Regelungstechnik Übung 2

David Weber

April 2023

1 Aufgabe 1

Die Zustandsgrößen sind i_a, ω_k, φ_k. Daraus ergibt sich das Modell:

$$\begin{pmatrix} \dot{i}_a \\ \dot{\varphi}_k \\ \dot{\omega}_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{R}{L} i_a - \frac{k_m}{L}\omega_m + \frac{1}{L} u_a \\ k_g \omega_m \\ \frac{k_m}{\Theta} i_a - \frac{1}{\Theta} f_\mu(\omega_k) - \frac{1}{\Theta} f_F(\varphi_k) \end{pmatrix}$$
$$y = \alpha \varphi_k$$

2 Aufgabe 2

Das System wird mit einem Sprung auf 1V und einem Sprung auf 3V simuliert:

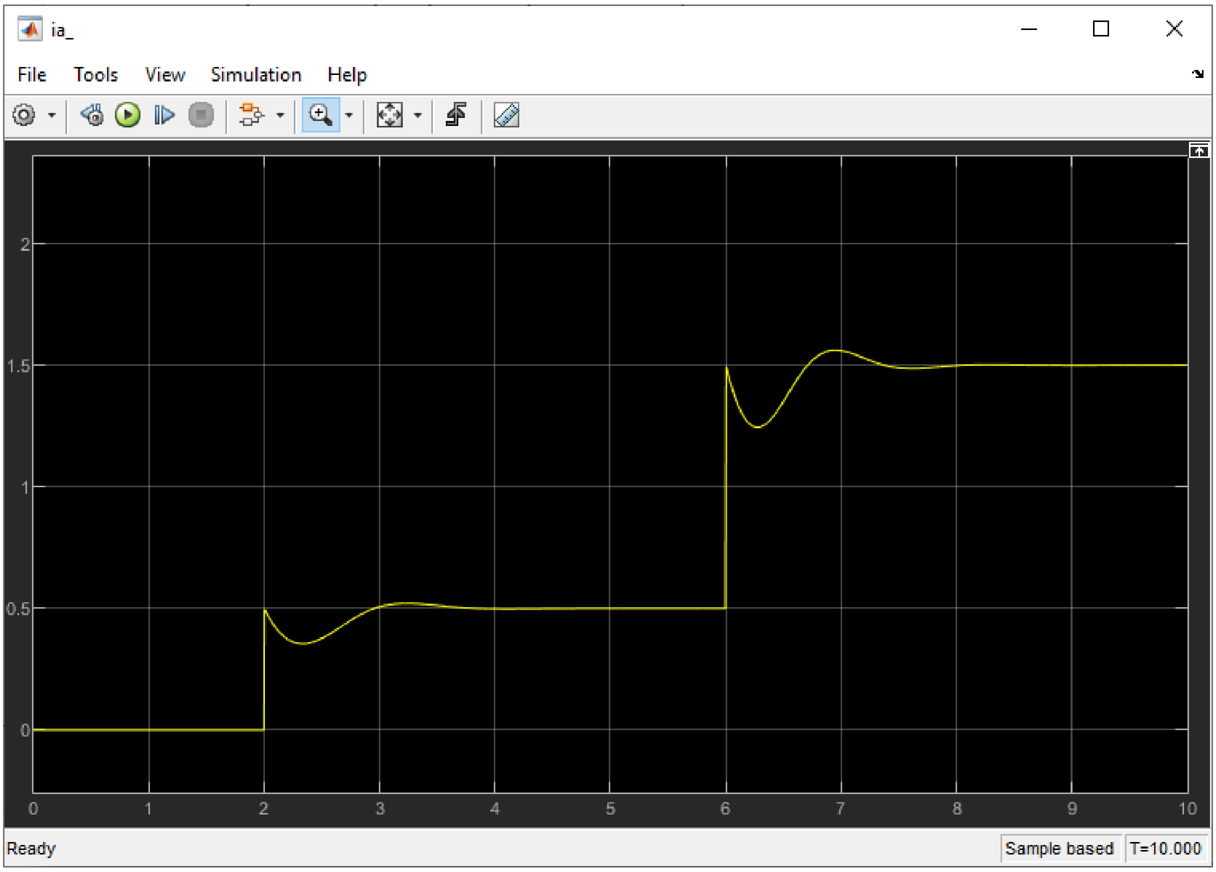

Figure 1: i_a

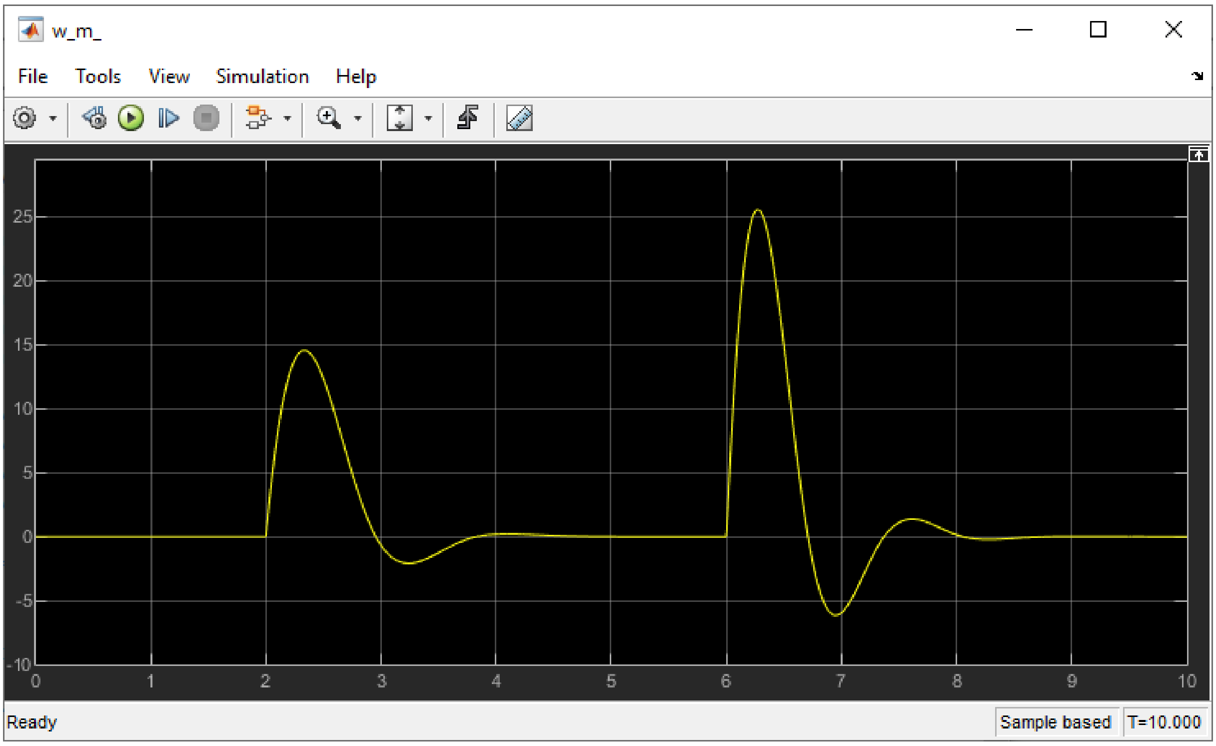

Figure 2: ω_m

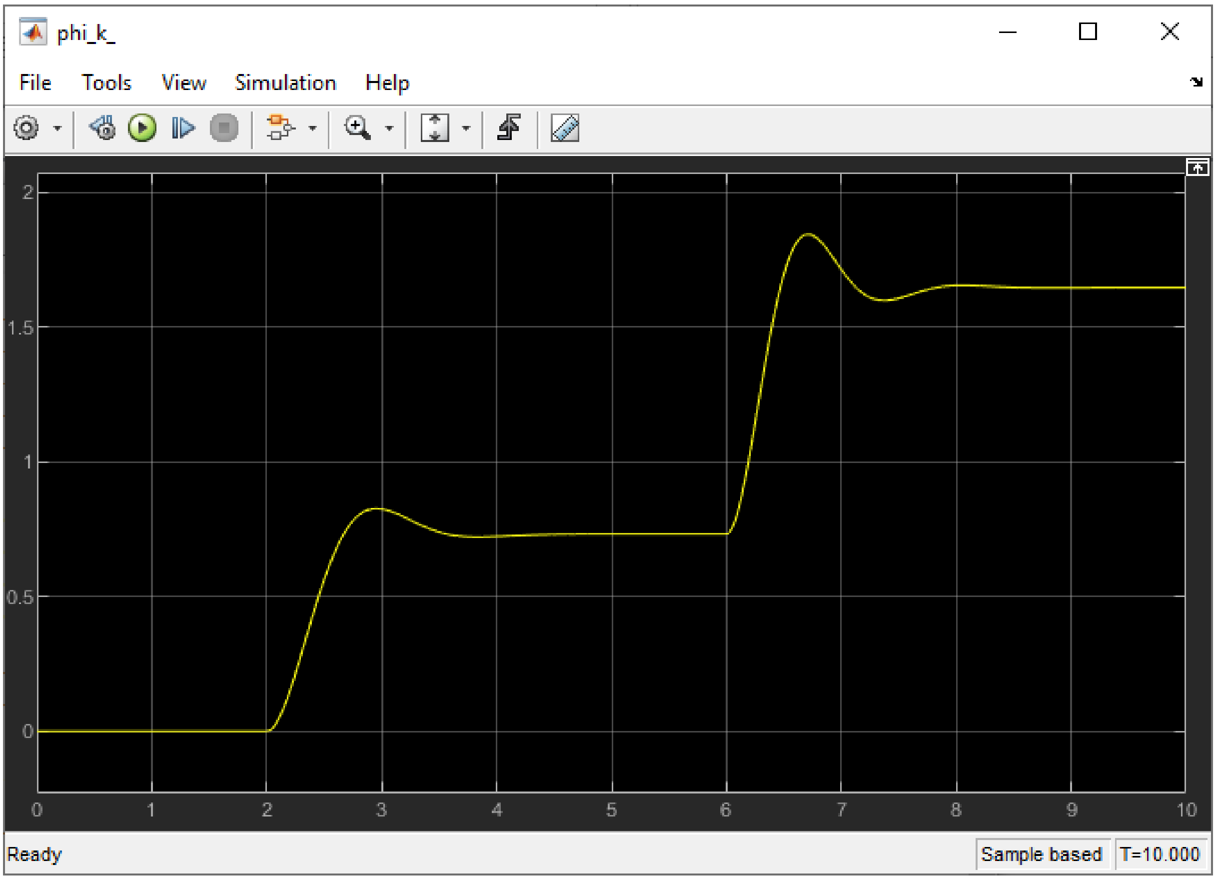

Figure 3: φ_k

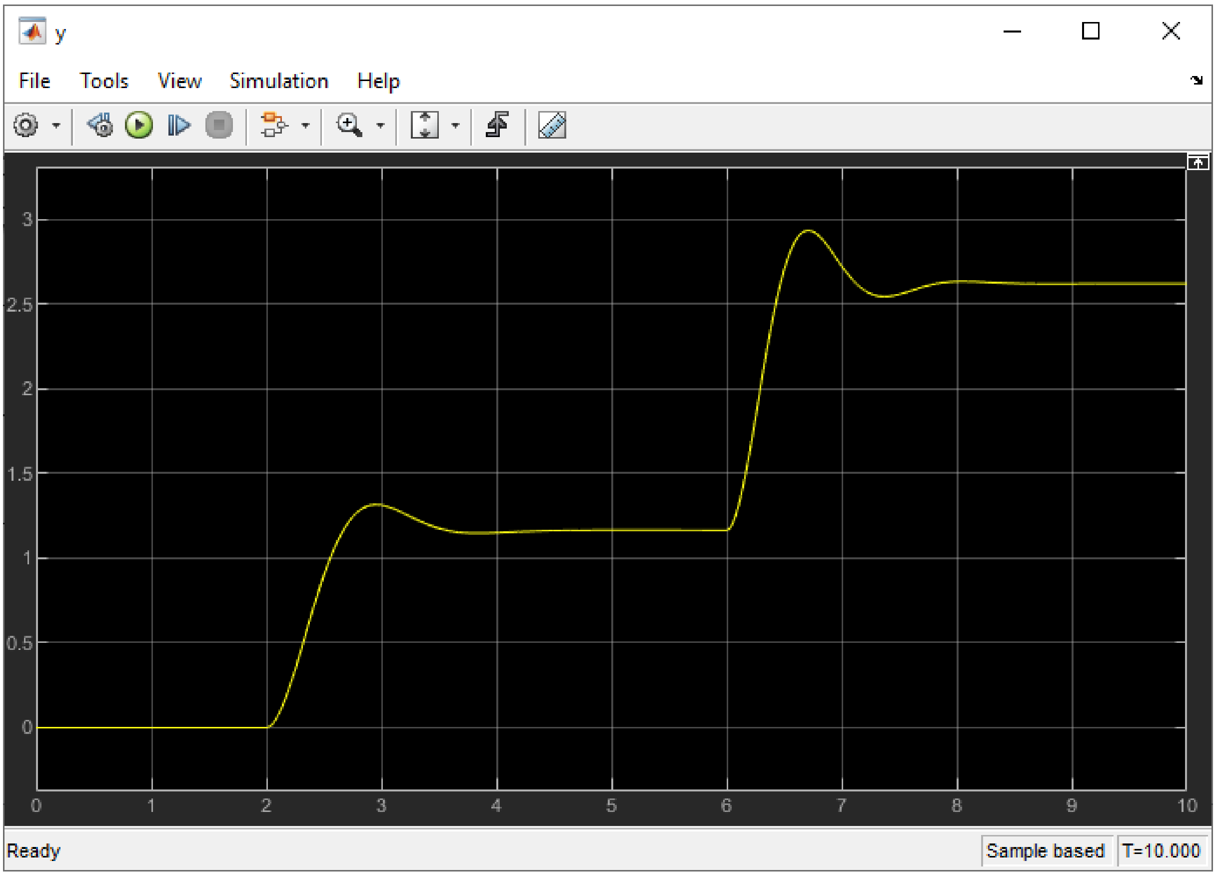

Figure 4: y

Es ist zu sehen, dass i_a auf einen gewissen Wert geht, die Schwingung entsteht durch das ω_m. Das ω_m geht wieder auf null, wenn das φ_k wieder konstant ist. Das φ_k stellt sich nach kurzer Zeit auf einen konstanten Wert ein.

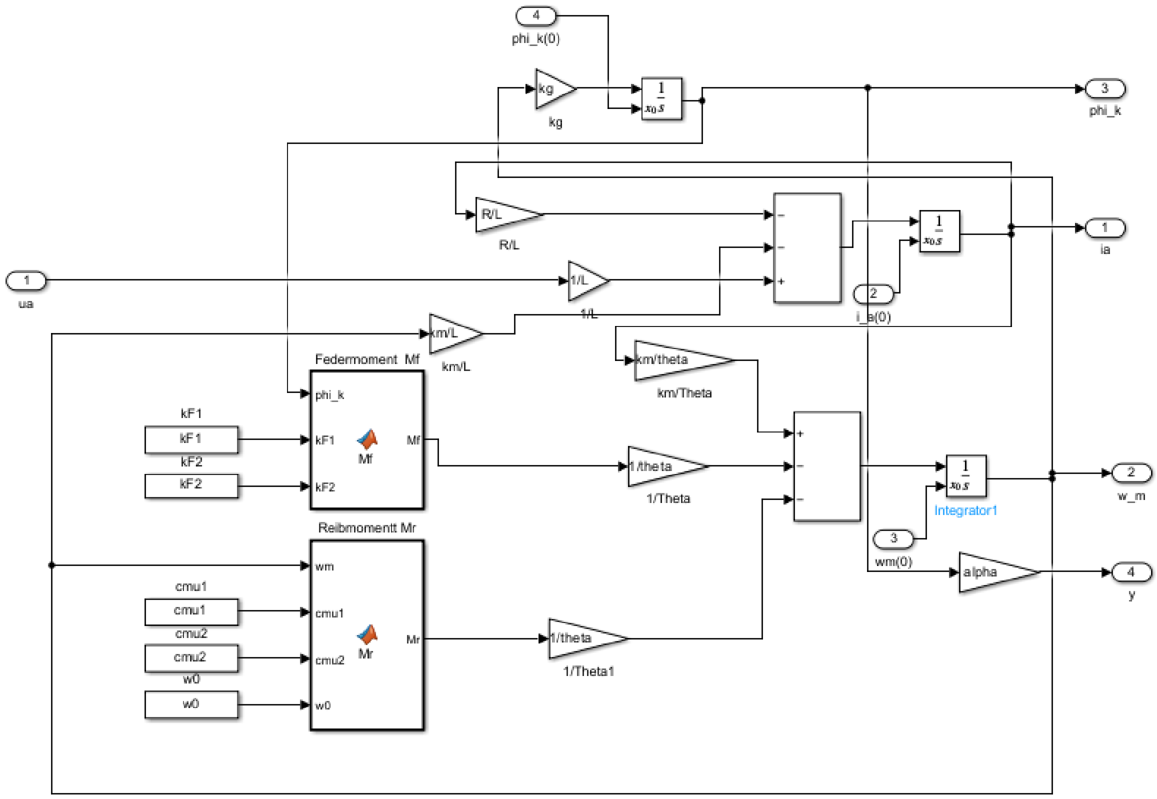

Figure 5: Nichtlineares System

3 Aufgabe 3

Im Arbeitspunkt sind die Ableitungen null. ω_m ist null, da $\dot{\varphi}_k = 0$. Daraus ergibt sich:

$$0 = -\frac{R}{L} i_a + \frac{1}{L} u_a$$

Daraus folgt:

$$u_a = i_a \cdot R$$

Es ergibt sich:

$$0 = \frac{k_m}{\Theta} i_a - \frac{1}{\Theta} f_F(\varphi_k)$$

Umformen und einsetzen ergibt

$$i_a = 0,75A$$

Aus den anderen beiden Gleichungen ergibt sich:

$$u_a = R \cdot i_a + k_m \cdot \omega_m$$

$$u_a = 1,5V$$

$$\omega_m = 0$$

$$y = 1,59V$$

4 Aufgabe 4

Durch Ableiten im Arbeitspunkt ergibt sich:

$$\begin{pmatrix} \Delta\dot{i}_a \\ \Delta\dot{\varphi}_k \\ \Delta\dot{\omega}_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{R}{L} & 0 & -\frac{k_m}{L} \\ 0 & 0 & k_g \\ \frac{k_m}{\Theta} & -\frac{2k_{F1}\varphi_{kA}+k_{F2}}{\Theta} & -\frac{\frac{c_{\mu 2}}{\omega_0}+\frac{c_{\mu 1}}{\omega_0}}{\Theta} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta i_a \\ \Delta\varphi_k \\ \Delta\omega_m \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{1}{L} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} u_a$$

$$y = (0, 0, \alpha) \begin{pmatrix} \Delta i_a \\ \Delta\omega_m \\ \Delta\varphi_k \end{pmatrix}$$

Die Federkonstante ist:

$$2k_{F1}\varphi_{kA} + k_{F2} = 0,02Nm/rad$$

Und die Reibkonstante:

$$\frac{c_{\mu 1}}{\omega_0}\frac{1}{1+(\frac{\omega_{mA}}{\omega_0})^2} + \frac{c_{\mu 2}}{\omega_0} = 0,000272Nms/rad$$

5 Aufgabe 5

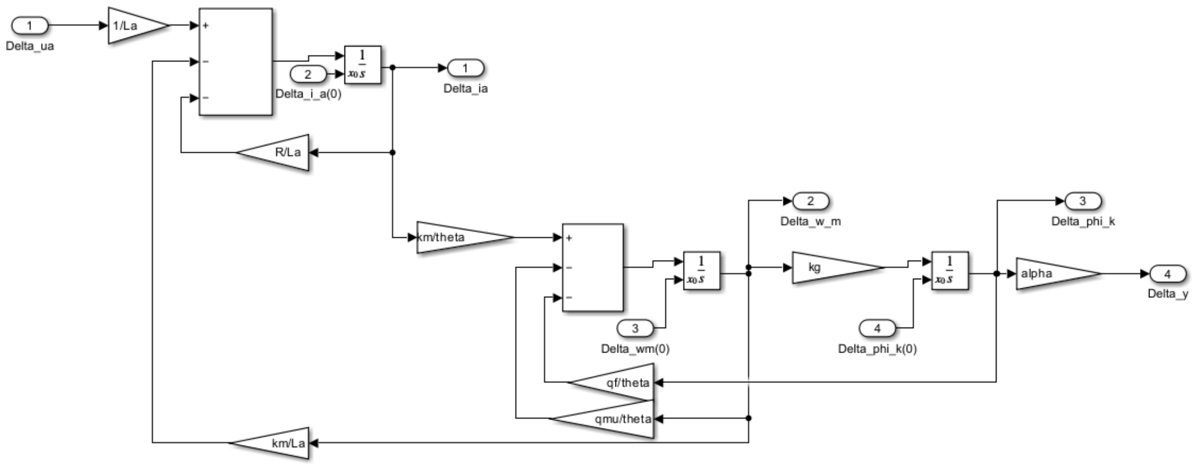

Figure 6: Lineares System

Für $u_A = 0.8 \cdot u_a$:

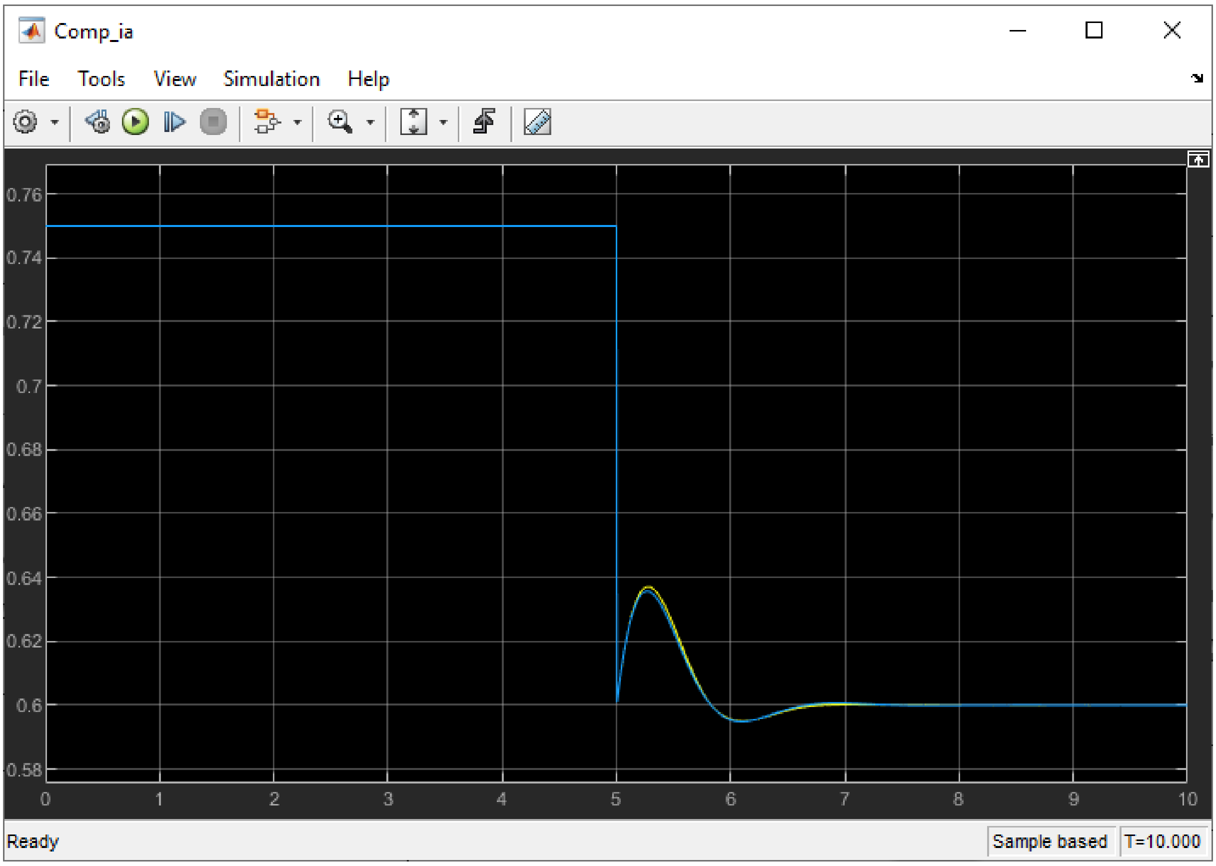

Figure 7: i_a bei 0.8

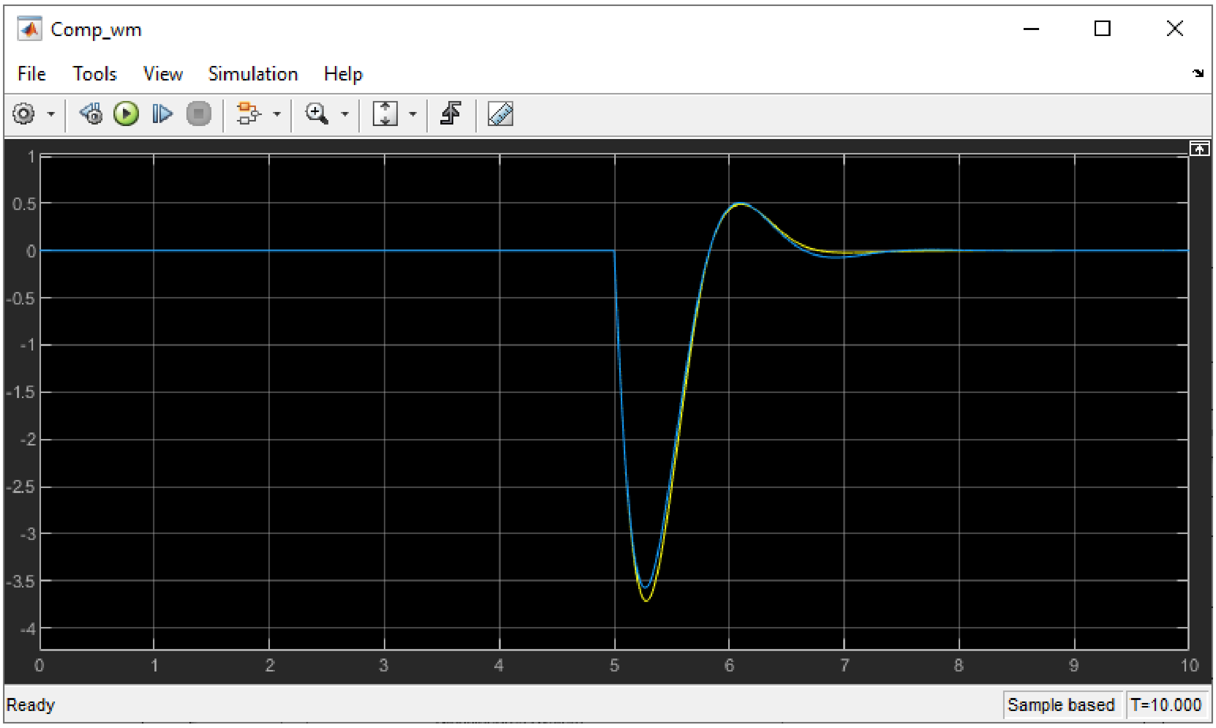

Figure 8: ω_m bei 0.8

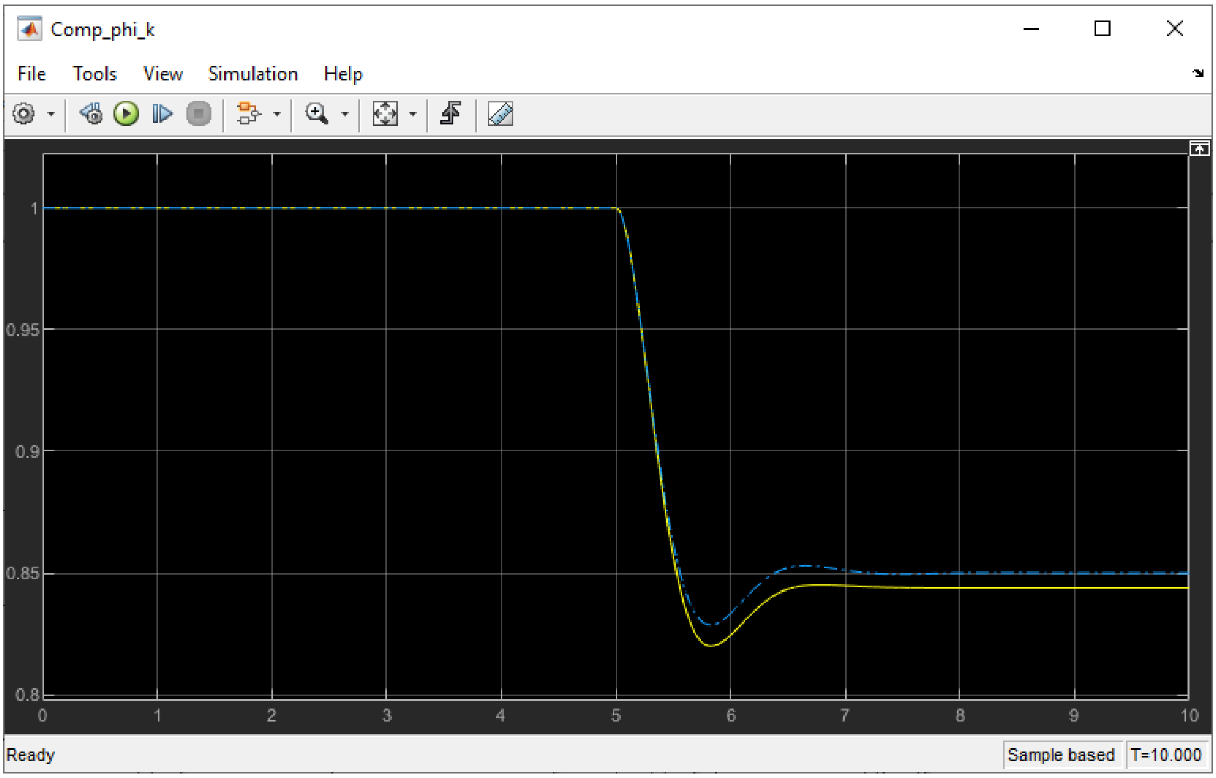

Figure 9: φ_k bei 0.8

Für $u_A = 0.95 \cdot u_a$:

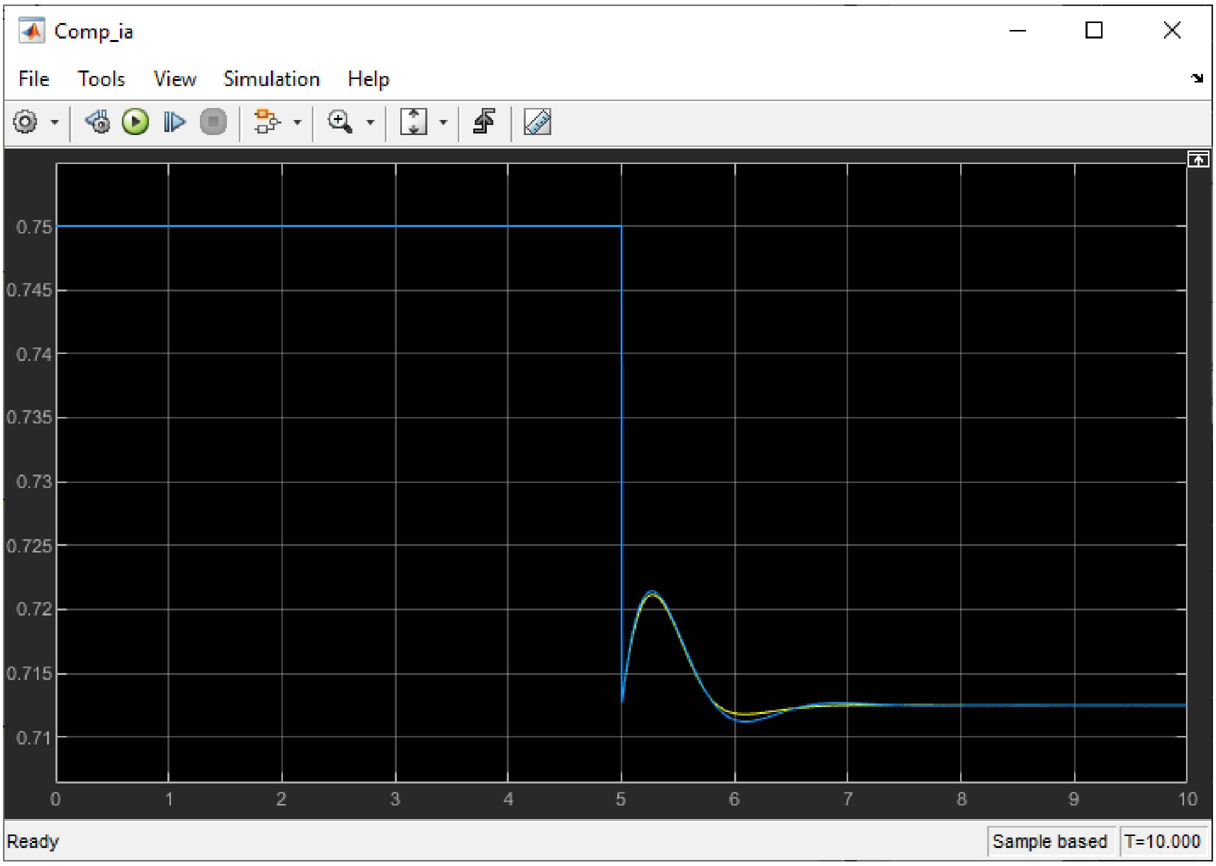

Figure 10: i_a bei 0.95

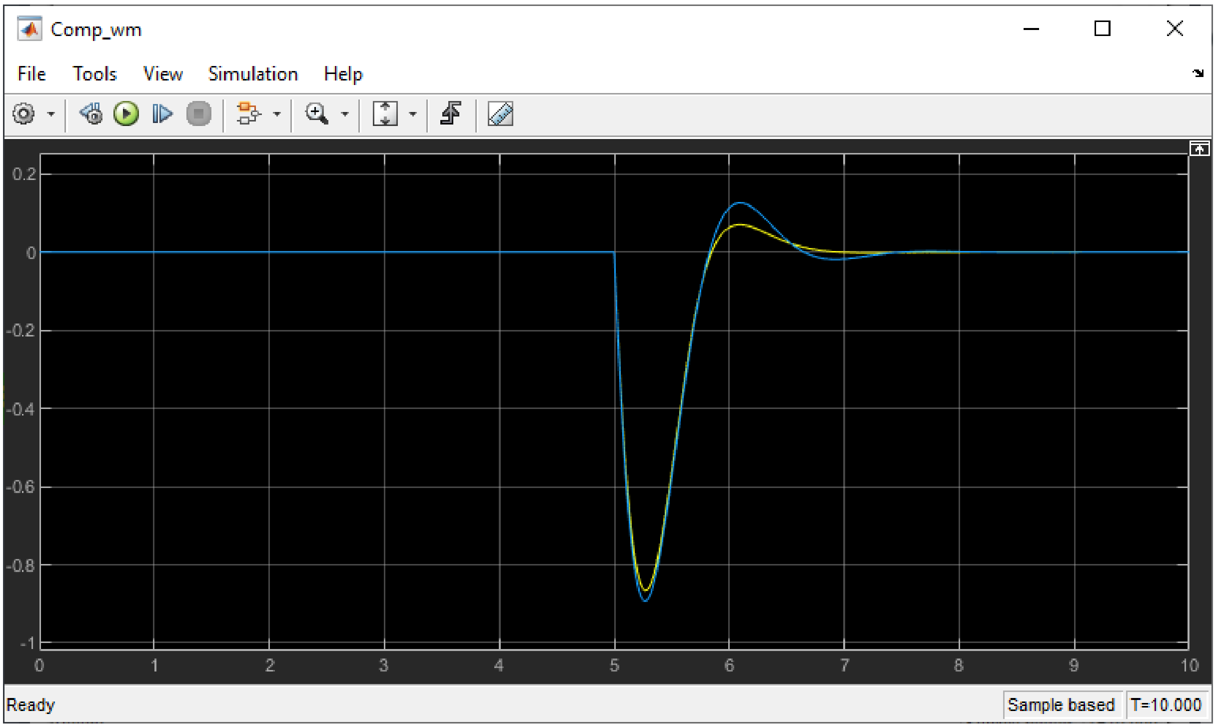

Figure 11: ω_m bei 0.95

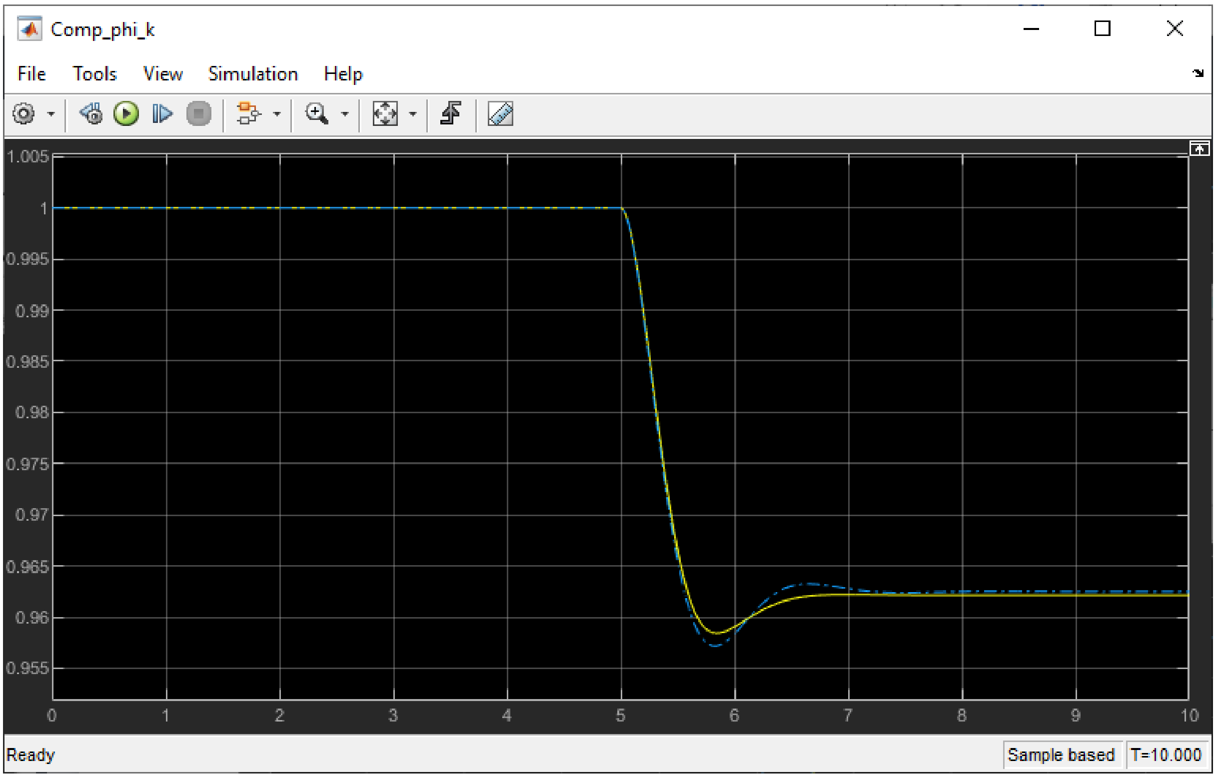

Figure 12: φ_k bei 0.95

Für $u_A = 5 \cdot u_a$:

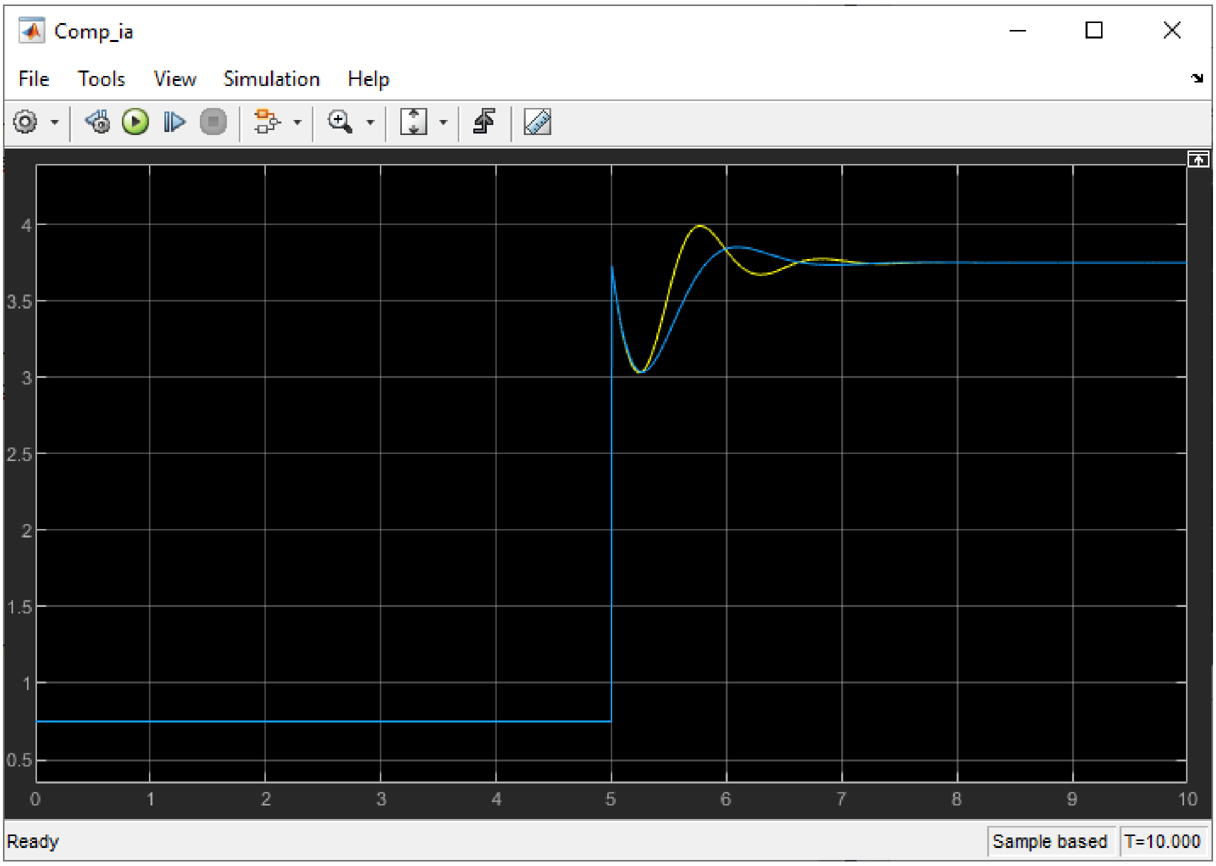

Figure 13: i_a bei 5

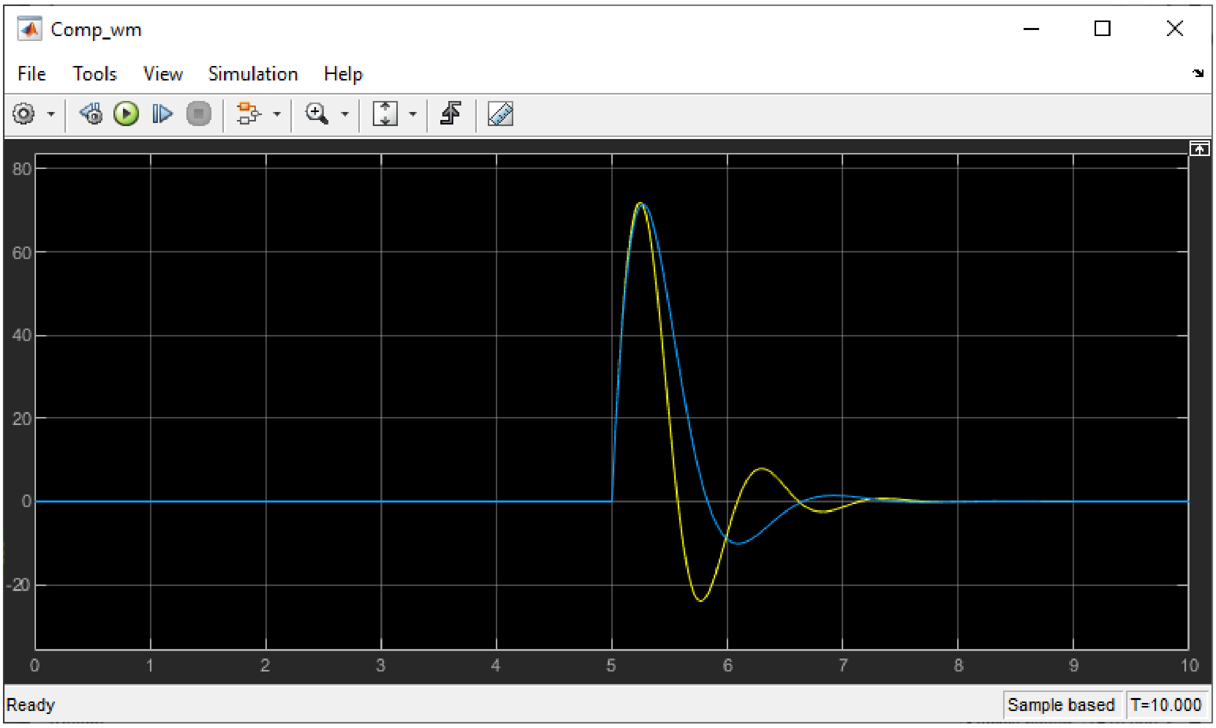

Figure 14: ω_m bei 5

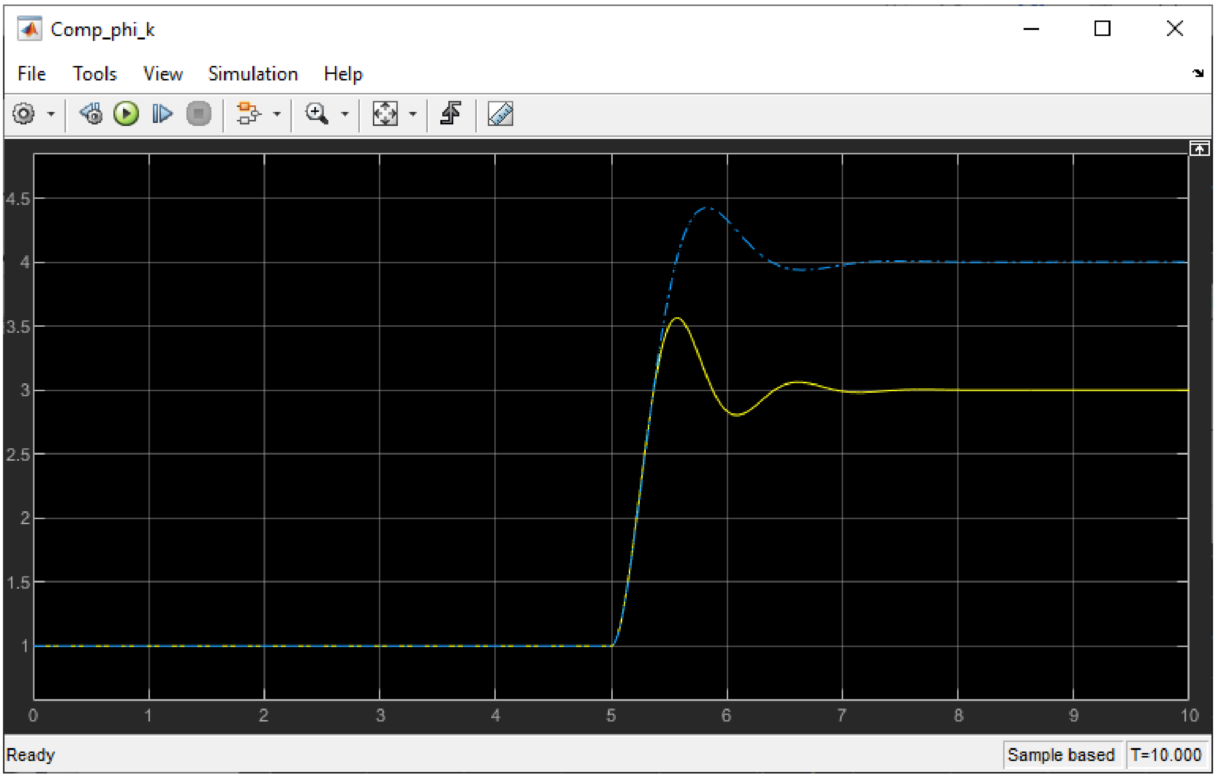

Figure 15: φ_k bei 5

Das lineare Model ist bei 0.95 u_a sehr ähnlich zu dem nichtlinearen System. Umso weiter u_A vom Arbeitspunkt entfenrt ist, desto größer die Abweichung vom nichtlinearen System. Dabei fällt die Verschiebung von φ_k auf, die bei 5 u_a sehr groß ist.