

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----|--|---|
| 1 | Zweck | 2 |
| 2 | Ziel..... | 2 |
| 3 | Prozesskennzahl | 2 |
| 4 | Vorbereiten von Kalibriereinrichtung und Kalibriergegenstand | 2 |
| 5 | Kalibrierverfahren | 3 |
| 6 | Bewertung der Kalibrierung..... | 3 |
| 6.1 | Auswertung der Messung | 3 |
| 7 | Messunsicherheitsbudget | 4 |
| 7.1 | eErweiterte Messunsicherheit U | 4 |

1 Zweck

Diese Work Instruction beschreibt die Vorgehensweise zur Kalibrierung von Stromquellen. Die Kalibrierung erfolgt, aufgrund fehlender VDI/VDE/DGQ/DKD Richtlinie, auf Basis der Herstellerangaben.

2 Ziel

Das Ziel dieser Work Instruction ist es, die Kalibrierung von Stromquellen zu beschreiben und im Hinblick auf Befugnisse und Verantwortungen zu regeln. Die erweiterte Messunsicherheit U für den Kalibrierprozess, berechnet sich nach Richtlinie DKD-3-E2, Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, in ihrer jeweils gültigen Revision.

3 Prozesskennzahl

Keine.

4 Vorbereiten von Kalibriereinrichtung und Kalibriergegenstand

Beschaffenheits-, Sicherheit- und Funktionsprüfung

Vor Beginn der Kalibrierung ist der Kalibrierstatus aller zur Durchführung der Kalibrierung benötigten Normale und Normalmesseinrichtungen zu prüfen. Gegebenenfalls sind sie zu kalibrieren und zu justieren.

Folgende vorbereitende Maßnahmen, Prüfungen und Tätigkeiten sind durchzuführen:

- Durch eine Sichtprüfung ist der allgemeine Zustand zu begutachten
- Alle relevanten Funktionen die zur Kalibrierung benötigt werden sind zu überprüfen
- Eine grobe Überprüfung des Ausgangsstroms und der Ausgangsspannung ist durchzuführen

Einstellung der Referenz- und Einsatzbedingungen

Die Kalibrierung erfolgt bei dem vom Hersteller vorgegebenen Referenzbedingungen.

In der Regel beträgt die Aufwärmzeit für Stromquellen mindestens 30 Minuten.

5 Kalibrierverfahren

Die Stromquelle wird bei Strömen von 30 A DC bis maximal 2000 A DC, und/oder 30 A AC bis maximal 2000 A AC (45-65 Hz) über einen rückführbar kalibrierten Stromwandler kalibriert. Das Anzeigegerät kann je nach Stromwandler im Gehäuse des Stromwandlers integriert, oder extern sein. Sollte die Messwertanzeige extern sein, so wird diese mittels rückführbar kalibrierten, hochauflösenden Tischmultimeters realisiert.

Während der Kalibrierung wird der Prüfling mittels einer Kurzschlussbrücke am Stromausgang beabsichtigt kurzgeschlossen, um so einen höchstmöglichen Stromfluss bei geringster Spannung zu realisieren. Der Stromwandler umschließt die Kurzschlussbrücke. Es ist darauf zu achten, dass die Kurzschlussbrücke mittig durch den Stromwandler verläuft. Andernfalls kann an dieser Stelle ein Messfehler, welcher erheblichen Einfluss auf das Messergebnis nach sich zieht entstehen.



6 Bewertung der Kalibrierung

6.1 Auswertung der Messung

Aus den ermittelten Messwerten wird von der Auswertesoftware *Fluke MET/TEAM* ein Kalibrierschein erstellt. Betriebsbedingungen und Messaufbau werden ebenfalls dokumentiert. Nach erfolgreicher Kalibrierung wird der Prüfling mit einer Kalibriermarke gekennzeichnet.

7 Messunsicherheitsbudget

7.1 Erweiterte Messunsicherheit U

Die erweiterte Messunsicherheit U für den Kalibrierprozess errechnet sich nach Richtlinie DKD-3 in ihrer jeweils gültigen Revision. Zur Ermittlung der Messunsicherheit bei der Kalibrierung einer Stromquelle, wurde beispielhaft an einem Spitzenberger und Spies ESN 20000/M durchgeführt und erklärt sich wie folgt.

7.2 Angaben zum Kalibriergegenstand

Stromquelle zur Erzeugung von DCV und DCI.

7.3 Angaben zur Normalmesseinrichtung / Kalibriereinrichtung

Multimeter Agilent 3458A, für Messung von DCV, ACV, DCI, ACI und DC-Widerstand.
Fluke 353 Zangenstromwandler . CHAUVIN ARNOUX C160 Current Clamp.

7.4 Messaufbau

Die Kalibrierung erfolgt am Stromausgang des Prüflings. Während der Kalibrierung wird der Prüfling mittels einer Kurzschlussbrücke am Stromausgang kurzgeschlossen. Der Stromwandler umschließt die Kurzschlussbrücke. Die Kurzschlussbrücke verläuft mittig durch den Stromwandler.



7.5 Ermittlung der Standardabweichung

Zur Ermittlung der Standardabweichung wird der Strom bei 2000A AC, 10-mal gemessen. Die abgelesenen Messwerte werden in die Tabelle des Formsheets FS B-7-0111 übertragen und ausgewertet.

7.6 Einflussgrößen**1. Einfluss des Normals**

a) Unsicherheitsbeitrag des Normals

2. Einfluss des Verfahrens

b) Ungeeignete Messleitungen

c) Außermittige Anordnung der Messleitungen oder Spule

d) Temperatureinfluss an der Kurzschlussbrücke

3. Einfluss des Kalibriergegenstandes

e) Genauigkeit

7.7 Mathematisches Modell der Einflussgrößen

Mit den Einflussgrößen wird das mathematische Modell der Messunsicherheit aufgestellt.

$$u_{gesamt}(t) = \sqrt{(u^2(t_{CAL})) + (u^2(\delta t_{Verfahren})) + (u^2(\delta t_{ind}))}$$

Beispielrechnung**7.8 Beitrag für das Normal $U(t_{CAL1})$**

Der Messunsicherheitsbeitrag der Stromzange wird aus der gültigen Akkreditierungsurkunde entnommen.

Kalibrierwert: 2000A

$u(t_{CAL1})$ mit $k=2$

$u(t_{CAL1}) = 15 \text{ A}$

7.9 Beiträge für das Verfahren $u(\delta t_{Verfahren})$

Aus entsprechenden Untersuchungen der Temperatur an der Kurzschlussbrücke während der Messung wurde die Erkenntnis ermittelt, dass die Temperatur der Kurzschlussbrücke keinen Einfluss auf den Messwert hat. Somit wird dem Verfahren kein Unsicherheitsbeitrag zugeordnet.

$u(t_{CAL1}) = 0,00 \text{ A}$

7.10 Beitrag für den Kalibriergegenstand $u(\delta t_{ind})$

Die Auflösung des Netzteils beträgt im 2000A AC Bereich 1A. Als Unsicherheitsbeitrag wird die Hälfte der Auflösung eingesetzt.

$0,5 = \text{A}$

$u(\delta t_{ind}) = 0,5 \text{ A}$

Die Standardunsicherheit, durch eventuelle Schwankungen des Messaufbaus, wurde mittels einer Messreihe von 10 Messwerten ermittelt, siehe 7.16.

Beitrag durch die Unsicherheit des Kalibriergegenstandes:

$u(t_{ix}) = 669,85 \text{ mA}$

7.11 Zusammenfassung der Unsicherheitsbeiträge

Folgende Beiträge werden in das Messunsicherheitsbudget übernommen:

$$u(t_{CAL1}) = 15 \text{ A}$$

$$u(\delta t_{\text{Verfahren}}) = 0,0 \text{ A}$$

$$u(\delta t_{ind}) = 0,5 \text{ A}$$

$$u(t_{ix}) = 0,670 \text{ A}$$

7.12 Messunsicherheitsanalyse

Jede identifizierte Einflussgröße liefert einen Beitrag zum Messunsicherheitsbudget. Der Einzelbeitrag jeder Einflussgröße ist mit seinem Sensitivitätskoeffizienten c_i zu multiplizieren. Der Unsicherheitsbeitrag ergibt sich somit aus: $u_i(y) = U_i \cdot c_i$

Der Sensitivitätskoeffizient beträgt bei allen Unsicherheitsbeiträgen $c = 1$, da zur Berechnung die Grenzwerte der Veränderung des Einflusses angenommen werden.

7.13 Unsicherheitsbeitrag des Normals $u(t_{CAL1})$

Der Messunsicherheitsbeitrag des Netzteils ergibt sich aus dessen Kalibrierung und der Drift. Angenommen wird eine Rechteckverteilung b_i . Bei 2000A ergibt sich hieraus:

$$u(t_{CAL}) = U(t_{CAL}) \cdot b_i \cdot c(t_{CAL})$$

$$u(t_{CAL}) = 15 \text{ A} / \sqrt{3} \cdot 1$$

$$u(t_{CAL}) = 8,67 \text{ A}$$

7.14

Unsicherheitsbeitrag des Verfahrens $u(\delta t_{\text{Verfahren}})$

$$u(\delta t_{\text{Verfahren}}) = 0,00 \text{ A}$$

7.15 Unsicherheitsbeitrag für die endliche Auflösung des Kalibriergegenstandes $u(\delta t_{ind})$

Angenommen wird eine Rechteckverteilung b_i .

$$u(\delta t_{ind}) = U(\delta t_{ind}) \cdot b_i \cdot c(\delta t_{ind})$$

$$u(\delta t_{ind}) = 0,5 \text{ A} / \sqrt{3} \cdot 1$$

$$u(\delta t_{ind}) = 0,29 \text{ A}$$

7.16 Unsicherheitsbeitrag durch die Standardabweichung $u(t_{ix})$

$$u(t_{ix}) = U(s) \cdot b_i \cdot c(l_S)$$

$$u(t_{ix}) = 0,670 \text{ A} \cdot 0,58 \cdot 1$$

$$u(t_{ix}) = 0,387 \text{ A}$$

7.17 Zusammenfassung der Unsicherheitsbeiträge

Folgende Beiträge werden in das Messunsicherheitsbudget übernommen:

$$u(t_{CAL}) = 8,67 \text{ A}$$

$$u(\delta t_{Verfahren}) = 0,00 \text{ A}$$

$$u(\delta t_{ind}) = 0,29 \text{ A}$$

$$u(t_{ix}) = 0,387 \text{ A}$$

7.18 Erweiterte Messunsicherheit U

$$u_{gesamt}(t) = \sqrt{(u^2(t_{CAL})) + (u^2(\delta t_{Verfahren})) + (u^2(\delta t_{ind})) + u^2(t_{ix})}$$

$$8,685 = \sqrt{(u^2(8,67 \text{ A})) + (u^2(0,00 \text{ A})) + (u^2(0,29 \text{ A})) + (u^2(0,387 \text{ A}))}$$

$$U = k \cdot u(Ex) = 17,37 \text{ A}$$

Die Zahlenwerte der Berechnungen für die einzelnen Messgrößen sind in Formsheets

FSB7011104_de MU AC Zange vor Ort.xlsx- Abschätzung der Messunsicherheit vor Ort
Labor CSL - abgelegt.