© 27.03.2018

Semesteraufgabe Modellbildung eines elektrischen Fensterhebers in einem Mittelklassepersonenkraftwagen mit Hilfe eines Simulink Modells

Lernziele

Der/die Studierende kann nach Abschluss der Veranstaltung:

- Mechatronische Funktionen, d.h. das Zusammenwirken der Elektrotechnik und Informatik mit mechanischen Systemen, bewerten und entwerfen
- Anwendung der Regelungstechnik auf mechatronische Systeme verstehen
- Synergien und Analogien zwischen Maschinenbau, Informatik und Elektrotechnik entdecken
- Theoretisches Wissen in die Praxis übertragen.
- Aufgrund der Durchführung eines Entwicklungsprozesses ein Verständnis für die Projektarbeit in der Praxis erlangen

Vorteilhafte Kenntnisse

- Programmierkenntnisse mit Matlab© und Simulink©
- Vorlesung zur Mehrkörperdynamik (Grundlagen der Mechatronik)
- Regelungstechnische Grundlagen

Notwendiges Arbeitsmaterial

- USB-Stick o.ä. Speichermedium mit USB-Stecker
- Uni Account zum Einloggen in Uni-Rechner
- Internetzugang
- Motivation die Aufgabe innerhalb des Sommersemesters zu lösen.

Anforderung an das Modell des Fensterhebers

© 27.03.2018

Das Fenster eines Mittelklassefahrzeugs (z.B. VW-Golf) hat einen elektrischen Fensterheber. Die Anforderungen an das Gesamtsystem sind wie folgt:

- Schließen des Fensters über den gesamten Hub in 9s ± 1s
- Einklemmschutz des Fensters
- Konstante Spannungsaufnahme während der Betätigung

Beschreibung des Modells

In Abbildung 1.1 sind die wesentlichen Komponenten des mechanischen Systems anhand einer Prinzip Skizze aufgeführt.

Im vorliegenden Fall wird die Seitenscheibe eines PKWs mittels eines Schlittens verfahren. Die Seitenscheibe ist mit dem Schlitten fest verbunden. Der Schlitten läuft reibungsfrei auf einer senkrecht angeordneten Gleitschiene. Zwischen Seitenscheibe und Schlitten ist ein Gummipuffer angeordnet, dieser ist als Feder-Dämpfer-Element zu betrachten und soll eventuelle Stöße, z.B. beim Anfahren einer Endlage absorbieren. Am Ende der Gleitschiene sind Umlenkrollen montiert die von einem Bowdenzug mit dem Winkel φ umschlungen werden. Der Bowdenzug überträgt die rotatorische Bewegung eines Antriebsmotors in die translatorische Bewegung des Schlittens. Die Rollen sind reibungsfrei gelagert und haben die Massenträgheit J = 0 kg/m².

Links- und rechtsseitig der Seitenscheibe sind Dichtungen bzw. Gleitschienen angeordnet. Diese Elemente, mit einer filzartigen Oberfläche stehen im direkten Kontakt mit der Seitenscheibe und üben eine Druckkraft auf diese aus. Zwischen der Seitenscheibe und der Führungs- bzw. Dichtungsschiene herrscht Reibung. Übt der Antriebsmotor keine Seilkräfte auf den am Schlitten fixierten Bowdenzug aus und es existiert keine äußere Anregung, so ist die Seitenscheibe in Ruhe.

© 27.03.2018

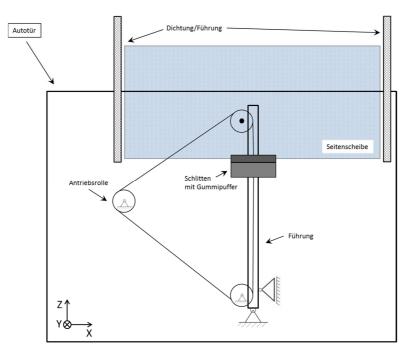


Bild. 1.1. Mechanischer Aufbau eines Fensterhebers

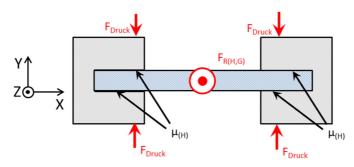


Bild. 1.2. Mechanischer Aufbau einer Seitenscheibenführung

D.h. das Produkt aus Haftreibungskoeffizient und Anpresskraft ist größer als das Produkt aus Erdbeschleunigung und Summe der Gewichtskräfte von Seitenscheibe in Verbindung mit dem Schlitten. Zum Beschleunigen der Seitenscheibe aus der Ruhelage muss also zunächst der Haftreibungskoeffizient überwunden werden, anschließend kann die Scheibe unter Berücksichtigung des Reibungskoeffizienten verfahren werden.

© 27.03.2018

Die folgenden Werte beschreiben die Fenstermechanik:

Masse der Seitenscheibe $m_F = 2.3 \text{ kg}$

Masse des Schlittens $m_S = 0.9 \, kg$

Haftreibungskoeffizient $\mu_H = 0.4$

Gleitreibungskoeffizient $\mu_G = 0.35$

Erdbeschleunigung $g = 9.81 \,\text{m/s}^2$

Antriebsrollendurchmesser da= 22 mm

Gesamtweg des Fensters $I_f = 375 \text{ mm}$

Dämpfung k = 50 Nm/s

Federsteifigkeit c = 10000 N/m

- Die Anpresskraft der Dichtung muss so gewählt werden, dass die Scheibe gerade selbsthemmend ist, also ohne Motorunterstützung in der gewünschten Position stehen bleibt.
- Es wird ein Gleichstrommotor mit Bürsten verwendet.
- Spannungsniveau: 24 V ± 1 V.
- Je nach Drehzahl und Drehmoment sollte ein geeignetes Getriebe eingebaut werden, bei dem der Wirkungsgrad berücksichtigt werden muss.
- Einklemmschutz des Fensters, d.h. bei einer Kraft von x Nm soll das Fenster wieder komplett auffahren.
- Konstante Spannungsaufnahme während der Betätigung.
- Reibung in den Fensterdichtungen, Berücksichtigung von Haft- und Gleitreibung.
- Zur Schonung der Mechanik ist in dem Schlitten, in dem das Fenster eingesetzt ist, eine Dämpfung vorzusehen.
- Das Fenster als auch der Schlitten sind Massebehaftet.

© 27.03.2018

- Die vorgegebenen Größen sind in der Aufgabenstellung definiert (siehe moodle).
- Abstimmung der verwendeten Regelkreise auf ein schnelles Ansprechen mit vertretbaren Überschwingern.

© 27.03.2018

Vorgehen

- Die Bauteile die auf das Systemverhalten Einfluss nehmen sind im ersten Schritt zu identifizieren und die Verbindung zu angrenzenden Teilen ist zu beschreiben.
- Bestimmen Sie alle wirkenden Kräfte am Ersatzmodell
- Bestimmen Sie Die Reibungseigenschaften in den Führungsschienen inkl.
 Fallunterscheidung zwischen Haften und Gleiten
- Ermitteln Sie das max. Antriebsdrehmoments und wählen Sie einen Motor aus
- Erstellen Sie das Simulink Modell der Fenstermechanik
- Erstellen Sie das Simulink Modell f
 ür den Gleichstrommotor
- Erweitern Sie das Simulink Modell des Gleichstrommotors mit einer Drehzahlregelung
- Parametrieren Sie den Regler des Gleichstrommotors
- Erstellen Sie ein Simulink Modell für den Umrichter (4 Quadranten Steller mit H-Brücke)
- Erweitern Sie das Simulink Modell des Umrichters mit einer Spannungsregelung
- Parametrieren Sie den Umrichter Regler
- Erstellen Sie ein Simulink Modell für die Sensorik mit A-D-Wandler
- Erweitern Sie das Simulink Modell für die Sensorik mit Filtern
- Entwerfen Sie einer digitale Reglung der GM mit Hilfe eines Micro Controllers
- Schalten Sie alle funktionierenden Teilsysteme zum Gesamtsystem zusammen
- Zeigen Sie, anhand der Analyse der Rechenergebnisse, dass die Funktion des Gesamtsystems gegeben ist (Verhalten der einzelnen Systeme über die Zeit)

Fachgebiet Mechatronik mit Schwerpunkt Fahrzeuge, Prof. Dr.- Ing. Michael U. Fister

Skript zu der Vorlesung "Einführung in die Aktorik, Mechatronik II"

© 27.03.2018

Prüfungsnachweis

Schriftliche Klausur als E-Klausur über 120 Minuten mit Lösung von Teilaufgaben in Simulink