

Übungsaufgabe:

Implementierung und Applikation des Einspurmodells

Ziel der Vorlesung Fahrzeugregelung ist es Ihnen einen Einblick in die Entwicklung von Fahrdynamik-Regelsystemen zu geben, welche heute generell mit einer numerischen Simulation beginnt. Um die Fahrdynamik regeln zu können, ist es notwendig, diese mit mathematischen Methoden so abzubilden, dass die numerische Simulation möglich ist. Hierfür haben Sie in der Vorlesung verschiedene Fahrzeugmodelle kennengelernt. In der heutigen Übung sollen Sie selbstständig ein lineares Fahrzeugmodell in Matlab/Simulink implementieren und analysieren.

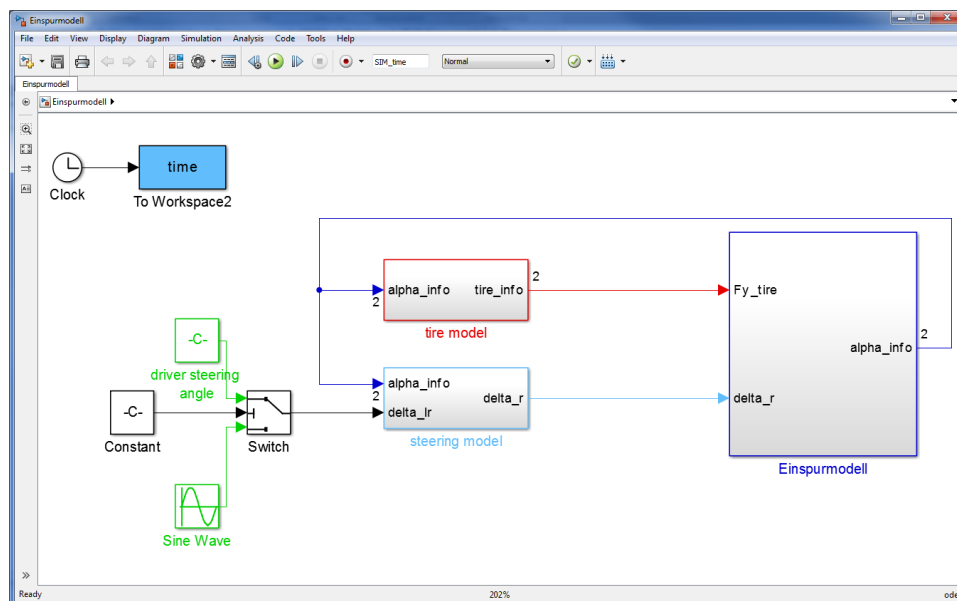


Abbildung 1: Simulationsmodell in Simulink

A: Modellierung

Aufgabe 1: In der Übung zur Vorlesung Fahrzeugregelung haben Sie das lineare und nichtlineare Einspurmodell kennengelernt. Ihre erste Aufgabe besteht darin, die lineare BDGLen in eine Vorlage für ein Fahrzeugmodell in Matlab/Simulink zu implementieren, vgl. Abbildung 1. Verwenden Sie hierzu die Vorlage „Einspurmodell.mdl“ aus ISIS und implementieren Sie die BDGLen des Einspurmodells im Sub-System Einspurmodell im Block Bewegungsgleichungen.

BDGL-System des linearen Einspurmodells:

$$m \cdot v \cdot (\dot{\beta} + \dot{\psi}) = F_{\eta,v} + F_{\eta,h}$$

$$J_z \cdot \ddot{\psi} = F_{\eta,v} \cdot l_v - F_{\eta,h} \cdot l_h$$

Anmerkung: Beachten Sie auch die Parameternamen in der Parameterdatei, wenn Sie Ihre Funktionsblöcke parametrieren. Benutzen Sie als Eingänge in die BDGL die Reifenseitenkräfte vorne und hinten.

Aufgabe 2: Die Reifenseitenkräfte können mittels der Schräglaufwinkel und der Reifenschräglaufsteifigkeit berechnet werden. Dies soll mit den nachstehenden Formeln im Block Schräglaufwinkel erfolgen:

$$\alpha_V = \delta_V - \tan^{-1} \left(\frac{v \sin \beta + l_v \dot{\psi}}{v \cos \beta} \right)$$

$$\alpha_H = -\tan^{-1} \left(\frac{v \sin \beta - l_h \dot{\psi}}{v \cos \beta} \right)$$

Aufgabe 3: Um das Fahrzeugmodell zu parametrieren laden Sie die Datei „template_steuerung.m“ aus ISIS und führen Sie dieses aus. Mittels des Templates können Sie zwischen verschiedenen Lenkwinkel für eine konstante Kreisfahrt wählen oder den Lenkwinkel als Sinusfunktion vorgeben. Führen Sie Ihre Simulation mit verschiedenen Lenkwinkeln und Geschwindigkeiten durch und stellen Sie Ihre Ergebnisse mittels des Matlabskriptes „Einspur_plot.m“ dar. Analysieren Sie die Ergebnisse.

Hinweis: Die Ergebnisse der Simulation werden nach jedem Durchlauf mittels to workspace Blöcken im Base Workspace von Matlab abgelegt. Dadurch können die Ergebnisse direkt mittels plot-Befehl dargestellt und für weitere Analysen verwendet werden.

Aufgabe 4: Um die Reifenabbildung in der Simulation zu verbessern sollen Sie im nächsten Schritt im Block tire model ein einfaches Reifenmodell entsprechend folgender Magic Formula implementieren:

$$F_{max} = \mu_h F_{zeta,i} \left(1 + \frac{k_{Fzeta} (F_{zeta0} - F_{zeta,i})}{F_{zeta0}} \right)$$

$$F_{y,i} = F_{max,i} \sin \left(C_i \operatorname{atan} \left(\frac{B_i \alpha_i}{\mu_h} \right) \right)$$

Die entsprechende embedded Matlab function wurde hierfür mit den entsprechenden Ein-/Ausgängen sowie den Reifenparametern unter simple Pacejka tire model angelegt. Führen Sie abschließend eine Simulation mit dem nichtlinearen Reifenmodell durch und stellen Sie Ihre Ergebnisse mit Hilfe des Matlabskriptes „Einspur_plot.m“ dar. Analysieren Sie diese.

Wählen Sie das Reifenmodell im Parameterskript aus und legen Sie die Lenkwinkelvorgabe sowie die Fahrzeuggeschwindigkeit so fest, dass das Fahrzeug im nichtlinearen Querdynamikbereich fährt.

B: Analyse des Eigenlenkverhaltens

Nachdem die Modellierung des Fahrzeugs abgeschlossen ist und die ersten Simulationsfahrten erfolgreich abgeschlossen wurden, soll nun die Fahrdynamik Ihres Simulationsfahrzeuges analysiert werden.

Aufgabe 1: Stellen Sie die Gierverstärkung über die Fahrzeuggeschwindigkeit dar.

Anmerkung: Simulieren Sie für verschiedene Geschwindigkeiten (1m/s..20m/s) eine konstante Kreisfahrt und nehmen Sie nach Abklingen der Gierdynamik einen Messwert für Ihre Kurve auf.

Aufgabe 2: Fügen Sie der Grafik aus Aufgabe B1 die Gierverstärkungen für verschiedene Schwerpunktlagen l_h hinzu und bewerten Sie die Fahrzeugdynamik hinsichtlich Eigenlenkverhalten.