

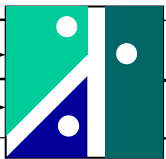
Diese Prüfung besteht aus einem Fragenteil und einem Rechenteil. Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

- Bearbeitungszeit : 90 min
- Erlaubte Hilfsmittel :
  - Schreib- und Zeichengerät
  - Taschenrechner

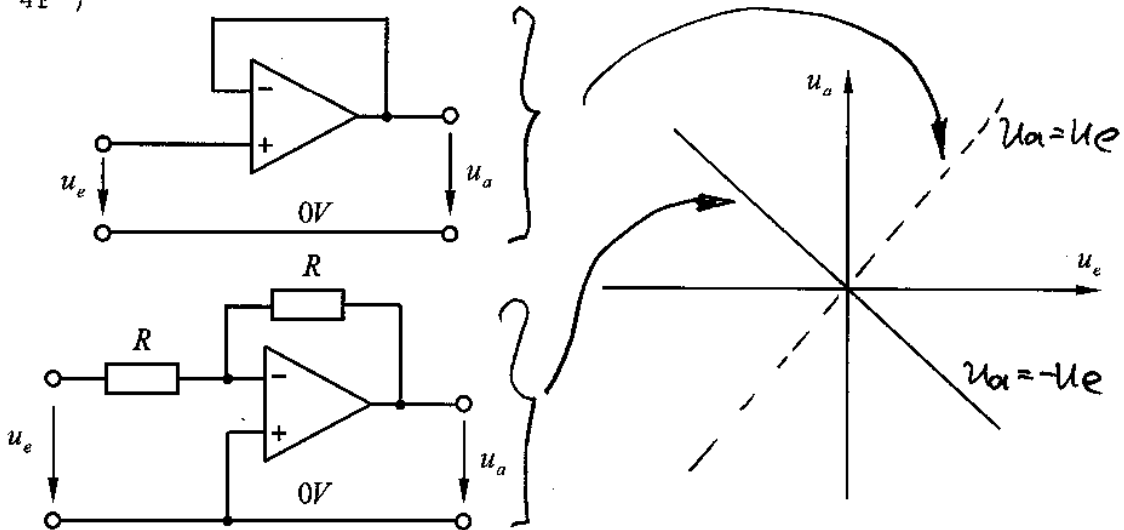
Note : \_\_\_\_\_

K U R Z F R A G E N :

Aufgabe	erreichte Punkte
Fragenteil	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
Summe	

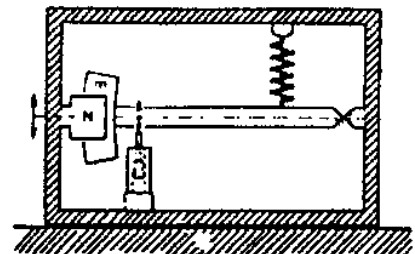
  
 HS Koblenz  
 FB Ingenieurwesen  
 FR Maschinenbau  
 © Prof. Dr. Kröber  
 Messtechnik  
 Prüfung 02.07.2013

1. Die Abbildung zeigt zwei grundlegende Schaltungen. Tragen Sie in das nebenstehende Diagramm für jede Schaltung den Verlauf der Ausgangsspannung über der Eingangsspannung auf (ohne Übersteuerung)! ( 4 P )



2. Wozu wird die abgebildete Messeinrichtung eingesetzt? ( 2 P )

Seismischer Wegaufnehmer



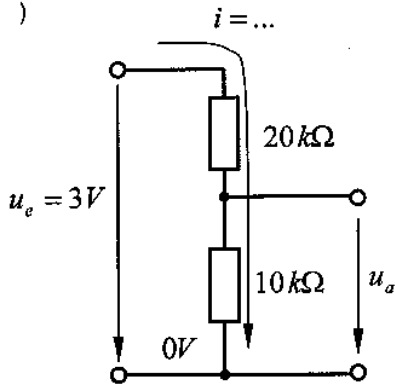
3. Wie groß ist standardmäßig der k-Faktor eines DMS? ( 2 P )

2

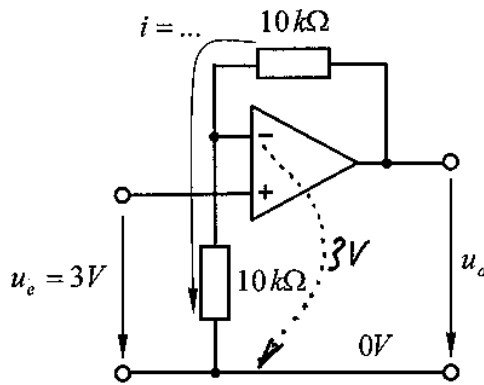
4. Wie wird die physikalische Größe bezeichnet, die durch eine Messung erfasst werden soll? ( 2 P )

Messgröße

5. Wie groß sind die in dem Stromlaufplan eingetragenen Ströme  $i$ ?  
( 6P )



$i = 3V / 30k\Omega = 0,1mA$

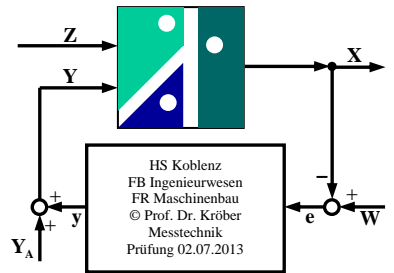
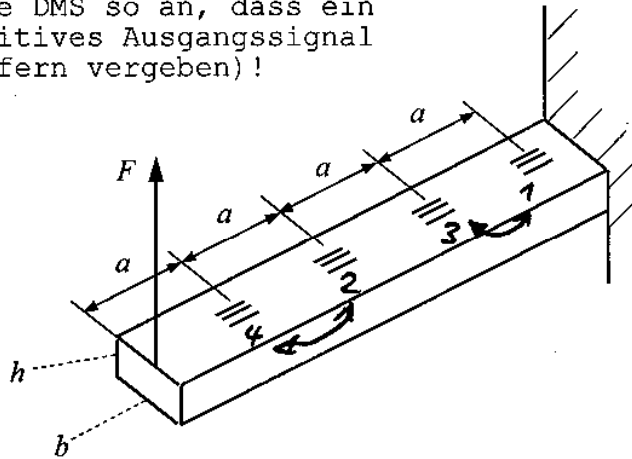


$i = 3V / 10k\Omega = 0,3mA$

6. Bei einem Rechteck mit den Seiten a und b haben beide Seiten eine relative Standardabweichung von 1%. Wie groß ist dann die relative Standardabweichung der Fläche?  
( 3P )

$\sqrt{2} \%$

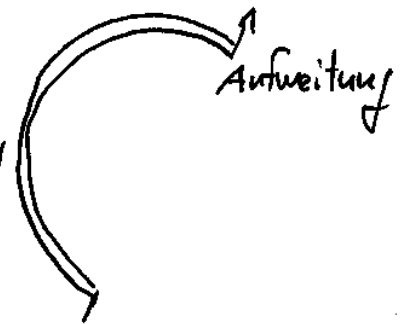
7. Ordnen Sie die DMS so an, dass ein maximales positives Ausgangssignal entsteht (Ziffern vergeben)!  
( 4P )



8. Skizzieren und beschreiben Sie in wenigen Worten die Funktionsweise eines Bourdon-Rohres! Wozu wird es verwendet? ( 4P )

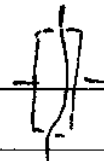
äußere Fläche größer als innere Fläche  
Rohr weitet sich proportional Druck auf  
Aufweitung wird gemessen

$\Rightarrow$  Druckmessung



9. Wie wird bei einem Differenzdruckaufnehmer (beispielhaft) die Überlastsicherheit realisiert? ( 3P )

Membran legt sich gegen Wand an



10. Nennen Sie 4 Drehzahlmessverfahren! ( 4P )

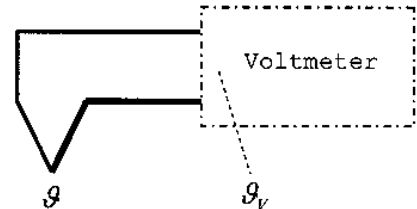
Stroboskop, Wirbelstromprinzip, Tachogenerator = oder ~  
Näherungsschalter mit Zeitmessung von Impuls zu Impuls



Aufgabe 2 ( 8P )

Bei einer Temperaturmessung mit einem Thermoelement wird bei einer Temperatur  $\vartheta_1 = 100^\circ\text{C}$  eine Thermospannung von  $u_1 = 3,2768 \text{ mV}$  (genauer Wert) gemessen. Bei der Temperatur von  $\vartheta_2 = 200^\circ\text{C}$  beträgt die gemessene Thermospannung  $u_2 = 7,3728 \text{ mV}$  (genauer Wert).

- Bestimmen Sie aus diesen Angaben die Thermoempfindlichkeit!
- Wie groß ist die Vergleichstemperatur?
- Wie groß wäre die gemessene Thermospannung bei einer Temperatur von  $\vartheta = 100^\circ\text{C}$ , wenn ein Thermoelement S-Typ verwendet würde?



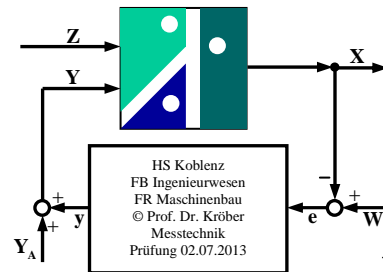
Hilfestellung:  $u = K \cdot (\vartheta - \vartheta_v)$

Verschiedene Thermoempfindlichkeiten:

J-Typ:  $52,69 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$

K-Typ:  $40,96 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$

S-Typ:  $6,46 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$



Aufgabe 3 ( 9P )

Es soll das Zeitverhalten von drei verschiedenen Sensorgeometrien untersucht werden.

- Ein Sensor hat die Form einer Kugel mit dem Durchmesser  $d$ . Bestimmen Sie formelmäßig die Zeitkonstante in Abhängigkeit der Größen  $d$ ,  $\alpha$ ,  $c$  und der Dichte  $\rho$ .

Hilfestellungen: Volumen Kugel  $\frac{\pi}{6} \cdot d^3$ , Oberfläche Kugel  $\pi \cdot d^2$

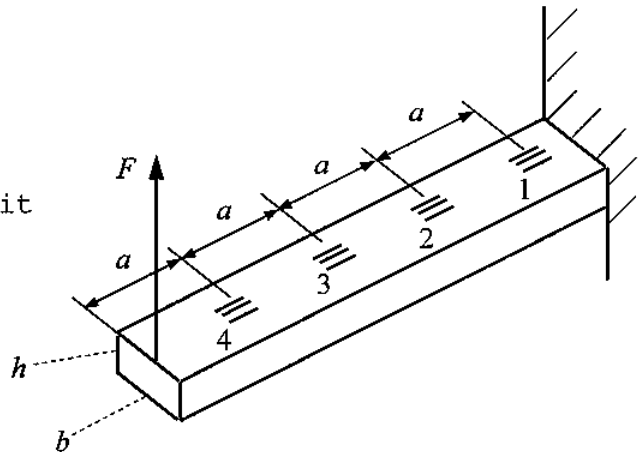
- Ein Sensor hat die Form eines Würfels mit der Kantenlänge  $d$ . Bestimmen Sie formelmäßig die Zeitkonstante in Abhängigkeit der Größen  $d$ ,  $\alpha$ ,  $c$  und der Dichte  $\rho$ .
- Ein Sensor hat die Form eines Zylinders. Der Durchmesser  $d$  und die Höhe  $h$  sind gleich groß (also:  $h=d$ ). Bestimmen Sie formelmäßig die Zeitkonstante in Abhängigkeit der Größen  $d$ ,  $\alpha$ ,  $c$  und der Dichte  $\rho$ .

Hilfestellung, allgemein:  $T = \frac{m \cdot c}{\alpha \cdot A}$

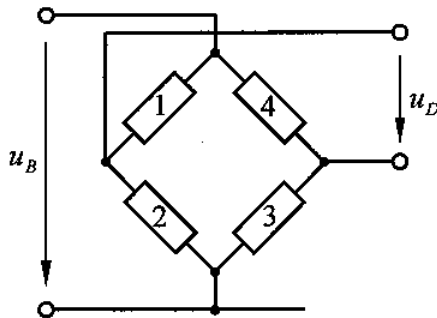
Aufgabe 4 ( 8P )

Bestimmen Sie für die angegebene Anordnung zunächst die Dehnungen unter den DMS und dann eine Gleichung zur Bestimmung der Brückenverstärkung in Abhängigkeit der gegebenen Größen!

Geg.:  $F, b, h, a, k, E$



Hilfestellungen:



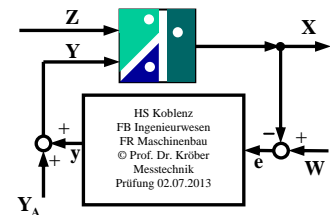
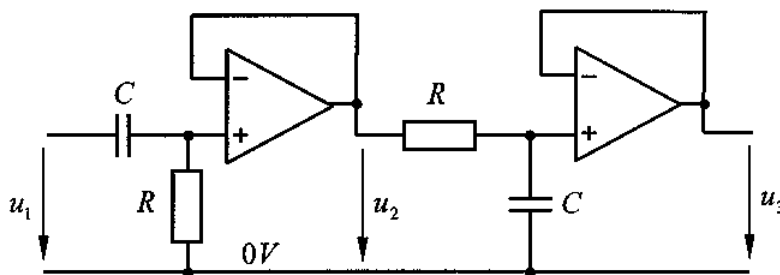
$$\frac{u_D}{u_B} = \frac{1}{4} \left( \frac{\Delta R_2}{R} + \frac{\Delta R_4}{R} - \frac{\Delta R_1}{R} - \frac{\Delta R_3}{R} \right)$$

$$\frac{\Delta R}{R} = k \cdot \varepsilon \quad W_b = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

Aufgabe 5 ( 6P )

Ein Bandpass wird durch eine Reihenschaltung eines Hochpasses und eines Tiefpasses realisiert. Die Frequenzgänge sind unter der jeweiligen Schaltung angegeben. Das Signal ist rein sinusförmig. Die gemessene Spannung  $\hat{u}_2$  beträgt 2,828 V. Wie groß sind dann  $\hat{u}_1$  und  $\hat{u}_3$ ?

Zahlenwerte:  $R = 100 \text{ k}\Omega$ ;  $C = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$ ;  $\omega = 100 \text{ s}^{-1}$



$$G_1 = \frac{u_2}{u_1} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC}$$

$$G_2 = \frac{u_3}{u_2} = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$



Prüfung Messtechnik 02.07.13 Blatt 1

$$u1, a) \Delta A = \frac{\partial A}{\partial d} \cdot \Delta d + \frac{\partial A}{\partial l} \cdot \Delta l = (2 \cdot 2 \cdot d \frac{\pi}{4} + \pi \cdot l) \Delta d + (\pi \cdot d) \Delta l$$

$$= \pi [(d+l) \Delta d + d \cdot \Delta l] = \pi \left[ (d+l) \frac{\Delta d}{d} \cdot d + d \frac{\Delta l}{l} \cdot l \right]$$

$$\underline{\underline{\Delta A = \pi \cdot d \left[ (d+l) \frac{\Delta d}{d} + l \frac{\Delta l}{l} \right]}}$$

$$\underline{\underline{\Delta A = \pi \cdot 40 \left[ (40+100) \cdot 0,005 + 100 \cdot 0,01 \right] \text{mm}^2 = 213,628 \text{mm}^2 \approx 213,6 \text{mm}^2}}$$

$$b) A = 2d^2 \frac{\pi}{4} + d \cdot \pi \cdot l = (2 \cdot 40^2 \frac{\pi}{4} + 40 \cdot \pi \cdot 100) \text{mm}^2 = 15079,6 \text{mm}^2$$

$$\underline{\underline{\frac{\Delta A}{A} \cdot 100 \% = \frac{213,628}{15079,6} \cdot 100 \% = 1,417 \% \approx 1,42 \%}}$$

$$u2) \underline{\underline{K = \frac{\Delta U}{\Delta t} = \frac{7,3728 - 3,2768 \text{ mV}}{200 - 100 \text{ s}} = 40,96 \frac{\mu\text{V}}{\text{s}}}}$$
 Bem.: K-Typ

$$b) u = K(t_l - t_v) \Rightarrow \frac{u}{K} = t_l - t_v \Rightarrow t_v = t_l - \frac{u}{K} = 100^\circ\text{C} - \frac{3,2768 \text{ mV}}{0,04096 \frac{\text{mV}}{\text{s}}}$$

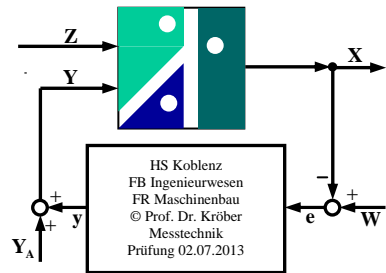
$$= 20^\circ\text{C}$$

$$c) \underline{\underline{u = K(t_l - t_v) = 6,46 \mu\text{V}/^\circ\text{C} (100 - 20)^\circ\text{C} = 0,5168 \text{ mV}}}$$

$$u3) \underline{\underline{T_{Kugel} = \frac{\overset{m}{\frac{\pi}{6} d^3 \rho \cdot c}}{\alpha \cdot \overset{A}{\pi d^2}} = \frac{d \cdot \rho \cdot c}{6\alpha}}}$$

$$b) \underline{\underline{T_{W\u00fcrfel} = \frac{V \cdot \rho \cdot c}{\alpha \cdot A} = \frac{d^3 \cdot \rho \cdot c}{6 \cdot d^2} = \frac{d \cdot \rho \cdot c}{6\alpha}}}$$

$$c) \underline{\underline{T_{Zylinder} = \frac{V \cdot \rho \cdot c}{\alpha \cdot A} = \frac{d^2 \frac{\pi}{4} \cdot d \cdot \rho \cdot c}{\alpha \cdot \frac{3}{2} \pi d^2} = \frac{d \cdot \rho \cdot c}{6\alpha}}}$$



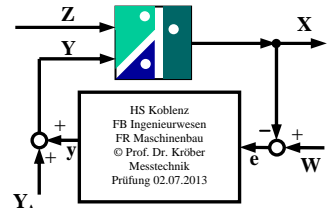
Prüfung Messtechnik 02.07.13 Blatt 2

2.4) 
$$\underline{E_y} = - \frac{F \cdot a}{E B l^2 \cdot \frac{1}{6}} = - \frac{6 F a}{E B l^2}$$

$$\underline{E_3} = - \frac{12 F a}{E B l^2} ; \underline{E_2} = - \frac{18 F a}{E B l^2} ; \underline{E_1} = - \frac{24 F a}{E B l^2}$$

$$\frac{u_D}{u_B} = \frac{K}{4} (E_2 + E_y - E_1 - E_3) = \frac{K}{4} \left( - \frac{18 F a}{E B l^2} - \frac{6 F a}{E B l^2} - \left( - \frac{24 F a}{E B l^2} \right) - \left( - \frac{12 F a}{E B l^2} \right) \right)$$

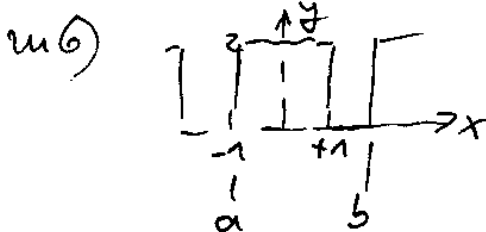
$$= \frac{K \cdot F \cdot a}{4 E B l^2} \underbrace{(-18 - 6 + 24 + 12)}_{12} = \frac{3 \cdot K \cdot a}{E B l^2} \cdot F$$



2.5) 
$$|G_1| = \frac{u_2}{u_1} = \frac{\omega R C}{\sqrt{1 + (\omega R C)^2}} \Rightarrow \hat{u}_1 = \hat{u}_2 \frac{\sqrt{1 + (\omega R C)^2}}{\omega R C}$$

$$= 2,828 V \frac{\sqrt{1 + (100 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 91 \cdot 10^{-6})^2}}{100 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 91 \cdot 10^{-6}} = 3,9994 V \approx 4,00 V$$

$$|G_2| = \frac{u_3}{u_2} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega R C)^2}} \Rightarrow \hat{u}_3 = \frac{\hat{u}_2}{\sqrt{1 + (\omega R C)^2}} = \frac{2,828 V}{\sqrt{1 + 1^2}} \approx 1,9997 V \approx 2,00 V$$



$2L = b - a = 2 - (-1) = 3 \Rightarrow L = 3/2$

$b_1 = 0$  (Funktion gerade)

$$a_1 = \frac{1}{3/2} \int_{-1}^{+1} 2 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3/2} x\right) dx = \frac{4}{3} \int_{-1}^{+1} \cos\left(\frac{2\pi}{3} x\right) dx = \frac{4}{3} \cdot 2 \int_0^{+1} \cos\left(\frac{2\pi}{3} x\right) dx$$

$$= \frac{8}{3} \left[ \frac{3}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{3} x\right) \right]_0^1 = \frac{8}{3} \left[ \frac{3}{2\pi} \sin\left(\frac{2\pi}{3}\right) - \frac{3}{2\pi} \cdot \sin(0) \right]$$

$$\underline{a_1} = \frac{8}{3} \cdot \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3} = \frac{2 \cdot \sqrt{3}}{\pi} \approx 1,103 = \underline{A_1} \quad (b_1 = 0)$$