

Messtechnik Vorbereitungsklausur 1

Bearbeitungsdauer: 90 Minuten

Es darf nur der DHBW Taschenrechner benutzt werden.

1. Aufgabe:

Mit $\bar{x} \pm s$ wird ein Bereich unter der Gaußkurve erfasst, in dem ...

- 68,3 % aller Messwerte liegen
- 95,4 % aller Messwerte liegen
- 99,7 % aller Messwerte liegen
- die Messwerte innerhalb der beiden Wendepunkte liegen

(Fragetyp Mehrfachwahl)

4 Punkte

2. Aufgabe:

Was ist der Formfaktor bei der Messung eines Wechselspannungssignals?

- Das Verhältnis aus Spitzenwert zu dem Effektivwert,
- Das Verhältnis aus dem Gleichrichtwert zu dem Effektivwert,
- Das Verhältnis aus Spitze-Spitze-Wert zu dem Effektivwert.

(Fragetyp Einfachwahl)

2 Punkte

3. Aufgabe:

Wozu dienen Testfunktionen?

- Analyse des Messsignals
- Analyse der Messschaltung
- Analyse des Messsystems

(Fragetyp Einfachwahl)

2 Punkte

4. Aufgabe:

Die bestimmenden Kenngrößen eines AD-Wandlers sind...

- die Auflösung
- die Abtastfrequenz
- der Eingangswiderstand
- der Ausgangswiderstand

(Fragetyp Mehrfachwahl)

4 Punkte

5. Aufgabe:

Die relative Abweichung eines AD-Wandlers mit 4 Bit beträgt...

- 0.66
- 0.6%
- 6.6%
- 0.066

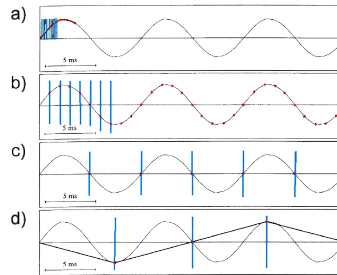
(Fragetyp Mehrfachwahl)

4 Punkte

6. Aufgabe:

Welches Bild zeigt "perfect sampling"?

- a)
- b)
- c)
- d)
- keine der Abbildungen



(Fragetyp Einfachwahl)

2 Punkte

7. Aufgabe:

Bei der frequenzanalogen Übertragung von Signalen wird die Information weitgehend übertragen.

- digital
- ohne Übersprechen
- verlustfrei
- proportional

(Fragetyp Einfachwahl)

2 Punkte

8. Aufgabe:

Unter welchen Umständen muss ein Messgerät geeicht sein?

- Wenn es mindestens oder genauer ist als 0,1%
- Wenn es kommerziell eingesetzt wird
- Es muss grundsätzlich geeicht sein

(Fragetyp Einfachwahl)

2 Punkte

9. Aufgabe:

Die effektive Spannung ist...

- der Gleichspannungswert bei unterdrücktem Rauschen
- der arithmetische Mittelwert einer Gleich- oder Wechselspannung
- der Gleichspannungswert, der einer gerichteten Wechselspannung entspricht

(Fragetyp Einfachwahl)

2 Punkte

10. Aufgabe:

Welcher Messfehler kann mit Hilfe statisch-numerischer Methoden, wie z.B. Mittelwertbildung eliminiert werden?

- Bekannter systematischer Fehler
- Stochastischer Fehler
- Unbekannter systematischer Fehler

(Fragetyp Einfachwahl)

2 Punkte

11. Aufgabe:

Wie lautet die Gleichung für die Normalverteilung und benennen Sie die Variablen.

10 Punkte

Lösung:

$$N(x, \bar{x}, s) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x - \bar{x})^2}{2s^2}}$$

$N(x, \bar{x}, s)$: Dichtefunktion (Häufigkeit)

x : Messwert bzw. Streuung des Messwertes

$\bar{x}, (\mu)$: Mittelwert, (Erwartungswert)

$s, (\sigma)$: empirische Standardabweichung, (Standardabweichung)

$s^2, (\sigma^2)$: Varianz

12. Aufgabe:

Was versteht man unter dem Klirrfaktor?

4 Punkte

Lösung:

Definition Klirrfaktor K : Das Verhältnis der Summe der Effektivwerte aller Oberschwingungen (ohne Grundschwingung) zum Effektivwert des gesamten Spektrums.

13. Aufgabe:

Nennen Sie 4 Ursachen für systematische Fehler.

4 Punkte

Lösung:

- Verwendung falscher Messinstrumente
- Falsche elektrische Schaltung
- Überschreitung der Gültigkeitsgrenze physikalischer Gesetze
- Äußere Einflüsse (Luftauftrieb, Temperatur, äußere Störfehler)

14. Aufgabe:

Wann wird das Gauss'sche Fehlerfortpflanzungs-Verfahren verwendet?

6 Punkte

Lösung:

Wenn eine gesuchte Größe $A(x, y, z, \dots)$ nicht direkt messbar ist, sondern aus den gemessenen Größen x, y, z, \dots , mit den **durch Messreihen bestimmten Fehlern** $\Delta x, \Delta y, \Delta z, \dots$ errechnet wurden, ist das Fehlerfortpflanzungsgesetz von Gauß anzuwenden.

15. Aufgabe:

Wann wird das Lineare Fehlerfortpflanzungs-Verfahren verwendet?

6 Punkte

Lösung:

Wenn eine gesuchte Größe $A(x, y, z, \dots)$ nicht direkt messbar ist, sondern aus den gemessenen Größen x, y, z, \dots , mit **Größtfehlern** $\Delta x, \Delta y, \Delta z, \dots$ bestimmt wurden, ist das Lineare Fehlerfortpflanzungsgesetz anzuwenden (z.B. bei Einzelmessungen der Parameter).

16. Aufgabe:

Ein Zweipol wurde bei $f = 20 \text{ kHz}$ vermessen. Dabei ergaben sich die Messwerte $|Z| = 50\Omega$ und $\varphi = -45^\circ$.

Ist der Blindanteil $X = \text{Im}\{Z\}$ kapazitiv oder induktiv?

2 Punkte

Lösung:

$$X_C = \frac{1}{j\omega C} = -\frac{j}{\omega C} \implies \varphi = -45^\circ \implies \text{kapazitiv}$$

17. Aufgabe:

Nennen Sie zwei Analog-Digital-Wandler(ADW)-Prinzipien.

4 Punkte

Lösung:

- Dual-Slope-Verfahren
- Approximations-Verfahren

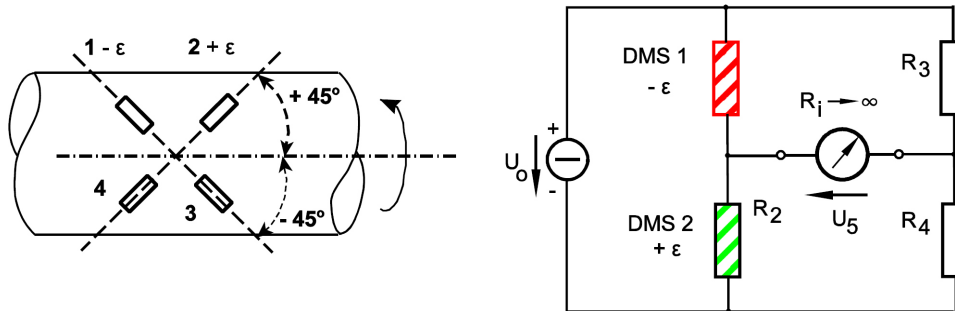
18. Aufgabe:

Bestimmung des Drehmomentes einer Welle.

Das Drehmoment einer Welle wird mit Hilfe der DMS-Messtechnik gemessen. DMS Sensoren verändern ihren Widerstand durch ihren Aufbau bezüglich Dehnung und Stauchung in unterschiedliche Richtungen.

Die zwei zur Verfügung stehenden Dehnungsmeßstreifen DMS haben einen k -Faktor von 2,01 und einen Widerstand $R = 300 \text{ Ohm}$ und haben denselben Temperaturkoeffizient.

Sie können entsprechend der Skizze unter einem Winkel von 45 Grad zur Längsachse der Welle angeordnet werden, wobei die DMS der +45 Grad-Linie um $+\epsilon$ gedehnt und die der -45 Grad-Linie gleich groß um $-\epsilon$ gestaucht werden.



Die Welle hat einen Durchmesser $D = 3,1 \text{ cm}$, einen Elastizitätsmodul $E = 20,5 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ und eine Querdehnungszahl von $\mu = 0,31$. Es wird eine Wheatstonesche Messbrücke mit Gleichstromspeisung verwendet, die im Ausschlagverfahren arbeitet und mit einer Gleichspannung von $U = 3,5 \text{ V}$ versorgt wird. Zwischen Drehmoment M_D und Dehnung ϵ besteht folgende Beziehung:

$$M_D = \frac{E\pi D^3 \epsilon}{16(1 + \mu)}$$

Die Formel für die Ausgangsspannung U_5 in Abhängigkeit von ϵ ist:

$$U_5 = \frac{1}{2} U_0 k \epsilon.$$

- a) Die Brücke soll abgeglichen sein, wenn kein Drehmoment angreift. Wie groß sind die übrigen beiden Widerstände der Messbrücke?

4 Punkte

Lösung:

$$R_3 = R_4 = 300 \text{ Ohm}$$

- b) Ist die von Ihnen gewählte Messbrücke temperaturkompensiert? Bitte erklären Sie kurz den Grund hierfür.

6 Punkte

Lösung:

Ja

Da beide DMS denselben Temperaturkoeffizient besitzen, und sie beide sehr nah an der Welle lokalisiert sind, ändert sich das Verhältnis beider DMS nicht und beeinflusst somit bei Temperaturänderung in gewissen Grenzen die Spannung U_5 nicht.

c) Wie groß ist der in einem der beiden DMS fließende Strom?

4 Punkte

Lösung:

$$I = \frac{U_0}{R_{DMS_1} + R_{DMS_2}} = \frac{3,5V}{600\Omega} = 5,83 \text{ mA}$$

d) Wie groß ist das Drehmoment, wenn eine Brückenausgangsspannung von $880 \mu V$ angezeigt wird?

6 Punkte

Lösung:

$$\epsilon = \frac{2 \cdot U_5}{U_0 k}$$

$$M_D = \frac{E\pi D^3}{16(1+\mu)} \cdot \frac{2 \cdot U_5}{U_0 \cdot k} = \frac{20,5 \cdot 10^4 \frac{N}{mm^2} \pi \cdot 31^3 mm^3}{16(1+0,31)} \cdot \frac{2 \cdot 880 \cdot 10^{-6} V}{3,5V \cdot 2,01} \cdot \frac{1m}{10^3 mm} =$$
$$= \frac{20,5 \cdot 6,2838 \cdot 29,791 \cdot 8,8Nm}{16 \cdot 1,31 \cdot 3,5 \cdot 2,01} \cdot 10^{4+3+2-6-3} = 229Nm$$

e) Welcher relative Fehler ergibt sich für das unter f) ermittelte Drehmoment, wenn der Wellendurchmesser einen Fehler von $\pm 0,2 \text{ mm}$ aufweist und die Brückenspeisespannung auf $\pm 3\%$ stabilisiert ist? Die übrigen Elemente der Messbrücke seien fehlerfrei.

4 Punkte

Lösung:

Potenzfunktion, es fallen viele konstante Faktoren heraus

$$\frac{\pm \Delta M_D}{M_D} = 3 \cdot \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta U_0}{U_0} = 3 \cdot \frac{0,2mm}{31mm} + 3\% = 4,935\%$$

f) Wie groß ist der absolute Fehler?

4 Punkte

Lösung:

$$\Delta M_D = 4,935\% \cdot 229Nm = 11,3Nm$$

Summe

90 Punkte