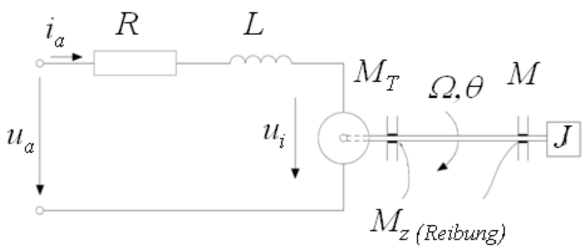
Übung 4 – Aktor

1. Das Bild zeigt schematisch einen Torquemotor mit Last. Legt man die Ankerspannung u_a an den Motor, so erhält man die Maschengleichung bei einem Umlauf zu.



$$\frac{di_a(t)}{dt} = \frac{1}{L}\left(u_a(t) - i_a(t)R - u_i(t)\right) \qquad (1)$$

R = Ankerwiderstand;

L = Ankerinduktivität

induzierte Spannung u_i der Winkelgeschwindigkeit ω proportional:

$$u_i(t) = K_c \omega(t) \qquad (2)$$

Das Motormoment M_T ist dem Strom i_a proportional:

$$M_T(t) = K_c \cdot i_a(t) \qquad (3)$$

für das antreibende Moment M:

$$M(t) = M_T(t) - M_Z(t) \qquad (4)$$

Die Winkelbeschleunigung ω' über das Massenträgheitsmoment J :

$$\frac{d\omega(t)}{dt} = \frac{M(t)}{J} \qquad (5)$$

Die Änderung der Achsenposition θ über der Zeit ergibt die Winkelgeschwindigkeit ω:

$$\frac{d\theta(t)}{dt} = \omega(t) \qquad (6)$$

Die konstanten Werte des Modells :

Die Anfangswerte der Integratoren = 0

$R = 0.05\ \Omega$

$L = 2.5 \cdot 10^{-3}$ H

$K_c = 4.13$ V s

$J = 200$ Nm s^2

Geben Sie in der Simulation einen Sprung auf die Ankerspannung von 0 auf 1 Volt und dem Störmomentes M_Z von 0 auf 10 Nm zum Zeitpunkt t=0,

a) Erstellen Sie ein SIMULINK Modell**,** Simulieren Sie das Motormoment M_T, $i_a(t)$, die Winkelgeschwindigkeit $\omega(t)$, und Drehwinkel $\theta(t)$, so wie θ–ω Trajektorie Diagramm.

b) Stellen Sie die Zustandsraumdarstellung des Systems mit den Zustandsvariablen $i_a(t)$, $\omega(t)$, und $\theta(t)$ auf. Mit A, B, C und D Matrizen simulieren Sie die Variable wie Aufgabe a).

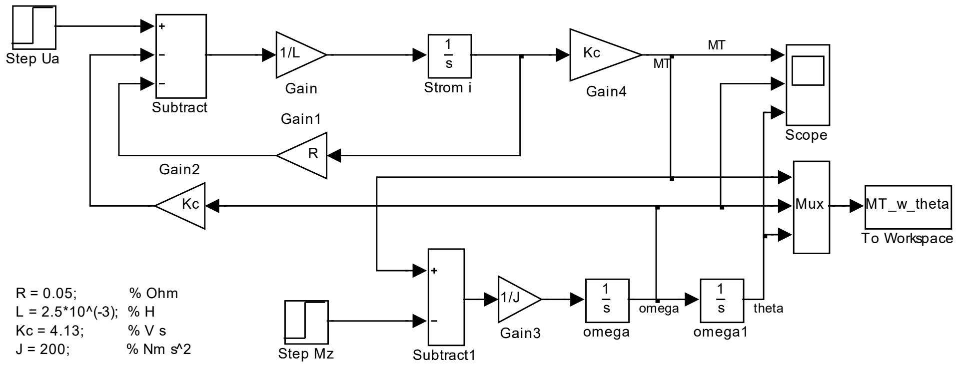
Musterlösungen Übung 4 – Aktor

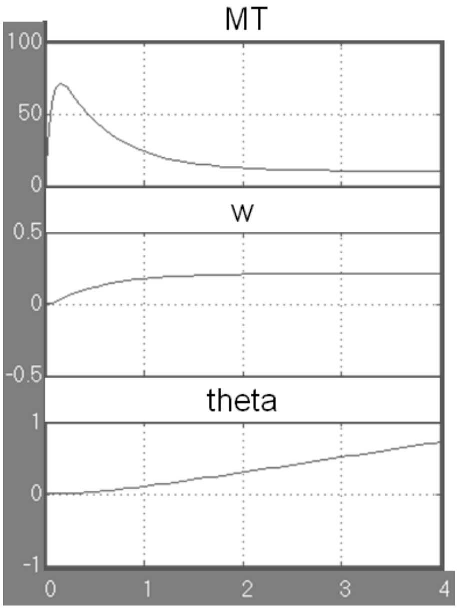
1. a)

Setzt man die Gleichung (2) in (1) und die Gleichungen (3) u. (4) in (5) ein, so erhält man

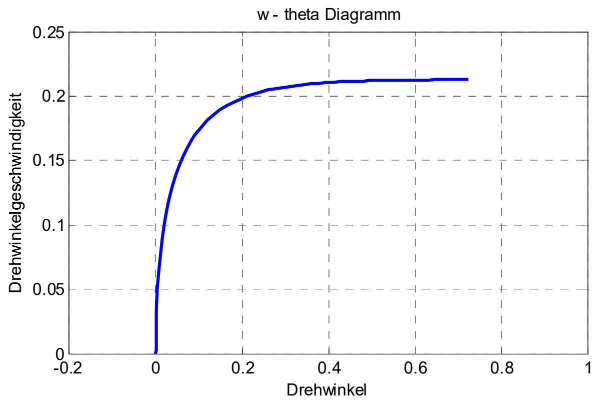
$$\frac{di_a(t)}{dt} = \frac{1}{L}\left(u_a(t) - i_a(t)R - K_c\omega(t)\right)$$

$$\frac{d\omega(t)}{dt} = \frac{1}{J}\left(K_c \cdot i_a(t) - M_Z(t)\right)$$





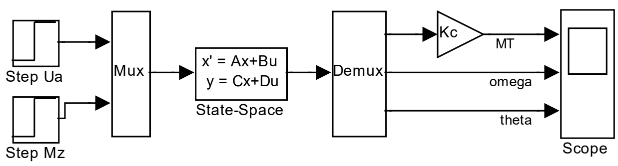

```
» plot(MT_w_theta(:,3), MT_w_theta(:,2));
» axis([-0.2 1 0 0.25]);
» Grid on;
» xlabel('Drehwinkel');
» ylabel('Drehwinkelgeschwindigkeit');
» title('w - theta Diagramm');
```



b) Die Zustandsgrößen: $[\,x_1\ x_2\ x_3\,]^T = [\,i_a,\ \omega\ \theta\,]^T$

$$\begin{Bmatrix}\dot{x}_1\\ \dot{x}_2\\ \dot{x}_3\end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & -\frac{Kc}{L} & 0\\ \frac{Kc}{J} & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}x_1\\ x_2\\ x_3\end{Bmatrix} + \begin{bmatrix}\frac{1}{L} & 0\\ 0 & -\frac{1}{J}\\ 0 & 0\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}u_a\\ Mz\end{Bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix};\ D = \begin{bmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\\ 0 & 0\end{bmatrix}$$




```
R = 0.05;           % Ohm
L = 2.5*10^(-3);    % H
Kc = 4.13;          % V s
J = 200;            % Nm s^2
```

```
A =[-R/L -Kc/L 0; Kc/J 0 0; 0 1 0];
B = [1/L 0; 0 -1/J; 0 0];
C = [1 0 0; 0 1 0; 0 0 1];
D = [0 0; 0 0; 0 0];
```