

Steuerung und Regelung eines elastischen Arms

Aufbau des Systems

Bestandteile

- ▶ System aus zwei Starrkörpern, Turm und Arm, auf einem Unterbau drehbar gelagert
- ▶ Arm mit zwei Federn an Turm gekoppelt
- ▶ Elektromotor erzeugt Drehmoment, das über Getriebe an den Turm weitergegeben wird

Besonderheiten

- ▶ Variable Federspannung
- ▶ Variable Massenbelegung des Arms
- ▶ Integrierte, funkgesteuerte Elektronik



Mess- und Stellgrößen

- ▶ Winkel ϕ_1 und ϕ_2 , Auslenkung von Arm und Turm, über Inkrementalencoder gemessen
- ▶ Versorgungsspannung U des Motors ist einstellbar

Beispiele für reale Aufbauten

- ▶ Panzer, Baukran

Aufgabenstellung

- ▶ Modellbildung und Simulation des Systems
- ▶ Einbau und Ansteuerung der Elektronik
- ▶ Parameteridentifikation, manuell und autonom
- ▶ Bestimmung und Regelung einer Basis

Modellbildung

Annahmen

- ▶ $\dot{\phi}_2 = 0 \rightarrow$ Haftreibung
- ▶ $\dot{\phi}_2 \neq 0 \rightarrow$ Gleitreibung

Systemgleichungen

$$\begin{aligned} \Theta_1(\ddot{\phi}_1 + \ddot{\phi}_2) &= -d\dot{\phi}_1 - c_T\phi_1 \\ \Theta_1\ddot{\phi}_1 + (\Theta_1 + \Theta_2)\ddot{\phi}_2 &= K_u I - M_R(\dot{\phi}_2) \\ U &= U_i + RI + LI \end{aligned}$$

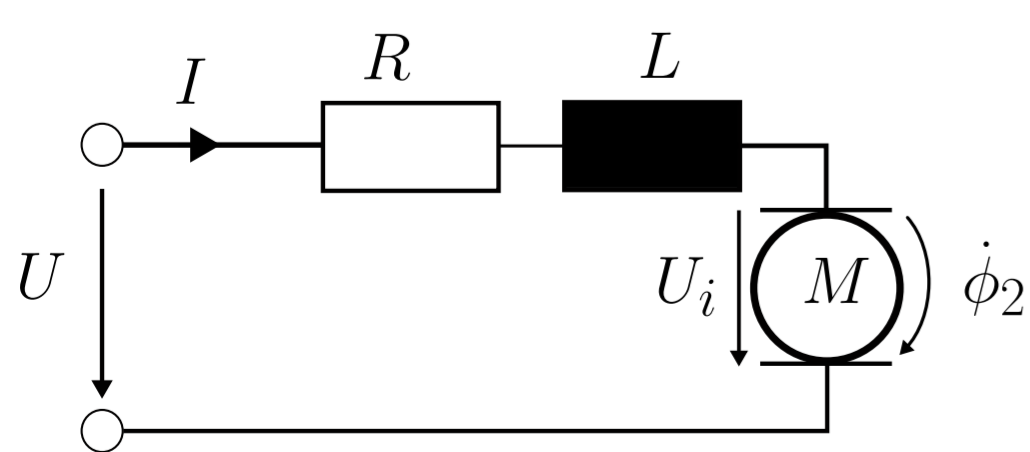


Abbildung : Ankerkreis

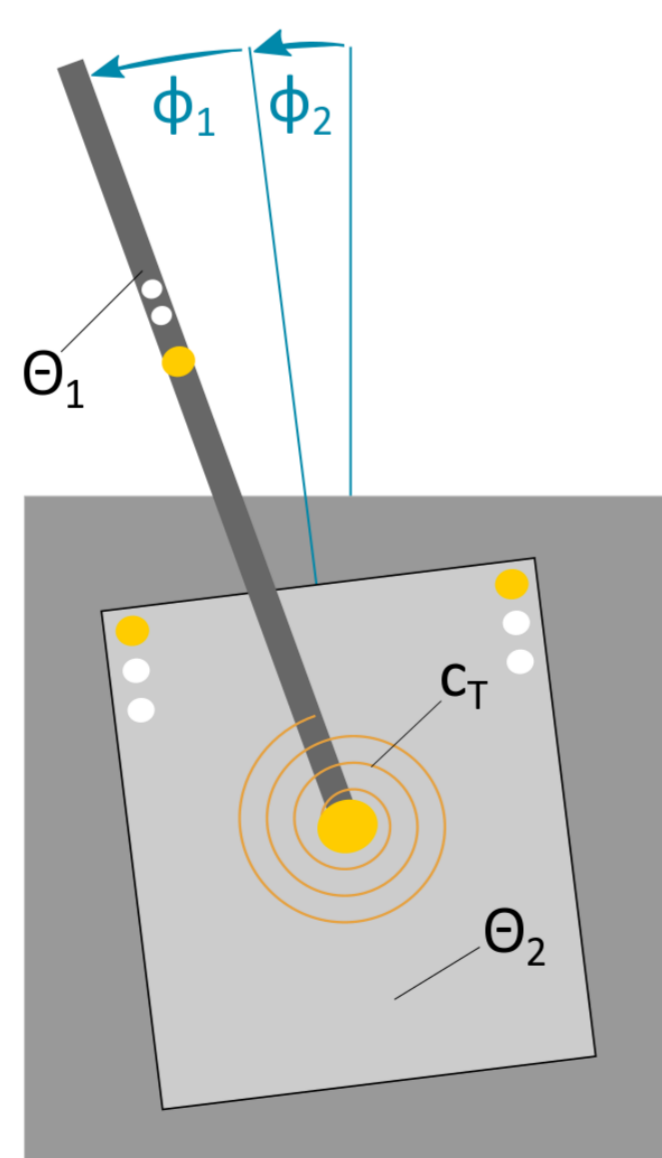


Abbildung : schematischer Aufbau des Systems

Automatische Parameteridentifikation / Modellverifikation

- ▶ Verhalten bei Spannungssprung
- ▶ Messung und Simulation mit automatisch bestimmten Parametern

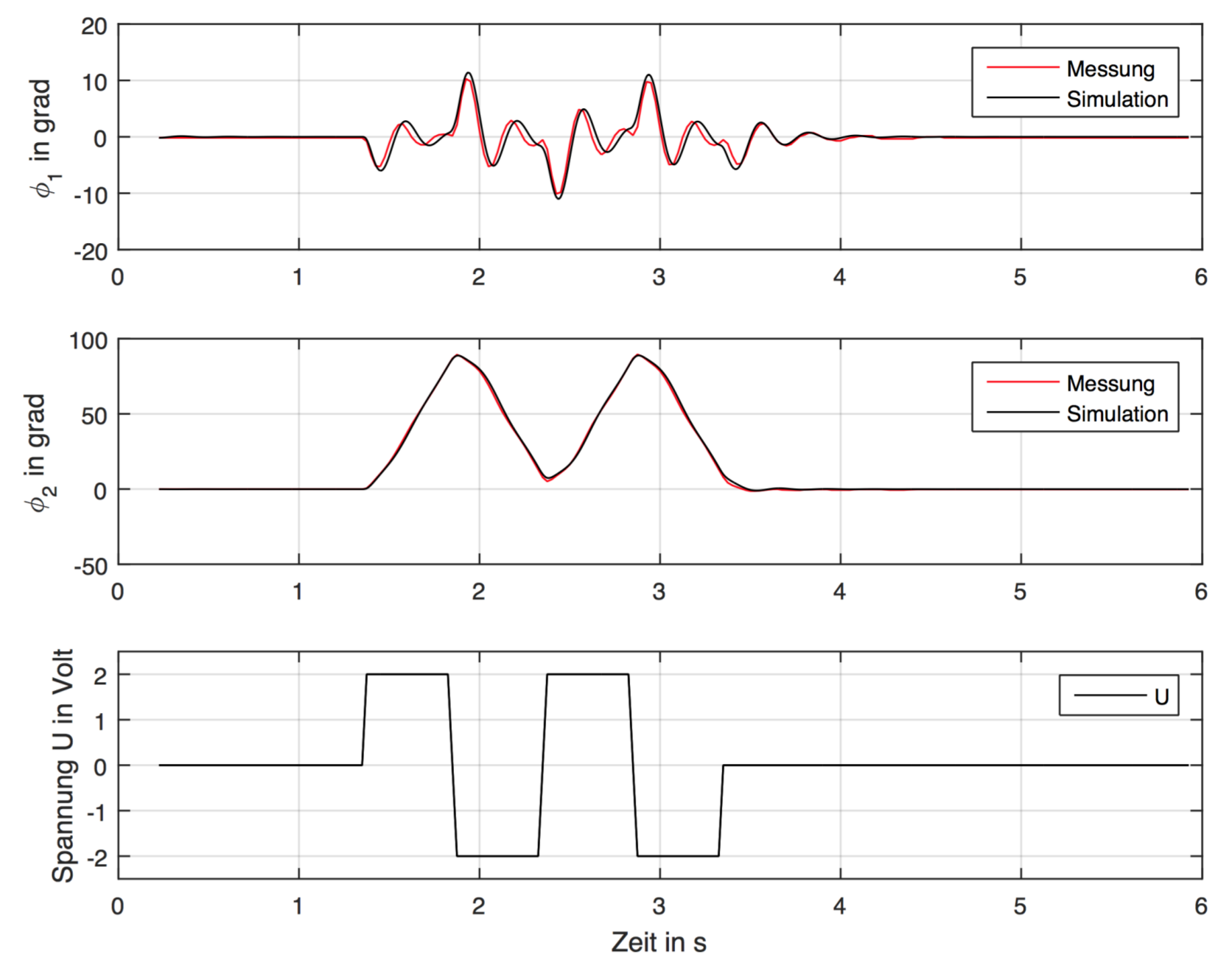


Abbildung : Spannungssprung bei Messung und Simulation

Regelung

Annahmen

- ▶ Vernachlässigung der Stromdynamik
- ▶ Vernachlässigung der Reibung und der Dämpfung d

Basis

- ▶ Eine Basis des Systems lautet:

$$y = \phi_1 + \phi_2$$

Regler

- ▶ Regelung der Basis über die Versorgungsspannung U

$$\begin{aligned} U &= Q(y_r^{(4)} - k_3 e^{(3)} - k_2 \ddot{e} - k_1 \dot{e} - k_0 e) \\ &\quad + Q(Tc^2(1-T)\phi_1 + Kc(T-1)\dot{\phi}_2) \end{aligned}$$

mit den Größen

$$\begin{aligned} e &= y - y_r \\ \ddot{y} &= c(1-T)\phi_1 \end{aligned}$$

Reglerverhalten

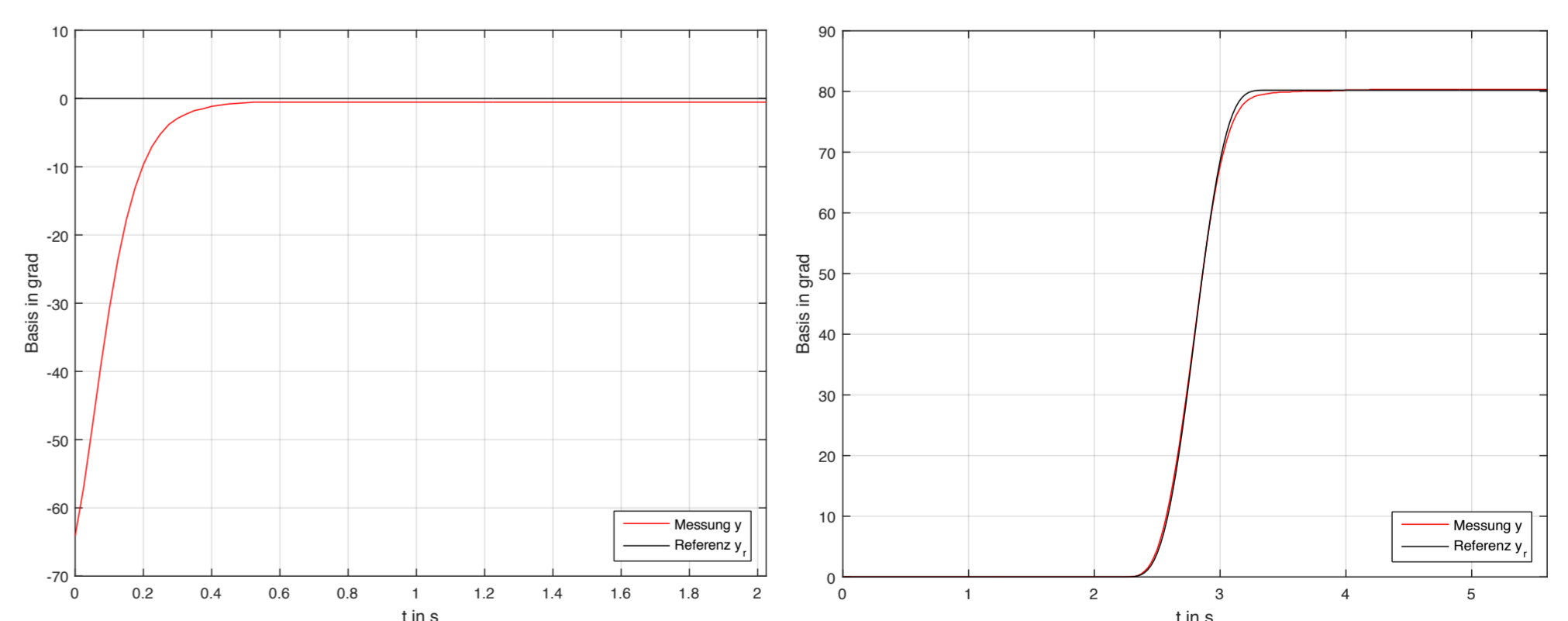


Abbildung : Einschwingverhalten der Basis

Abbildung : Trajektorienfolge der Basis