

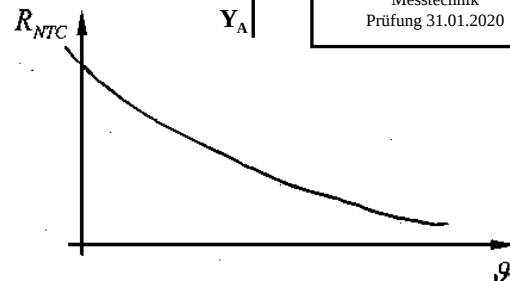
Diese Prüfung besteht aus einem Fragenteil und einem Rechenteil. Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

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

Note : _____

K U R Z F R A G E N :

1. Tragen Sie in die Abbildung die Kennlinie eines NTC-Fühlers ein! (2P)



2. Mit welchem absoluten Fehler muss man bei einem Manometer der Klasse 1.0 maximal rechnen (Messbereich 50 bar)? (2P) (±) 0,5 bar

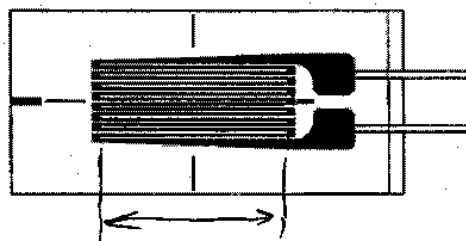
3. Wozu werden piezoelektrische Kraftaufnehmer eingesetzt? (2P) Schnittkraftmessungen, Stützen

4. Welchen Vorteil und welchen Nachteil haben piezoelektrische Kraftaufnehmer im Vergleich zu Aufnehmer auf DMS-Basis? (2P) hohe Steifigkeit Drift Messsignal

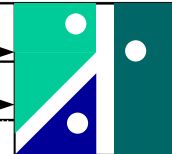
5. Zwei in Reihe geschaltete Übertragungselemente besitzen jeweils ein Amplitudenverhältnis von -20dB. Wie groß ist das gesamte Amplitudenverhältnis in dB? (2P) -40dB

Wie groß ist das Verhältnis von Ausgang/Eingang? (2P) 901

6. Markieren Sie in der Skizze die aktive Messgitterlänge des DMS! (2P)



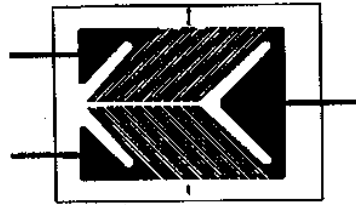
Aufgabe	erreichte Punkte
Fragenteil	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
Summe	



HS Koblenz
 FB Ingenieurwesen
 FR Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Messtechnik
 Prüfung 31.01.2020

7. Wozu werden diese DMS eingesetzt?
(2P)

Torsionsmoment
(Drehmoment)



8. Die Abbildung zeigt einen Wegaufnehmer. Wie lautet die genauere Bezeichnung?
(2P)

induktiver Wegaufnehmer, Drosselprinzip



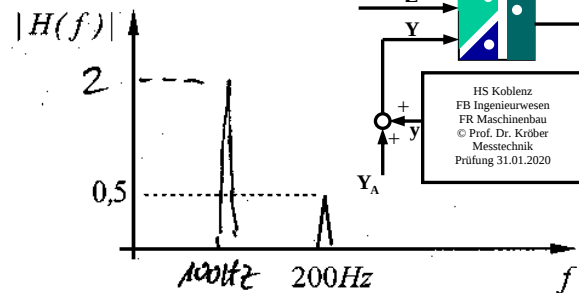
9. Ein Signal im Zeitbereich lautet:

$$y = 2 \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot 100 \frac{1}{s} \cdot t\right) + 0,5 \cdot \sin\left(2 \cdot \pi \cdot 200 \frac{1}{s} \cdot t\right)$$

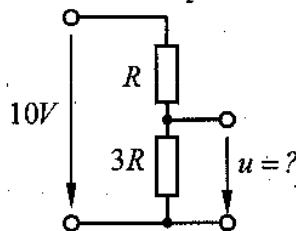
- Nach welcher Zeit wiederholt sich das Zeitsignal?
(3P)

10ms

10. Ergänzen Sie das Spektrum zum Signal aus Fragestellung 9!
(2P)



11. Wie groß ist die Spannung u?
(2P)

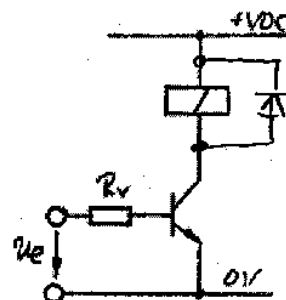


7,5V

12. Eine Welle dreht mit 40 Hz. Welche Blitzfrequenz müssen Sie einstellen, damit sich die Welle "scheinbar" mit 1 Hz in Drehrichtung dreht?
(2P)

39 Hz

13. Ergänzen Sie die Freilauf-/schutzdiode!
(3P)



14. Wie groß ist der gängige Eingangswiderstand eines Multimeters (Bereich Spannung)?
(2P)

10 MΩ

15. Wozu findet der GRAY-Code Anwendung?
(2P)

absolute
digitale Wegmessung

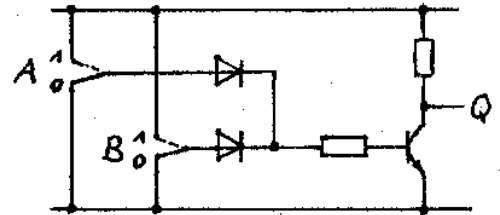


16. Wobei spielt die Eispunktkompensation eine Rolle?
(2P)

Temperaturmessung mit Thermoelementen

17. Die Eingänge A und B können jeweils die Zustände 0 oder 1 annehmen. Tragen Sie in der Tabelle das dazugehörige Ausgangssignal Q ein!
(4P)

A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



18. Bei einem Trägerfrequenzmessverstärker wird zur Ausfilterung der Trägerfrequenzreste ein Filter mit einer Knickfrequenz von 1000 Hz eingesetzt. Bei welchen Abtastfrequenzen wird ein Aliasing-Effekt in jedem Fall vermieden. Bitte markieren!
(2P)

250 Hz

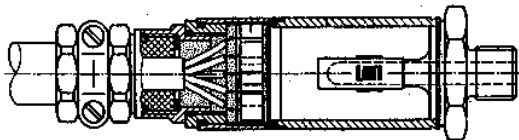
500 Hz

1000 Hz

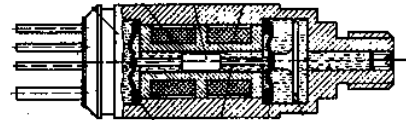
2000 Hz

4000 Hz

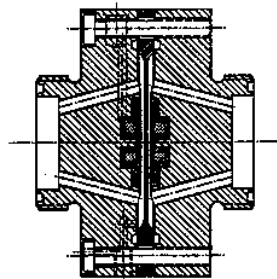
19. Welche Aufnehmer (jeweils 2 Merkmale nennen) sind abgebildet?
(8P)



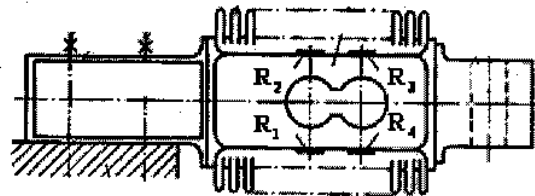
Druckaufnehmer, DMS



Berühr.-aufnehmer, induktiv



Differenzdruckaufnehmer, induktiv



Kraft/Wärmezelle, DMS

RECHENTEIL

Aufgabe 1 (8P)

Das Volumen einer Hohlkugel (Innenradius r , Außenradius R) kann man mit folgender Gleichung bestimmen:

$$V = \frac{4 \cdot \pi}{3} (R^3 - r^3)$$

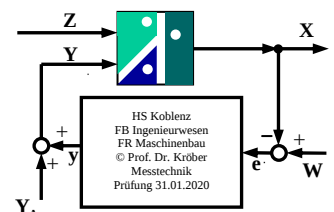
- a. Bestimmen Sie formelmäßig den Fehler (systematischer Fehler) des Volumens, wenn sich der Innenradius ändert!

Ziel: $\Delta V = \dots \cdot \Delta r$

- b. Geben Sie eine Formel für den relativen Fehler an!

Ziel: $\frac{\Delta V}{V} = \dots \cdot \frac{\Delta r}{r}$

Hilfestellung: $\Delta y = \frac{\partial y}{\partial a} \cdot \Delta a + \frac{\partial y}{\partial b} \cdot \Delta b$

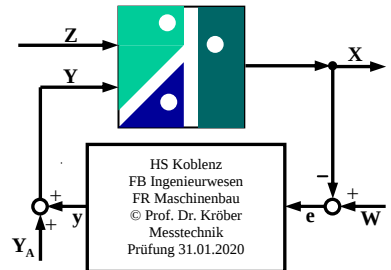


Aufgabe 2 (8P)

Durch einen Pt100 Temperatursensor fließt ein Strom von 0,5 mA. Wie groß ist der Spannungsabfall bei einer Temperatur von -10°C und bei einer Temperatur von 210°C (Extrapolation sei erlaubt)?

Zahlenwerte für Pt100:

0°C	100°C	200°C	300°C
$100\,\Omega$	$138,5\,\Omega$	$175,84\,\Omega$	$212,02\,\Omega$



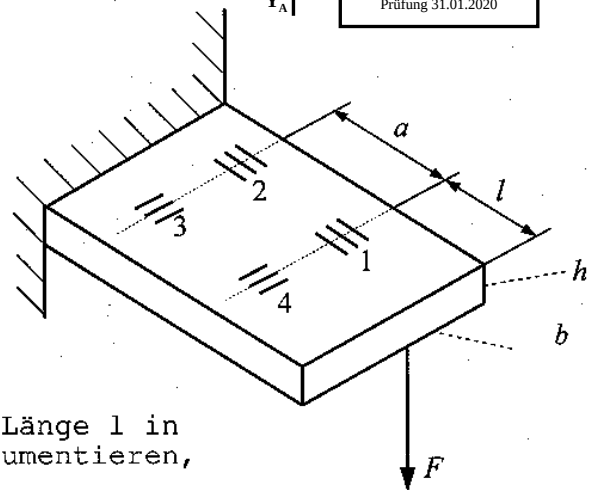
Aufgabe 3 (12P)

An dem einseitig eingespannten Biegebalken wirkt die Querkraft F .

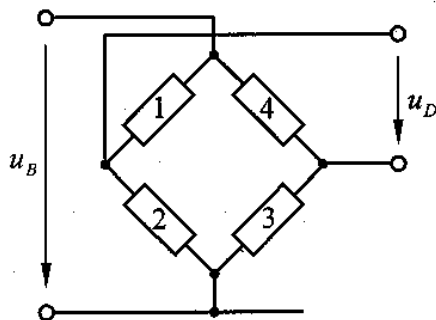
- Bestimmen Sie zunächst die Dehnungen ε_1 , ε_2 , ε_3 und ε_4 !
- Bestimmen Sie eine Gleichung zur Berechnung der Brückenverformung!

Ziel: $\frac{u_D}{u_B} = \dots \cdot F$

- Wie gehen Fehler der Länge a und Länge l in das Ergebnis ein (in "Worten" argumentieren, Methode "scharfes Hinsehen")?



Verschiedene Hilfestellungen:

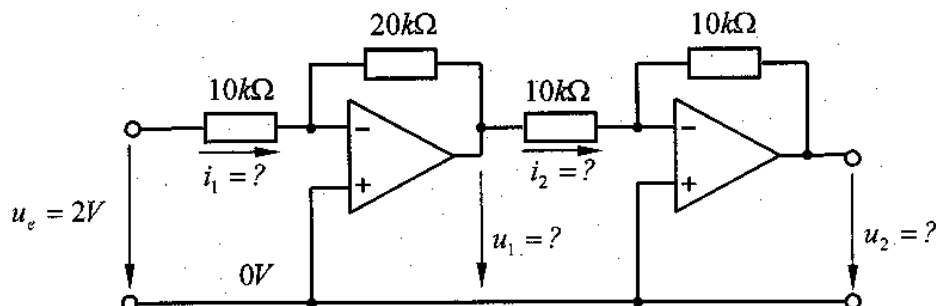


$$\frac{u_D}{u_B} = \frac{1}{4} \left(\frac{\Delta R_2}{R} + \frac{\Delta R_4}{R} - \frac{\Delta R_1}{R} - \frac{\Delta R_3}{R} \right)$$

$$\frac{\Delta R}{R} = k \cdot \varepsilon \quad W_b = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad \varepsilon_{\text{quer}} = -\nu \cdot \varepsilon_{\text{längs}}$$

Aufgabe 4 (6P)

Wie groß sind die Spannungen u_1 , u_2 und die Ströme i_1 , i_2 ?

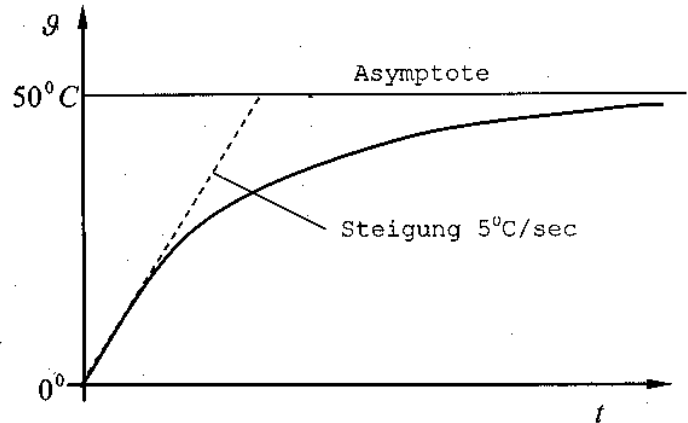


Aufgabe 5 (8P)

Der abgebildete Temperaturverlauf hat das Verhalten eines Systems 1. Ordnung. Wie groß ist die Temperatur zur Zeit $t = 20$ Sekunden?

Hilfestellung:

$$\frac{\text{momentane Differenz}}{\text{Anfangsdifferenz}} = e^{-\frac{\text{Zeit}}{\text{Zeitkonstante}}}$$

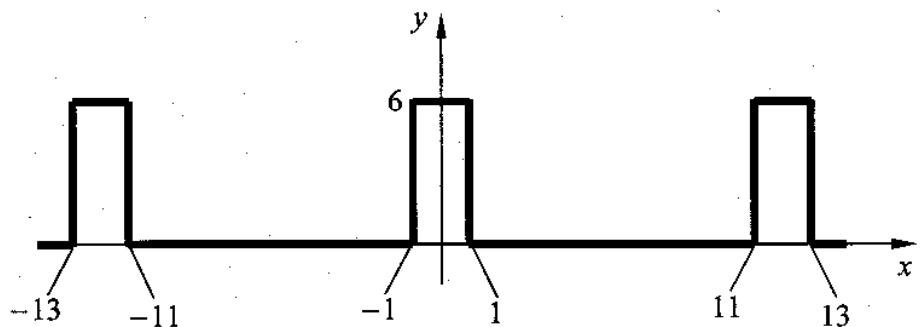


Aufgabe 6 (8P)

Von dem abgebildeten Signalverlauf soll der Konstantanteil sowie a_1 bestimmt werden.

Bemerkungen:

Der gesamte Lösungsweg muss ersichtlich sein. Keine Integration "nur im Taschenrechner"! Gesucht ist die exakte Lösung.



Hilfestellungen:

$$\int \sin(ax) dx = -\frac{1}{a} \cos(ax) + C$$

$$\int \cos(ax) dx = +\frac{1}{a} \sin(ax) + C$$

Hinweis:

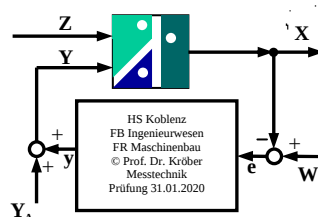
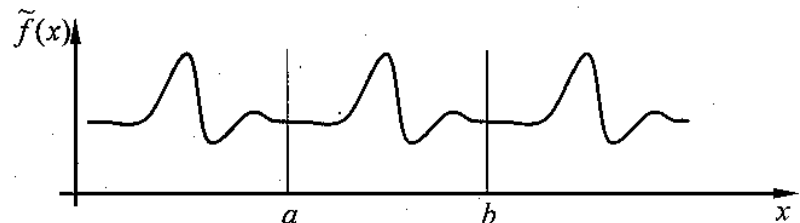
Sei $\tilde{f}(x)$ eine periodische Funktion der Periode $2L$, dann lässt sich $\tilde{f}(x)$ durch folgende Reihenentwicklung approximieren:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^n a_i \cos\left(i \frac{\pi}{L} x\right) + \sum_{i=1}^n b_i \sin\left(i \frac{\pi}{L} x\right)$$

wobei:

$$a_i = \frac{1}{L} \int_a^b \tilde{f}(x) \cos\left(i \frac{\pi}{L} x\right) dx$$

$$b_i = \frac{1}{L} \int_a^b \tilde{f}(x) \sin\left(i \frac{\pi}{L} x\right) dx$$



Prüfung Messtechnik 31.01.2020

m1) $V = \frac{4\pi}{3} (R^3 - r^3)$

$\Delta V = \frac{\partial V}{\partial r} \Delta r = \frac{4\pi}{3} (-1) 3r^2 \Delta r = -4\pi r^2 \Delta r$

$\frac{\Delta V}{V} = \frac{-4\pi r^2 \Delta r}{\frac{4\pi}{3} (R^3 - r^3)} = -3 \frac{r^2}{R^3 - r^3} \Delta r = -3 \frac{r^3}{R^3 - r^3} \frac{\Delta r}{r}$

m2) $\frac{138,5 - 100}{10} \Omega = 3,85 \Omega \Rightarrow R = (100 - 3,85) \Omega = 96,15 \Omega$

$U = 96,15 \cdot 0,0005 V = 48,075 mV$

$R = (175,84 \cdot 0,9 + 213,02 \cdot 0,1) \Omega = 179,458 \Omega$

$U = 179,458 \cdot 0,0005 V = 89,729 mV$

m3) $\epsilon_1 = \frac{F l}{E b h^2} = \frac{6 F l}{E b h^2} ; \epsilon_2 = \frac{6 F (a + l)}{E b h^2}$

$\epsilon_4 = -\nu \frac{6 F l}{E b h^2} ; \epsilon_3 = -\nu \frac{6 F (a + l)}{E b h^2}$

$\frac{u_D}{u_B} = \frac{K}{4} \left(\frac{6 F (a + l)}{E b h^2} - \nu \frac{6 F l}{E b h^2} - \frac{6 F l}{E b h^2} - \left(-\nu \frac{6 F (a + l)}{E b h^2} \right) \right)$

$= \frac{K}{4} \frac{6 F}{E b h^2} (a + l - \nu l - l + \nu a + \nu l) = \frac{3 K a (1 + \nu)}{2 E b h^2} F$

Fehler a geht proportional ein

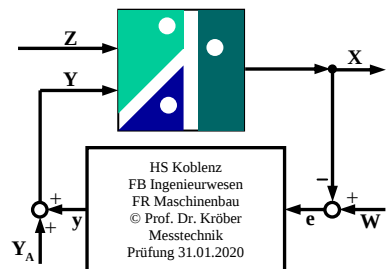
Fehler l geht nicht ein

m4) $u_1 = -4V \left(2V \cdot \frac{20k\Omega}{10k\Omega} \cdot (-1) \right)$

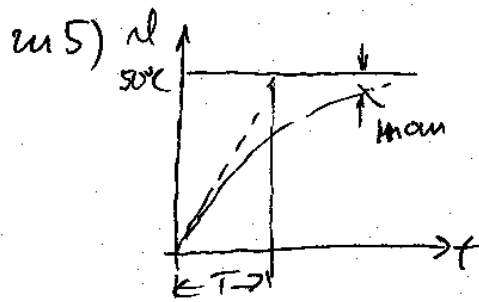
$u_2 = +4V \quad (u_2 = -u_1)$

$i_1 = \frac{2V}{10k\Omega} = 0,2 \mu A$

$i_2 = \frac{-4V}{10k\Omega} = -0,4 \mu A$



Prüfung Messtechnik 31.01.2020



$$\left. \frac{d\Delta l}{dt} \right|_{t=0} = 5 \frac{^\circ\text{C}}{\text{sec}} = \frac{50^\circ\text{C}}{1}$$

$$\Rightarrow T = 105$$

$$\frac{\text{mom}}{\Delta l} = e^{-t/T}$$

$$\frac{\text{mom}}{50^\circ\text{C}} = e^{-\frac{205}{105}} = e^{-2} \Rightarrow \text{mom} = 50^\circ\text{C} \cdot e^{-2} = 6,767^\circ\text{C}$$

$$\Delta l = 50^\circ\text{C} - 6,767^\circ\text{C} = 43,233^\circ\text{C}$$

m6) $2L = 12 \Rightarrow L = 6$

$$\frac{a_0}{2} = \frac{2 \cdot 6}{12} = 1$$

$$a_1 = \frac{1}{6} \cdot 2 \int_0^1 6 \cdot \cos\left(1 \cdot \frac{\pi}{6} x\right) dx = 2 \int_0^1 \cos\left(\frac{\pi}{6} x\right) dx$$

$$= 2 \frac{6}{\pi} \left[\sin\left(\frac{\pi}{6} x\right) \right]_0^1 = \frac{12}{\pi} \left[\underbrace{\sin\left(\frac{\pi}{6} \cdot 1\right)}_{1/2} - \underbrace{\sin(0)}_0 \right] = \frac{6}{\pi} \approx 1,9099$$

