

Maschinendynamik WS 18/19
 Prof. Dr. W. Kröber

Zur Bewertung der Aufgaben muss der
 gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

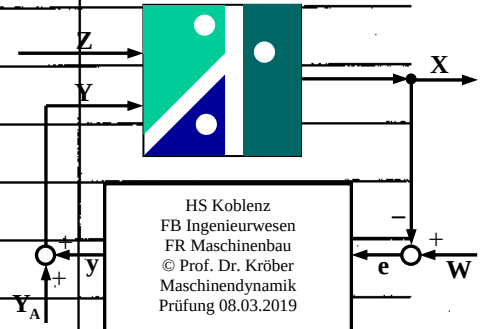
- Bearbeitungszeit : 90 min

Note : _____

Erlaubte Hilfsmittel:

- Schreib- und Zeichengerät
- Taschenrechner
- Formelsammlung "Maschinendynamik/-akustik"
 (12 Blätter)

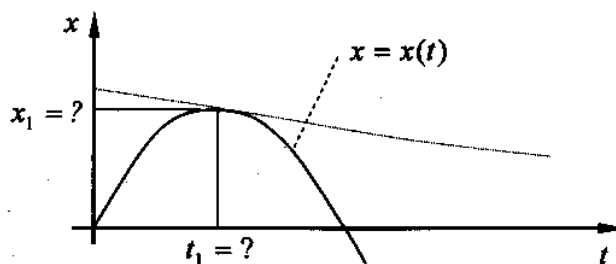
Aufgabe	erreichte Punkte
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Summe	



Aufgabe 1 (14P)

Ein Schwingungssystem mit einem Freiheitsgrad startet zum Zeitpunkt $t = 0$ mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 . Die Anfangsauslenkung ist gleich Null.

- a. Zum Zeitpunkt $t = t_1$ ist die Sinusfunktion zum ersten Mal gleich Eins.
 Wie groß ist der dazugehörige Schwingungsausschlag $x = x_1$?
- b. Wie groß ist das logarithmische Dekrement?



Erstes Maximum Sinus:

$$t = t_1 = \frac{\pi / 2}{\omega_d}$$

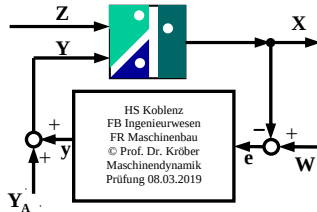
Gegebene Zahlenwerte: $\omega_0 = 5 \text{ s}^{-1}$; $\delta = 3 \text{ s}^{-1}$; $v_0 = 4 \text{ mm / s}$

Hilfestellung:

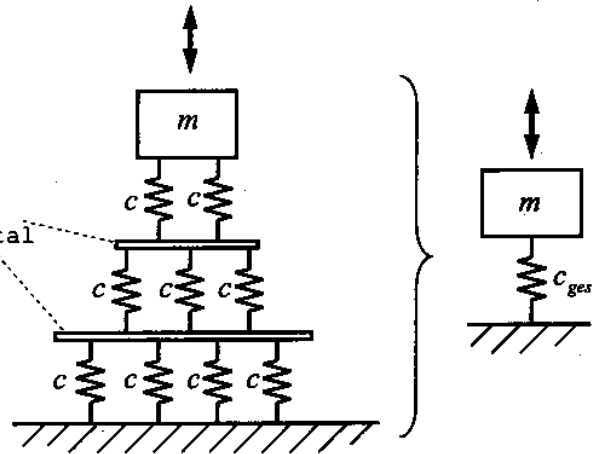
$$x = x(t) = e^{-\delta t} \cdot \left[\frac{v_0 + \delta \cdot x_0}{\omega_d} \cdot \sin(\omega_d t) + x_0 \cos(\omega_d t) \right]$$

Aufgabe 2 (8P)

Die beiden Systeme sollen schwingungstechnisch gleich sein. Bestimmen Sie c_{ges} !



masselos, biegesteif, bleiben stets horizontal



Aufgabe 3 (12P)

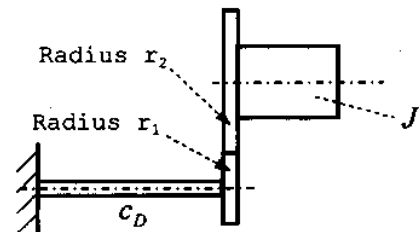
Die Abbildung zeigt ein Getriebedetail mit einer Übersetzung. Durch den Aufbau kann es Drehschwingungen ausführen. Die Massenwirkungen der Zahnräder werden vernachlässigt.

- Bestimmen Sie zunächst J_{red} in Abhängigkeit der gegebenen Größen!
- Wie groß ist die Eigenfrequenz f_0 (in Abhängigkeit der gegebenen Größen)?

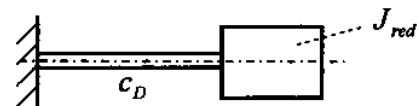
Geg.: c_D , J , r_1 , r_2

Hilfestellung: $v = \omega \cdot r$

Reales System:

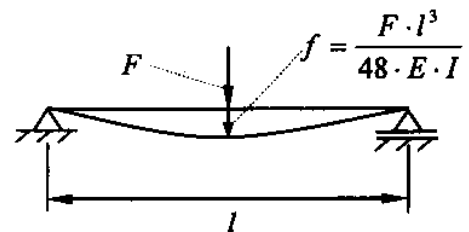
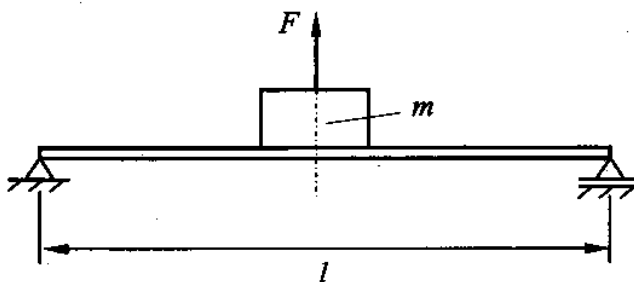


Ersatzsystem:



Aufgabe 4 (13P)

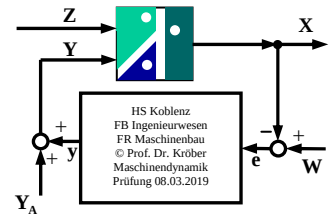
An dem abgebildeten Biegebalken wirkt zunächst eine statische Kraft F .



- Um welchen Weg verformt sich der Biegebalken unter der Kraft $F = 1000 \text{ N}$?
- Nun wirkt die Kraft sinusförmig, also $F = \hat{F} \cdot \sin(\omega t)$. Hier ist $\hat{F} = 1000 \text{ N}$. Die Frequenz ist 70,71 % der Eigenfrequenz. Wie groß ist jetzt die Verformung des Biegebalkens?

Weitere gegebene Zahlenwerte:

$E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$; $I = 41,42 \text{ cm}^4$; $l = 1,6 \text{ m}$

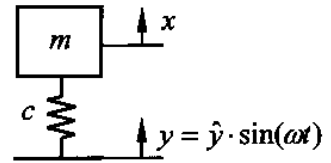


Aufgabe 5 (18P)

Bei der abgebildeten Fußpunkterregung betragen $\hat{y}=1\text{ mm}$ und $\hat{x}=2\text{ mm}$.

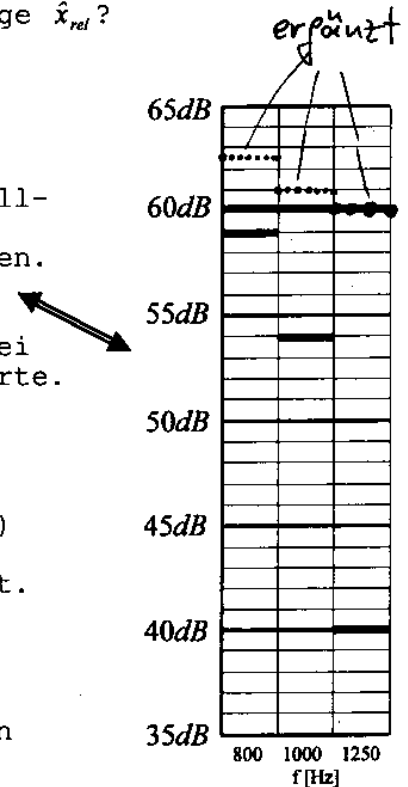
a. Bestimmen Sie zunächst für die möglichen 2 Lösungen die Zahlenwerte für η_1 und η_2 !

b. Wie groß sind in beiden Fällen die Relativwege $\hat{x}_{rel}$?



Aufgabe 6 (6P)

Die Aufgabe ist thematisch ähnlich zu einem Auswerteteil im Akustik-Labor. Hier sollen Schalldruckpegel addiert werden. Ein Pegel ist stets gleich, die zweiten Pegel sind jedoch verschieden. Bestimmen Sie jeweils die Gesamtpegel in den einzelnen Terzen (auf Zehntel Nachkommastellen runden) und tragen diese in das Diagramm ein. Bei den Ausgangswerten handelt es sich um glatte Werte.



Aufgabe 7 (8P)

In einem Mischgebiet wird ein Pegel von 60 dB(A) gemessen. Der Messpunkt ist 20 m von einer punktförmigen maßgeblichen Schallquelle entfernt. Welchen Abstand muss man von der punktförmigen Schallquelle haben, wenn der Wert für ein allgemeines Wohngebiet von 55 dB(A) erreicht werden soll? Es gelten die Freifeldbedingungen für die Schallausbreitung auf einer schallharten Unterlage.

Aufgabe 8 (9P)

Ein rechteckiger Raum hat die Maße "Länge mal Breite" = "9 m mal 6 m". Die konstante Höhe beträgt 2,6 m. Der Absorptionsgrad des Bodens sei Null, alle anderen Absorptionsgrade (Decke und Wände) seien konstant. Eine Maschine mit einem Schallleistungspegel von 75 dB(A) erzeugt in diesem Raum im diffusen Schallfeld einen Schalldruckpegel von 66,8 dB(A). Wie groß ist der Absorptionsgrad?

Aufgabe 9 (6P)

Eine Maschine erzeugt in den Terzen 200 Hz, 250 Hz, 315 Hz und 400 Hz einen unbewerteten Pegel von 48 dB (stets der gleiche Wert, ist zwar unwahrscheinlich, sei hier aber so). Wie groß ist der A-bewertete Gesamtpegel?

Aufgabe 10 (6P)

Bei einer eindimensionalen Schallausbreitung beträgt die Schallintensität 10^{-4} W/m^2 . Bestimmen Sie den Effektivwert des Schalldruckes sowie den Schalldruckpegel und Schallintensitätspegel!

Prüfung Maschinendynamik 08.03.2019

m1.a) $\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} = \sqrt{5^2 - 3^2} \text{ s}^{-1} = 4 \text{ s}^{-1}$

$t_1 = \frac{\pi/2}{\omega_d} = \frac{\pi/2}{4} \text{ s} = \frac{\pi}{8} \text{ s} \approx 0,3927 \text{ s}$

$x(t) = e^{-\delta t} \left[\frac{v_0}{\omega_d} \cdot \sin(\omega_d \cdot t) + 0 \right] = e^{-\delta t} \frac{v_0}{\omega_d}$

$\underline{x_1} = e^{-3 \cdot 0,3927} \cdot \frac{4 \text{ mm/s}}{4 \text{ s}^{-1}} = \underline{0,3079 \text{ mm}}$

b) $\underline{\Lambda} = \delta \cdot T_d = \delta \cdot \frac{2\pi}{\omega_d} = 3 \cdot \frac{2\pi}{4} = \underline{4,712} \text{ } (= \frac{3}{2}\pi)$

m2) $\frac{1}{c_{ges}} = \frac{1}{2c} + \frac{1}{3c} + \frac{1}{4c} = \frac{6+4+3}{12c} = \frac{13}{12c}$

$\Rightarrow \underline{c_{ges} = \frac{12}{13} c}$

m3) $\frac{1}{2} J \omega_2^2 = \frac{1}{2} J_{red} \omega_1^2 \Rightarrow J_{red} = J \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2$

$\omega_1 \cdot r_1 = \omega_2 \cdot r_2 \Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{r_1}{r_2} \text{ einge.: } \underline{J_{red} = J \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2}$

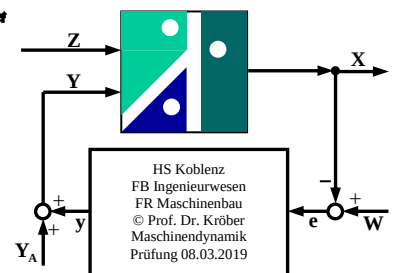
b) $\omega_0 = \sqrt{\frac{c_d}{J_{red}}} = 2\pi f_0 \Rightarrow \underline{f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c_d}{J \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{c_d}{J}} \cdot \frac{r_2}{r_1}}$

m4.a) $f = \frac{Fl^3}{48 EJ} = \frac{1000 \cdot 1600^3}{48 \cdot 206000 \cdot 41,42 \cdot 10^4} \text{ mm}$
 $= \underline{1,00095 \text{ mm} \approx 1,000 \text{ mm}}$

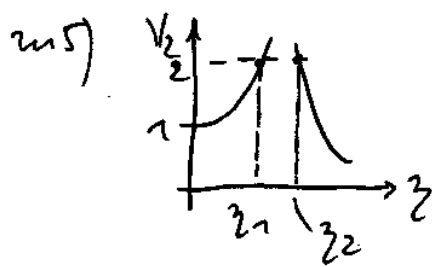
b) $\underline{\gamma = \frac{l}{f_0} = 0,7071}$

$V_1 = \frac{\hat{x}}{\hat{x}_{stat}} = \frac{1}{1-\gamma^2} \text{ } (\gamma < 1)$

$\underline{\hat{x} = \hat{x}_{stat} \cdot \frac{1}{1-\gamma^2} = 1,000 \text{ mm} \cdot \frac{1}{1-0,7071^2} = \underline{2,000 \text{ mm}}}$



Prüfung Maschinendynamik 08.03.2019



$$z_1: V_2 = \frac{1}{1-z_1^2} \Rightarrow 1-z_1^2 = \frac{1}{V_2}$$

$$z_1 = \sqrt{1 - \frac{1}{V_2}} = \sqrt{1 - \frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,7071$$

$$z_2: V_2 = \frac{1}{z_2^2 - 1} \Rightarrow \dots z_2 = \sqrt{1 + \frac{1}{V_2}} = \sqrt{1 + \frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}} \approx 1,2247$$

$$b) z_1: V_3 = \frac{z_1^2}{1-z_1^2} = \frac{x_{rel}}{y} \Rightarrow x_{rel} = y \frac{z_1^2}{1-z_1^2} = 1 \text{ mm} \frac{0,7071^2}{1-0,7071^2} = 1,00 \text{ mm}$$

(Bem.: in Gleitphase)

$$z_2: V_3 = \frac{z_2^2}{z_2^2 - 1} = \frac{x_{rel}}{y} \Rightarrow x_{rel} = y \frac{z_2^2}{z_2^2 - 1} = 1 \text{ mm} \frac{1,2247^2}{1,2247^2 - 1} = 3,00 \text{ mm}$$

(Bem.: in Gegenphase)

$$m6) L_{ps} = 10 \cdot \lg[10^6 + 10^{5,9}] \text{ dB} = 62,539 \text{ dB} \approx 62,5 \text{ dB}$$

$$L_{ps} = 10 \cdot \lg[10^6 + 10^{5,4}] \text{ dB} = 60,972 \text{ dB} \approx 61,0 \text{ dB}$$

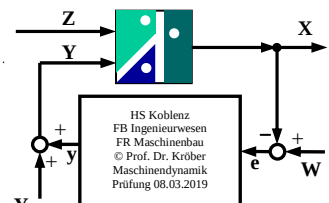
$$L_{ps} = 10 \cdot \lg[10^6 + 10^4] \text{ dB} = 60,042 \text{ dB} \approx 60,0 \text{ dB}$$

$$m7) L_w = L_{p1} + 8 \text{ dB} + 20 \cdot \lg r_1 = (60 + 8 + 20 \cdot \lg 20) \text{ dB(A)} = 94,021 \text{ dB(A)}$$

$$L_w = L_{p2} + 8 \text{ dB} + 20 \cdot \lg r_2$$

$$\lg r_2 = \frac{L_w - L_{p2} - 8 \text{ dB}}{20}$$

$$r_2 = 10^{\frac{L_w - L_{p2} - 8 \text{ dB}}{20}} = 10^{\frac{94,021 - 55 - 8}{20}} = 10$$



$$m = 35,566 \text{ kg}$$

Prüfung Maschinendynamik 08.03.2019

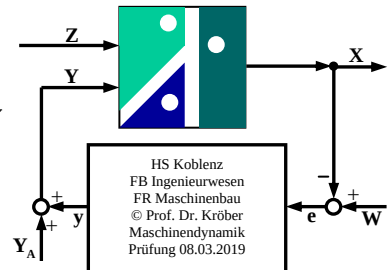
m 8) $L_p = L_w + 6 \text{ dB} - 10 \cdot \lg(A)$

$$10 \cdot \lg(A) = L_w + 6 \text{ dB} - L_p$$

$$A = 10^{\frac{L_w + 6 \text{ dB} - L_p}{10}} = 10^{\frac{75 + 6 - 66,8}{10}} \text{ m}^2 = 26,3027 \text{ m}^2$$

$$S = (9,6 + 9,26,2 + 6,26,2) \text{ m}^2 = 132 \text{ m}^2$$

$$\underline{\underline{\alpha = \frac{A}{S} = \frac{26,3027}{132} = 0,1993 \approx 0,20}}}$$



m 9) 200 Hz $48 - 10,9 = 37,1$

250 Hz $48 - 8,6 = 39,4$

315 Hz $48 - 6,6 = 41,4$

400 Hz $48 - 4,8 = 43,2$

$$L_{p1} = 10 \cdot \lg \left[10^{3,71} + 10^{3,94} + 10^{4,14} + 10^{4,32} \right] \text{ dB(A)}$$

$$\underline{\underline{= 46,861 \text{ dB(A)} \approx 46,9 \text{ dB(A)}}}$$

2a 10) $\underline{\underline{L_I = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0} = 10 \cdot \lg \frac{10^{-4}}{10^{-12}} = 80 \text{ dB} = L_p}}}$

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{p_{eff}}{p_{ref}} \Rightarrow p_{eff} = p_{ref} \cdot 10^{\frac{L_p}{20}}$$

$$= 20 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot 10^{\frac{80}{20}}$$

$$\underline{\underline{p_{eff} = 0,2 \text{ Pa}}}$$