

Fragen zur Vorbereitung auf den Eingangstest, Versuch 1

Sinngemäß lauten die Fragen (Varianten sind möglich):

- 1. Wodurch wird in einer Spule eine Spannung induziert? (*Allgemeiner physikalischer Grund*)
- 2. Oder umgekehrt: Was passiert, wenn sich der magnetische Fluss in einer Spule ändert.
- 3. Wie ist der magnetische Fluss definiert, welche Einheit und welches Formelzeichen hat der magnetische Fluss? (*finden Sie in der Vorlesung E-Technik*)
- 4. Nenne Sie die Formel für den Zusammenhang zwischen der Änderung des magnetischen Fluxes und der induzierten Spannung in einer Spule. Wie vereinfacht sich die Formel bei einer linearen Flussänderung?
Mit der oben genannten Formel sind auch kleine Rechenaufgaben nötig. Die werden so gestellt, dass Sie die ohne Taschenrechner lösen können.
- 5. Skizzieren Sie den Aufbau eines induktiven Drehzahlsensors.
- 6. Zeichnen Sie die vom induktiven Drehzahlsensor gegebene Spannung bei einer hohen und einer niedrigen Drehzahl.
- 7. Aufgabentyp: Entweder der zeitliche Verlauf des magnetischen Fluxes oder der induzierten Spannung ist gegeben. Sie müssen dann jeweils den Verlauf der anderen Größe qualitativ einzeichnen.
- 8. Induktiver Geber mit n Zähnen: Wie berechnet sich die Drehzahl?
Mit der oben genannten Formel sind auch kleine Rechenaufgaben nötig. Die werden so gestellt, dass Sie die ohne Taschenrechner lösen können.
- 9. Schmitt-Trigger: Zeichnen Sie ein Diagramm der Ausgangsspannung aufgetragen über der Eingangsspannung (*siehe Vorlesung Elektronik & Messtechnik*).
- 10. Aufgabentyp: Sie müssen den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung eines Schmitt-Triggers bei gegebenen Schaltschwellen des Triggers und gegebener Eingangsspannung zeichnen können.
- 11. Welche Kraft wirkt auf eine sich im Magnetfeld bewegende Ladung?
- 12. Geben Sie die Formel für die Kraft auf eine sich im Magnetfeld bewegende Ladung an.
- 13. Bei welcher Bewegungsrichtung der Ladung ist die Lorentzkraft maximal, wann ist sie Null?
- 14. Wie entsteht die Hall-Spannung (*ganz kurz erklärt*)?
- 15. Zeichnen Sie ein Bild eines Hall-Elements, aus dem hervorgeht, wie die Hallspannung entsteht.
- 16. Aufgabentyp: Sie müssen in das Bild eines Hall-Elementes bei angelegtem Magnetfeld die Richtung der Hallspannung einzeichnen können.
- 17. Geben Sie die Formel für die Hallspannung an.
- 18. Welche Einheit hat die Hallkonstante? Wie lautet ihr Formelzeichen?
- 19. Wie wird der Strom I durch ein Hallelement erzeugt?
- 20. Welche physikalischen Größen können mit einem Hallsensor gemessen werden?
- 21. Bei welcher geometrischen Konfiguration des Hall-Elementes im Magnetfeld ist die Hallspannung minimal, bei welcher maximal?

Fragen zur Vorbereitung auf den Eingangstest, Versuch 2

Sinngemäß lauten die Fragen (Varianten sind möglich):

- 1. Skizzieren Sie eine spannungsgespeiste Widerstands-Messbrücke (*oder eine symmetrische Halbbrücke*). Mit korrekter Bezeichnung der Widerstände. Welche elektrische Größe wird zur Messung erfasst? Zeichnen Sie diese ein!
- 2. Wie lautet die allgemeine Formel für die Diagonalspannung einer spannungsgespeisten Messbrücke?
- 3. Wie lautet die Formel für die Diagonalspannung einer Halbbrücke? Für *symmetrische oder beliebige Widerstandsänderungen*.
- 4. Was bedeutet: „Abgleichen“ einer Messbrücke?
- 5. Wie kann eine Messbrücke abgeglichen werden?
- 6. Wie lautet der Zusammenhang zwischen gemessener Länge und den anderen relevanten Parametern bei einer Längenmessung mit einem unbelasteten Schiebepotentiometer?
- 7. Was bedeutet NTC, was bedeutet PTC. Was heißt das?
- 8. Skizzieren Sie die R(T) Kennlinie eines Heileiters / eines Kaltleiters.
- 9. Durch welche Formel wird der Zusammenhang zwischen R und T bei einem Heißleiter/Kaltleiter beschrieben?
- 10. Skizzieren Sie eine Komparatorschaltung mit einem OPV.
- 11. Skizzieren Sie den Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung bei einem idealen Komparator.
Fall A: Die Spannungsversorgung des OPV wird symmetrisch mit $+U_{BAT}$ und $-U_{BAT}$ beschaltet.
Fall B: Die Spannungsversorgung des OPV wird unsymmetrisch mit 0V und $+U_{BAT}$ beschaltet.
- 12. Skizzieren Sie die Schaltung eines Impedanzwandlers. Wie groß ist die Verstärkung eines Impedanzwandlers?
- 13. Wozu wird ein Impedanzwandler verwendet?
- 14. Skizzieren Sie die OPV-Schaltung eines Subtrahierers.
- 15. Wie lautet die Formel zum Zusammenhang zwischen Ein- und Ausgangsspannung bei einem Subtrahierer?
- 16. Umgekehrt: Sie müssen die Schaltungen für Komparator, Impedanzwandler und Subtrahierer identifizieren und ggf. einen Ausgangswert berechnen können.

Wichtiger Hinweis: Zu allen Formeln, die hier abgefragt werden, können auch kleine Rechenaufgaben gestellt werden. Diese sind aber so einfach, dass sie ohne Taschenrechner gelöst werden können.

Fragen zur Vorbereitung auf den Eingangstest, Versuch 3

Sinngemäß lauten die Fragen (Varianten sind möglich):

- Skizzieren Sie eine spannungsgespeiste Widerstands- Viertel-/Halb-/Vollbrücke. Zeichnen Sie auch die Spannungspfeile für die Versorgungs- und Diagonalspannung ein. Bezeichnen Sie die Widerstände.
- Umgekehrt: Sie müssen eine Viertel-/Halb-/Vollbrücke anhand eines Schaltbildes identifizieren und ggf. die Diagonalspannung oder nach Umformung eine andere der beteiligten Größen berechnen können.
- Wie lautet die Formel für die Diagonalspannung in Abhängigkeit von der Widerstandsänderung bei einer spannungsgespeisten Viertel-/Halb-/ Vollbrücke?
- Wie ist die Dehnung allgemein definiert? (*Formel*)
- Auf welchen physikalischen Effekt beruhen DMS-Elemente?
- Wie hängen Dehnung und K-Faktor bei Metall-DMS mit der Widerstandsänderung zusammen? (*Formel*)
- Skizzieren Sie: Wie wird die Biegung eines Balkens mit einem/zwei aktiven DMS-Elementen gemessen? (Größtmögliche Spannung soll generiert werden.)
- Wie kann bei einer Viertelbrücke eine Störkompenstation erreicht werden? Wie bei einer Halbbrücke?
- Weshalb ändert sich der Widerstand eines Materials, wenn es gedehnt oder gestaucht wird? Welche physikalischen Größen sind beteiligt?
- Weshalb können bei Verwendung eines DMS temperaturabhängige Effekte auftreten? Durch welche Art von DMS kann das vermieden werden? Wodurch zeichnen sich solche DMS aus?
- In welcher Größenordnung liegt der K-Faktor bei Metall-DMS/Halbleiter-DMS?

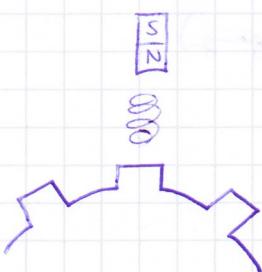
Wichtiger Hinweis: Zu allen Formeln, die hier abgefragt werden, können auch kleine Rechenaufgaben gestellt werden. Diese sind aber so einfach, dass sie ohne Taschenrechner gelöst werden können.

Versuch 1

- ① Änderung des Magnetfeldes, höhere Spannung durch schnellere Änderung.
- ② (es wird eine Spannung induziert) je höher der mag. Fluss, desto höher die Induktionsspannung.
- ③ ~~$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$~~ ~~in Tesla [Vs/m²]~~
 $\phi = B \cdot A$ [Vs; Weber (Wb)] ($B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$)
- mag. Fluss ist ein Maß für die Induktion, durch ein in ein Magnetfeld gelegte Fläche

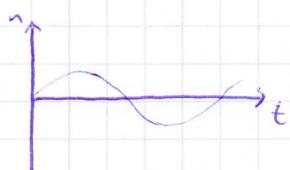
④ $u = N \cdot \frac{d\phi}{dt}$ linear: $u = N \cdot \frac{\phi}{t}$

⑤

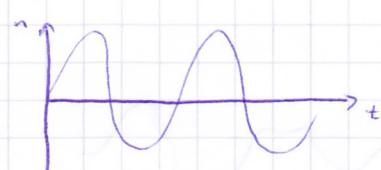


⑥

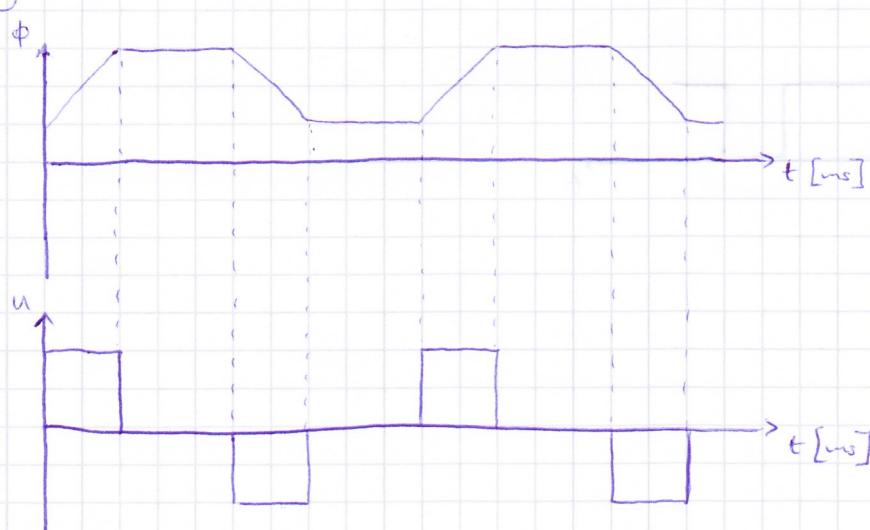
kleine Drehzahl



große Drehzahl



⑦



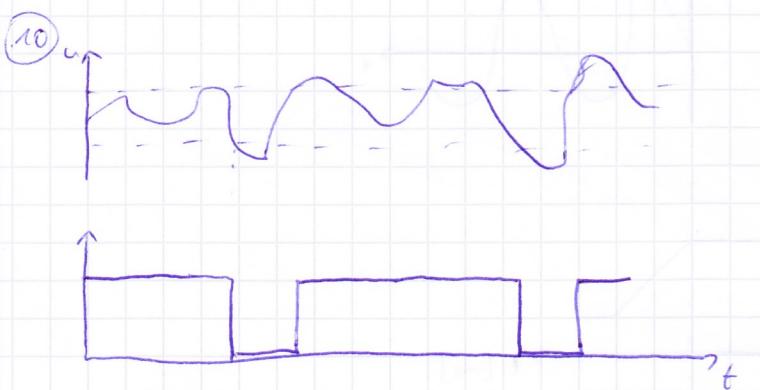
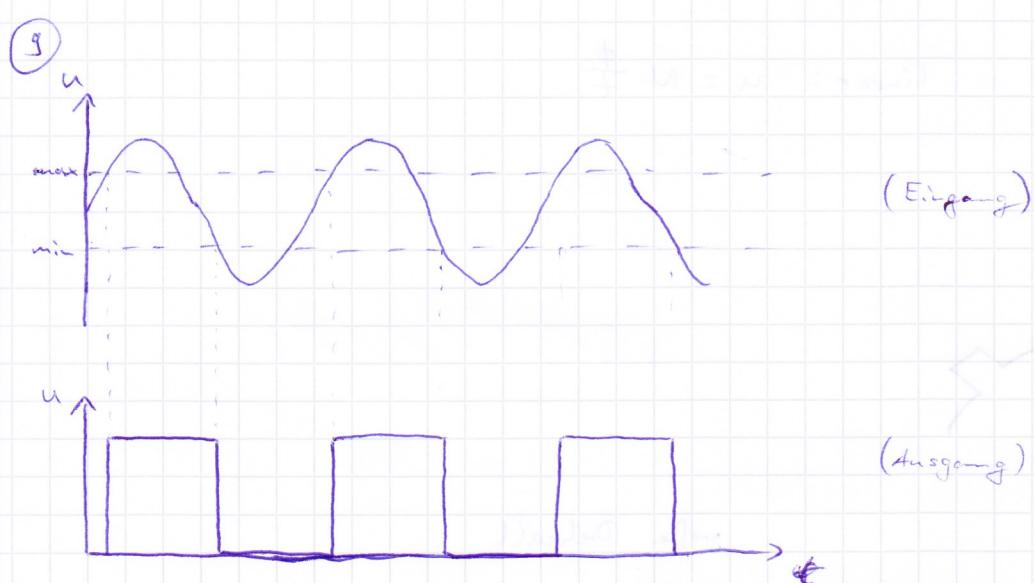
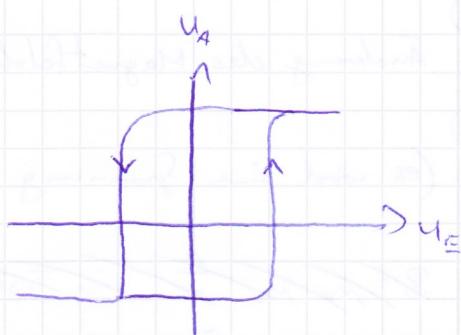
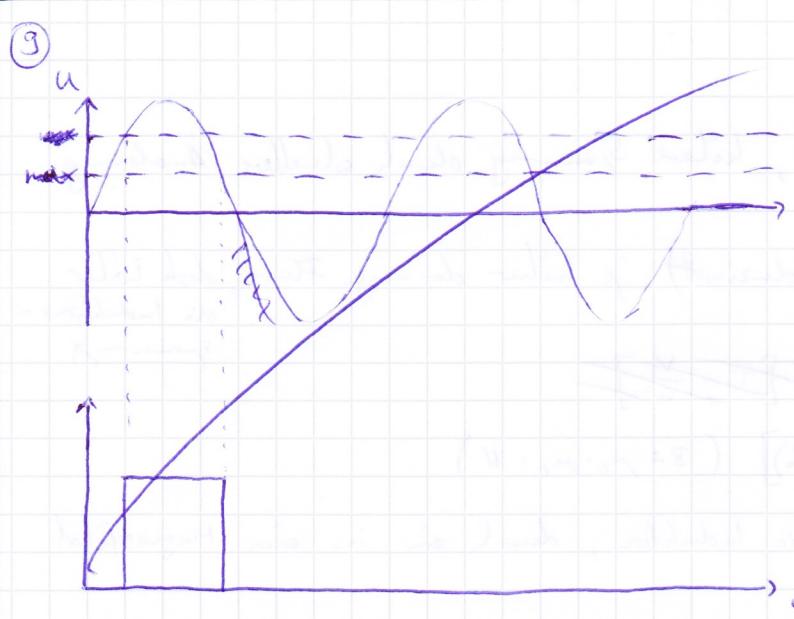
⑧

$$D = \frac{z}{2 \cdot n}$$

z = Spannungswechsel

D = Drehzahl

n = Anzahl der Zähne



⑪ Lorentzkraft F_L

⑫ $F_L = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$
Geschw.
Ladung

⑬ $F_L \text{ max: } \alpha = 90^\circ$

$F_L = 0 : \alpha = 0^\circ$

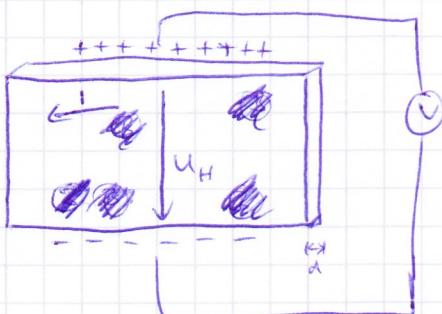
$\hookrightarrow (\overrightarrow{B} \cdot \overrightarrow{v})$

(14)

Halbleiter wird mit mag. Flussdichte durchströmt

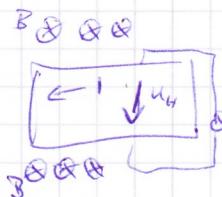
→ Heilspannung wirkt senkrecht zur Stromrichtung

(15)

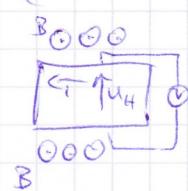


(16)

(richtung raus)



(Richtung rein)



(17)

$$U_H = \frac{R_H}{d} \cdot I \cdot B \cdot \sin \alpha$$

(18)

$$R_H \left[\frac{m^3}{As} \right]$$

(19)

separater Schaltkreis mit einer Spannungsquelle

(20)

$$U_H, I, B, (\alpha)$$

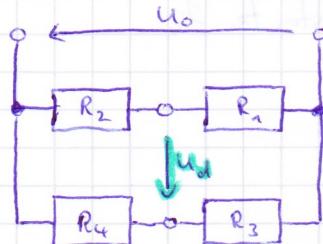
(21)

$$\begin{aligned} \text{max: } & \alpha = 90^\circ \\ \text{min: } & \alpha = 0^\circ \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} U_H \end{array} \right.$$

Versuch 2

(1)

spannungsgespeiste Widerstands - Messbrücke



Messgröße: Diagonalspannung U_d

(2)

$$U_d = U_o \cdot \frac{R_2 \cdot R_3 - R_1 \cdot R_4}{(R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4)}$$

(3)

symmetrische Widerstandsänderung

beliebige Widerstandsänderung

$$U_d = \frac{U_o}{2} \cdot \left(\frac{\Delta R}{R_0} \right)$$

$$(R_2 = R_0 + \Delta R, R_1 = R_0 - \Delta R)$$

$$U_d = \frac{U_o}{2} \cdot \left(\frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1} \right)$$

(4)

- Vergleich einer unbekannten Größe mit einer bekannten Größe, bis die Differenz null ist \rightarrow das Meß wird dann an der bekannten Größe abgelesen
+ sehr hohe Genauigkeit
- langsam, hoher Aufwand

(5)

- Brücke mit einem unbekannten bzw. veränderlichen Widerstand R_x
 \rightarrow bekannte Widerstände nachregeln, bis $U_d = 0$

(6)

$$l_x = L \cdot \frac{U_x}{U_{ges}}$$

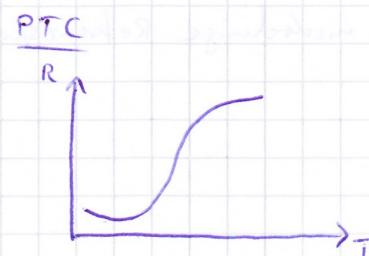
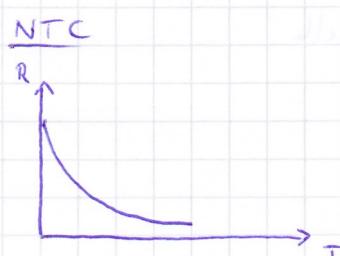
- mit der Messgröße U_x kann die gesuchte Länge l_x ermittelt werden

(7)

NTC: (Heißleiter) Negative Temperature Coefficient [Halbleiter]

PTC: (Kühlleiter) Positive Temperature Coefficient [Metalle]

(8)



(9)

NTC

$$R(T) = R_0 \cdot e^{\frac{B}{T}}$$

 B : Materialkonstante in K T : Temperatur in K R_0 : Widerstand bei gewählter Referenztemperatur T_0

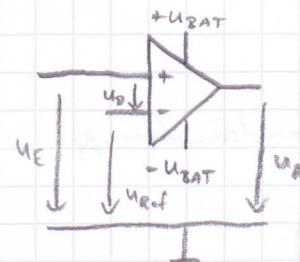
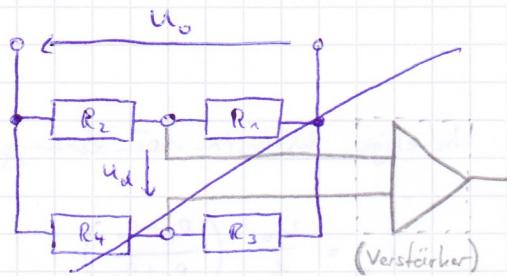
$$R(T) = R_0 \cdot e^{\left(\frac{B}{T} - \frac{B}{T_0}\right)}$$

PTC

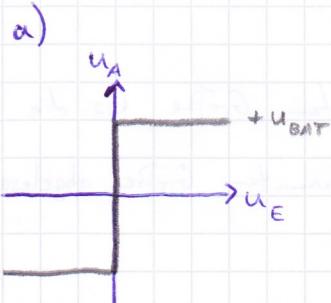
$$R(T) = R_0 \cdot e^{b(T - T_0)}$$

 b : Materialkonstante $\frac{1}{K}$

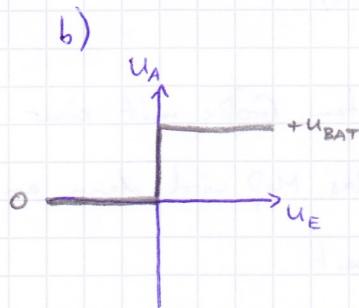
(10)



(11)

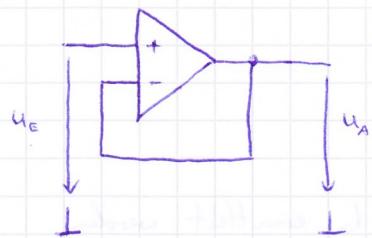


(symmetrisch)



(unsymmetrisch)

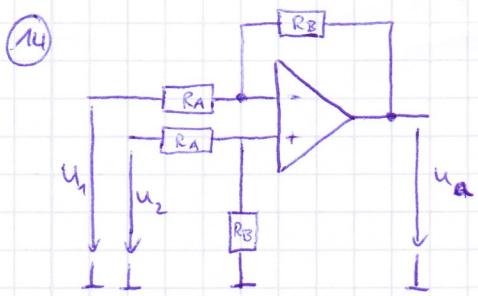
(12)



$$V = 1 \quad (u_a = u_e, \text{ mit } R_2 = 0 \Omega)$$

(13)

- Verlustlose Messung einer Kondensatorspannung
- Kondensatormikrofon (-Verstärkung) in Verbindung mit OPV \rightarrow verlustfrei
- mit Z-Diode: niedrige Referenzspannungsquelle



(15)

$$u_a = - \frac{R_B}{R_A} \cdot (u_1 - u_2)$$

$$R_A = R_B$$

$$\Rightarrow u_a = -(u_1 - u_2)$$

(16)

$$u_a = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot u_e$$

$$u_a = - \frac{R_B}{R_A} \cdot (u_1 - u_2)$$

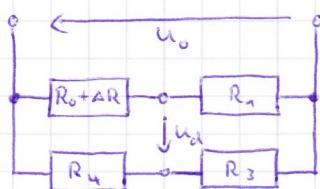
siehe Schaltungen (10), (12), (14)

Versuch 3

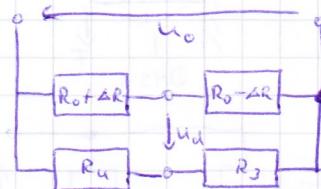
①

Spannungsgespeiste Widerstands -

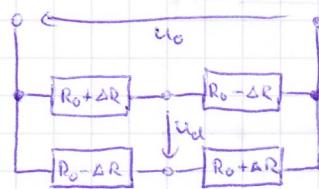
• Viertelbrücke



• Halbbrücke



• Vollbrücke



③

$$- R_2 = R_0 + \Delta R$$

$$\rightarrow U_d = \frac{U_0}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R_0}$$

$$- R_2, R_3 = R_0 + \Delta R$$

$$\rightarrow U_d = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R_0}$$

$$\rightarrow U_d = U_0 \cdot \frac{\Delta R}{R_0}$$

$$- R_1 = R_0 + \Delta R$$

$$\rightarrow U_d = - \frac{U_0}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R_0}$$

$$- R_2 = R_0 + \Delta R, R_4 = R_0 - \Delta R$$

$$\rightarrow U_d = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R_0}$$

$$- R_2 = R_0 - \Delta R$$

$$\rightarrow U_d = - \frac{U_0}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R_0}$$

$$- R_1 = R_0 - \Delta R, R_2 = R_0 + \Delta R$$

$$\rightarrow U_d = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R_0}$$

$$- R_2 = R_0 + \Delta R, R_3 = R_0 - \Delta R$$

$$\rightarrow U_d = - \frac{U_0}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R_0}$$

④

~~$$\sigma \propto \epsilon$$~~
$$\text{Definition: } \epsilon = \frac{\Delta L}{L} \left(= \frac{\Delta R}{R \cdot K} \right)$$

⑤

Durch mechanische Belastung (Spannung) wird der elekt. Widerstand vergrößert. Ursachen:

- Vergrößerung der Drahtlänge } $R = S \cdot \frac{L}{A}$
- Verringung der Querschnittsfläche } $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$

⑥

~~$$\sigma \propto \epsilon$$~~,
$$K = \frac{\Delta R}{R \cdot \epsilon}, K = 2\mu + 1 + \frac{\Delta S}{S \cdot \epsilon} \underset{\approx 0}{\approx} 0 \rightarrow K = 2\mu + 1$$

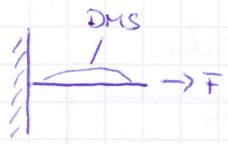
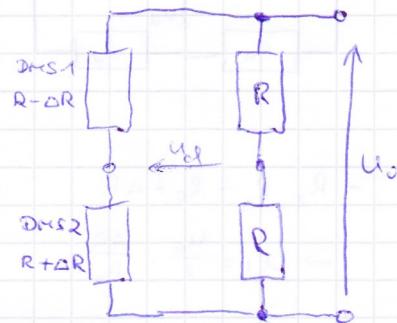
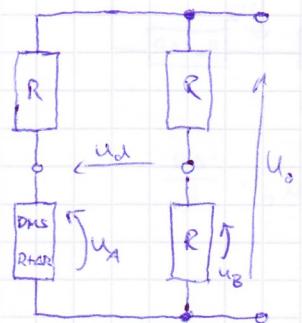
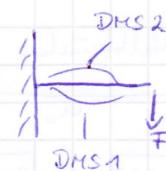
$$(\mu = \text{Poissonzahl, Materialkonstante})$$

⑦

Metall-DMS: K-Faktor = 2

Halbleiter-DMS: K-Faktor = 100...160

(7)

ein aktiver DMSzwei aktive DMS

$$U_d = \frac{U_0}{4} \cdot \left(\frac{\Delta R}{R_0} \right)$$

$$U_d = \frac{U_0}{2} \cdot \left(\frac{\Delta R}{R_0} \right)$$

(8)

Störkompenstation Vierleitbrücke:

- Verschaltung zweier DMS in eine Halbleitbrücke
- zweiter DMS „passiv“: erfassst Störgröße
- erster DMS „aktiv“: erfassst Stör- und Messsignal

Störkompenstation Halbleitbrücke:

- zweiter DMS auch „aktiv“: gegenfeilige Wirkung
→ statt Dehnung muss Gerauscht werden

(9)

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

- Länge nimmt bei Dehnung zu
- Querschnitt nimmt bei Dehnung ab
- Spezifische Widerstand kann sich ändern
→ wird größer
- Länge nimmt bei Spannung ab
- Querschnitt nimmt .. zu
- Widerstand wird kleiner

(10)

1) Messobjekte und DMS dehnen sich unterschiedlich aus → Störeffekt / unerwünschte Spannung

2) Lösung: „Temperaturkompensierte DMS“

3) Anpassung des DMS mit besonderer Legierung → Ausdehnungsverhalten mit Messobjekt abstimmen
(→ Vermeidung von Relativdehnung)