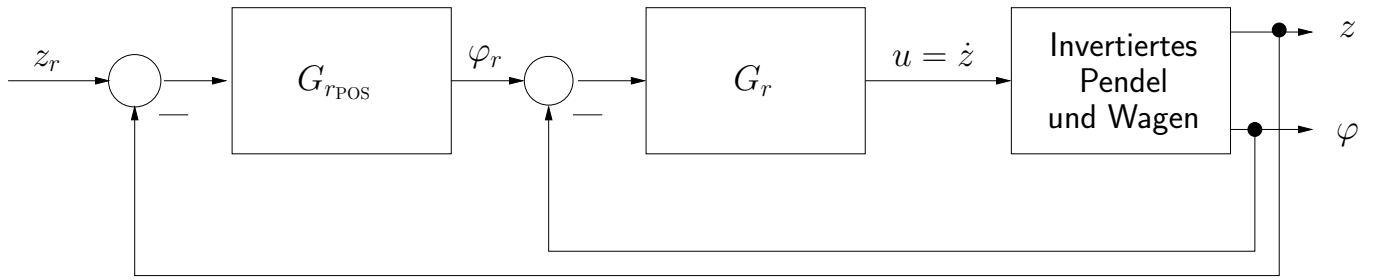


Abbildung 1: Kaskadenregelung der Wagenposition z des invertierten Pendels

3.1 Übertragungsverhalten des inneren Kreises

Bestimmen Sie das linearisierte Übertragungsverhalten des inneren Regelkreises am Arbeitspunkt $(\varphi, z) = (0, 0)$ mit dem Regler $G_r(s)$ aus dem Versuch 1a. Gesucht ist die Transferfunktion vom Sollwinkel φ_r auf die Wagenpositions z . Welche Ordnung hat der geschlossene innere Regelkreis?

3.2 Polvorgabe mit und ohne Reglerintegrator

Machen Sie sich mit dem in der Vorlesung behandeltem algebraischen Reglerentwurf zur Polvorgabe mit und ohne Reglerintegrator vertraut. Welche Verfahren existieren zur Lösung diophantischer Gleichungen? Was sind die Voraussetzungen?

Entwerfen Sie einen Regler G_{rPOS} mittels Polvorgabe für den äußeren Regelkreis mit und ohne Reglerintegrator! Führen Sie keine Pol-/Nullstellen-Kürzungen beim Reglerentwurf durch! Schreiben Sie eine Scilab-Routine zur Bestimmung der Reglerpolynome. Verwenden Sie hier für die Sylvestermatrix.

Das Führungsverhalten des äußeren Regelkreises soll dem eines dominierenden komplexen Polpaars entsprechen mit einer ungefähren Anstiegszeit von 4s und einer Dämpfung von 0,97. Schreiben Sie ein Reglerentwurfsskript, in welchem Anstiegszeit und Dämpfung flexibel angepasst werden können. Hinweis: Die Kennkreisfrequenz ω_0 des dominierenden komplexen Polpaars erhält man aus der Dämpfung D und der Anstiegszeit t_r wie folgt:

$$\omega_0 = \frac{1}{t_r} e^{\frac{D}{\sqrt{1-D^2}} \arccos D}. \quad (1)$$

Wie wirken sich Ausgangsstörungen des inneren Regelkreises auf die stationäre Genauigkeit des äußeren Kreises bei den beiden Reglern aus?

3.3 Darstellung von Empfindlichkeits- und komplementärer Empfindlichkeitsfunktion

Wiederholen Sie die Begriffe Empfindlichkeits- und komplementäre Empfindlichkeitsfunktion. Was sagen diese Übertragungsfunktionen aus? Stellen Sie für die zuvor entworfenen Regler den Amplitudengang von Empfindlichkeits- und komplementärer Empfindlichkeitsfunktion dar (Betrag der Verstärkung nicht in dB, logarithmische Frequenz in rad/s).

4 Versuchsdurchführung

Bringen Sie ihre Reglerentwurfsskripte zur Versuchsdurchführung auf einem USB-Stick mit!

Ergänzen Sie am Versuchsstand ihre Winkelregelung aus dem Versuch 1a um die äußere Positionsregelschleife und testen Sie beide Regler experimentell. Begründen Sie Ihre Beobachtungen! Nehmen Sie exemplarisch Verläufe von Winkel, Wagenposition und Wagengeschwindigkeit auf. Variieren Sie die Sollposition des Wagens über das Potentiometer am Versuchsstand.

5 Auswertung und Diskussion

1. Beschreiben und diskutieren Sie das Regelkreisverhalten!
2. Vergleichen Sie die experimentellen Ergebnisse mit denen der Simulation!
3. Erweitern Sie das Scilab-Skript, das Sie für die Simulation geschrieben haben, um eine Routine, die aus den gespeicherten Versuchsdaten aussagekräftige Plots generiert, die Sie in Ihr Protokoll einbinden!