

## Messtechnik Vorbereitungsklausur 2

1. Aufgabe:

**Was ist der Scheitelfaktor bei der Messung eines Wechselspannungssignals?**

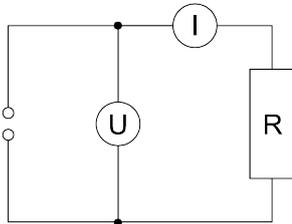
- Das Verhältnis aus dem Spitzenwert zu dem Effektivwert,
- Das Verhältnis aus Gleichrichtwert zu dem Effektivwert,
- Das Verhältnis aus Spitze-Spitze-Wert zu dem Effektivwert.

*(Fragetyp Einfachwahl)*

**2 Punkte**

2. Aufgabe:

**Geben Sie an, welche Aussagen richtig sind.**



- Bei der Schaltung handelt es sich um eine Stromfehlerschaltung zur indirekten Widerstandsmessung.
- Die indirekte Widerstandsmessung basiert auf der Anwendung des Ohmschen Gesetzes.
- Die Schaltung ist für die Messung großer Widerstände besser geeignet als für die Messung kleiner Widerstände.
- Die systematische Messabweichung der Schaltung würde zu Null werden, wenn das verwendete Spannungsmessgerät einen unendlich hohen Innenwiderstand aufweisen würde.
- Bei bekannten Innenwiderständen von Strom- und Spannungsmessgerät kann der korrekte Widerstandswert von  $R$  mittels einer Korrekturformel ermittelt werden.

*(Fragetyp Mehrfachwahl)*

**6 Punkte**

3. Aufgabe:

**Ein analoges Spannungssignal im Bereich von -10 V bis 10 V soll so digitalisiert werden, dass der maximale Quantisierungsfehler  $1 \mu\text{V}$  beträgt. Geben Sie an, mit wie viel Bit der AD-Umsetzer mindestens arbeiten muss!**

- 14 Bit
- 20 Bit
- 24 Bit
- 25 Bit

*(Fragetyp Einfachwahl)*

**2 Punkte**

4. Aufgabe:

**Was gilt für frequenzanaloge Messsignale?**

- Die Information steckt in der Frequenz des Sensorsignals,
- Die Amplitude kann innerhalb eines Wertebereichs jeden Wert annehmen,
- Digitalisierung ist aufwendig.

*(Frage typ Einfachwahl)*

**2 Punkte**

5. Aufgabe:

**Ein ohmscher Widerstand mit einem Nennwert von  $1 \Omega$  soll unter Verwendung eines Strommessgeräts (Innenwiderstand  $1 \Omega$ ) und eines Spannungsmessgeräts (Innenwiderstand  $1 M\Omega$ ) indirekt gemessen werden.**

**Erläutern Sie, ob die geringere Messabweichung bei Einsatz einer Spannungsfehlerschaltung oder bei Einsatz einer Stromfehlerschaltung zu erwarten ist und skizzieren Sie die von Ihnen ausgewählte Schaltung.**

**6 Punkte**

6. Aufgabe:

Auf einer zukünftigen Marsmission soll den Astronauten eine Waage mitgegeben werden, um vor Ort die Masse von für den Transport zur Erde bestimmten Gesteinsproben ermitteln zu können.

Im Auftrag der ESA sollen Sie analysieren, welche Grundprinzipien von Waagen für diesen Zweck einsetzbar sind. Ihre Großmutter schlägt vor, hierfür eine Balkenwaage und einen Satz kalibrierter Massestücke einzusetzen, wie sie dies noch aus ihrer Jugend vom Wochenmarkt kennt.

Geben Sie an, ob eine derartige Wägearordnung auf dem Mars bei sachgemäßer Verwendung eine präzise Massebestimmung erwarten lässt. Begründen Sie Ihre Antwort.

4 Punkte

7. Aufgabe:

Formulieren Sie das Abtasttheorem nach Shannon. Skizzieren Sie anhand eines Sinussignals exemplarisch, wie es durch Verletzung des Abtasttheorems zu einer fehlerhaften Rekonstruktion des Ursprungssignals kommen kann!

6 Punkte

8. Aufgabe:

Eine elektrische Spannung im Bereich zwischen  $-5\text{ V}$  und  $+5\text{ V}$  mit einer maximalen Signalfrequenz von  $f_{max} = 20\text{ kHz}$  soll so digitalisiert werden, dass

- das Abtasttheorem nach Shannon eingehalten wird und
- die maximale Quantisierungsabweichung weniger als  $0.1\text{ mV}$  beträgt ( $\pm 0.1\text{ mV}$ ).

Geben Sie an,

- a) welche Abtastfrequenz mindestens erforderlich ist.
- b) welche Auflösung in Bit mindestens erforderlich ist.

2 + 4 Punkte

9. Aufgabe:

Ein Zweipol wurde bei  $f=10\text{ kHz}$  vermessen. Dabei ergaben sich die Messwerte  $|Z| = 100\ \Omega$  und  $\varphi = 30^\circ$ .

- a) Ist der Blindanteil  $X = \text{Im}\{Z\}$  kapazitiv oder induktiv?
- b) Betrachten Sie den Zweipol als Serienschaltung aus 2 Komponenten. Geben Sie den Realteil  $R = \text{Re}\{Z\}$  an.
- c) Geben Sie den Imaginärteil  $X = \text{Im}\{Z\}$  an.
- d) Geben Sie den Wert des Blindelements an (also  $L = \dots$  oder  $C = \dots$  je nach Ergebnis von a)

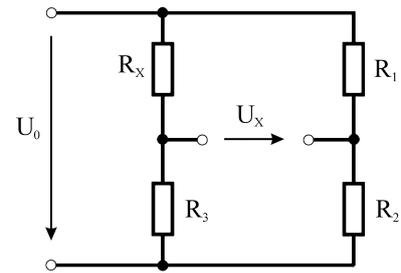
2 + 2 + 2 + 2 Punkte

10. Aufgabe:

Zur Messung von Widerständen wird eine sogenannte Messbrücke verwendet, deren Schaltung rechts abgebildet ist.

Folgende Werte sind gegeben:

$$R_1 = 100 \text{ k}\Omega, R_2 = R_3 = R = 1 \text{ k}\Omega.$$



- a) Bestimmen Sie die Spannung  $U_X$  im Brückenweig als Funktion des Widerstandes  $R_X$ .  
(Hinweis: Maschenregel über  $R_3$  und  $R_2$  sowie Spannungsteiler links und rechts).

6 Punkte

- b) Die kleinste messbare Spannung  $U_X$  ist 1 mV und die Betriebsspannung  $U_0$  beträgt 1.5 V. Wie groß können die Widerstände  $R_X$  höchstens sein, die mit dieser Messbrücke bestimmt werden können?

4 Punkte

- c) Wie groß ist die relative Messunsicherheit bei diesem maximalen Widerstand, wenn die absolute Messunsicherheit lt. Datenblatt des Instrumentes  $\Delta U = 1 \text{ mV}$  beträgt?

8 Punkte

Summe

60 Punkte

# Tabelle mit Einheiten und Konstanten

Symbol	physikalische Größe	Einheit	MKSA-Einheit	el. Einheit
$i, I$	elektr. Strom	A (Ampere)	A	A
$u, U$	elektr. Spannung	V (Volt)	$\text{m}^2\text{kg s}^{-3}\text{A}^{-1}$	V
$G$	elektr. Leitwert	S (Siemens)	$\text{m}^{-2}\text{kg}^{-1}\text{s}^3\text{A}^2$	$\text{AV}^{-1}$
$R$	elektr. Widerstand	$\Omega$ (Ohm)	$\text{m}^2\text{kg s}^{-3}\text{A}^{-2}$	$\text{VA}^{-1}$
$R_m$	magn. Widerstand		$\text{m}^{-2}\text{kg}^{-1}\text{s}^2\text{A}^2$	$\text{AV}^{-1}\text{s}^{-1}$
$\vec{E}$	elektr. Feldstärke		$\text{m kg s}^{-3}\text{A}^{-1}$	$\text{Vm}^{-1}$
$\vec{D}$	elektr. Flussdichte		$\text{m}^{-2}\text{sA}$	$\text{Asm}^{-2}$
$\vec{J}$	elektr. Stromdichte		$\text{m}^{-2}\text{A}$	$\text{Am}^{-2}$
$\vec{H}$	magn. Feldstärke		$\text{m}^{-1}\text{A}$	$\text{Am}^{-1}$
$\vec{B}$	magn. Flussdichte	T (Tesla)	$\text{kg s}^{-2}\text{A}^{-1}$	$\text{Vsm}^{-2}$
$\epsilon$	Permittivität		$\text{m}^{-3}\text{kg}^{-1}\text{s}^4\text{A}^2$	$\text{AsV}^{-1}\text{m}^{-1}$
$\mu$	Permeabilität		$\text{m kg s}^{-2}\text{A}^{-2}$	$\text{VsA}^{-1}\text{m}^{-1}$
$Q$	elektr. Ladung	C (Coulomb)	sA	As
$C$	Kapazität	F (Farad)	$\text{m}^{-2}\text{kg}^{-1}\text{s}^4\text{A}^2$	$\text{AsV}^{-1}$
$L$	Induktivität	H (Henry)	$\text{m}^2\text{kg s}^{-2}\text{A}^{-2}$	$\text{VsA}^{-1}$
$P$	Leistung	W (Watt)	$\text{m}^2\text{kg s}^{-3}$	VA
$A$	Arbeit	J (Joule)	$\text{m}^2\text{kg s}^{-2}$	VAs
$\Phi$	magn. Fluss	Wb (Weber)	$\text{m}^2\text{kg s}^{-2}\text{A}^{-1}$	Vs
$\kappa$	elektr. Leitfähigkeit		$\text{m}^{-3}\text{kg}^{-1}\text{s}^3\text{A}^2$	$\text{AV}^{-1}\text{m}^{-1}$
$\Theta$	elektr. Durchflutung	A (Ampere)	A	A
$\vec{F}$	Kraft	N (Newton)	$\text{m kg s}^{-2}$	$\text{VA sm}^{-1}$
$f$	Frequenz	Hz (Hertz)	$\text{s}^{-1}$	
$\omega$	Kreisfrequenz		$\text{s}^{-1}$	
$\vec{v}$	Geschwindigkeit		$\text{ms}^{-1}$	
$\vec{a}$	Beschleunigung		$\text{ms}^{-2}$	

Symbol	Wert	Konstante
$e$	$1,602176487 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	Elementarladung
$m_e$	$9,109382914 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	Elektronen Ruhemasse
$n$	$1,660538921 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	Atomare Masseneinheit
$c_0$	$299792458 \text{ ms}^{-1}$	Vakuumlichtgeschwindigkeit
$\mu_0$	$4\pi \cdot 10^{-7} \text{ VsA}^{-1}\text{m}^{-1}$	Vakuumpermeabilität
$\epsilon_0$	$\mu_0^{-1}c_0^{-2} = 8,85418781762 \cdot 10^{-12} \text{ AsV}^{-1}\text{m}^{-1}$	Vakuumpermittivität
$g$	$9,80665 \text{ ms}^{-2}$	Erdbeschleunigung

Name	Zeichen	Multiplikator	Name	Zeichen	Multiplikator
Exa	E	$10^{18}$	Dezi	d	$10^{-1}$
Peta	P	$10^{15}$	Zenti	c	$10^{-2}$
Tera	T	$10^{12}$	Milli	m	$10^{-3}$
Giga	G	$10^9$	Mikro	$\mu$	$10^{-6}$
Mega	M	$10^6$	Nano	n	$10^{-9}$
Kilo	k	$10^3$	Piko	p	$10^{-12}$
Hekto	h	$10^2$	Femto	f	$10^{-15}$
Deka	da	$10^1$	Atto	a	$10^{-18}$