Messtechnik Klausur 2014 (abgeschrieben)

Aufgabe 1:
Die Durchbiegung einer historischen Brücke wird durch Metalldehnmessstreifen überwacht. Zwei Dehnmessstreifen sind auf der Oberseite (A und B), zwei auf der Unterseite (C und D) eines Trägers angebracht, und zwar so, dass sie durch folgende Gleichungen beschrieben werden können:

$$R_{A,B}(\varepsilon) = R_0[1 + r(\varepsilon)]$$
$$R_{C,D}(\varepsilon) = R_0[1 - r(\varepsilon)]$$

mit $R_0 = 300\Omega$ und $r(\varepsilon) = 2\ \varepsilon$.

Die vier Widerstände sind ordnungsgemäß zu der Wheatstone-Brücke zusammengeschaltet, die die höchste Empfindlichkeit besitzt. Die Betriebsspannung der Brücke wurde mit $\bar{U}_b = 3V$ ermittelt bei einem Vertrauensbereich $t \cdot \bar{s}(\bar{U}_b) = \pm 1mV$. Bei der Grenzbelastung (Alarmfall), bei der Alarm ausgelöst wird, wurden in 10 unabhängigen Versuchen die nachfolgend aufgeführten Brückendiagonalspannungen $U_r(\varepsilon_{max})$ ermittelt:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_i(\varepsilon_{max})/mV$	112	114	111	113	115	115	113	109	113	112

Aufgabe 1.1:
Berechnen Sie den Mittelwert (wird als Alarmwert festgelegt) und den Vertrauensbereich ($t = 2,262$) der Brückendiagonalspannungen $U(\varepsilon_{max})$!

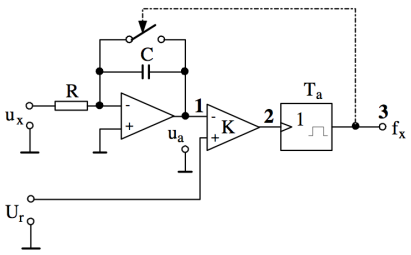
Aufgabe 1.2:
a.) Skizzieren Sie eine Wheatstonebrücke mit den Widerständen $R_1,\ R_2,\ R_3,\ R_4$!
b.) Leiten Sie (allgemein) die Brückendiagonalspannung U_D als Funktion der Widerstände $R_1,\ R_2,\ R_3,\ R_4$ bei einer als ideal angenommenen Brückenspeisespannung U_b her!
c.) Ordnen Sie die Widerstände R_{A-D} den Widerständen $R_1,\ R_2,\ R_3,\ R_4$ zu!
d.) Wie heißt diese spezielle Brückenschaltung?
e.) Wie lautet nun die Gleichung für die Brückendiagonalspannung $U(\varepsilon)$?

Aufgabe 1.3:
a.) Berechnen Sie unter Nutzung der in 1.2 e.) ermittelten Gleichung den Mittelwert von ε_{max} und den Vertrauensbereich von ε_{max}!
b.) Ist die Betriebsspannung ausreichend stabilisiert?

Aufgabe 1.4:
Welche Folgen treten ein, wenn
a.) die Temperatur aller vier Dehnungsmessstreifen von den Laborbedingungen identisch abweicht?
b.) die Temperatur der beiden oben auf dem Träger montierten Dehnmessstreifen von der der unter dem Träger montierten Dehnmessstreifen abweicht?
c.) Falls dadurch ein Messfehler entsteht, zu welcher Kategorie gehört dieser Fehler?
d.) Schätzen Sie ab, welche Folge es auf den Alarmfall hätte, wenn die Temperaturdifferenz 10 K und der Temperaturkoeffizient $2 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ beträgt!

Aufgabe 2:
Für einen Halbleitertemperatursensor (Zweipolstromquelle, min. $4V$ Spannungsdifferenz für die Funtionstüchtigkeit der internen Schaltung) mit folgender Kennlinie $I_T = 1\frac{\mu A}{K}T$ (T-absolute Temperatur) soll eine Operationsverstäkerschaltung (Schaltplan und Dimensionierung) entworfen werden, die folgende Ausgangsspannung liefert: $U_a = \frac{100mV}{K}\vartheta$ (ϑ - Celsius-Temperatur). Die Versorgungsspannung des Operationsverstärkers beträgt $U_{b+} = 12V$ und $U_{b-} = -12V$. Es steht eine Referenzstromquelle mit $U_{ref} = 10V$ zur Verfügung.

Aufgabe 3:
Die Schaltung für einen u/f-Sägezahnumsetzer ist in nebenstehender Abbildung dargestellt. Leiten Sie den Zusammenhang zwischen F_x und u_x ab! Skizzieren Sie den Signalverlauf für die Punkte 1 (u_a), 2 (Komparatorausgang) und 3 (f_x) für eine zeitlich konstante Eingangsspannung u_x!



Aufgabe 4:
a.) Ordnen Sie die folgenden primäre Eigenschaften piezoelektrischen Kraftsensoren zu:
☐ Krafteinwirkung hat eine Widerstansdsänderung zur Folge
☐ Krafteinwirkung hat eine Kapazitätsänderung zur Folge
☐ Krafteinwirkung hat eine Induktivitätsänderung zur Folge
☐ durch Krafteinwirkung werden Ladungen generiert
☐ durch Krafteinwirkung wird ein Strom induziert
☐ sind niederohmig
☐ sind halbohmig
☐ sind hochohmig
☐ werden in Brückenschlaltungen verwendet
☐ werden an Ladungsverstärker angeschlossen

b.) für Hallsensoren gilt:
☐ sie beruhen auf der Lorentzkraft
☐ sie besitzen eine quadratische Kennlinie
☐ sie werden von einem elektrischen Feld durchdrungen
☐ sie werden von einem magnetischen Feld durchdrungen
☐ bei Drehzahlmessung ist ihre Ausgangsspannung drehzahlabhängig

c.) Zur Weiterverarbeitung des Sensorsignals eines Thermoelements eignet sich:
☐ ein Spannungsverstärker
☐ ein Stromverstärker
☐ ein Spannungs-Strom-Wandler
☐ ein Strom-Spannungs-Wandler
☐ eine Wheatstone-Brücke