

DC- Messtechnik 1 Fragen

Welche physikalischen Größen werden durch die elektrische Messtechnik erfasst?
Womit werden nichtelektrische Größen mit elektrischen Methoden erfassbar?
Woraus besteht eine Messwertangabe?
Welche Wirkungen des elektrischen Stromes werden in der Messtechnik genutzt (Beispiele)?
Stellen Sie analoge und digitale Messgeräte gegenüber!
Unterschied Messgeräte mit / ohne Messverstärker?
Unterschied Messgeräte für eine / mehrere Messgrößen?
Nennen Sie das Prinzip und wesentliche Teile eines Drehspulinstrumentes!
Nennen Sie das Prinzip und wesentliche Teile eines Dreheiseninstrumentes!
Nennen Sie das Prinzip und wesentliche Teile eines elektrodynamischen Messwerkes!
Welche Grenzen für Messinstrumente gibt es und wie sind sie bestimmt?
Welche üblichen Stufungen gibt es für die Messbereichsendwerte (mit Beispiel)?
Welche Genauigkeitsklassen gibt es und welche werden in Labors üblicherweise eingesetzt?
Wie wird ein Amperemeter geschaltet?
Was ist beim Einsetzen eines Amperemeters in eine Schaltung zu beachten?
Welchen Fehler bringt ein Amperemeter in den Messkreis ein?
Was ist ein Shunt?
Wie wird die Auswirkung der Temperaturabhängigkeit des Spulenwiderstandes beim Amperemeter vermindert?
Welche elektrischen Größen sind für den Aufbau von Shuntwiderständen bestimmend?
Was ist beim Aufbau der Kontaktierung von Shuntwiderständen zu beachten?
Wie wird ein Voltmeter geschaltet?
Was ist beim Einsetzen eines Voltmeters in eine Schaltung zu beachten?
Welchen Fehler bringt ein Voltmeter in das Messobjekt ein?
Wie wird die Auswirkung der Temperaturabhängigkeit des Spulenwiderstandes beim Voltmeter korrigiert?
Welche elektrischen Größen sind für die Auswahl von Serienwiderständen für Voltmeter bestimmend?
Was ist der Kennwert eines Voltmeters?
Was ist der Unterschied zwischen Anzeigebereich und Messbereich ?
Welche Methoden gibt es zur Messung von Widerständen ?

DC- Messtechnik 1 Rechenbeispiele

MT01) Ein Drehspulinstrument hat einen Spulenwiderstand R_M von $50 \, \Omega$. Der Messbereich ist $1 \, \text{mA}$. Ein Serienwiderstand R_R (Temperaturstabilisierung) soll 4 mal so groß sein wie R_M . Wie groß ist ein Shuntwiderstand zu dimensionieren, wenn der Messstrom $100 \, \text{A}$ für Vollausschlag betragen soll ? Wie groß sind die Leistung im Shunt und der Spannungsabfall ? Wie breit muss ein Streifen mit einer Dicke von $2,5 \, \text{mm}$ aus Konstantan ($\rho = 0,5 \, \Omega \text{mm}^2/\text{m}$, zulässige Stromdichte $2,5 \, \text{A}/\text{mm}^2$) zur Herstellung dieses Shunts sein und wie weit müssen die Spannungsabgriffpunkte auseinander liegen ?

($2,5 \, \text{m}\Omega$, $25 \, \text{W}$, $250 \, \text{mV}$, $16 \, \text{mm}$, $200 \, \text{mm}$)

MT02) Ein Drehspulinstrument hat einen Spulenwiderstand R_M von $120 \, \Omega$. Der Messbereich ist $250 \, \mu\text{A}$. Es soll ein Mehrfachvoltmeter mit Umschalter gebaut werden. Berechnen Sie die Vorwiderstände für Spannungsbereiche von 10 , 30 , 100 und $500 \, \text{V}$ (Widerstand und Leistung), wenn die einzelnen Widerstände eine maximale Spannung von $80 \, \text{V}$ verkraften. Berechnen Sie den Kennwert dieses Voltmeters. Machen Sie eine Schaltskizze.

($39880 \, \Omega$ / $2,5 \, \text{mW}$, $80 \, \text{k}\Omega$ / $5 \, \text{mW}$, $280 \, \text{k}\Omega$ / $17,5 \, \text{mW}$, $5 \times 320 \, \text{k}\Omega$ / je $20 \, \text{mW}$, $4 \, \text{k}\Omega/\text{V}$)

MT03) Für eine Galvanikanlage soll ein Shunt für die Strommessung dimensioniert werden. Der Strom soll als Spannungsabfall mit 10 mV pro 200 A gemessen werden können. Der maximale Strom ist 1500 A. Berechnen Sie dafür den Widerstand, den Spannungsabfall und die Verlustleistung. Ermitteln Sie eine geeignete Geometrie für den Shunt, wenn Konstantan ($\rho = 0,5 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, zulässige Stromdichte $4 \text{ A}/\text{mm}^2$) als Material verwendet werden soll.

(50 $\mu\Omega$, 75 mV, 112,5 W, $A = 375 \text{ mm}^2$, $l = 37,5 \text{ mm}$)

Hinweis: der gesamte erforderliche Querschnitt wird zweckmäßigerweise durch Parallelschaltung von Blechstreifen hergestellt, wobei die einzelnen Streifen voneinander getrennt sind, damit Kühlluft Zutreten kann.

MT04) In einer Schalttafel soll ein kostengünstiges Dreheiseninstrument Klasse 2,0 zur Betriebsüberwachung eines Stromes eingesetzt werden. Dieses Instrument hat einen Spulenwiderstand R_M von 20 Ω . Der Strom für den Messbereichsendwert ist 2 mA. Ein Serienwiderstand R_R (Temperaturstabilisierung) soll 2 mal so groß sein wie R_M .

a) Wie groß ist ein Shuntwiderstand zu dimensionieren, wenn der Messstrom 70 A für Vollausschlag betragen soll? Wie groß sind die Leistung im Shunt und der Spannungsabfall?

b) Wie breit muss ein Streifen mit einer Dicke von 2 mm aus Konstantan ($\rho = 0,5 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, zulässige Stromdichte $3,5 \text{ A}/\text{mm}^2$) zur Herstellung dieses Shunts sein und wie weit müssen die Spannungsabgriffpunkte auseinander liegen?

c) Welcher Strom kann noch abgelesen werden, wenn die Skala im Bereich von 10% bis 100% des Vollausschlagwinkels beschriftet ist?

(a) 1,714 m Ω , 8,4 W, 0,12 V (b) 10 mm, 68,6 mm (c) 22,1 A

MT05) In einer Schalttafel soll ein kostengünstiges Dreheiseninstrument Klasse 2,0 zur Betriebsüberwachung einer Spannung eingesetzt werden. Dieses Instrument hat einen Spulenwiderstand R_M von 15 Ω . Der Strom für den Messbereichsendwert ist 1 mA.

a) Wie groß ist ein Vorwiderstand zu dimensionieren, wenn die Messspannung 250 V für Vollausschlag betragen soll? Wie groß ist die Leistung im Vorwiderstand?

b) Welche Spannung kann noch abgelesen werden, wenn die Skala im Bereich von 5% bis 100% des Vollausschlagwinkels beschriftet ist?

(a) 250 k Ω , 250 mW (b) 55,9 V

MT06) Ein digitales Messwerk hat einen Eingangswiderstand von 50 k Ω . Es zeigt bei einer Eingangsspannung von 20 V einen Messwert von 999 an. Wie ist ein Vorwiderstand zu dimensionieren, damit die Anzeige bei 250 V auch 250 beträgt?

2,450 M Ω / 24,5 mW

MT07) Ein Voltmeter hat einen Kennwert von 2,5 k Ω / V. Ein Amperemeter hat einen Spannungsabfall von 15 mV / 100 mA. Mit diesen beiden Instrumenten sollen Widerstände nach der Strom- Spannungsmethode gemessen werden (DC). Beurteilen Sie jeweils die Messmethode (stromrichtig oder spannungsrichtig), wenn folgende Werte abgelesen werden:

a) $U = 45 \text{ V}$, $I = 0,23 \text{ A}$

b) $U = 230 \text{ V}$, $I = 18,5 \text{ mA}$

c) $U = 3,9 \text{ V}$, $I = 41 \text{ mA}$

d) $U = 56,2 \text{ V}$, $I = 7,2 \text{ mA}$

e) $U = 1,7 \text{ V}$, $I = 2,03 \text{ A}$

f) $U = 60 \text{ V}$, $I = 0,84 \text{ A}$

MT08) Ein Einbaumessgerät hat einen Messbereich für Vollanzeige von 2 V und einen Eingangswiderstand von 500 k Ω . Berechnen Sie einen Spannungsteiler, der den Einsatz als Voltmeter bis 200 V ermöglicht. Der Eingangswiderstand ist zu berücksichtigen. Die einzelnen Widerstände haben eine maximale Spannungsfestigkeit von 65 V und maximale Leistung von 50 mW. Das Messobjekt darf maximal mit 10 mW belastet werden. (möglichst Normreihen beachten).

($R1 = 3 \times 1 \text{ M}\Omega + 960 \text{ k}\Omega$ / je ca. 2,5 mW, $R2 = 43,48 \text{ k}\Omega$ / 92 μW)

MT09) Ein Einbaumessgerät hat einen Messbereich für Vollanzeige von 0,2 V und einen Eingangswiderstand von 500 M Ω . Berechnen Sie einen Shunt, der den Einsatz als Amperemeter bis 200 A ermöglicht.

Ermitteln Sie eine geeignete Geometrie für den Shunt und wie weit müssen die Spannungsabgriffpunkte auseinander liegen, wenn Konstantan ($\rho = 0,5 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, zulässige Stromdichte 4,5 A/mm²) als Material verwendet werden soll. Berechnen Sie die Verlustleistung im Shunt.

(1 m Ω , 40 W, $A = 44,4 \text{ mm}^2$, $l = 88,9 \text{ mm}$)

MT10) Ein Mikroprozessor enthält einen A/D- Konverter mit einer maximalen Eingangsspannung von 3,5 V. Dessen Eingangswiderstand beträgt 350 k Ω . Berechnen Sie einen Spannungsteiler R1, R2, so dass eine Spannung von 65 V maximal gemessen werden kann. Der Ausgangswiderstand des Spannungsteilers soll 10 % des Eingangswiderstandes in den Prozessor sein. Berücksichtigen Sie den Eingangswiderstand.

(R1 = 590,86 k Ω , R2 = 37,2 k Ω)

MT11) Durch einen Shunt fließt ein zu messender Strom von maximal 13 A. Dieser Strom soll als Spannungsabfall am Shunt mit einem Mikroprozessor gemessen werden. Der Prozessor enthält einen A/D- Konverter mit einer maximalen Eingangsspannung von 3,7 V. Die Leistung im Shunt darf maximal 0,6 W betragen.

Berechnen Sie den Shunt, wenn dieser aus einem Runddraht aus Konstantan ($\rho = 0,5 \text{ } \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, zulässige Stromdichte 4,0 A/mm²) besteht !

Mit welcher Verstärkung ist das Signal des Shunt zu verstärken, damit der Aussteuerbereich des A/D- Konverters voll genutzt werden kann ?

(3,55 m Ω , $d=2,03 \text{ mm}$, $l=23 \text{ mm}$, 80,17)

MT12) Widerstandsmessung mit Stromquellen:

Eine steuerbare elektronische Stromquelle liefert 100 μA und hat dabei eine maximale Ausgangsspannung von 5 V. Der Strom wird als Messstrom zur Messung von Widerständen verwendet, wobei der verursachte Spannungsabfall am Messwiderstand von einem Mikroprozessor erfasst und als Widerstandswert angezeigt wird.

Welcher maximale Widerstand kann in diesem Messbereich gemessen werden ?

Welche Auflösung ist dabei möglich, wenn der A/D- Konverter 8 bit kodiert ?

Welcher Strom muss eingestellt werden, damit Widerstände unter 1 k Ω möglichst genau gemessen werden können ?

(50 k Ω , 196,08 Ω , 5 mA)

MT13) Ein analoges Voltmeter der Genauigkeitsklasse 0,5 hat einen Messbereichsendwert von 250 V. Berechnen Sie den maximalen Fehler. Welche möglichen Ablesewerte ergeben sich beim Messen einer Spannung von 170 V ?

(+/- 1,25 V, 168,75 V, 171,25 V)

MT14) Ein analoges Mehrbereichsamperemeter der Genauigkeitsklasse 1,5 hat Messbereichsendwerte von 10 mA, 50 mA und 3 A. Berechnen Sie den maximalen Fehler. Welche möglichen Ablesewerte ergeben sich beim Messen von Strömen von jeweils des halben Messbereiches ?

(+/- 0,15 mA, 4,85 mA, 5,15 mA; +/- 0,75 mA, 24,25 mA, 25,75 mA; +/- 45 mA, 1,455 A, 1,545 mA)

MT15) Ein Voltmeter hat einen Kennwert von 10 k Ω / V. Wie groß ist sein Innenwiderstand im Bereich 30 V ? Wie groß ist dabei seine maximale Stromaufnahme in diesem Bereich ?

Eine Schaltung hat bezüglich des Messpunktes eine Leerlaufspannung von 25 V bei einem Innenwiderstand von 15 k Ω . Wie groß ist die angezeigte Spannung bei Messung mit angegebenem Voltmeter ?

(300 k Ω , 0,1 mA, 23,8 V)

DC- Messtechnik 2 Fragen

Erläutern Sie die Strom- Spannungsmethode zur Widerstandsmessung !
Wann misst man spannungsrichtig ? Skizzieren Sie die Schaltung !
Wann misst man stromrichtig ? Skizzieren Sie die Schaltung !
Erläutern Sie die Vierleitermethode zur Widerstandsmessung !
Wie arbeitet die Widerstandsmessung mit einer Stromquelle (Schaltskizze dazu) ?
Was sind die Vorteile eines Messgerätes mit Verstärker ?
Was sind die Vorteile eines digitalen Messgerätes ?
Was ist Autoranging ?
Welches Signal entsteht durch Abtastung eines analogen Signales ?
Was ist ein ADC ?
Was ist die Quantisierungsstufe ?
Wie groß ist der Quantisierungsfehler ?
Skizzieren Sie die Teile eines digitalen Messgerätes und beschreiben Sie deren Funktionen!
Wie wird der Fehler eines analogen Messgerätes angegeben ?
Wie kann der Fehler eines digitalen Messgerätes angegeben werden ?
Was ist der Unterschied zwischen Justieren, Kalibrieren und Eichen ?

DC- Messtechnik 2 Rechenbeispiele

MT16) Ein Spannungsteiler besteht aus $R_1 = 220 \text{ k}\Omega$ und $R_2 = 150 \text{ k}\Omega$ und liegt an einer Spannungsquelle von 17,5 V bzw. 56,4 V. Die Ausgangsspannung des Teilers wird mit verschiedenen Voltmetern gemessen. Berechnen Sie die jeweils angezeigte Spannung, wenn im optimalen Bereich gemessen wird.

- a) Voltmeter mit Kennwert von $15 \text{ k}\Omega / \text{V}$ und den Bereichen 3 – 10 – 30 – 100 V.
b) elektronisches Voltmeter mit $R_i = 2,5 \text{ M}\Omega$ in den Bereichen 3 – 30 V und $R_i = 6 \text{ M}\Omega$ im Bereich 100 V.
(a 14,6 V, 53,23 V, b 16,9 V, 55,57 V)

MT17) Ein ADC hat einen analogen Eingangsspannungsbereich von 0 ... 3,5 V und 10 Bit Auflösung. Berechnen Sie die Quantisierungsstufe und den Quantisierungsfehler !
(3,421 mV, +/- 1,711 mV)

MT18) Ein analoges Messgerät hat die Fehlerklasse 0,5. Berechnen Sie den maximalen Fehler in den Messbereichen 3 V, 10 V, 300 V und 750 V.
(15 mV, 50 mV, 1,5 V, 3,75 V)

MT19) Mit einem analogen Messgerät sollen Spannungen gemessen werden. Der maximale Fehler darf im Messbereich 10 V 70 mV und im Messbereich 300 V 2,5 V betragen. Welche Genauigkeitsklasse ist zu wählen ?
(0,5 [0,7, 0,83])

MT20) Die Genauigkeit eines digitalen Messgerätes ist mit +/-0,4 % reading und +3 digit angegeben. Das Messgerät ist $3\frac{1}{2}$ -stellig.
Berechnen Sie den Fehler im Messbereich 200 V für eine Anzeige von 92 V.
Berechnen Sie den Fehler im Messbereich 200 μA für eine Anzeige von 150 μA .
Berechnen Sie den Fehler im Messbereich 2 A für eine Anzeige von 820 mA.
(+0,668 V / -0,068 V, +0,9 μA / -0,3 μA , +6,28 mA / -0,28 mA)

MT21) Mit einem Messgerät wird eine Serie von Messungen der selben Größe durchgeführt und dabei ergeben sich folgende Messwerte:
25,36 V; 24,98 V; 25,01 V; 24,86 V; 25,18 V; 26,86 V; 24,93 V; 25,27 V; 25,09 V; 24,91 V.
Berechnen Sie den arithmetischen Mittelwert der Messserie.
(25,066, 6. Wert = Ausreißer, nicht gerechnet)

MT22) Ein digitales Amperemeter soll Messbereiche von 30 mA, 500 mA und 10 A (bei „Vollausschlag“) anzeigen. Der ADC hat einen analogen Eingangsspannungsbereich von 0 ... 4,5 V und 10 Bit Auflösung. Der Shunt hat für die Bereiche 30 und 500 mA einen Kennwert von 200 mV / A und für 1 A einen Kennwert von 50 mV / A.

Wie groß muss die Verstärkung des analogen Vorverstärkers sein, damit der ADC bei jedem Messbereich voll angesteuert wird ? Wie groß ist die Auflösung (Quantisierungsstufe) für jeden Messbereich ? Machen Sie zuerst eine Funktionsskizze !

(750, 45, 9, 29,326 μ A, 0,4888 mA, 9,775 mA)

MT23) Ein analoges Messgerät hat die Fehlerklasse 1,0. Berechnen Sie den maximalen Fehler in den Messbereichen 3 V, 10 V, 300 mA und 750 V.

(30 mV, 100 mV, 3 mA, 7,5 V)

MT24) Mit einem analogen Messgerät sollen Spannungen gemessen werden. Der maximale Fehler darf im Messbereich 10 V 200 mV und im Messbereich 300 V 7,5 V betragen. Welche Genauigkeitsklasse ist zu wählen ?

()

MT25) Die Genauigkeit eines digitalen Messgerätes ist mit $\pm 0,3\%$ reading und ± 2 digit angegeben. Das Messgerät ist $3\frac{1}{2}$ -stellig.

Berechnen Sie den Fehler im Messbereich 200 V für eine Anzeige von 92,5 V.

Berechnen Sie den Fehler im Messbereich 200 μ A für eine Anzeige von 168 μ A.

Berechnen Sie den Fehler im Messbereich 2 A für eine Anzeige von 1,453 A.