

Aufgabe 1

Der Ausgangswiderstand (R_A) eines Funktionsgenerators wird gemessen. Hierzu wird zunächst seine Leerlaufspannung so eingestellt, dass ein Voltmeter den Wert $U_1=8,00\text{ V}$ anzeigt. Anschließend wird eine Präzisionswiderstandsdekade an den Generator angeschlossen. Bei einer Einstellung der Dekade auf $R_L=200,00\ \Omega$ zeigt das Voltmeter einen Spannungsmesswert von $U_2=4,00\text{ V}$ an. Die Fehler der Spannungsmessung resultieren ausschließlich aus einem Nullpunktfehler, einem Linearitätsfehler und einem Steigungsfehler. Das Voltmeter ist mit einem Steigungsfehler von $\pm 1\%$ v. M. spezifiziert, für Nullpunktfehler und Linearitätsfehler ist insgesamt ein Fehler von ± 3 Digit angegeben. Die Widerstandsdekade ist mit einer Unsicherheit von 1% v. M. + $0,1\ \Omega$ spezifiziert.

- Geben Sie die Gleichung zur Berechnung des Ausgangswiderstandes (R_A) des Generators an.
- Welcher Messwert (R_{AMESS}) ergibt sich im obigen Beispiel für R_A ?
- Welcher Wert ergibt sich für F_{AbsMax} ?
- In wie weit können Sie den Fehler der Messung besser angeben als mit F_{AbsMax} , wenn Sie berücksichtigen, dass bei den Messungen von U_1 und U_2 der gleiche relative Steigungsfehler auftritt?
- Erläutern Sie, in wie weit Sie das Messergebnis verbessern könnten, wenn Sie die Messung mit dem gleichen Aufbau und unter gleichen Umgebungsbedingungen 9-mal wiederholen würden.

Aufgabe 2

Wiederholungen von Spannungsmessungen ergeben die folgenden Messwerte (Angaben in mV).

1,46	1,49	1,96	1,37	1,81	1,50	1,26	1,41	1,53	0,90	2,10	1,69	1,06	1,74	1,45	1,59	1,14	1,50	1,73	1,31
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

- Überprüfen Sie zunächst, ob näherungsweise eine Gaußverteilung vorliegt. Unterteilen Sie hierfür den Bereich von $0,80\text{ mV}$ bis $2,20\text{ mV}$ in sieben gleich große Bereiche und tragen Sie in einer Skizze die absoluten Häufigkeiten ein, mit denen Messwerte in den jeweiligen Intervallen auftreten. Können Sie basierend auf Ihrer Skizze von näherungsweise zufällig schwankenden Messwerten ausgehen? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Berechnen Sie den Mittelwert ($\overline{U_1}$).
- Berechnen Sie die Standardabweichung (S_1).
- Welcher Vertrauensbereich kann mit einem Vertrauensniveau von 95% eingehalten werden?
- Welcher Vertrauensbereich könnte mit einer Niveau von 95% eingehalten werden, wenn sich der gleiche Mittelwert und die gleiche Standardabweichung aus 50 einzelnen Messungen ergeben hätten?

Student'scher Faktor (t)				
N	P/%	90	95	99
20		1,725	2,086	2,845
50		1,676	2,009	2,678

Aufgabe 3

Der Wert $[R_x]$ eines Widerstandes soll im Betrieb gemessen werden. Dazu stehen ein Voltmeter, mit einem Innenwiderstand $[R_{iV}]$ von $10\text{ M}\Omega$ und ein Amperemeter, mit einem Innenwiderstand $[R_{iA}]$ von $1\ \Omega$ zu Verfügung. Mit U_x und I_x sind die Spannung am R_x und der Strom durch R_x gemeint. Mit U_{Mess} und I_V sind die Spannung am Voltmeter und der Strom durch das Voltmeter bezeichnet. U_{iA} und I_{Mess} stehen für die Spannung am Amperemeter und den Strom durch das Amperemeter. Der Messwert R_{Mess} wird als Quotient aus U_{Mess} und I_{Mess} bestimmt.

- Zeichnen Sie das Schaltbild für eine spannungsrichtige Messung, unter Verwendung der obigen Bezeichnungen.

- a) Berechnen Sie R_{Mess} für $R_X = 1 \text{ M}\Omega$.
- b) Berechnen Sie R_{Mess} für $R_X = 1 \text{ }\Omega$.
2. Zeichnen Sie das Schaltbild für eine spannungsrichtige Messung, unter Verwendung der obigen Bezeichnungen.
 - a) Berechnen Sie R_{Mess} für $R_X = 1 \text{ M}\Omega$.
 - b) Berechnen Sie R_{Mess} für $R_X = 1 \text{ }\Omega$.
3. Würden Sie für große R_X die spannungsrichtige, oder die stromrichtige Messung bevorzugen? Begründung!

Aufgabe 4

- a) Berechnen Sie den Effektivwert (U_{Aeff}) einer Spannung (U_A) die sich additiv zusammensetzt aus einer sinusförmigen Spannung (U_1) mit einer Amplitude von 1V und einer Frequenz von 1kHz, sowie einer mittelwertfreien Spannung (U_2) mit rechteckigem Zeitverlauf, einer Amplitude von 1V und einer Frequenz von 2kHz.
- b) Berechnen Sie den Effektivwert (U_{Beff}) wenn die Rechteckspannung ebenfalls eine Frequenz von 1 kHz aufweist. Die Flanken beider Spannungen durchlaufen zur gleichen Zeit den Nullpunkt.

Aufgabe 5

Wie kann der Effektivwert einer Mischspannung $U_1=1\text{V}+1\text{V}\cdot\sin(\omega t)$ mit einem Voltmeter gemessen werden, das im AC-Modus nur den Effektivwert von Wechselspannungen anzeigt?

Aufgabe 6

Am Oszilloskop ist für die Darstellung und für die Triggerkopplung „DC“ gewählt. Für die Triggerquelle wurde Kanal 1 gewählt. Es wird nur Kanal 1 dargestellt. Am Kanal 1 wird die Spannung $U_1=2\text{V}\cdot\sin(2\pi\cdot 100\text{Hz}\cdot t)$ angelegt. Die Zeitablenkung ist auf 1ms/div eingestellt. Vertikal ist eine Empfindlichkeit von 1V/div eingestellt. Die Nulllinie befindet sich in der Mitte des Bildschirms.

- a) Skizzieren Sie das Schirmbild für einen Triggerpegel von 1,99V, bei positiver Flanke.
 - b) Skizzieren Sie das Schirmbild für einen Triggerpegel von 0V, bei negativer Flanke.
- Für die folgenden Aufgaben wird U_1 eine Gleichspannung $U_0=1\text{V}$ überlagert.
- c) Skizzieren Sie das Schirmbild für einen Triggerpegel von 1V, bei positiver Flanke und der Einstellung „AC“ für die Triggerkopplung.
 - d) Skizzieren Sie das Schirmbild für einen Triggerpegel von 1V, bei positiver Flanke und der Einstellung „DC“ für die Triggerkopplung.

Nun wird am Kanal 1 und am Kanal 2 die Spannung $U_2 = 2\text{V}\cdot\sin(2\pi\cdot 200\text{kHz}\cdot t)$ angelegt. Die Triggerung erfolgt mit Hilfe der am Kanal 1 anliegenden Spannung, bei positiver Flanke und einem Pegel von 0V. Die Nulllinie für Kanal 1 befindet sich 2 div vom oberen Bildschirmrand, die Nulllinie für Kanal 2 befindet sich 2 div vom unteren Rand. Es ist eine Zeitablenkung von $0,5\mu\text{s}/\text{div}$ und eine vertikale Empfindlichkeit von 1 V/div eingestellt.

- f) Skizzieren Sie das Schirmbild für eine alternierende Darstellung.
- g) Skizzieren Sie das Schirmbild für eine Chopper-Darstellung, wenn die Chopperfrequenz 1MHz beträgt.

Aufgabe 7

- a) Welche beiden Gründe sind entscheidend für den Einsatz von Tasterlern?
- b) Der Eingangswiderstand eines Oszilloskopes beträgt 1 M Ω . Seine Eingangskapazität beträgt 10 pF. Die Kabelkapazität sei 80 pF. Wie sind die Werte des im Tasterler integrierten Widerstandes (R_T) und des Kondensators (C_T) für einen 1:10 Teiler zu wählen?
- c) Skizzieren Sie das Schirmbild für ein Rechtecksignal, bei Verwendung eines überkompensierten Teilers.

Aufgabe 8

Zwei Spannungen [U_1 und U_2] haben sinusförmige Zeitverläufe, bei einer Frequenz von 1 kHz. U_1 hat eine Amplitude von 1 V, bei U_2 beträgt sie 0,1 V.

1. Die beiden Spannungen sind um 40° phasenverschoben (U_1 eilt vor).
 - a) Zeichnen Sie die beiden Schirmbilder, die sich bei einer sinnvollen Phasenmessung nach der t-cal-Methode ergeben könnten.
 - b) Zeichnen Sie das Schirmbild, dass sich bei einer sinnvollen Phasenmessung nach der t-non-cal-Methode ergeben könnte.
2. Die beiden Spannungen sind um 2° phasenverschoben (U_1 eilt vor).
 - a) Zeichnen Sie die beiden Schirmbilder, die sich bei einer sinnvollen Phasenmessung nach der t-cal-Methode ergeben könnten.
 - b) Zeichnen Sie das Schirmbild, dass sich bei einer sinnvollen Phasenmessung nach der t-non-cal-Methode ergeben könnte.
3. Wann würden Sie die t-cal-Methode bevorzugen? Begründung!

Aufgabe 9

Spannungen werden im Abstand von $T_A=40\mu\text{s}$ abgetastet. Es wird eine Spannung (U_1) mit sinusförmigem Zeitverlauf und einer Frequenz (f_1) von 1kHz erfasst.

- a) Skizzieren Sie das Amplitudenspektrum von U_1 .
 - b) Skizzieren Sie das Amplitudenspektrum der Abtastwerte $U_1(n \cdot T_A)$ von U_1 .
 - c) Wie können Sie die durch die Abtastung hinzugekommenen Anteile entfernen?
- Nun wird U_1 eine zweite Spannung (U_2) überlagert, die eine Frequenz von 25 kHz aufweist, so dass eine Spannung $U_3 = U_1 + U_2$ entsteht.
- d) Skizzieren Sie das Amplitudenspektrum von U_3 .
 - e) Skizzieren Sie das Amplitudenspektrum der Abtastwerte $U_3(n \cdot T_A)$ von U_3 .
 - f) Skizzieren Sie das Amplitudenspektrum einer Spannung (U_4), die aus den Abtastwerten von $U_3(n \cdot T_A)$ entstehen, wenn diese über einen idealen Tiefpasse mit einer Grenzfrequenz von 10kHz geführt werden.
 - g) Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung U_4 .
 - h) Welche Maßnahme wäre geeignet, damit aus gefilterten Abtastwerten von $U_3(n \cdot T_A)$ die Originalspannung U_3 rekonstruiert werden kann?

Aufgabe 10

Mit einem Analog/Digital-Umsetzer können Spannungen im Bereich von -10V bis $+10\text{V}$ quantisiert werden.

- a) Wieviele binäre Stellen müsste der Umsetzer liefern, damit ein Quantisierungsfehler von weniger als 1mV erreicht würde?
- b) Wie groß wäre in diesem Fall der Quantisierungsfehler maximal?

Aufgabe 11

Erläutern Sie die Funktionsweisen und die Einsatzbereiche von Umsetzern nach den folgenden Verfahren kurz.

- a) Sukzessive Approximation
- b) Parallel- Umsetzer
- c) Dual-Slope-Umsetzer