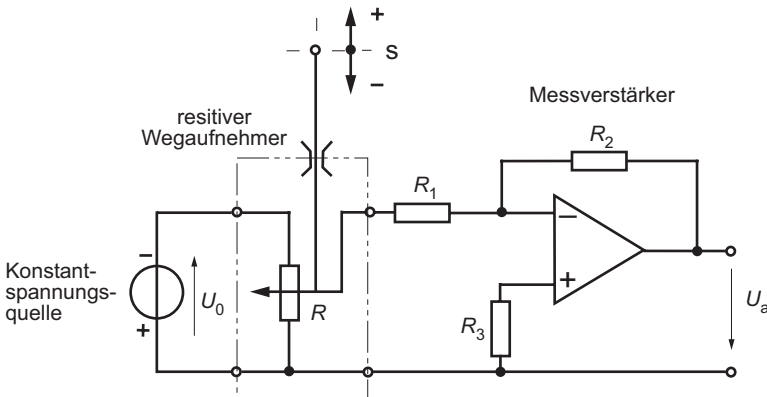


- Bestimmen Sie mit Hilfe des in AM1 / Bild A4.7.1 dargestellten Amplitudenganges  $A(\omega) = |F(\omega)|$ , die dynamische Ordnung des Schwingweg-Messwertaufnehmers. Geben Sie für diese dynamische Ordnung die allgemeine Form der Berechnungsgleichung des Amplitudenganges  $A(\omega)$  an.
- Bestimmen Sie, mit Hilfe des in AM1 / Bild A4.7.1 dargestellten Amplitudenganges  $A(\omega)$ , die Resonanzfrequenz  $\omega_0$  des Schwingweg-Messwertaufnehmers.
- Berechnen Sie, mit Hilfe des im AM1 / Bild A4.7.1 dargestellten Amplitudenganges  $A(\omega)$ , das Dämpfungsmaß  $D$  des Schwingweg-Messwertaufnehmers. (Hinweis: wählen Sie einen geeigneten Punkt im Diagramm, kennzeichnen Sie diesen im Diagramm und entnehmen das zugehörige Wertepaar für die Berechnung)
- Mit dem Schwingweg-Messwertaufnehmer soll nun ein periodisches Messsignal mit einer Kreisfrequenz von  $\omega = 100$  Hz gemessen werden. Berechnen Sie dazu die zu erwartende relative Amplitudenmessabweichung.

## Mechanoresistive Sensoren

### AM1 / A4.8

Es soll der in AM1 / Bild A4.8.1 dargestellte resistive Positionssensor (potentiometrischer Messwertaufnehmer) für einen Messbereich von  $\pm 50$  mm realisiert werden.



AM1 / Bild A4.8.1 Resistiver Positionssensor

mit:

$$U_0 = 5 \text{ V}$$

$$R = 1 \text{ k}\Omega$$

0...0,1 V = Messbereichsanzeige

Um die geforderte Gesamtmessabweichung des Positionssensors einhalten zu können, darf der Wegaufnehmer nur mit dem 100fachen Wert seines Eigenwiderstandes belastet werden.

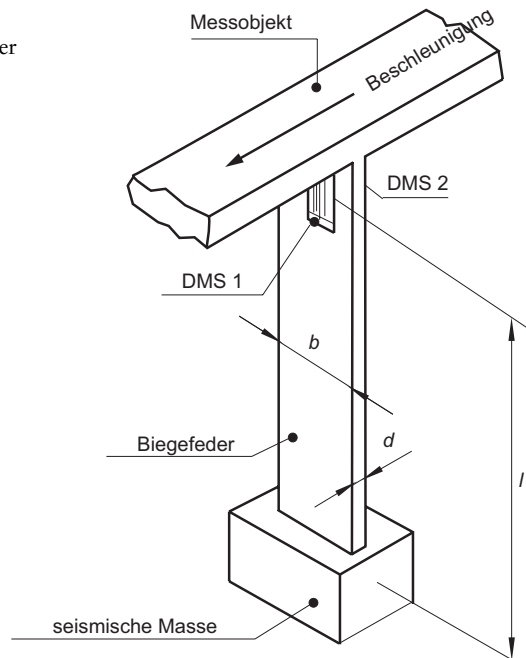
- Berechnen Sie die Messempfindlichkeit (in V/mm) des potentiometrischen Wegaufnehmers.
- Auf welchen Verstärkungsfaktor  $V_U$  muss ein Messverstärker eingestellt sein, damit der Spannungsmessbereich einer analogen Anzeige an den Spannungsmessbereich des potentiometrischen Wegaufnehmers angepasst ist?
- Bestimmen Sie die Widerstandsbeschaltung des DC-Messverstärkers so, dass die unter b) berechnete Verstärkung  $V_U$  erreicht und der zulässige Belastungswiderstand für den potentiometrischen Wegaufnehmer eingehalten wird.

## DMS-Sensoren

### AM1 / A4.9

Zur Erfassung von Beschleunigungsvorgängen an einem Maschinenteil soll ein einfacher Beschleunigungsaufnehmer mit DMS verwendet werden. Der mechanische Prinzipaufbau des DMS-Beschleunigungs-Messwertaufnehmers ist in AM1 / Bild A4.9.1 dargestellt.

AM1 / Bild A4.9.1  
DMS-Beschleunigungs-Messwertaufnehmer



Technische Daten (s. AM1 / Bild A4.9.1):  $l = 90 \text{ mm}$ ,  $b = 10 \text{ mm}$ ,  $d = 0,5 \text{ mm}$ ,  $m = 50 \text{ g}$

c) Bestimmung des Dämpfungsmaßes aus dem Diagramm von LM1 / Bild L4.7.1:  
Aus LM1 / Gl. L4.7.1 erhält man durch algebraische Umformung und Ausrechnung mit

$k = 2$ ,  $\omega_0 = 500 \text{ Hz}$  (Punkt A) und mit Punkt B [ $\omega = 400 \text{ Hz} / A(\omega = 400 \text{ Hz}) = 4$ ]:

$$D = \frac{\sqrt{\left(\frac{k}{A(\omega)}\right)^2 - \left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2}}{2 \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)} = \frac{\sqrt{\left(\frac{2}{4}\right)^2 - \left[1 - \left(\frac{400 \text{ Hz}}{500 \text{ Hz}}\right)^2\right]^2}}{2 \cdot \left(\frac{400 \text{ Hz}}{500 \text{ Hz}}\right)}$$

$$= 0,216 \quad (\text{LM1 / Gl. L4.7.2})$$

*Anmerkung:* Streng genommen müsste man mindestens 10 Punkte Bestimmen, mit diesen jeweils  $D$  berechnen und daraus den Mittelwert mit seiner Standardabweichung.

d) Berechnung der relativen Amplitudenmessabweichung:

Es gilt:  $A(\omega = 0) = k = 2$

Es gilt mit LM1 / Gl. L4.7.1 und  $k = 2$  für  $A(\omega = 100 \text{ Hz})$ :

$$A(\omega) = \frac{k}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + 4D^2 \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}}$$

$$\approx \frac{2}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{100 \text{ Hz}}{500 \text{ Hz}}\right)^2\right]^2 + 4 \cdot (0,216)^2 \cdot \left(\frac{100 \text{ Hz}}{500 \text{ Hz}}\right)^2}} = 2,0747 \quad (\text{LM1 / Gl. L4.7.3})$$

damit:

$$f_{A(\omega)} = \frac{A(\omega = 100 \text{ Hz}) - A(\omega = 0 \text{ Hz})}{A(\omega = 100 \text{ Hz})} \cdot 100 \%$$

$$= \frac{2,0747 - 2}{2,0747} \cdot 100 \% = 3,6 \%$$

$$(\text{LM1 / Gl. L4.7.4})$$

## Mechanoresistive Sensoren

### LM1 / L4.8

a) Messempfindlichkeit des potentiometrischen Wegaufnehmers:

$$E_{\text{pwa}} = \frac{U_0}{s} = \frac{5 \text{ V}}{100 \text{ mm}} = 50 \text{ mV/mm} \quad (\text{LM1 / Gl. L4.8.1})$$

- b) Spannungsverstärkung des Messverstärkers:  
 Maximalwert (MB) der analogen Anzeige = 0,1 V.  
 Maximalwert der Potentiometerspannung = 5,0 V.  
 Damit für die Spannungsverstärkung:

$$V_U = \frac{U_a}{U_0} = \frac{0,1 \text{ V}}{5 \text{ V}} = 0,02 \quad (\text{LM1 / Gl. L4.8.2})$$

- c) Beschaltung des DC-Verstärkers: Für den Eingangswiderstand des Verstärkers gilt laut Aufgabentext:

$$R_1 = 100 \cdot R = 100 \cdot 1 \text{ k}\Omega = 100 \text{ k}\Omega \quad (\text{LM1 / Gl. L4.8.3})$$

Widerstandsbeschaltung des DC-Verstärkers:

$$\begin{aligned} R_1 = R_E = 100 \text{ k}\Omega; \quad R_2 = V_U \cdot R_1 = \dots = 2 \text{ k}\Omega; \\ R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \dots \approx 2 \text{ k}\Omega \end{aligned} \quad (\text{LM1 / Gl. L4.8.4})$$

## LM1 / L4.9

- a) Berechnung der mechanischen Dehnung  $\varepsilon$ : Es gilt laut Aufgabentext für die mechanische Spannung in der Biegefeder:

$$\sigma = \frac{6 \cdot F \cdot l}{b \cdot d^2} = \frac{6 \cdot m \cdot a \cdot l}{b \cdot d^2} \quad (\text{LM1 / Gl. L4.9.1})$$

Nach dem HOOK'SCHEN Gesetz gilt:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E \quad (\text{LM1 / Gl. L4.9.2})$$

Gleichsetzen von LM1 / Gl. L4.9.1 mit LM1 / Gl. L4.9.2, auflösen nach  $\varepsilon$  und einsetzen der Zahlenwerte ergibt:

$$\begin{aligned} \frac{6 \cdot m \cdot a \cdot l}{b \cdot d^2} = \varepsilon \cdot E \Rightarrow \varepsilon = \frac{6 \cdot m \cdot a \cdot l}{b \cdot d^2 \cdot E} = \dots \\ = 41,94 \cdot 10^{-6} = 41,94 \text{ }\mu\text{m/m} \end{aligned} \quad (\text{LM1 / Gl. L4.9.3})$$

- b) Berechnung der Brückenausgangsspannung  $U_D$  für die DMS-Halbbrückenschaltung:

$$U_D = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \varepsilon \cdot U_B = \frac{2 \cdot 41,94 \cdot 10^{-6} \cdot 24 \text{ V}}{2} \approx 1 \text{ mV} \quad (\text{LM1 / Gl. L4.9.4})$$