



Inhaltsverzeichnis

1	Zweck	3
2	Ziel	3
3	Prozesskennzahl	3
4	Vorbereiten des Kalibriergegenstandes	3
4.1	Beschaffenheits-, Sicherheit- und Funktionsprüfung	3
4.2	Einstellung der Referenz- und Einsatzbedingungen	3
5	Kalibrierverfahren	3
5.1	Kalibrierung	3
5.2	Beschreibung der Kalibrierverfahren	4
5.2.1	Kalibrierung der Eingangsimpedanz	4
5.2.2	Amplitudenkalibrierung	4
5.2.3	Frequenzgang	4
5.2.4	Kalibrierung der Zeitablenkung	5
5.2.5	Kalibrierung der Bandbreite	5
5.2.6	Kalibrierung der Anstiegszeit	6
6	Bewertung der Kalibrierung	6
6.1	Auswertung der Messung	6
7	Messunsicherheitsbudget	7
8	Bezugsdokumente	7
8.1	Mitgeltende Unterlagen	7
8.2	Normen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
9	Änderungsdienst	Fehler! Textmarke nicht definiert.
9.1	Änderungsdurchführung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
9.2	Archivierung	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1 Zweck

Diese Work Instruction beschreibt die Vorgehensweise zur Kalibrierung von Oszilloskopen.

2 Ziel

Die Kalibrierung erfolgt in Anlehnung an die beschriebene Vorgehensweise der Richtlinie VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 Blatt 4, Kalibrieren von Messmitteln für elektrische Größen – Elektrische Oszilloskope, in ihrer jeweils gültigen Revision.

Die erweiterte Messunsicherheit U für den Kalibrierprozess, berechnet sich nach Richtlinie EA-4/02 M, Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen, in ihrer jeweils gültigen Revision.

3 Prozesskennzahl

keine

4 Vorbereiten des Kalibriergegenstandes

4.1 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

Eine Sicherheitsüberprüfung nach DGUV Vorschrift 3 wird durchgeführt. Diese umfasst eine Sichtprüfung auf Beschädigung des Gehäuses und der Anschlussleitungen.

Gemessen werden der Schutzleiter-, Isolationswiderstand und der Ableitstrom. Die Funktionsfähigkeit des Oszilloskops wird geprüft.

Folgende nach *VDI/VDE/DGQ 2622, Blatt 4 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
- Die Funktion der Schalter, Einsteller, Anzeigen sowie der Betriebsarten sind zu überprüfen

4.2 Einstellung der Referenz- und Einsatzbedingungen

Die Kalibrierung erfolgt bei den vom Hersteller vorgegebenen Referenzbedingungen.

Die Aufwärmzeit für Kalibrator und Oszilloskop beträgt mindestens 30 Minuten.

5 Kalibrierverfahren

5.1 Kalibrierung

Das Oszilloskop wird an einem Fluke Kalibrator, Modell 5520A/5522A, kalibriert. Die Signale werden direkt am „Scope out“ des Kalibrators gemessen. Als Messleitung dient ein abgeschirmtes Spezialkabel (Typ RG58 C/U) der Firma Fluke das mit dem Kalibrator 552xA ausgeliefert wurde.

Bei vorhandenen Guard Anschluss am Oszilloskop wird dieser mit dem Guard Anschluss am Kalibrator verbunden. Die Verbindung zur Erde erfolgt am Kalibrator.

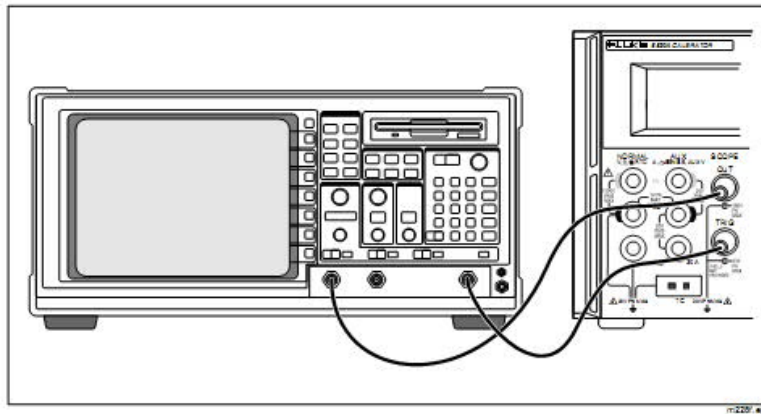


Bild 1

Zum Kalibrierumfang gehören:

- Vertikalablenkung
- Horizontalablenkung
- Anstiegszeit und / oder die Bandbreite
- Interne Kalibriersignale

5.2 Beschreibung der Kalibrierverfahren

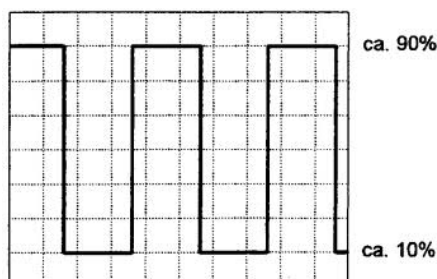
5.2.1 Kalibrierung der Eingangsimpedanz

Die Eingangsimpedanz der hochohmigen und (falls vorhanden) niederohmigen Kanäle wird mit der Messfunktion des Fluke 552xA „Scope - meas Z“ nach Herstellerangaben kalibriert.

5.2.2 Amplitudenkalibrierung

Für die Kalibrierung der Vertikalablenkung wird ein Rechtecksignal mit einer Wiederholfrequenz von 1kHz und einer Amplitude von 12mV bis 40V (je nach Modell), das vom Fluke 552xA in der „Scope-Volt“ Funktion erzeugt wird, kalibriert.

Der Messbereich des DSO wird so gewählt, dass das Messsignal das Messgitter zu mindestens 80% nutzt. Bei Analogoszilloskopen wird das Messgitter zu 70% angesteuert. Die Kalibrierpunkte sind nach oben genannter Norm festgelegt. In jedem Messbereich (Spannungsteilerstellung) und für jeden Kanal wird ein Messpunkt kalibriert. Bei vorhandener schaltbarer Eingangsimpedanz von 50 Ohm wird zusätzlich je ein Messwert in einem Messbereich kalibriert.



5.2.3 Frequenzgang

Für die Kalibrierung des Frequenzgangs (Flatness) wird ein Sinussignal (Leveled Sinewave) verwendet. Bei einer niedrigen Referenz-Frequenz (ca. 1kHz-50kHz) wird eine durch den Fluke 552x am „Scope out“ erzeugte Referenzspannung am Oszilloskop gemessen und mit der angezeigten Spannung bis zur Grenzfrequenz verglichen (Frequenzverhalten).

$$FU(f) = \frac{U(f)}{U(f_{Ref})}$$

5.2.4 Kalibrierung der Zeitablenkung

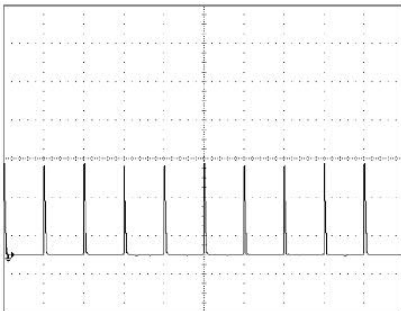
Für die Kalibrierung der Zeitablenkung wird ein Impulssignal mit einem Zeitintervall von 18 nS – 5 s verwendet. Dieses Signal wird vom Fluke 552xA in der „Scope – Marker“ Funktion erzeugt.

Der Messbereich des AO/DSO wird so gewählt, dass das Signal mindestens einen vollständigen Impuls auf dem Messgitter abbildet. Die Kalibrierpunkte sind nach oben genannter Norm festgelegt. In jedem Messbereich der Zeitbasis wird, wenn möglich ein Messpunkt kalibriert. Bei Geräten mit hoher Bandbreite wird unterhalb von 18 nS ein Sinussignal verwendet.

Bei Analog - Oszilloskopen wird bei vorhandener Dehnungstaste / Schalter (5x / 10x) dieser Bereich mitkalibriert. Die Kalibrierung wird in der Regel nur für Kanal 1 durchgeführt.

Vor der Kalibrierung der Zeitablenkung wird die Eingangsimpedanz des Oszilloskopes auf 50 Ohm geschaltet oder falls nicht vorhanden wird ein ausgemessener 50 Ohm

Durchgangswiderstand zur Anpassung an die Kalibrator-Impedanz zwischen Oszilloskop und Messkabel gesetzt.



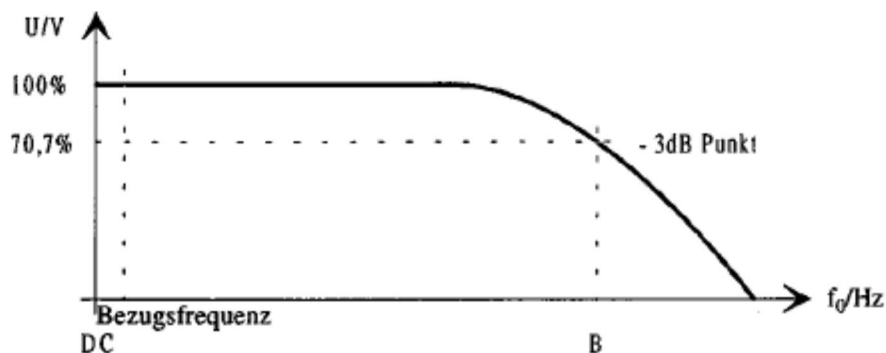
5.2.5 Kalibrierung der Bandbreite

Zur Bestimmung der Bandbreite eines Oszilloskopes wird ein HF- Signal vom Fluke 552xA in der „Scope – Leveine“ Funktion erzeugt. Als Bezugsfrequenz werden 5 % der nominalen Bandbreite des Oszilloskopes angewendet (100 % Amplitude).

Mit dem Oszilloskop wird die Amplitude dieses Signals gemessen. Am Kalibrator wird jetzt die maximale Grenzfrequenz (möglichst automatisiert) ermittelt.

Das Messergebnis der Amplitude wird nun mit der ersten Messung verglichen.

Im Ergebnis darf die Spannungsamplitude maximal um -3 dB zurückgehen (70,7 % Amplitude). Vor der Kalibrierung der Bandbreite wird die Eingangsimpedanz des Oszilloskopes auf 50 Ohm geschaltet oder falls nicht vorhanden wird ein ausgemessener 50 Ohm Durchgangswiderstand zur Anpassung an die Kalibratorimpedanz zwischen Oszilloskop und Messkabel gesetzt.



5.2.6 Kalibrierung der Anstiegszeit

Berechnung der Anstiegszeit

Die Anstiegszeit für Analogoszilloskope berechnet sich aus der Formel:

$$t_{a,AO} = \frac{0,34}{f_{-3dB}}$$

Die Anstiegszeit für Digitaloszilloskope berechnet sich aus der Formel:

$$t_{a,DSO} = \frac{0,350}{f_{-3dB}} \quad \text{bis 500 MHz}$$

$$t_{a,DSO} = \frac{0,375}{f_{-3dB}} \quad \text{von 500 MHz – 1 GHz}$$

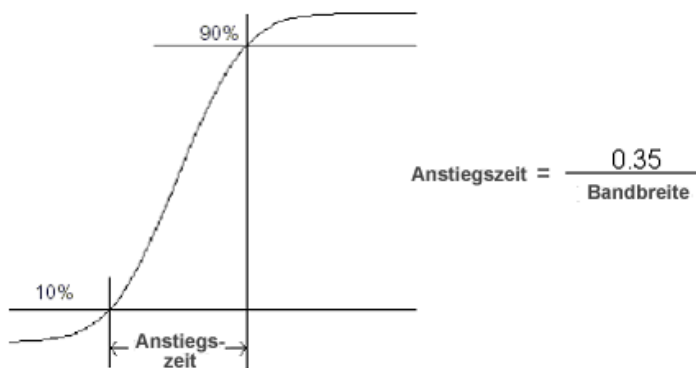
$$t_{a,DSO} = \frac{0,400}{f_{-3dB}} \quad \text{ab 1GHz}$$

Diese Formeln gelten jeweils für 50 Ohm Eingangsimpedanz.

Berechnete Anstiegszeiten werden im Kalibrierschein als solche angegeben.

Messung der Anstiegszeit

Alternativ kann die Anstiegszeit auch gemessen werden. Die Anstiegszeit wird bei Impulsen zwischen den Punkten gemessen, an denen 10 % und 90 % des Endwertes erreicht sind.



Die Anstiegszeit berechnet sich aus:

$$t_{r,dut} = \sqrt{t_{r,mess}^2 - t_{r,normal}^2} + \delta t_{method}$$

$t_{r,mess}$ ist das am Oszilloskop dargestellte Messergebnis.

$t_{r,normal}$ ist die Anstiegszeit (aus Kalibrierschein) des Kalibrators.

δt_{method} ist eine unbekannte Korrektur aufgrund der vereinfachten geometrischen Subtraktion der Anstiegszeit.

6 Bewertung der Kalibrierung

6.1 Auswertung der Messung

Aus den ermittelten Messwerten wird von der Auswertesoftware *Fluke Metcal / Metteam* ein Kalibrierschein erstellt. Betriebsbedingungen und Messaufbau werden ebenfalls dokumentiert.

7 Messunsicherheitsbudget

Die erweiterte Messunsicherheit U für den Kalibrierprozess berechnet sich nach Richtlinie EA-4/02 M in ihrer jeweils gültigen Revision.

Die Ermittlung der Messunsicherheitsbilanzen für die Oszilloskop-Kalibrierung erfolgt in dem gesonderten Dokument der Modellgleichungen für Oszilloskop Messgrößen. WI-QM-000xxx

8 Bezugsdokumente

8.1 Mitgeltende Unterlagen

VDI/VDE/DGQ/DKD-Richtlinie 2622, Blatt 4

EA-4/02 M:2013 - Ermittlung der Messunsicherheit bei Kalibrierungen