Bildschirmtest (90 min)

Das dynamische Verhalten des Feder-Masse-Dämpfer-Systems im Bild soll analysiert werden. Die Modellbildung ist auf Basis der Bewegungsgleichungen für m_1

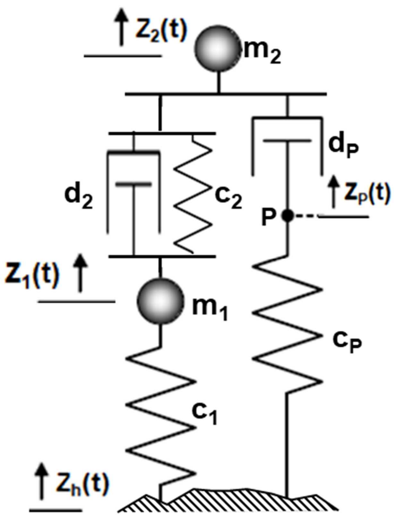
$$m_1 \cdot \ddot{z}_1 + c_2 \cdot (z_1 - z_2) + d_2 \cdot (\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + c_1 \cdot (z_1 - z_h) = 0 \qquad (1)$$

und für m_2

$$m_2 \cdot \ddot{z}_2 - c_2 \cdot (z_1 - z_2) - d_2 \cdot (\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + c_P \cdot (z_P - z_h) = 0 \qquad (2)$$

sowie mittels der Kräftebilanz im Punkt P

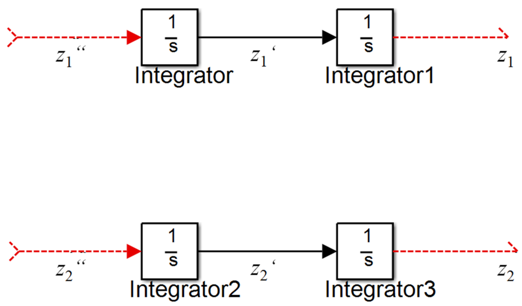
$$d_P \cdot (\dot{z}_P - \dot{z}_2) + c_P \cdot (z_P - z_h) = 0 \qquad (3)$$ möglich.



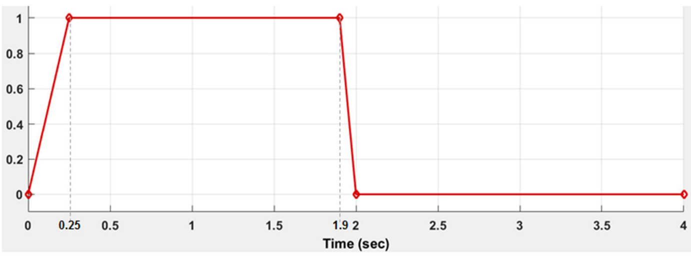
m_1	= 30	kg	Masse
m_2	= 250	kgm^2	Masse
c_1	= 120	N/mm	Federrate
c_2	= 20	N/mm	Federrate
c_P	= 0,5	N/mm	Federrate
d_2	= 0,5	Ns/mm	Dämpfungskonstante
d_P	= 0,1	Ns/mm	Dämpfungskonstante
z_h	= 10	cm	Amplitude

Eingangsgröße: die vertikale Position $z_h(t)$.

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



a) Einheitliche Anregung $z_h(t)$



b) Chirp Signal:

Initial frequency: 0.01; Target time: 20; Frequency at target time: 20

Wählen Sie die Amplitude $z_h(t)$ als Systemeingang jeweils a) und b) (mit Manual Switch), simulieren Sie die Federkraft $F_2 = c_2(\, z_2(t) - z_1(t)\,)$ und den relativen Weg $z_2(t) - z_P(t)$.

Simulation time für a) 10 sec, für b) 20 sec mit Fixed-step 0.01.

2. Leiten Sie anhand der mechanischen Systemgleichungen einen formelmäßigen Ausdruck in A, B, C, D Matrizen her.

Systemeingänge: $z_h(t)$;

Ausgänge: die Federkraft $F_2 = c_2(\, z_2(t) - z_1(t)\,)$ und der relativer Weg $z_2(t) - z_P(t)$

Zustandsgrößen: $\begin{bmatrix} z_1 & z_2 & \dot{z}_1 & \dot{z}_2 & z_P \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 \end{bmatrix}^T$

$$A = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix} \qquad B = \begin{bmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{bmatrix} \qquad C = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \end{bmatrix} \qquad D = \begin{bmatrix} \cdot \\ \cdot \end{bmatrix}$$

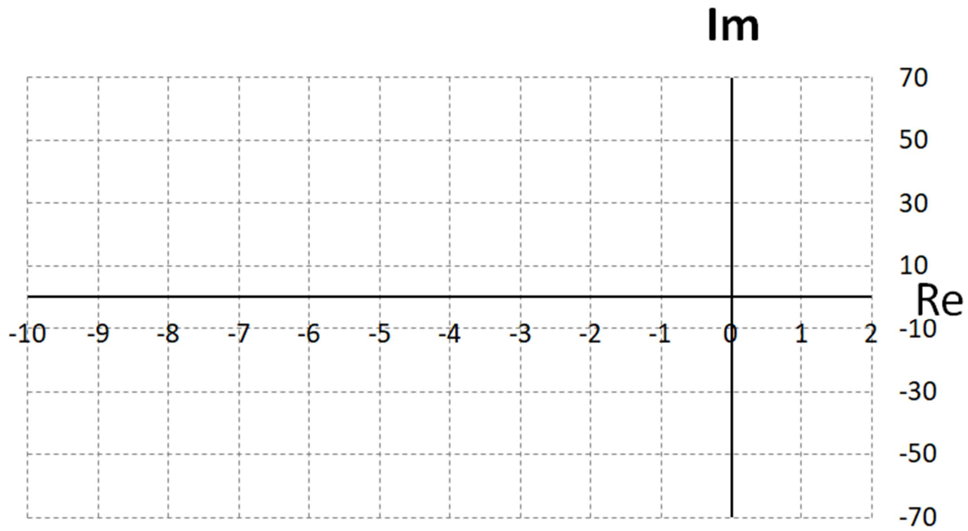
$A =$

$B =$	$C=$	$D=$

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

	+	
	±	
	±	

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



Ist das mechanische System stabil? Begründung!

Berechnen Sie die ungedämpfte, gedämpfte Eigenfrequenzen und Dämpfungsgrad:

Ungedämpfte f_0 (Hz)	gedämpfte f_d (Hz)	Dämpfungsgrad ξ

4. Polten Sie die Übertragungsfunktion $\left|\frac{F_F}{z_h}\right|$ und Phasenwinkel bis $f = 20\ \mathrm{Hz}$ in einer Figure (Bodediagramm) mit dem Titel „Übertragungsfunktion".

5. Speichern Sie m-File und mdl-File mit Ihrem Nachnamen plus Aufgabennummer ab! (Beispiel: wang_mfile.m und wang_modell.mdl)

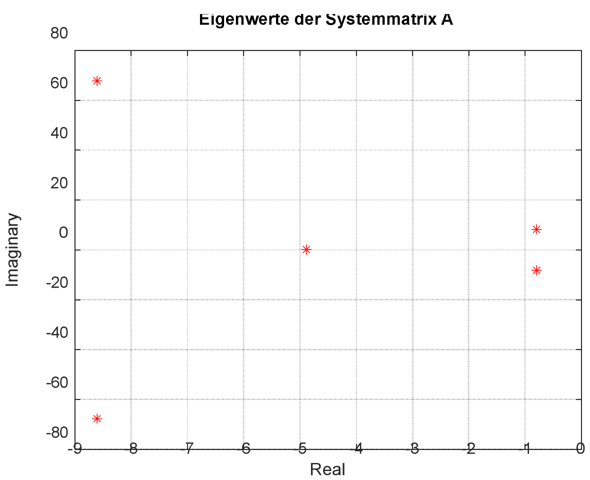
   Anmerkung: Senden Sie die Dateien per Email an: xiaofeng.wang@hs-rm.de

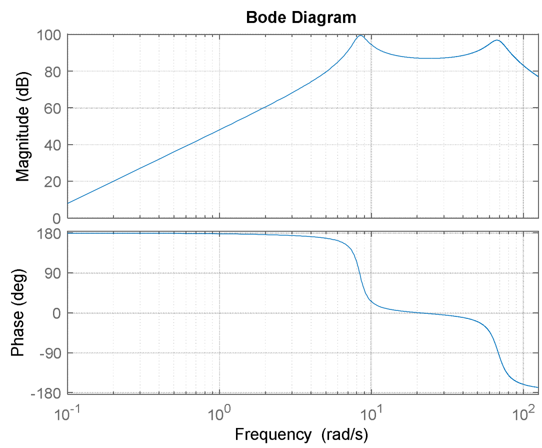
   Viel Erfolg!

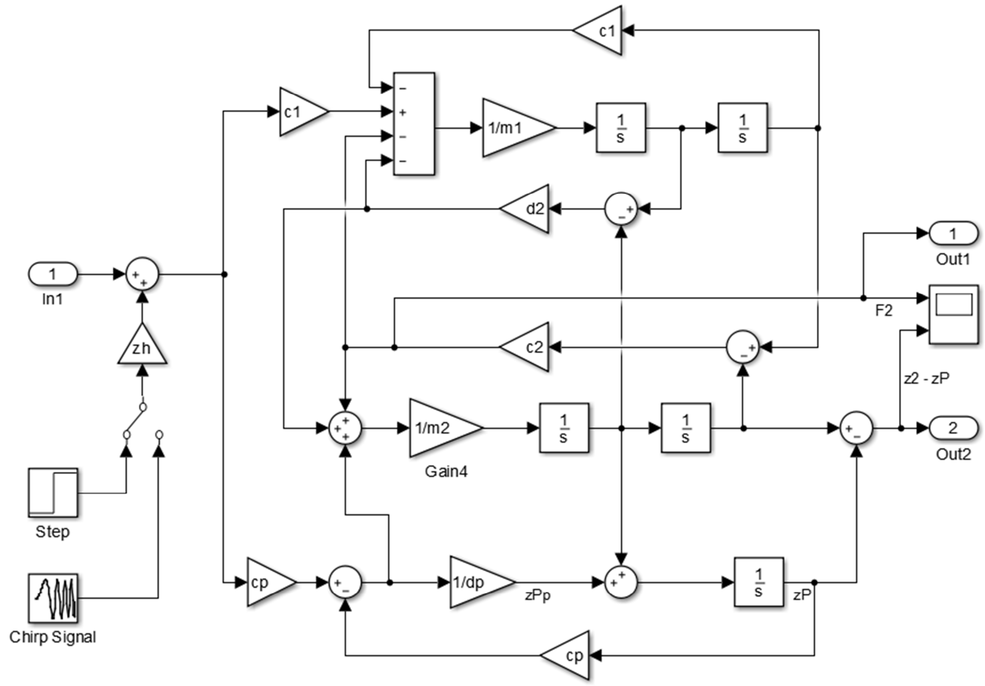
Musterlösung:

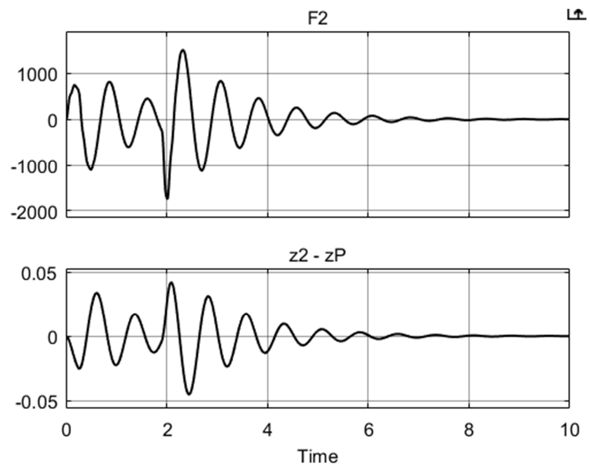
```
A_mat= [0 0 1 0 0;
        0 0 0 1 0;
        -(c1+c2)/m1 c2/m1 -d2/m1 d2/m1 0;
        c2/m2 -c2/m2 d2/m2 -d2/m2 -cp/m2;
        0 0 0 1 -cp/dp];
B_mat= [0; 0; c1/m1; cp/m2; cp/dp];
C_mat= [c2 -c2 0 0 0;
        0   1  0 0 -1];
D_mat= [0;0];
```

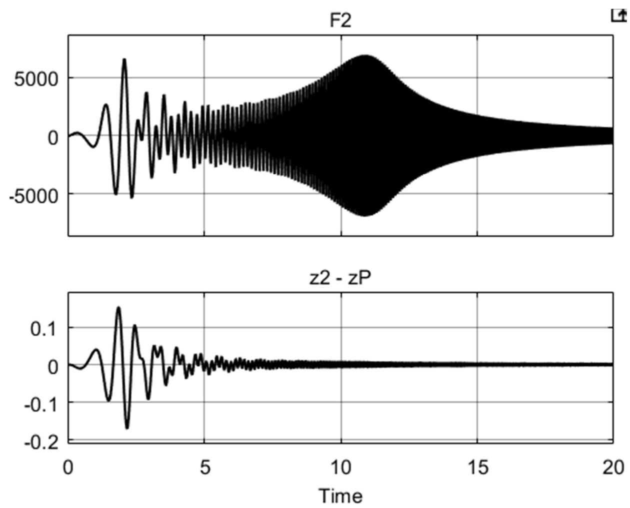
	Eigenwerte = -8.6009 ± 67.666i -0.7898 ± 8.3528i -4.8853 + 0i (in rad/s)	f_0 (Hz) 1.3353 10.856	f_d (Hz) 1.3294 10.7691	ξ (-) 0.0941 0.1261






c1
c1
1/m1
1
s
1
s
d2
In1
zh
Step
Chirp Signal
Out1
F2
z2 - zP
Out2
c2
1/m2
Gain4
cp
1/dp
zPp
zP
cp


F2
1000
0
-1000
-2000
z2 - zP
0.05
0
-0.05
0
2
4
6
8
10
Time


F2
5000
0
-5000
z2 - zP
0.1
0
-0.1
-0.2
0
5
10
15
20
Time