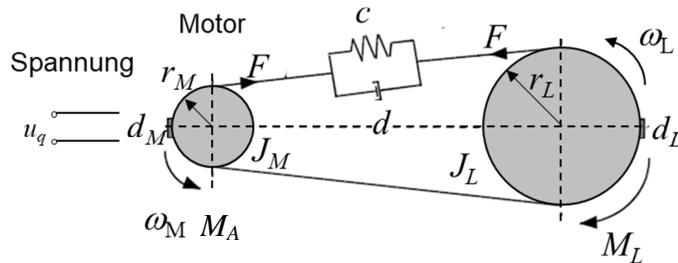


## Bildschirmtest (90 min)

Das Bild zeigt den schematischen Aufbau eines Riemengetriebes. Dieser besteht aus einer Antriebsseite (von einem permanentenregten Synchronmotor (PSM) angetriebene Riemenscheibe) und einer Lastseite (Riemenscheibe und damit verbundene Last). Dabei wird angenommen, dass der Riemen elastisch ist.



$u_q$  = Spannung

$i_q$  = Strom

$\omega_M$  = Motorwinkelgeschwindigkeit

$\omega_L$  = Lastwinkelgeschwindigkeit

$F$  = Elastische Kraft

$M_L$  = Lastmoment

$M_A = \Phi_M i_q$  Antriebsmoment

$J_M = 0.125e-5$  ( $\text{kgm}^2$ ) Trägheitsmoment Antriebsseite

$J_L = 2e-5$  ( $\text{kgm}^2$ ) Trägheitsmoment Lastseite

$d_M = 1.0e-5$  ( $\text{Ns/m}$ ) visk. Dämpfung Antriebsseite

$c = 50.0$  ( $\text{N/m}$ ) Steifigkeit Riemen

$r_M = 25.0$  ( $\text{mm}$ ) Radius Riemenscheibe Antrieb

$d = 0.05$  ( $\text{Ns/m}$ ) visk. Dämpfung Riemen

$R_M = 1.5$  ( $\Omega$ ) Widerstand PSM

$d_L = 5e-6$  ( $\text{Ns/m}$ ) visk. Dämpfung Lastseite

$L_M = 1.0e-3$  ( $\text{H}$ ) Induktivität PSM

$r_L = 50.0$  ( $\text{mm}$ ) Radius Riemenscheibe Last

$\Phi_M = 0.1125$  ( $\text{Wb}$ ) Permanentmagnetischer Fluss

$M_L = 0.25$  ( $\text{Nm}$ ) Konstantes Lastmoment

$\Phi_L = 2.6e-2$  ( $\text{Wb}$ ) Permanentmagnetischer Fluss

$U_{q0} = 24$  ( $\text{Volt}$ ) Spannung

Systemgleichungen:

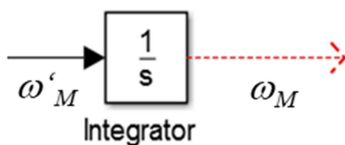
$$(1): J_M \cdot \dot{\omega}_M + d_M \cdot \omega_M + r_M \cdot F = M_A$$

$$(2): J_L \cdot \dot{\omega}_L + d_L \cdot \omega_L - r_L \cdot F = -M_L$$

$$(3): \dot{F} - c \cdot r_M \omega_M + c \cdot r_L \omega_L + d \cdot \left( \frac{r_M^2}{J_M} + \frac{r_L^2}{J_L} \right) \cdot F = \frac{d \cdot r_M}{J_M} M_A - \frac{d \cdot r_L}{J_L} M_L$$

$$(4): L_M \cdot \dot{i}_q + R_M \cdot i_q + \Phi_i \cdot \omega_M = u_q$$

1. Eingabedaten in m-file mit Ihrem Nachname. Erstellen Sie nach den Systemgleichungen ein Modell mit Simulink im Zeitbereich, (beginnend vom unten angegebenen Bild):



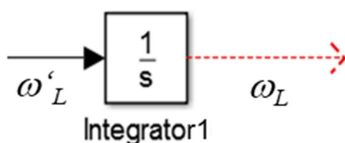
Die Anfangsbedingungen der Zustandsgrößen sollen gleich Null angenommen werden.

Das Lastmoment  $M_L$  und die Motorspannung  $u_q$  sind jeweils als sprungförmiges Eingangssignale mit

Step time = 0.1, Final value =  $M_L$  bzw.  $U_{q0}$  angenommen.

Ausgänge in Scope:

- 1) die Differenz der Winkelgeschwindigkeit  $\omega_M - \omega_L$  in Drehzahl  $\Delta n$  (1/min)
- 2) Elastische Kraft  $F$ .
- 3) Antriebsmoment  $M_A = \Phi_M i_q$



Simulation time 1 sec mit 0.001 Fixed-step.



2. Leiten Sie anhand der Systemgleichungen einen formelmäßigen Ausdruck in  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  Matrizen her. Systemeingänge:  $M_L$ ,  $u_q$ ; Ausgänge:

- 1) Differenz der Winkelgeschwindigkeit  $\omega_M - \omega_L$  in Drehzahl  $\Delta n$  (1/min)
- 2) Elastische Kraft  $F$ .
- 3) Antriebsmoment  $M_A = \Phi_M i_q$ .

Zustandsgrößen:  $[\omega_M \quad \omega_L \quad F \quad i_q]^T = [x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4]^T$

$$A = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix}$$

$D =$  Nullmatrix?

$A =$

$B =$

$C =$

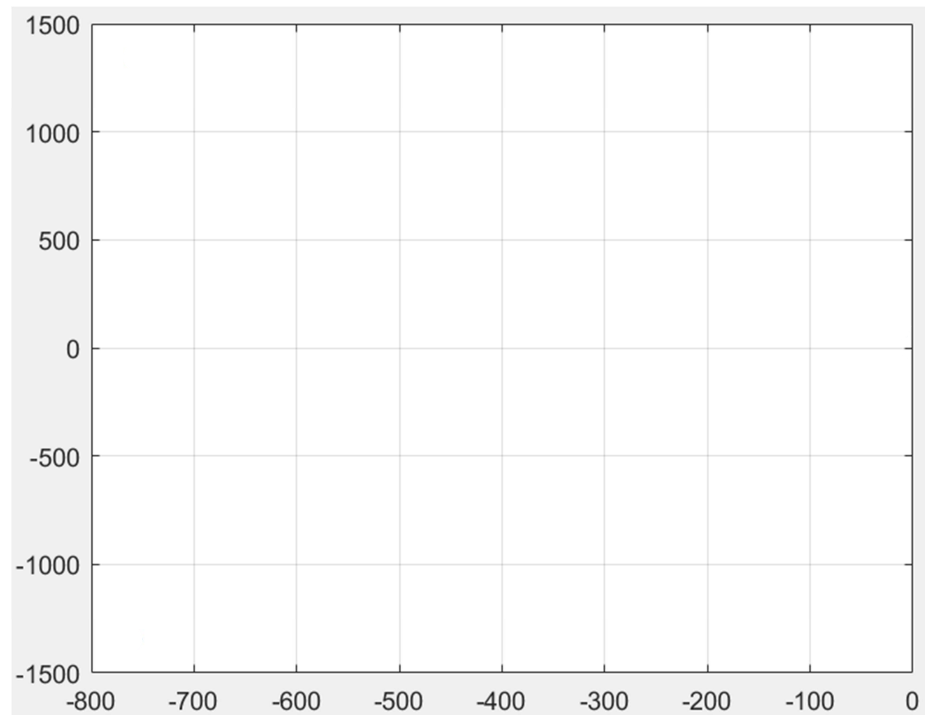
$D =$

3. Verwenden Sie dazu ein m-file, in das Sie die gegebenen Variablen eingegeben und ihre Matrizen  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  mit den Variablen erstellt haben. Berechnen Sie die Eigenwerte des Systems.

	$\pm$	
	$\pm$	



Tragen Sie die Eigenwerte des Systems in die komplexe Ebene ein.



Ist das System stabil? Begründung!

Berechnen Sie die ungedämpfte, gedämpfte Eigenfrequenzen und Dämpfungsgrad:

Ungedämpfte $f_0$ (Hz)	gedämpfte $f_d$ (Hz)	Dämpfungsgrad $\xi$

4. Plotten Sie die Übertragungsfunktion  $\left| \frac{M_A}{U_q} \right|$  und Phasenwinkel bis  $\omega = 2\pi \times 400$  rad/s in einer Figure (Bodediagramm) mit dem Titel „Übertragungsfunktion  $|M_A / U_q|$ “.
5. Speichern Sie m-File und mdl-File mit Ihrem Nachnamen plus Aufgabennummer ab!  
(Beispiel: wang\_mfile.m und wang\_modell.mdl )

Anmerkung: Senden Sie die Dateien per Email an: [xiaofeng.wang@hs-rm.de](mailto:xiaofeng.wang@hs-rm.de)

Viel Erfolg!