

DIN EN 62884-1

ICS 31.140

Einsprüche bis 2015-10-28

Entwurf**Messverfahren für piezoelektrische, dielektrische und elektrostatische Oszillatoren –****Teil 1: Grundlegende Messverfahren
(IEC 49/1150/CD:2015)**

Measurement techniques of piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators –
Part 1: Basic methods for the measurement
(IEC 49/1150/CD:2015)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-08-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 118 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 Begriffe	8
4 Prüf- und Messverfahren	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Prüf- und Messbedingungen	8
4.3 Sichtprüfung	9
4.4 Maße und Lehrenverfahren	10
4.5 Elektrische Prüfungen	10
4.6 Mechanische und Umgebungsprüfverfahren	51
Literaturhinweise.....	59
 Bilder	
Bild 1a – Strom-Spannungsverfahren.....	11
Bild 1b – Widerstandsverfahren.....	11
Bild 1 – Prüfschaltungen zur Messung des Isolationswiderstandes.....	11
Bild 2 – Prüfschaltung zur Messung der Spannungsfestigkeit	11
Bild 3 – Prüfschaltung zur Messung der Oszillator-Eingangsleistung	12
Bild 4 – Prüfschaltung zur Messung der Ofen- und Oszillator-Eingangsleistung	12
Bild 5 – Prüfschaltung zur Messung der Ausgangsfrequenz nach Verfahren 1	13
Bild 6 – Prüfschaltung zur Messung der Ausgangsfrequenz nach Verfahren 2	14
Bild 7 – Prüfschaltung zur Messung des Frequenz/Temperatur-Verhaltens.....	14
Bild 8 – Thermisches Überschwingverhalten eines Oszillators	16
Bild 9 – Allgemeine Oszillatorschaltung	17
Bild 10 – Prüfschaltung zur Messung des Anschwingverhaltens und der Anschwingzeit.....	18
Bild 11 – Übliches Anschwingverhalten bei langsamem Anstieg der Versorgungsspannung	18
Bild 12 – Definition der Anschwingzeit.....	20
Bild 13 – Wellenform der Versorgungsspannung für die periodische t_{SU} -Messung	20
Bild 14 – Übliches Einlaufverhalten eines Oszillators.....	21
Bild 15 – Beispiel eines Wiedereinlauf-Verhaltens	22
Bild 16 – Prüfschaltung zur Messung der Ausgangsspannung.....	22
Bild 17 – Prüfschaltung zur Messung impulsförmiger Ausgangsspannungen	23
Bild 18 – Eigenschaften einer Ausgangskurvenform.....	23
Bild 19 – Prüfschaltung zur Messung der harmonischen Verzerrung	24
Bild 20a – Symmetrisch	24

	Seite
Bild 20b – Hoher ungeradzahlig harmonischer Gehalt	24
Bild 20c – Hoher geradzahlig harmonischer Gehalt	24
Bild 20 – Nahezu sinusförmige Ausgangskurvenformen	24
Bild 21a – Ideales Spektrum.....	25
Bild 21b – Spektrum mit großer harmonischer Verzerrung.....	25
Bild 21 – Frequenzspektrum bei harmonischer Verzerrung.....	25
Bild 22 – Prüfschaltung zur Bestimmung der Entkopplung zwischen den Ausgangsklemmen	27
Bild 23 – Prüfschaltung zur Messung der Unterdrückung bei torgesteuerten Oszillatoren	28
Bild 24 – Prüfschaltung für den Ausgangsstrom im Tristate-Disable-Modus.....	29
Bild 25 – Prüfschaltung für die Ausgangsschaltzeit im Tristate-Modus	29
Bild 26 – Prüfschaltung zur Messung des Modulationsgrades	30
Bild 27 – Wellenform der Modulation zur Berechnung des Modulationsgrades	30
Bild 28 – Logarithmischer Amplitudenmaßstab des Signals	31
Bild 29 – Prüfschaltung zur Bestimmung der Amplitudenmodulationsempfindlichkeit	32
Bild 30 – Frequenzspektrum bei Amplitudenmodulationsverzerrung.....	33
Bild 31 – Prüfschaltung zur Bestimmung der Pulsamplitudenmodulation.....	34
Bild 32 – Pulsmodulationsverhalten	34
Bild 33 – Prüfschaltung zur Bestimmung der Modulations-Eingangsimpedanz.....	35
Bild 34 – Prüfschaltung zur Messung der Frequenzmodulationsabweichung	36
Bild 35 – Prüfschaltung zur Messung der Frequenzmodulationsempfindlichkeit.....	37
Bild 36a – Statische Prüfung	38
Bild 36b – Dynamische Prüfung	38
Bild 36 – Prüfschaltung zur Messung der Frequenzmodulationsverzerrung	39
Bild 37 – Prüfschaltung zur Messung des Einseitenband-Phasenrauschens.....	40
Bild 38 – Übliches Grundrauschspektrum.....	41
Bild 39 – Prüfschaltung zur Messung der Störfrequenzmodulation	43
Bild 40 – Prüfschaltung für Verfahren 1	44
Bild 41 – Prüfschaltung für Verfahren 2	45
Bild 42 – Schaltungsabänderungen zu Verfahren 1 und Verfahren 2.....	46
Bild 43 – Kurzzeitfrequenzstabilität im Zeitbereich eines üblichen 5-MHz-Präzisions-Oszillators.....	47
Bild 44a – Übliche Messanordnung zur Prüfung von Strahlungsstörungen bei 30 MHz und höher.....	48
Bild 44b – Übliche Messanordnung zur Prüfung von Strahlungsstörungen bis 30 MHz	48
Bild 44 – Prüfungen zur Messung von Strahlungsstörungen	48
Bild 45 – Eigenschaften der Leitungsimpedanz der Netznachbildung.....	49
Bild 46 – Schaltbild der Leitungsimpedanz der Netznachbildung	50
Bild 47a – Typ „Hut“	54
Bild 47b – Typ „Dreieck“	54
Bild 47 – Aufschmelztemperaturprofil.....	54

	Seite
Tabellen	
Tabelle 1 – Bandbreiten der Messanordnungen	50
Tabelle 2 – Zugkraft.....	51
Tabelle 3 – Schubkraft.....	51
Tabelle 4 – Biegekraft.....	52
Tabelle 5 – Drehmomentkraft	52
Tabelle 6 – Aufschmelztemperaturprofil für Benetzen – Bleifreie Lotlegierungen	54
Tabelle 7 – Aufschmelztemperaturprofil für Lötwärmebeständigkeit – Bleifreie Lotlegierungen.....	55

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 49/1150/CD:2015 „Measurement techniques of piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators – Part 1: Basic methods for the measurement“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 49 „Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 642 „Piezoelektrische Bauteile zur Frequenzstabilisierung und -selektion“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Messverfahren für piezoelektrische, dielektrische und elektrostatische Oszillatoren – Teil 1: Grundlegende Messverfahren

Einleitung

Nach IEC 49/1016/DC wurde vorgeschlagen, die grundlegenden Teile in IEC 60679-1 und die Teile, die sich auf Messverfahren beziehen, voneinander zu trennen, und die vorliegende Ausgabe entspricht diesem Vorschlag und der auf der Sitzung von 2013 in Nagoya getroffenen Entscheidung. Dieses Dokument legt ausschließlich die Messverfahren fest.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62884 legt die Messverfahren für piezoelektrische, dielektrische und elektrostatische Oszillatoren, einschließlich Oszillatoren mit dielektrischem Resonator (DRO) und Oszillatoren mit Dünnschicht-Volumenwellen-Resonator (FBAR), (nachfolgend als „Oszillatoren“ bezeichnet) mit bewerteter Qualität nach dem Befähigungsanerkennungs- oder dem Bauartanerkennungsverfahren fest.

ANMERKUNG Oszillatoren mit dielektrischem Resonator (DRO) und Oszillatoren mit Dünnschicht-Volumenwellen-Resonator (FBAR) sind in Vorbereitung.

Nicht zutreffender Text ist zu streichen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60027 (alle Teile), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050(561), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 561: Piezoelectric devices for frequency control and selection*

IEC 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-7, *Environmental testing – Part 2-7: Tests – Test Ga and guidance: Acceleration, steady state*

IEC 60068-2-10, *Environmental testing – Part 2-10: Tests – Test J and guidance: Mould growth*

IEC 60068-2-13, *Environmental testing – Part 2-13: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17, *Environmental testing – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-21, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-30, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60068-2-45, *Basic environmental testing procedures – Part 2-45: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*

IEC 60068-2-52, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-58, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60068-2-64, *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60469-1, *Pulse techniques and apparatus – Part 1: Pulse terms and definitions*

IEC 60617-DB¹, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60679-1², *Piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators of assessed quality – Part 1: Generic specifications*

IEC 60679-4, *Quartz crystal controlled oscillators of assessed quality – Part 4: Sectional specification – Capability approval*

IEC 60679-5, *Quartz crystal controlled oscillators of assessed quality – Part 5: Sectional specification – Qualification approval*

IEC 60748-2, *Semiconductor devices – Integrated circuits – Part 2: Digital integrated circuits*

IEC 60749-26, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 26: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Human body model (HBM)*

IEC 60749-27, *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods – Part 27: Electrostatic discharge (ESD) sensitivity testing – Machine model (MM)*

ISO 1000, *SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units*

Rangfolge

Wenn sich aus irgendwelchen Gründen Widersprüche ergeben, so gelten die Dokumente in folgender Rangfolge:

- Bauartspezifikation;
- Rahmenspezifikation;
- Fachgrundspezifikation;
- andere internationale Dokumente (z. B. von IEC), auf die Bezug genommen wird.

Die gleiche Rangfolge gilt auch für entsprechende nationale Dokumente.

¹ „DB“ bezieht sich auf die Online-Datenbank der IEC.

² Noch zu veröffentlichen.

3 Begriffe

3.1 Allgemeines

Einheiten, graphische Symbole, Formelzeichen und Terminologie müssen, wo immer möglich, aus folgenden Normen entnommen werden:

- IEC 60027
- IEC 60050-561
- IEC 60469-1
- IEC 60617
- ISO 1000

3.2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60679-1.

4 Prüf- und Messverfahren

4.1 Allgemeines

Die Prüf- und Messverfahren sind nach der entsprechenden Bauartspezifikation durchzuführen.

4.2 Prüf- und Messbedingungen

4.2.1 Normprüfbedingungen

Wenn nicht anders festgelegt, sind alle Prüfungen bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60068-1, 5.3, durchzuführen.

Temperatur	15 °C bis 35 °C;
Relative Luftfeuchte	25 % bis 75 %;
Luftdruck	86 kPa bis 106 kPa (860 mbar bis 1 060 mbar).

In Zweifelsfällen gelten folgende Schiedsbedingungen:

Temperatur	$(25 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
Relative Luftfeuchte	48 % bis 52 %;
Luftdruck	86 kPa bis 106 kPa (860 mbar bis 1 060 mbar).

Vor dem Beginn der Messungen müssen die Oszillatoren eine ausreichend lange Zeit bei der Mess-temperatur gelagert werden, damit sich die Oszillatoren im thermischen Gleichgewicht befinden. Bedingungen für die Nachbehandlung und Normbedingungen für zusätzliche Trocknung sind in IEC 60068-1, 5.4 und 5.5, angegeben.

Die Umgebungstemperatur während der Messungen muss aufgezeichnet und im Prüfprotokoll angegeben werden.

4.2.2 Gleichbleibende Bedingungen

Alle elektrischen Prüfungen müssen, falls nicht anders festgelegt, unter gleichbleibenden Bedingungen durchgeführt werden.

Wenn die Prüfbedingungen eine wesentliche Veränderung der untersuchten Eigenschaft während der Prüfung verursachen, müssen Ausgleichsmaßnahmen für derartige Effekte festgelegt werden, z. B. die

Zeitspanne, während der der Oszillator bei den angegebenen Prüfbedingungen gehalten wird, ehe eine Messung erfolgt.

4.2.3 Bedingungen für Luftströmung bei Temperaturprüfungen

Wenn Bauelemente bei anderen Temperaturen als $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ gemessen werden sollen, müssen sie einer ausreichenden erzwungenen Luftströmung ausgesetzt werden, um eine genaue Temperaturregelung sicherzustellen.

Wenn die durch erzwungene Luftströmung bewirkte Wärmeabgabe das Verhalten des Oszillators beeinträchtigt, muss der Zustand ruhender Luft durch den Einbau des Oszillators in ein Schutzgehäuse, das aus einem wärmeleitenden Kasten mit einem inneren Wandabstand von (20 ± 5) mm zu allen Oberflächen des zu prüfenden Oszillators besteht, simuliert werden. Die Temperatur, bei der Messungen unter diesen Bedingungen durchgeführt werden, ist die Bezugspunkttemperatur an der Oberfläche der Schutzeinrichtung.

Wenn eine Schutzeinrichtung notwendig ist, muss sie für Prüfungen bei hoher wie bei niedriger Temperatur benutzt werden.

4.2.4 Stromversorgungen

Gleichstromquellen zur Prüfung von Quarzoszillatoren dürfen keinen Störspannungsanteil haben, der so groß ist, dass er die gewünschte Messgenauigkeit beeinträchtigt; Wechselstromquellen dürfen keine Oberwellen haben. Wenn Störspannungsanteil und/oder Oberwellengehalt der Stromquelle für die durchzuführende Messung kritisch sein können, müssen ihre Auswirkungen vollständig in der Bauartspezifikation beschrieben werden.

4.2.5 Messgenauigkeit

Die in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwerte sind wahre Werte. Bei der Auswertung der Ergebnisse müssen Messungenauigkeiten berücksichtigt werden. Um Messfehler auf ein Minimum zu beschränken, sollten entsprechende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

4.2.6 Vorsichtsmaßnahmen

4.2.6.1 Messungen

Die gezeigten Messanordnungen für bestimmte elektrische Prüfungen sind Vorzugsanordnungen. Für jeden Lasteffekt muss ein entsprechender Zuschlag gemacht werden, wenn das Messgerät die untersuchten Eigenschaften verändert.

4.2.6.2 Elektrostatisch empfindliche Bauelemente

Wenn das Bauelement als elektrostatisch empfindlich gekennzeichnet ist, müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um die Zerstörung durch elektrostatische Ladung vor, während und nach der Prüfung zu vermeiden (siehe IEC 61000-4-2).

4.2.7 Alternative Prüfverfahren

Messungen sind vornehmlich unter Anwendung der angegebenen Verfahren durchzuführen. Jedes andere Verfahren, das gleichwertige Ergebnisse liefert, darf, mit Ausnahme in Zweifelsfällen, angewendet werden.

ANMERKUNG „Gleichwertig“ bedeutet, dass der Wert der Eigenschaft, der mit einem solchen anderen Verfahren ermittelt wurde, in innerhalb der für die Messung mit dem festgelegten Verfahren geltenden Grenzwerte liegt.

4.3 Sichtprüfung

Wenn nicht anders festgelegt, ist die Sichtprüfung unter normalen Licht- und Sichtbedingungen durchzuführen.

4.3.1 Sichtprüfung A

Der Oszillator ist einer Sichtprüfung zu unterziehen, um sicherzustellen, dass Zustand, Qualität und Oberflächengüte zufriedenstellend sind. Die Kennzeichnung muss lesbar sein.

4.3.2 Sichtprüfung B

Der Oszillator ist einer Sichtprüfung bei 10-facher Vergrößerung zu unterziehen. Es dürfen keine Glasbrüche oder beschädigten Anschlüsse vorhanden sein. Geringfügiges Splintern an den Verlaufskanten eines Meniskus gilt nicht als Bruch.

4.3.3 Sichtprüfung C

Der Oszillator ist einer Sichtprüfung zu unterziehen. Es dürfen keine Korrosion oder andere Beschädigungen vorhanden sein, die eine zufriedenstellende Funktion beeinträchtigen würden. Die Kennzeichnung muss lesbar sein.

4.4 Maße und Lehrenverfahren

4.4.1 Maßprüfung A

Die Abmessungen, die Abstände und die Ausrichtung der Anschlüsse müssen geprüft werden und den festgelegten Werten entsprechen.

4.4.2 Maßprüfung B

Die Abmessungen sind zu messen. Sie müssen den festgelegten Werten entsprechen.

4.5 Elektrische Prüfungen

4.5.1 Isolationswiderstand

Wenn in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben, ist eine Spannung von höchstens 20 V an die festgelegten Prüfpunkte unter Verwendung der Prüfschaltung nach Bild 1a anzulegen. Der sich ergebende Strom ist zu messen. Er muss niedriger als der festgelegte Höchstwert sein.

Alternativ darf der Widerstand direkt mit einem Widerstandsmessgerät gemessen werden (siehe Bild 1b). Er muss größer als der festgelegte Mindestwert sein.

Es müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um sicherzustellen, dass die Messungen zwischen den angegebenen Punkten mit einer Spannung richtiger Polarität durchgeführt werden, die den festgelegten Wert nicht übersteigt. Fehler in der Beachtung dieser Bedingungen können zur Zerstörung des zu prüfenden Bauteiles führen.

Nach den Prüfungen müssen Messungen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass der Oszillator noch funktioniert.

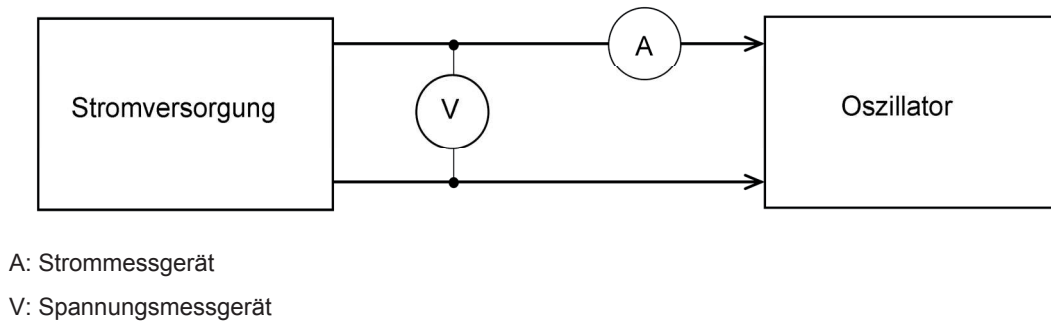


Bild 1a – Strom-Spannungsverfahren

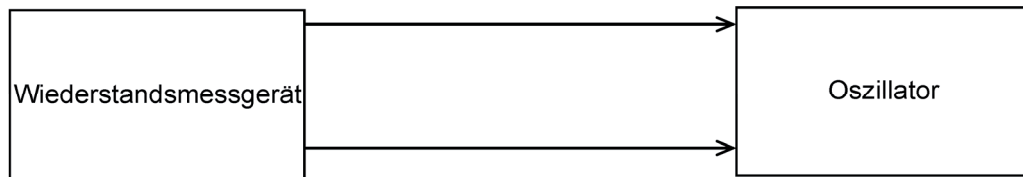


Bild 1b – Widerstandsverfahren

Bild 1 – Prüfschaltungen zur Messung des Isolationswiderstandes

4.5.2 Spannungsfestigkeit

Die festgelegte Spannung darf nur zwischen den angegebenen Anschlüssen unter Anwendung der Prüfschaltung nach Bild 2 angelegt werden, nachdem alle festgelegten Vorbehandlungsverfahren durchgeführt worden sind. Der Quellenwiderstand und der höchstzulässige Strom müssen in der Bauartspezifikation angegeben sein.

Es darf keinen Überschlag oder anderen elektrischen Durchschlag geben.

Nach der Prüfung müssen Messungen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass der Oszillator noch funktioniert.

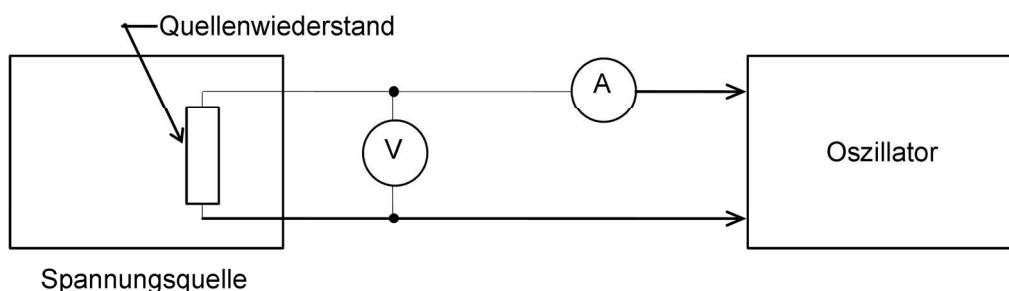


Bild 2 – Prüfschaltung zur Messung der Spannungsfestigkeit

4.5.3 Eingangsleistung

4.5.3.1 Oszillator-Eingangsleistung

Der Oszillator ist an die Stromversorgung und an die festgelegte elektrische Last (wie in Bild 3 dargestellt) anzuschließen. Die festgelegte Spannung ist anzulegen und sie muss sich in der angegebenen Zeit stabilisieren können. Messungen von Spannung und Strom müssen bei der Bezugstemperatur durchgeführt werden, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben. Die Eingangsleistung ist aus diesen Messungen zu errechnen.

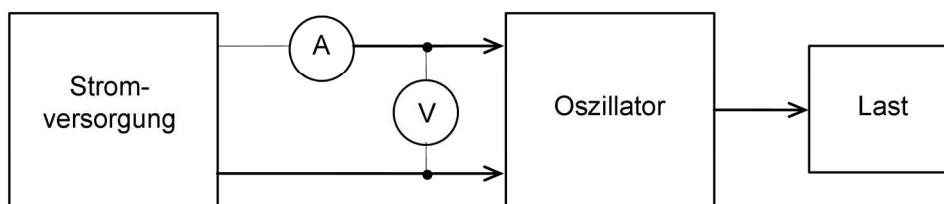


Bild 3 – Prüfschaltung zur Messung der Oszillator-Eingangsleistung

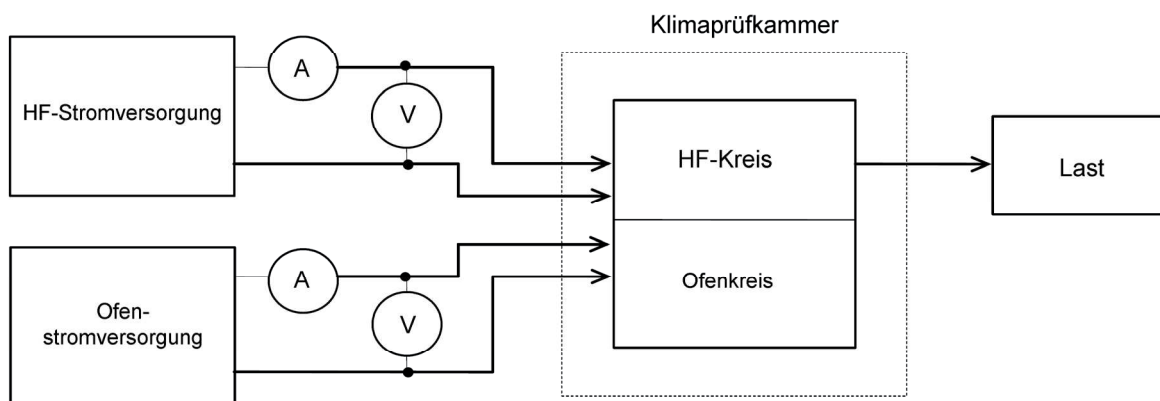
4.5.3.2 Ofen- und Oszillator-Eingangsleistung

Der Oszillator ist an die Prüfschaltung anzuschließen (siehe Anmerkung zu Bild 4) und in eine Klimaprüfkammer nach Bild 4 zu setzen. Last und Betriebsspannung(en) müssen den Festlegungen in der Bauartspezifikation entsprechen. Wenn die Eingangsleistung des Oszillators durch erzwungene Luftströmungen beeinflusst wird, muss der Zustand ruhender Luft durch einen Schutzkasten nach 4.2.3 simuliert werden. Strom und Spannung sind bei den in der Bauartspezifikation festgelegten Temperaturen aufzunehmen (üblicherweise bei der niedrigsten und der höchsten Temperatur des Arbeitstemperaturbereiches sowie bei der Bezugstemperatur).

Die Umgebungstemperatur wird üblicherweise als Bezugspunkttemperatur an der Oberfläche des Schutzkastens gemessen, wenn ein solcher benutzt wird. Wenn die Spitzenleistung festgelegt ist, sind die Momentanwerte von Strom und Spannung bei jedem eingestellten Temperaturwert der Prüfkammer zu messen. In diesem Fall kann es notwendig sein, ein Aufzeichnungsgerät mit dem Strom- und/oder Spannungsmessgerät zu verbinden, um die Momentanwerte hinreichend messen zu können.

Oszillator und Ofen müssen, ohne dass sie eingeschaltet sind, thermisches Gleichgewicht bei der Betriebstemperatur erreicht haben, bevor die Spitzenleistung gemessen wird. Wenn die Spitzenleistung gemessen werden soll, muss die Prüfkammer eine thermische Zeitkonstante deutlich unter der der zu messenden Heizkreis-Oszillator-Kombination haben.

Die Eingangsleistung wird aus den gemessenen Werten von Strom und Spannung errechnet.



ANMERKUNG Die Versorgung des Oszillators darf aus der gleichen Stromversorgung erfolgen.

Bild 4 – Prüfschaltung zur Messung der Ofen- und Oszillator-Eingangsleistung

4.5.3.3 Ofen-Eingangsleistung

Um die Ofen-Eingangsleistung allein zu messen, muss das in 4.5.3.2 angegebene Verfahren benutzt werden, wobei aber die Stromversorgung für den Oszillator abgeschaltet wird.

4.5.4 Ausgangsfrequenz

Messungen der Ausgangsfrequenz müssen entweder nach Verfahren 1 oder Verfahren 2 entsprechend der für den Oszillator festgelegten Genauigkeit vorgenommen werden.

Die folgenden Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten:

- Genauigkeit und Auflösung des Systems müssen immer mindestens eine Größenordnung besser sein als die Genauigkeit der zu bestimmenden Frequenz;
- der Oszillator muss mit der vorgeschriebenen Last abgeschlossen sein;
- Stabilität und Genauigkeit des Systems müssen durch periodische Überprüfungen des Frequenznormal gegen ein international anerkanntes Normal sichergestellt sein;
- für genaue Messungen ist es wesentlich, besonders darauf zu achten, dass die Umgebungsbedingungen nicht die Ergebnisse beeinflussen.

Verfahren 1 – Messungen für Genauigkeiten bis 1×10^{-8}

Der Oszillator ist nach Bild 5 an die festgelegte Stromversorgung und Last anzuschließen. Er muss sich in der festgelegten Zeit unter üblichen Betriebsbedingungen stabilisieren können.

Die Frequenz ist dann mit einem Frequenzzähler zu messen. Die Frequenz kann direkt oder durch Perioden-Mittelwertbildung bestimmt werden. Die Integrationszeit liegt üblicherweise im Bereich von 0,1 s bis 10 s. Perioden-Mittelwertbildung wird allgemein zur Messung von Frequenzen unter 5 MHz angewendet.

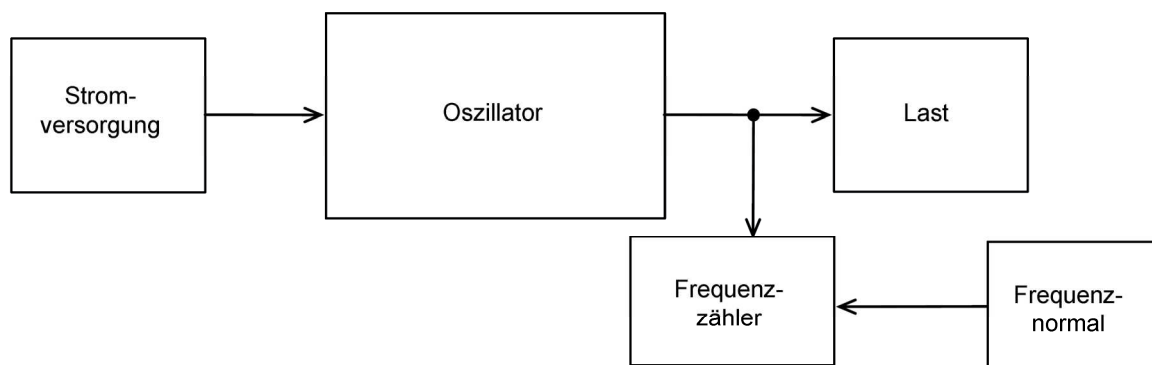


Bild 5 – Prüfschaltung zur Messung der Ausgangsfrequenz nach Verfahren 1

Verfahren 2 – Messungen für Genauigkeiten besser als 1×10^{-8}

Der Oszillator ist nach Bild 6 an die festgelegte Stromversorgung und Last anzuschließen. Er muss sich in der festgelegten Zeit unter üblichen Betriebsbedingungen stabilisieren können.

Die Frequenz ist mit einem Frequenzzähler zu messen nach Multiplikation auf einer Frequenz entsprechend der geforderten Genauigkeit. Die Integrationszeit liegt üblicherweise im Bereich von 0,1 s bis 10 s. So müsste z. B. ein 2,5-MHz-Signal auf 25 MHz vervielfacht werden, um eine Messgenauigkeit der Frequenz besser als 1×10^{-8} in 10 s zu erreichen.

Alternative Verfahren benutzen Hochgeschwindigkeitszähler anstelle von Frequenzvervielfachern. Es ist auch möglich, für Genauigkeiten besser als 1×10^{-10} mit Phasenvergleich gegen einen Frequenzgenerator, der von einem Frequenznormal gesteuert ist, zu arbeiten.

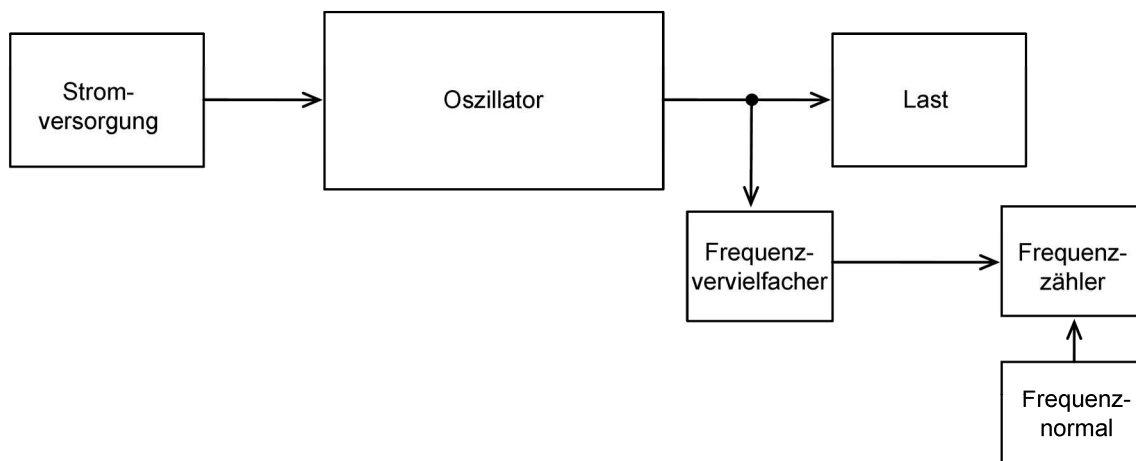


Bild 6 – Prüfschaltung zur Messung der Ausgangsfrequenz nach Verfahren 2

4.5.5 Frequenz-Temperatur-Kennlinie

4.5.5.1 Frequenz bei festgelegter Temperatur

Der nicht eingeschaltete Oszillator ist in eine Klimakammer zu setzen und nach der Prüfschaltung in Bild 7 mit der festgelegten Last zu verbinden. Dann ist die festgelegte Versorgungsspannung an den Oszillator anzulegen.

Wenn die Eingangsleistung des Oszillators durch erzwungene Luftströmungen beeinflusst wird, muss der Zustand ruhender Luft durch einen Schutzkasten nach 4.2.3 simuliert werden.

Die Prüfkammer muss sich bei der festgelegten Temperatur stabilisieren können, und wenn der Oszillator Gleichgewicht erreicht hat (siehe 4.2.2), sind die Messungen der Frequenz nach dem in 4.5.4 angegebenen geeigneten Verfahren durchzuführen.

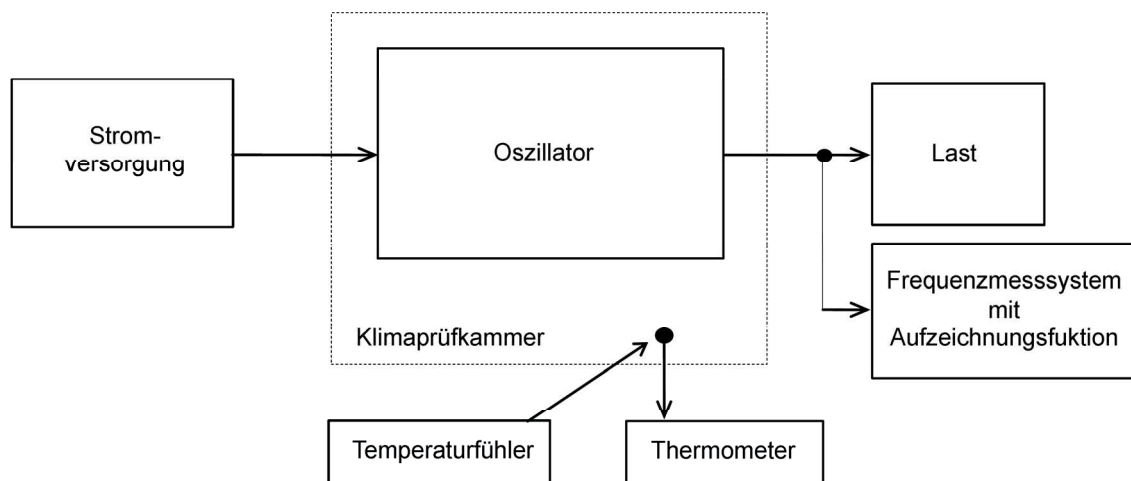


Bild 7 – Prüfschaltung zur Messung des Frequenz/Temperatur-Verhaltens

4.5.5.2 Gesamtes Frequenzverhalten

Der nicht eingeschaltete Oszillator ist in eine Klimaprüfkammer zu setzen und nach der Prüfschaltung in Bild 7 mit der festgelegten Last zu verbinden. Dann ist die festgelegte Versorgungsspannung an den Oszillator anzulegen.

Wenn die Eingangsleistung des Oszillators durch erzwungene Luftströmungen beeinflusst wird, muss der Zustand ruhender Luft durch einen Schutzkasten nach 4.2.3 simuliert werden.

Die Prüfkammer muss sich bei einer Extremtemperatur stabilisieren können, und wenn der Oszillator Gleichgewicht erreicht hat (siehe 4.2.2), sind Frequenz und Temperatur nach dem in 4.5.4 angegebenen geeigneten Verfahren aufzuzeichnen.

Wenn in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, muss die Prüfkammertemperatur in Schritten von 1,5 °C bis zur anderen Extremtemperatur geändert werden, wobei sichergestellt sein muss, dass nach jedem Temperaturschritt Gleichgewicht erreicht wird, oder die Temperatur muss mit einer Änderungsgeschwindigkeit von 0,5 °C/min verändert werden.

Während der Prüfung sind Temperatur und Frequenz aufzuzeichnen.

Wenn in der Bauartspezifikation die Bestimmung der Reproduzierbarkeit der Frequenz-Temperatur-Kennlinie gefordert wird, muss die Frequenz bei Temperaturänderungen in beiden Richtungen aufgezeichnet werden.

ANMERKUNG Bei einigen Anwendungen kann gefordert sein, dass die Reproduzierbarkeit der Frequenz-Temperatur-Kennlinie bestimmt wird, indem zuerst die Temperatur vom kleinsten zum höchsten Wert erhöht wird und dann vom höchsten zum kleinsten Wert abgesenkt wird. Abweichungen im Verhalten bei ansteigender und fallender Temperatur heißen Rücklauffehler oder Hysterese und sind insbesondere bei der Prüfung von TCXOs von Bedeutung.

4.5.6 Frequenz-Belastungs-Koeffizient

Mit einer Frequenzmessanordnung nach 4.5.4 sind die Messungen der Oszillator-Ausgangsfrequenz bei der festgelegten Nenn-, Mindest- und Höchstlast durchzuführen, wobei alle anderen Betriebsparameter konstant bei ihren festgelegten Werten gehalten werden. Die Lastwerte sind dann zu berechnen, wobei die Einflüsse durch das an den Ausgang des Oszillators angeschlossene Messgerät zu berücksichtigen sind, die in die Gesamtlast einbezogen werden müssen.

4.5.7 Frequenz-Spannungs-Koeffizient

Mit einer Frequenzmessanordnung nach 4.5.4 sind die Messungen der Oszillatorfrequenz beim festgelegten Nenn-, Mindest- und Höchstwert der Versorgungsspannung durchzuführen, wobei alle anderen Betriebsparameter konstant bei ihren festgelegten Werten gehalten werden. In jedem Fall muss die festgelegte Einlaufzeit zwischen dem Einstellen der Versorgungsspannung und der Frequenzmessung eingehalten werden.

Ein vorübergehendes Überspringen der Frequenz kann unmittelbar nach dem Anlegen der Versorgungsspannung auftreten, insbesondere wenn das zu prüfende Bauteil ein OCXO oder ein TCXO ist. Wenn die Höhe des Überspringens von Bedeutung ist, müssen Aufzeichnungsgeräte das Überspringen der Frequenz aufzeichnen. Die höchstzulässigen Abweichungen während der Einlaufzeit sind gesondert festzulegen.

Falls gefordert, ist eine Klimaprüfkammer zu benutzen, um die Umgebungstemperatur während der Prüfung auf ihrem festgelegten Wert zu halten.

4.5.8 Frequenzstabilität bei thermischem Einschwingen

Der nicht eingeschaltete Oszillator ist in die Klimakammer zu setzen und mit der festgelegten Last nach der Prüfschaltung in Bild 7 zu verbinden. Die festgelegte Versorgungsspannung ist dann an den Oszillator anzulegen. Die Klimakammer muss sich stabilisieren und der Oszillator thermisches Gleichgewicht (siehe 4.2.2) bei der festgelegten Anfangstemperatur T_1 erreichen können. Die Ausgangsfrequenz des Oszillators ist aufzuzeichnen.

Die Temperatur der Klimakammer ist dann mit der festgelegten Änderungsgeschwindigkeit auf die Endtemperatur T_2 zu verändern.

Die Oszillator-Ausgangsfrequenz und die Temperatur der Klimakammer (gemessen am Bezugspunkt) sollten während und nach diesem Vorgang kontinuierlich aufgezeichnet werden, sodass sich ein Diagramm der Frequenz- und der Temperatur-Änderungen entsprechend Bild 8 ergibt, aus dem thermische Antwortzeit und Überschwingen bestimmt werden können.

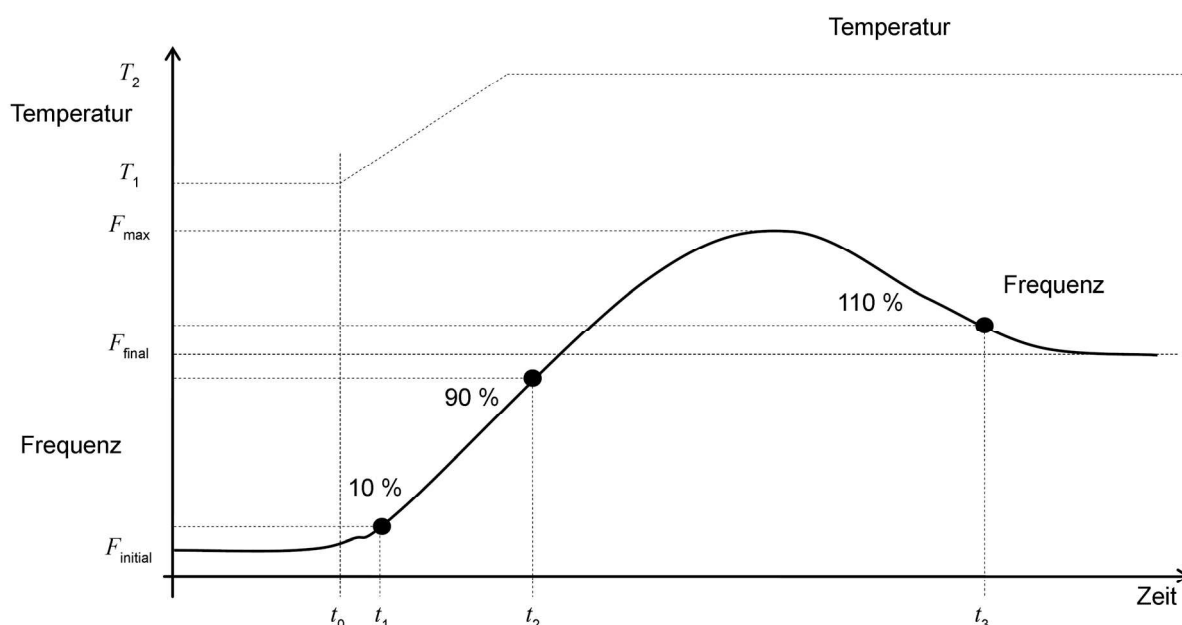
4.5.8.1 Das Überschwingen muss als Bruchteil der Nennfrequenz angegeben werden (z. B. darf das Überschwingen 2×10^{-7} nicht überschreiten):

$$\Delta F_{OS} = \frac{F_{\max} - F_{\text{final}}}{F_{\text{nominal}}}$$

4.5.8.2 Wenn nicht anders festgelegt, ist die thermische Antwortzeit die Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt, in dem die Frequenz 10 % der Gesamtänderung erreicht hat, und dem Zeitpunkt, in dem die Frequenz einen Wert bis 10 % vom Endwert ihrer Gesamtänderung erreicht hat.

Es gibt zwei mögliche Fälle, wie in der Beispielkurve nach Bild 8 gezeigt:

- Wenn das Überschwingen kleiner als 10 % ist, ist die thermische Antwortzeit $t_2 - t_1$ min.
- Wenn das Überschwingen gleich oder größer als 10 % ist, ist die thermische Antwortzeit $t_3 - t_1$ min.



t_0 Startzeit der Messung;

t_1 Zeit, in der die Frequenz 10 % des endgültigen Wertes ihrer Änderung erreicht;

t_2 Zeit, in der die Frequenz 90 % des endgültigen Wertes ihrer Änderung erreicht;

t_3 Zeit, in der die Frequenz 110 % des endgültigen Wertes ihrer Änderung bei der Rückkehr nach dem Überschwingen erreicht (für alle Fälle, in denen das Überschwingen größer als 10 % ist).

Bild 8 – Thermisches Überschwingverhalten eines Oszillators

4.5.9 Anschwingvorgang

Zweck ist, den zuverlässigen Anlauf der Schwingungsamplitude zu bestimmen und die Anschwingzeit zu messen.

Bild 9 stellt eine allgemeine Oszillatorschaltung dar.

Das Anschwingverhalten eines realen Quarzoszillators hängt von den folgenden Hauptfaktoren ab:

Oszillatorstufe:

- Rauschfaktor des aktiven Bauteils;
- offene Schleifenverstärkung (bzw. überschüssige Negativimpedanz) der Schwingungsgeneratorstufe;
- die Amplitudenbegrenzung der aktiven Schaltung;
- Gütefaktor unter Last (bzw. die effektive Bandbreite des Resonators);
- Abhängigkeit des Quarzresonanzwiderstandes vom Belastungspegel.

Ausgangsstufe:

- analoger sinusförmiger Ausgang;
- Logik-Ausgang.

Interne Stromversorgung:

- Sperrkondensatoren;
- Spannungsregler.

Versorgungsspannung:

- Anstiegszeit, Haltezeit, Austastzeit;
- Ausgangsimpedanz

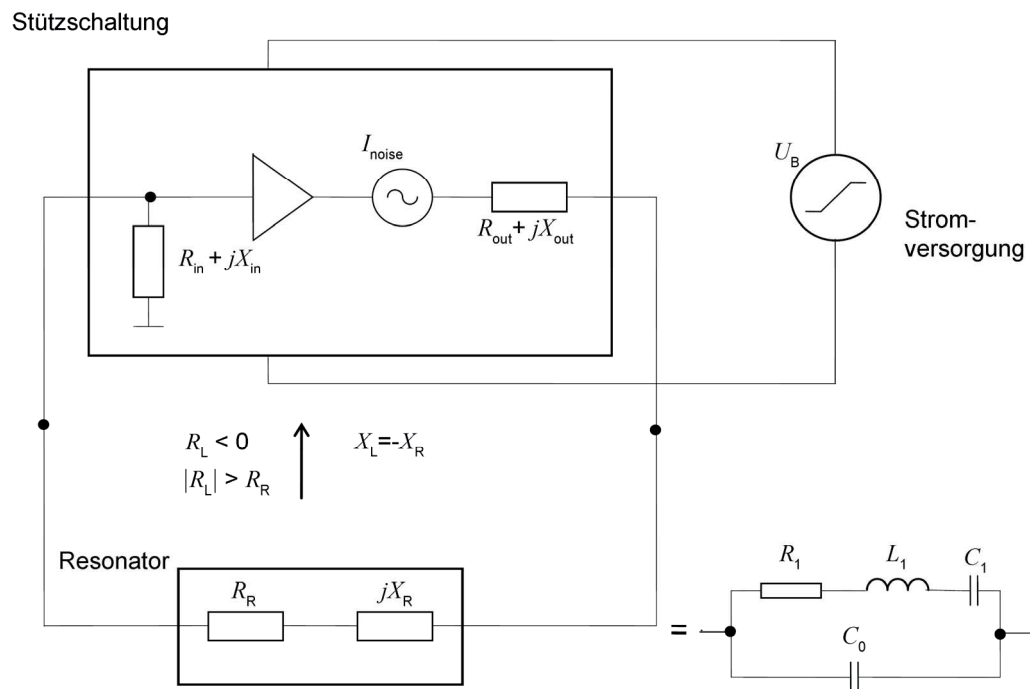


Bild 9 – Allgemeine Oszillatorschaltung

4.5.9.1 Anschwingverhalten

Um zu bestimmen, ob der Oszillator zuverlässig anschwingt, muss der Oszillator mit der Prüfschaltung zur Messung des Anschwingverhaltens nach Bild 10 verbunden werden.

Der Oszillator muss an eine programmierbare Stromversorgung angeschlossen werden. Das HF-Ausgangssignal und die Versorgungsspannung werden mit einem Oszilloskop aufgenommen, dessen Zeitablenkung so eingestellt wird, dass die gesamte Anschwingphase angezeigt wird.

Die Versorgungsspannung steigt linear von 0 auf die Nennspannung an. Die dafür benötigte Zeit t_{ramp} wird so festgelegt, dass sie mindestens 100- bis 1 000-mal so groß wie die angegebene oder erwartete Anschwingzeit des Oszillators ist.

Der Oszillator muss ein übliches und wiederholbares Anschwingverhalten innerhalb der Zeitspanne zeigen, in der die Versorgungsspannung hochgefahren wird, wie in Bild 11 dargestellt.

Festgelegte Bedingungen:

Die folgenden Prüfbedingungen müssen in der Bauartspezifikation angegeben werden:

- Versorgungsspannung;
- Einzelheiten zur Last;
- Anschwingzeit;
- im Falle eines VCXO: Steuer-Gleichspannung.

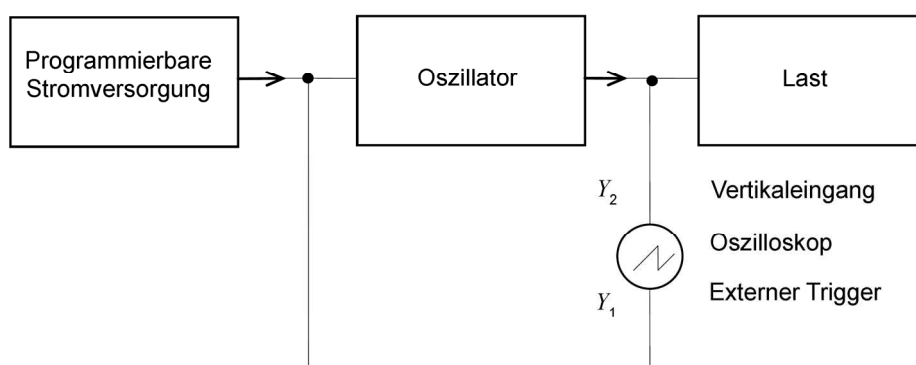


Bild 10 – Prüfschaltung zur Messung des Anschwingverhaltens und der Anschwingzeit

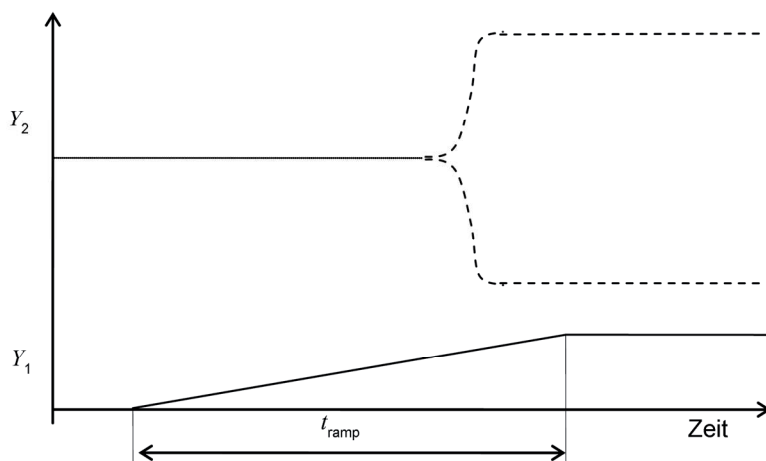


Bild 11 – Übliches Anschwingverhalten bei langsamem Anstieg der Versorgungsspannung

4.5.9.2 Anschwingzeit

Um die Anschwingzeit t_{SU} unter festgelegten Bedingungen zu messen, muss der Oszillator an eine programmierbare Stromversorgung angeschlossen werden (siehe Bild 10).

Das HF-Ausgangssignal und die Versorgungsspannung werden mit einem Oszilloskop aufgenommen, dessen Zeitablenkung so eingestellt wird, dass die gesamte Einschwingphase angezeigt wird.

Die Versorgungsspannung steigt linear von 0 auf die Nennspannung an. Die dafür benötigte Zeit t_{ramp} wird so festgelegt, dass sie weniger als ein Zehntel der angegebenen oder erwarteten Anschwingzeit des Oszillators beträgt.

Die Anschwingzeit t_{SU} wird gemessen als die Differenz zwischen dem Zeitpunkt, an dem die Versorgungsspannung anzusteigen beginnt, und dem Zeitpunkt, an dem das HF-Ausgangssignal bestimmte, nachfolgend genannte Bedingungen erfüllt:

a) nahezu sinusförmige Wellenform:

Die Signalhüllkurve erreicht 90 % des Spitze-Spitze-Wertes der Amplitude im eingeschwungenen Zustand, wenn nicht anders festgelegt.

b) Impulswellenformen:

Die Ausgangsimpulsfolge ist periodisch mit einer Frequenz nahe dem eingeschwungenen Zustand, während ihr unteres Signalniveau U_{LO} unterhalb U_{OL} bleibt und ihr oberes Niveau U_{HI} beständig U_{OH} übersteigt; dabei sind U_{OH} und U_{OL} in der entsprechenden Logikfamilie definiert.

Achtung:

Der logische Ausgang kann vor dem Erreichen des eingeschwungenen Zustands des Ausgangssignals unkorrelierte Schwingungen aufweisen.

ANMERKUNG Die Entladung der internen Sperrkondensatoren ist vor Beginn der Messung sicherzustellen.

Ein Beispiel ist in Bild 12 dargestellt.

Das beschriebene Verfahren kann entweder als Einzelmessung oder als periodische Messung angewendet werden. Im letzteren Fall müssen folgende Bedingungen erfüllt werden (siehe Bild 13):

t_{ramp} wie oben beschrieben;

$t_{\text{hold}} \geq 100 t_{\text{SU}}$.

t_{off} Die Mindestdauer muss so gewählt werden, dass eine weitere Erhöhung das Ergebnis für t_{SU} nicht mehr verändert, z. B. $t_{\text{off}} \geq 100 t_{\text{SU}}$.

Während der Zeitspanne t_{off} muss der Oszillatoranschluss für die Versorgungsspannung zur Masse kurzgeschlossen sein, um die internen Sperrkondensatoren vollständig zu entladen.

ANMERKUNG Der Faktor 100 in den Gleichungen für t_{hold} und t_{off} kann für kleinere Volumen verringert werden; es sollte jedoch überprüft werden, ob sich die gemessene Anschwingzeit nicht verändert, vor allen Dingen bei Resonatoren mit hohem Gütefaktor.

Achtung:

Die Stromversorgung muss einen ausreichenden Strom liefern können, damit der festgelegte Spannungsanstieg an den Versorgungsanschlüssen des Oszillators realisiert werden kann. Sie muss auch geeignet sein, den Entladungsstrom des Oszillators während t_{off} abfließen zu lassen.

Festgelegte Bedingungen:

Die folgenden Prüfbedingungen müssen in der Bauartspezifikation angegeben werden:

- Versorgungsspannung;
- Einzelheiten zur Last;
- Anschwingzeit;
- im Falle eines VCXO: Steuer-Gleichspannung.

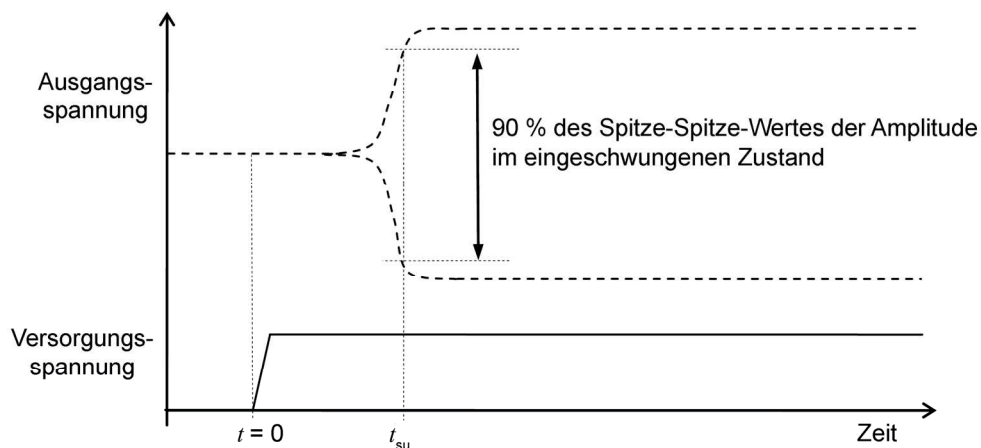
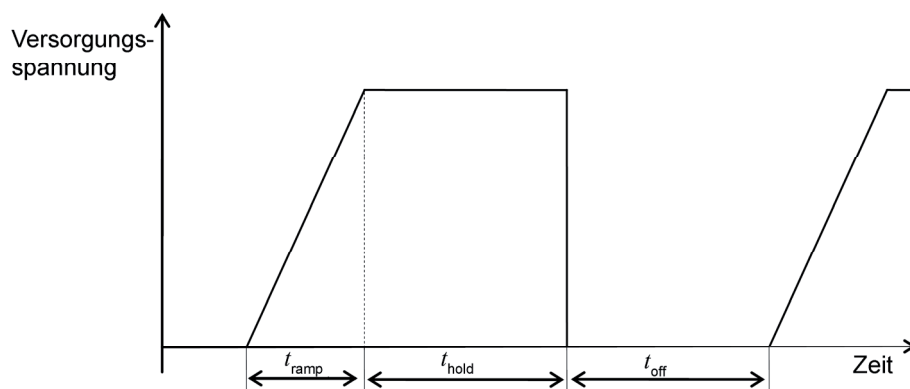


Bild 12 – Definition der Anschwingzeit

Bild 13 – Wellenform der Versorgungsspannung für die periodische t_{su} -Messung

4.5.10 Einlaufzeit

Der nicht eingeschaltete Oszillator ist in die Klimaprüfkammer zu setzen und mit der festgelegten Last der Prüfschaltung nach Bild 7 zu verbinden. Die Frequenzmessung muss nach 4.5.4 erfolgen. Die Kammer-temperatur ist nach den Angaben in der Bauartspezifikation einzustellen. Der Oszillator ist dann einzuschalten und die Ausgangsfrequenz ist mit einem Aufzeichnungsgerät als Funktion der Zeit aufzuzeichnen. Die Einlaufzeit t_s ist die Zeit, die die Oszillator-Ausgangsfrequenz benötigt, um sich innerhalb der festgelegten Grenzabweichung ihres Langzeitwertes, der nach einer festgelegten Zeit bestimmt wird, zu stabilisieren (siehe Bild 14).

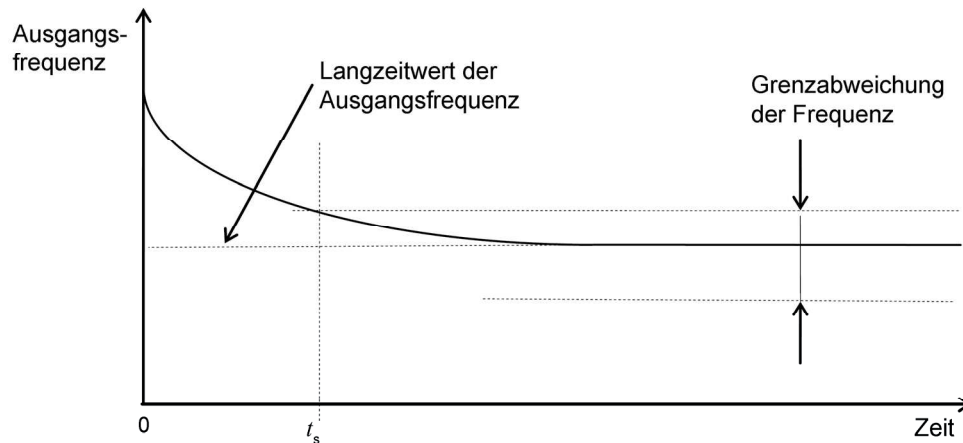


Bild 14 – Übliches Einlaufverhalten eines Oszillators

4.5.11 Frequenzziehbereich

Der Oszillator ist nach 4.5.4 anzuschließen und, falls erforderlich, mit einer entsprechenden Steuerspannung zu verbinden. Der Oszillator ist einzuschalten und muss in der festgelegten Zeit unter normalen Betriebsbedingungen einlaufen können. Die Abgleichrichtungen des Oszillators sind auf ihren niedrigsten und höchsten Wert einzustellen und die Ausgangsfrequenz ist zu messen, wenn in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben.

4.5.12 Wiedereinlauf-Verhalten

Der nicht eingeschaltete Oszillator ist in die Klimaprüfkammer zu setzen und mit der festgelegten Last der Prüfschaltung nach Bild 8 zu verbinden. Die Kammer muss bei einer Temperatur im Bereich zwischen 20 °C und 30 °C auf $\pm 0,5$ °C gehalten werden, wenn in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben. Der Oszillator ist einzuschalten und alle Betriebsparameter sind auf die festgelegten Werte einzustellen. Dann ist die Frequenz in Abhängigkeit von der Zeit zu messen.

Nach einer bestimmten Betriebszeit (t_1 , Bild 15, die größer als die Einlaufzeit sein muss) ist die Ausgangsfrequenz aufzuzeichnen. Dann wird der Oszillator abgeschaltet, sodass er die festgelegte Lagertemperatur in der angegebenen Zeit t_2 annehmen kann. Am Ende dieser Zeitspanne wird die Stromversorgung wieder eingeschaltet und die Frequenz in Abhängigkeit von der Zeit aufgezeichnet. Die Wiedereinlaufzeit t_r ist die Zeit, die die Ausgangsfrequenz nach dem Einschalten der Stromversorgung benötigt, um sich innerhalb der festgelegten Grenzabweichung des vor dem Abschalten der Stromversorgung aufgezeichneten Wertes wieder zu stabilisieren.

Wird der Oszillator (während der Zeitspanne t_2) in einer anderen Umgebung als der Klimakammer gelagert, ist dem Oszillator eine angemessene Zeit zu lassen, sich auf die zur Frequenzmessung festgelegte Temperatur einzustellen, bevor irgendeine Frequenzmessung vorgenommen wird. Diese Einlaufzeit (bei abgeschaltetem Zustand) sollte als Teil der Lagerzeit t_2 gerechnet werden.

ANMERKUNG Es wird eine besondere Festlegung der Messtemperatur vorgenommen, weil die zulässige Grenzabweichung der Lagertemperatur beträchtlich größer sein darf als die der Messtemperatur, obwohl beide Temperaturen gleich sein können.

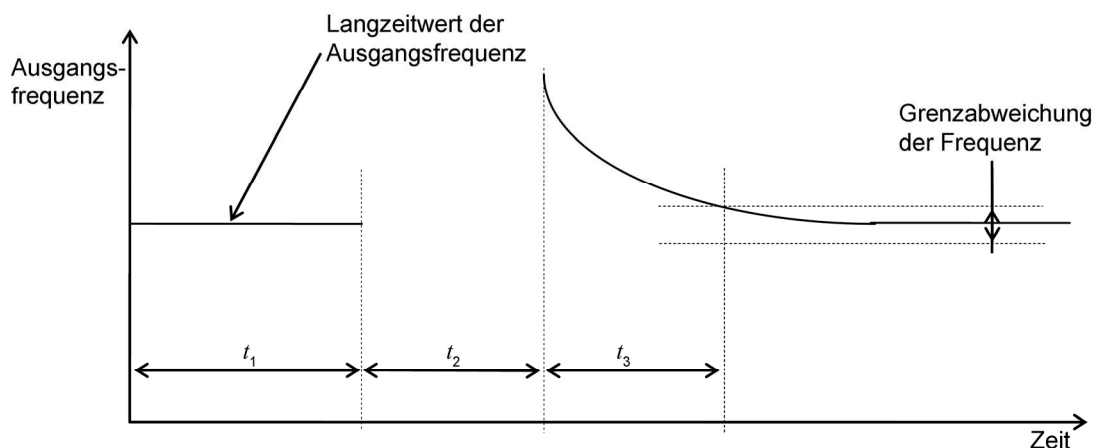


Bild 15 – Beispiel eines Wiedereinlauf-Verhaltens

4.5.13 Oszillator-Ausgangsspannung (sinusförmig)

Der Oszillator ist nach Bild 16 an die angegebene Versorgungsspannung und Last anzuschließen. Er muss sich in der festgelegten Zeitspanne stabilisieren können. Die Ausgangsspannung ist über der Last zu messen und muss im festgelegten Abgleichbereich jeder Frequenz innerhalb der angegebenen Grenzwerte bleiben. Messungen müssen bei der Bezugstemperatur, dürfen aber auch im Arbeitstemperaturbereich durchgeführt werden, wenn die Bauartspezifikation es verlangt. Die Messungen sind mit einem Hochfrequenz-Spannungsmessgerät für Effektivspannungen und einem Oszilloskop für Spitze-Spitze-Spannungen durchzuführen.

Im Fall nahezu sinusförmiger Wellenformen ist die Messung der Ausgangsleistung immer mit einem direkt anzeigenden Leistungsmessgerät oder mit einem Echt-Effektivwert-Spannungsmessgerät durchzuführen.

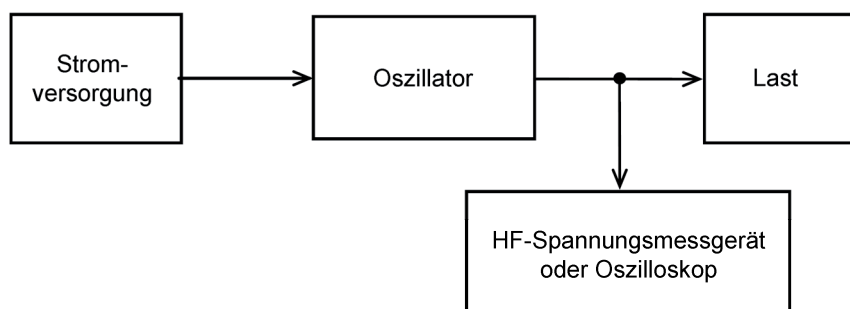


Bild 16 – Prüfschaltung zur Messung der Ausgangsspannung

4.5.14 Oszillator-Ausgangsspannung (impulsförmig)

Der Oszillator ist nach Bild 17 an die festgelegte Last anzuschließen (siehe IEC 60679-1, Anhang A, bezüglich Einzelheiten zu Belastungsschaltungen für den logischen Betrieb).

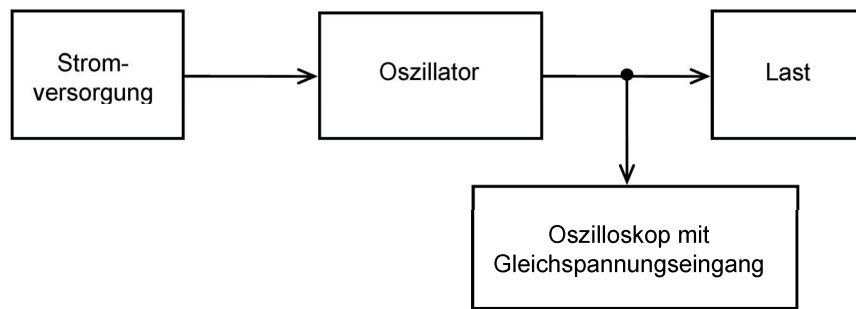


Bild 17 – Prüfschaltung zur Messung impulsförmiger Ausgangsspannungen

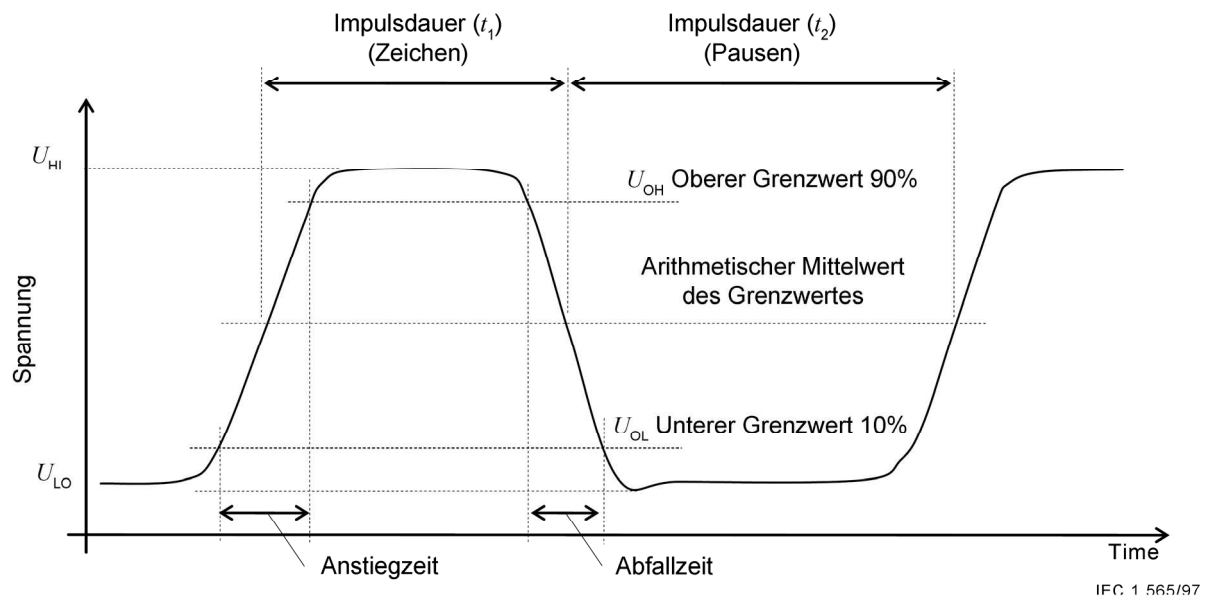


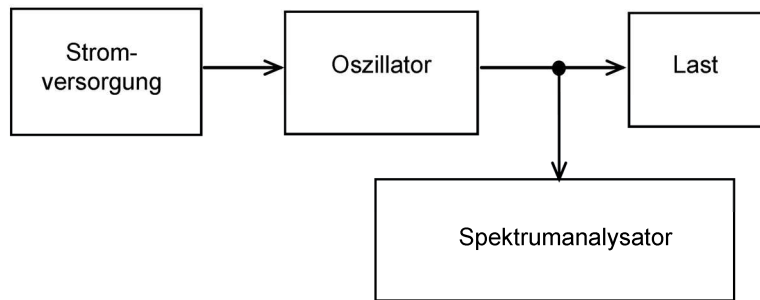
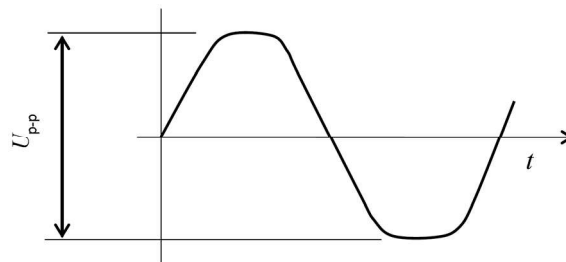
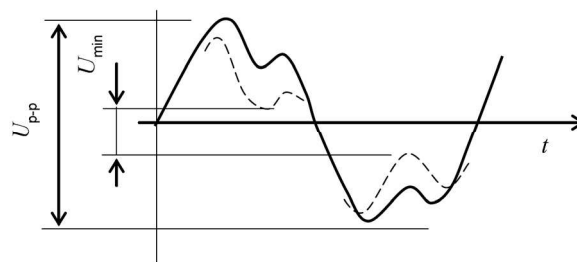
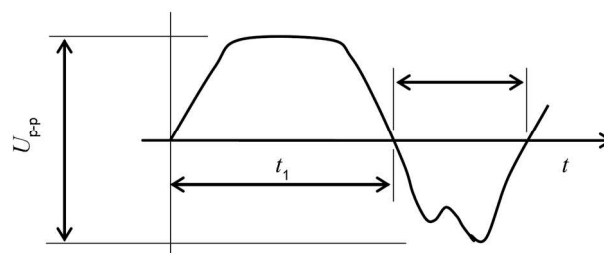
Bild 18 – Eigenschaften einer Ausgangskurvenform

Die Spannungen des hohen und des niedrigen Pegels, wie in Bild 18 dargestellt, sind mit einem Oszilloskop zu messen und müssen innerhalb der in der Bauartspezifikation festgelegten Grenzwerte liegen.

4.5.15 Oszillator-Ausgangskurvenform (sinusförmig)

Der Oszillator ist nach Bild 19 an die festgelegte Last anzuschließen.

Der Spektrumanalysator ist so einzustellen, dass er einen Frequenzbereich anzeigt, der die entsprechenden harmonischen Oberwellen des Oszillators einschließt. Übliche nahezu sinusförmige Kurvenformen sind in Bild 20 und die entsprechenden Frequenzspektren in Bild 21 dargestellt.

**Bild 19 – Prüfschaltung zur Messung der harmonischen Verzerrung****Bild 20a – Symmetrisch****Bild 20b – Hoher ungeradzahliger harmonischer Gehalt****Bild 20c – Hoher geradzahliger harmonischer Gehalt****Bild 20 – Nahezu sinusförmige Ausgangskurvenformen**

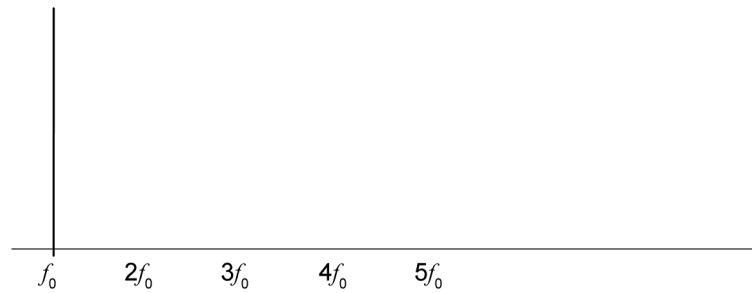


Bild 21a – Ideales Spektrum

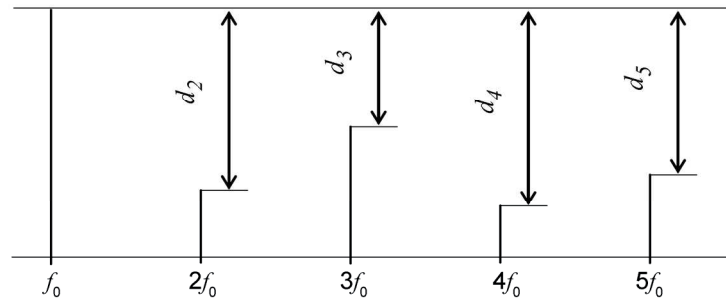


Bild 21b – Spektrum mit großer harmonischer Verzerrung

Bild 21 – Frequenzspektrum bei harmonischer Verzerrung

Die Spektren auf dem Spektrumanalysator werden üblicherweise direkt als Leistungsverhältnis bezüglich der Trägerleistung gemessen, ausgedrückt in dB, oder alternativ muss die prozentuale Verzerrung der harmonischen Oberwellen wie folgt berechnet werden:

$$D_x = \frac{100}{10^{\frac{d_x}{20}}}$$

Dabei ist:

D_x der Prozentsatz harmonischer Verzerrung;

d_x die Pegeldifferenz zwischen Träger und harmonischer Oberwelle (in dB), gemessen am Spektrumanalysator;

x die Ordnung der harmonischen Oberwelle.

Wenn dieses Prüfverfahren benutzt wird, müssen die folgenden Vorsichtsmaßnahmen beachtet werden:

- Es muss dafür gesorgt werden, dass keine Verzerrung im Eingangsmischer des Spektrumanalysators entsteht.
- Nichtlineare Verzerrung (die den Anschein harmonischer Verzerrung hat) entsteht, wenn der Eingangsmischer überlastet ist. Dies zeigt sich, wenn ein Dämpfungsglied zwischen Oszillator und Spektrumanalysator geschaltet wird und Messungen bei verschiedenen Leistungspegeln erfolgen. Das Dämpfungsglied sollte nicht das Verhältnis der harmonischen Verzerrungen beeinflussen.

ANMERKUNG Die gesamte harmonische Verzerrung ergibt sich aus der Summe der einzelnen relevanten harmonischen Verzerrungen.

$$D_{\text{total}} = 100 \left[10^{\frac{d_2}{10}} + 10^{\frac{d_3}{10}} + \dots + 10^{\frac{d_n}{10}} \right]^{-1/2}$$

4.5.16 Oszillator-Ausgangskurvenform (impulsförmig)

Der Oszillator ist nach Bild 17 anzuschließen und mit der festgelegten Last zu verbinden (siehe IEC 60679-1, Anhang A, bezüglich Einzelheiten zu Belastungsschaltungen für den logischen Betrieb).

4.5.16.1 Anstiegs- und Abklingzeiten

Messungen müssen sowohl an der ansteigenden wie an der abfallenden Flanke zwischen den Grenzwerten der Eingangsspannung, innerhalb derer der Betrieb der bestimmten Logikfamilie garantiert wird, durchgeführt werden, z. B. für TTL- und CMOS-Familien zwischen $U_{OH \text{ min.}}$ und $U_{OL \text{ max.}}$ oder an den 10%- und 90%-Punkten hinsichtlich des flachen Abschnitts des höchsten Amplitudenpegels, wie in Bild 18 dargestellt. Überspringen muss bei dieser Messung nicht beachtet werden, wenn die Spitzen nicht die Grenzwerte, die für den eingeschwungenen Pegel festgelegt sind, überschreiten oder das Überspringen auf außerhalb von Oszillator oder Oszilloskop liegende Induktivitäten zurückgeführt werden kann.

Wenn höhere Genauigkeit verlangt wird, ist folgende Korrekturgleichung anzuwenden:

$$t_a = \sqrt{(t_i)^2 - (t_s)^2}$$

Dabei ist:

- t_i die gemessene Anstiegs- oder Abfallzeit;
- t_s die Anstiegs- oder Abfallzeit des Oszilloskops;
- t_a die tatsächliche Zeit.

4.5.16.2 Impulsdauer

Die Impulsdauer des Oszillators muss mit einem Oszilloskop zusammen mit den Anstiegs- oder Abklingzeiten gemessen werden. Wenn nicht anders festgelegt, müssen die Messungen in der Mitte zwischen $U_{OL \text{ max.}}$ und $U_{OH \text{ min.}}$ oder bei dem 50%-Pegel durchgeführt werden, wie in Bild 18 dargestellt.

4.5.16.3 Symmetrie

Wenn festgelegt, muss die Symmetrie der Wellenform des Oszillators zusammen mit der Messung der Anstiegs- oder Abklingzeiten bestimmt werden. Wenn nicht anders festgelegt, müssen die Messungen in der Mitte zwischen $U_{OL \text{ max.}}$ und $U_{OH \text{ min.}}$ oder bei dem 50%-Pegel durchgeführt werden, wie in Bild 18 dargestellt.

4.5.17 Oszillator-Ausgangsleistung (sinusförmig)

Das Prüfverfahren muss wie für die Ausgangsspannung nach 4.5.13 durchgeführt werden. Die Ausgangsleistung muss aus dem Effektivwert der Ausgangsspannung und der Lastimpedanz berechnet oder darf alternativ direkt an einem geeigneten Leistungsmessgerät abgelesen werden. Im Falle nahezu sinusförmiger Wellenformen muss die Messung der Ausgangsleistung immer mit einem direkt anzeigenden Leistungsmessgerät oder einem Echt-Effektivwert-Spannungsmessgerät durchgeführt werden.

4.5.18 Oszillator-Ausgangs impedanz (sinusförmig)

Der Oszillator ist nach Bild 16 anzuschließen, mit der Ausnahme, dass die Last ein Präzisionswiderstand $R_L (\pm 1 \%, \text{ reaktanzfrei})$ ist, der der festgelegten Last minus 10 % entspricht. Der Oszillator muss eingeschaltet werden und muss sich in der festgelegten Zeit stabilisieren können, nach der die Ausgangsspannung U_L zu messen ist. Anschließend muss die Last durch einen Präzisionswiderstand $R_H (\pm 1 \%, \text{ reaktanzfrei})$ ersetzt werden, der der festgelegten Last plus 10 % entspricht, und die Ausgangsspannung U_H wird gemessen. Die Ausgangsimpedanz muss nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$Z = \frac{R_L R_H (U_H - U_L)}{U_L R_H - U_H R_L}$$

ANMERKUNG Dieses Verfahren ist nur dann brauchbar, wenn die Ausgangsimpedanz des Oszillators ein ohmscher Widerstand ist; die Messung ist ungenau, wenn der Ausgangswiderstand beträchtlich kleiner als die Lastimpedanz ist.

4.5.19 Rückentkopplung

Der Oszillator ist an die Prüfschaltung nach Bild 22 anzuschließen. Die Klemmen, zwischen denen die Entkopplung zu messen ist, sind kurzzuschließen. Der Pegel und die Frequenz des Übersprechsignals sind, wie festgelegt, am Signalgenerator einzustellen. Mit einem Spektrumanalysator (oder selektivem Spannungsmessgerät) wird der Ausgangspegel dieses Signals an der Klemme gemessen, an der das Signal nicht anliegt (oder an der festgelegten Klemme bei Oszillatoren mit mehreren Klemmen). Der Kurzschluss muss dann entfernt und der Ausgangspegel nochmals gemessen werden.

Das Verhältnis der beiden Signale aus der Messung mit und ohne Kurzschluss (üblicherweise in dB ausgedrückt) ist die Entkopplung zwischen den entsprechenden Klemmen bei dieser Frequenz. Das Verhältnis muss der Angabe in der Bauartspezifikation entsprechen.

Bei Durchführung dieser Prüfung sind folgende Vorsichtsmaßnahmen zu beachten:

- Die am Oszillator anliegenden Lasten sind eine Kombination aus der Ausgangsimpedanz des Signalgenerators, der Eingangsimpedanz des Spektrumanalysators (oder selektiven Spannungsmessgeräts) und irgendwelchen anderen von außen angelegten Lasten.
- Am Spektrumanalysator (oder selektivem Spannungsmessgerät) ist Überlast zu vermeiden, weil dies zur Signalbegrenzung und damit zu einer Verfälschung der gemessenen Entkopplung führt.
- Wenn die Entkopplung bei einer Frequenz, die eine Oberwelle des Oszillators ist, gemessen werden soll, wird ein ungünstiger Messwert für die Entkopplung erhalten. Ein brauchbares Ergebnis kann dennoch erhalten werden, wenn der Pegel der Oberwelle beträchtlich niedriger als die zu messende Entkopplung ist. Wenn der harmonische Gehalt des Ausgangssignals groß ist, ist es notwendig, den Oszillator abzuschalten (das bedeutet, das Bauelement zur Beendigung der Schwingungen zu bringen, während die Stromversorgung eingeschaltet bleibt), bevor eine Messung erfolgt.

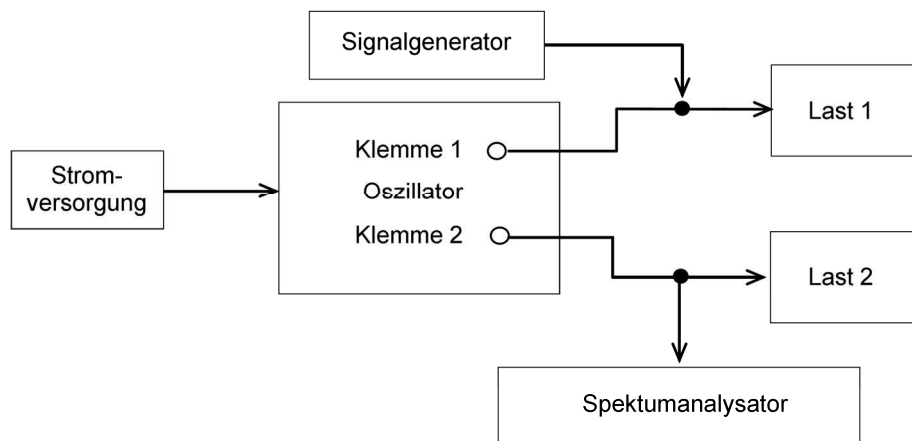


Bild 22 – Prüfschaltung zur Bestimmung der Entkopplung zwischen den Ausgangsklemmen

4.5.20 Ausgangsunterdrückung bei torgesteuerten Oszillatoren

Der Oszillator muss an die Prüfschaltung nach Bild 23 angeschlossen werden und die Prüfung muss wie folgt durchgeführt werden:

Das festgelegte Signal, das zur „ON“-Steuerung des Ausgangs des Oszillators benötigt wird, muss angelegt werden und der Pegel des Ausgangs muss mit dem Spektrumanalysator bei der Grundfrequenz und bei

irgendeiner (irgendwelchen) harmonischen Frequenz(en), wie festgelegt, gemessen werden. Das festgelegte Signal, das zur „OFF“-Steuerung des Ausgangs des Oszillators benötigt wird, muss angelegt werden und der (die) neue(n) Ausgangspegel muss (müssen) gemessen werden.

Das Verhältnis der Ausgangspegel „ON“ und „OFF“, üblicherweise in dB ausgedrückt, ist die Ausgangsunterdrückung bei einer bestimmten Frequenz und muss den Angaben in der Bauartspezifikation entsprechen.

Am Spektrumanalysator ist Überlast zu vermeiden, weil dies zur Signalbegrenzung und zu einer offensichtlichen Verringerung der Ausgangsunterdrückung führt.

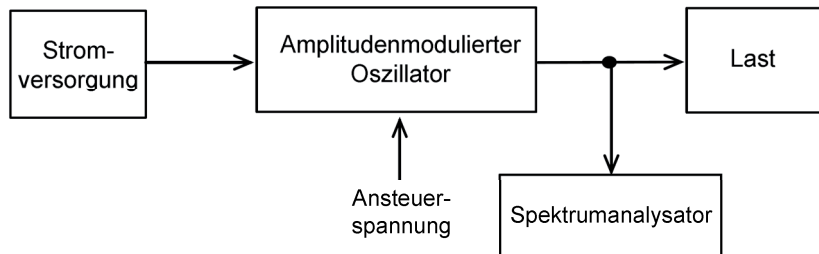


Bild 23 – Prüfschaltung zur Messung der Unterdrückung bei torgesteuerten Oszillatoren

4.5.21 Tristate-Ausgangsverhalten

4.5.21.1 Ausgangsstrom im Tristate-Disable-Modus

Diese Prüfung dient zur Bestimmung des Ausgangskurzschlussstromes, der von einem Oszillator mit Tristate-Ausgang gezogen wird, wenn er zugesteuert (Disable-Modus) ist.

Der Oszillator ist nach Bild 24 anzuschließen. Der Enable/Disable-Anschluss wird über Schalter 1 mit dem entsprechenden Gleichspannungspegel verbunden, d. h. mit der festgelegten Versorgungsspannung für Oszillatoren, die bei niedrigem Pegel aufsteuern, oder mit Masse für jene, die bei hohem Pegel aufsteuern. Dann ist die Stromversorgung des Oszillators einzuschalten.

Die Steuerspannungspegel für Enable/Disable müssen den Angaben in der Bauartspezifikation entsprechen. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass die an den Enable/Disable-Steuereingang und den Ausgang angelegten Spannungen nicht die Spannung, die an den Oszillator gelegt wird, überschreiten.

Der Oszillatorausgang ist mit Schalter 2 wechselweise an Versorgungsspannung und an Masse zu legen und der Ausgangsstrom ist in beiden Fällen zu messen.

Der nach den Angaben in der Bauartspezifikation höchste zulässige Ausgangsstrom im Disable-Modus darf nicht überschritten werden.

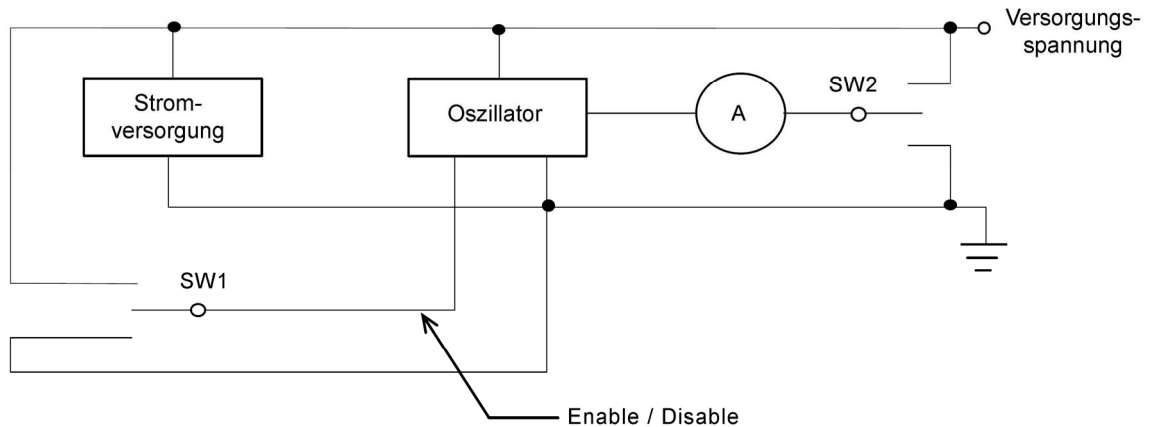


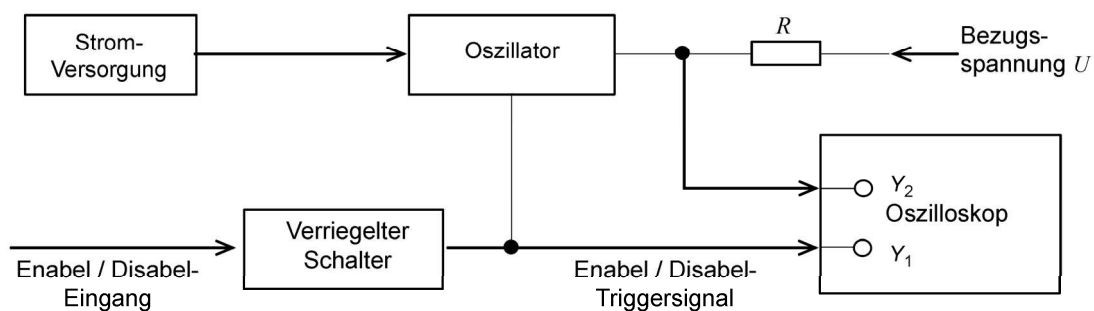
Bild 24 – Prüfschaltung für den Ausgangsstrom im Tristate-Disable-Modus

4.5.21.2 Ausgangsschaltzeit

Um die Zeit zu messen, die die Oszillatorausgangsstufe benötigt, um zwischen Enable- und Disable-Modus umzuschalten, ist der Oszillator nach Bild 25 anzuschließen. Der Wert des Widerstandes R ist so zu wählen, dass die Zeitkonstante aus R und der Eingangskapazität des Oszilloskops die Messgenauigkeit nicht beeinflusst.

Die festgelegten Versorgungs-, Bezugs- sowie Enable- und Disable-Steuerspannungen sind an den Oszillator anzulegen, wobei darauf zu achten ist, dass die Enable- und Disable-Steuerspannungen nicht den Wert der Versorgungsspannung überschreiten.

Die Triggerung des Oszilloskops ist auf den Übergang vom Disable- auf den Enable-Modus oder umgekehrt – je nachdem, was geeignet ist – einzustellen und der zugehörige Übergang der Oszillatorspannung ist zusammen mit dem Übergang der Triggerspannung anzuzeigen; die Schaltzeit zwischen dem Übergang der Triggerspannung und dem Zeitpunkt, zu dem sich die Oszillator-Ausgangsspannung auf die Bezugsspannung stabilisiert, muss gemessen werden.



Dabei ist:

$$U = \frac{(U_{OH} - U_{OL})}{2} + U_{OL} \text{ die Bezugsspannung;}$$

U_{OL} die Ausgangsspannung des Oszillators bei niedrigem Pegel;

U_{OH} die Ausgangsspannung des Oszillators bei hohem Pegel.

Bild 25 – Prüfschaltung für die Ausgangsschaltzeit im Tristate-Modus

4.5.22 Amplitudenmodulationsverhalten

4.5.22.1 Amplitudenmodulationsgrad

Prüfung A

Diese Prüfung ist bei einem Modulationsgrad größer als 0,1 und kleiner als 1,0 anzuwenden. Der Oszillator ist nach Bild 26 an die festgelegte Last anzuschließen und das angegebene Modulationssignal ist anzulegen. Die Werte von x und y der Wellenform (siehe Bild 27) sind zu messen und der Modulationsgrad m ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$m = \frac{y - x}{y + x}$$

Der erreichte Modulationsgrad muss dem in der Bauartspezifikation angegebenen Wert entsprechen und der prozentuale Modulationsgrad muss 100 m % sein. Dieses Prüfverfahren darf nicht angewendet werden, wenn m kleiner als 0,1 ist, weil hier die Messgenauigkeit naturgemäß zu gering ist.

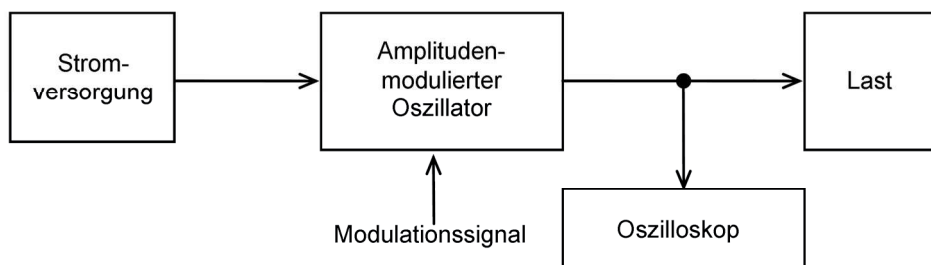


Bild 26 – Prüfschaltung zur Messung des Modulationsgrades

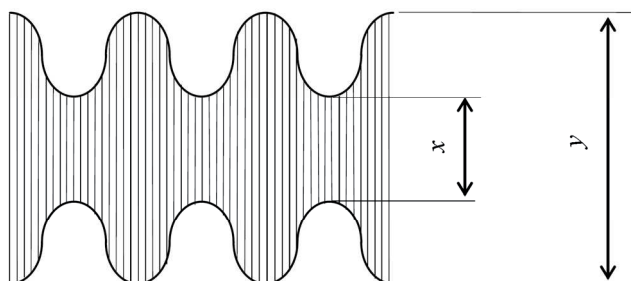


Bild 27 – Wellenform der Modulation zur Berechnung des Modulationsgrades

ANMERKUNG 1 Die Genauigkeit dieses Verfahrens wird nicht durch Frequenzmodulation beeinflusst.

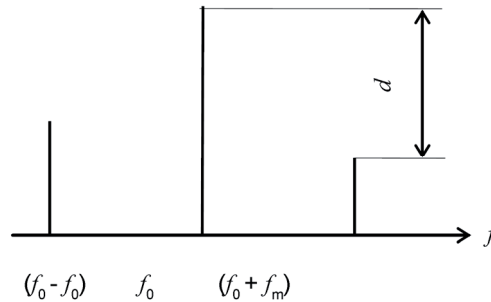
ANMERKUNG 2 Dieses Verfahren gilt für nicht-sinusförmige Kurvenformen.

Prüfung B

Dieses Verfahren ist bei Modulationsgraden unter 0,1 anzuwenden.

Der Oszillator ist nach Bild 26 an die festgelegte Last anzuschließen mit dem Unterschied, dass das Oszilloskop durch einen Spektralanalysator mit ausreichend schmaler Zwischenfrequenzbandbreite ersetzt wird, um eine hinreichend große Unterscheidung zwischen Oszillator-Ausgangssignal und seinen Seitenbandsignalen zu erhalten. Mit dem festgelegten Modulationssignal, das an den Oszillator angelegt wird, ist der Spektralanalysator so einzustellen, dass eine Darstellung des Frequenzspektrums im Bereich

der Ausgangsfrequenz des Oszillators erhalten wird, wobei ein logarithmischer Amplitudenmaßstab zu benutzen ist (siehe Bild 28).



- f_0 Ausgangsfrequenz des Oszillators;
- f_m Frequenz des Modulationssignals;
- $f_0 - f_m$ Frequenz des unteren Seitenbandsignals;
- $f_0 + f_m$ Frequenz des oberen Seitenbandsignals;
- d Differenz zwischen der Amplitude der Oszillator-Ausgangsfrequenz (f_0) und der Amplitude der beiden Seitenbandsignale in dB.

Bild 28 – Logarithmischer Maßstab der Signalamplitude

Der Modulationsgrad (m) ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$m = 10^{\frac{6-d}{20}} \quad (m < 0,1)$$

Dabei ist:

- d die Differenz zwischen der Amplitude der Oszillator-Ausgangsfrequenz (f_0) und der Amplitude der beiden Seitenbandsignale in dB.

Der Modulationsgrad muss den Angaben in der Bauartspezifikation entsprechen.

Es muss darauf geachtet werden, dass eine Überlastung des Spektrumanalysators vermieden wird, weil dadurch eine Signalbegrenzung verursacht wird. Dies kann überprüft werden, indem ein Dämpfungsglied zwischen Oszillator und Spektrumanalysator eingefügt wird und Messungen bei verschiedenen Pegeln durchgeführt werden. Das Dämpfungsglied sollte den ermittelten Wert von d nicht beeinflussen.

ANMERKUNG 1 Dieses Verfahren kann nicht angewendet werden, wenn signifikante resultierende Frequenzmodulation auftritt (siehe 4.5.22.7), was meistens bewirkt, dass die Seitenbandsignale unterschiedliche Amplituden haben. Dieser Effekt der resultierenden Frequenzmodulation in der Darstellung auf dem Spektrumanalysator kann durch Wahl einer hohen Modulationsfrequenz vermindert werden (Frequenzmodulationsgrad $\beta \propto \frac{1}{f_m}$).

ANMERKUNG 2 Dieses Verfahren kann nicht angewendet werden, wenn die Wellenform des Modulationssignals nicht-sinusförmig ist, sowohl wegen des Gehaltes an harmonischen Oberwellen als auch wegen amplitudenmodulierter nichtlinearer Verzerrungen (siehe 4.5.22.3).

4.5.22.2 Amplitudenmodulationsempfindlichkeit

Der Oszillator ist an die festgelegte Last nach Bild 29 anzuschließen. Der Signalgenerator, der ein Modulationssignal mit der festgelegten Frequenz liefert, ist an den externen Modulationsanschluss des Oszillators anzuschließen. Seine Ausgangsspannung ist auf die angegebene Amplitude einzustellen, die mit einem Oszilloskop oder einem HF-Spannungsmessgerät gemessen wird. Der Modulationsgrad des Ausgangssignals ist wie in 4.5.22.1 angegeben zu messen (wie zutreffend).

Im Allgemeinen wird die Amplitudenmodulationsempfindlichkeit als prozentuale Modulations-Spitzen-Spitzen-Spannung des modulierenden Signals angesehen und muss den Angaben in der Bauartspezifikation entsprechen.

ANMERKUNG Dieses Verfahren kann angewendet werden, um die Unempfindlichkeit eines Oszillators gegen Netzbrummen usw. zu bestimmen, indem das Modulationssignal der Versorgungsspannung überlagert wird.

4.5.22.3 Amplitudenmodulationsverzerrung (nichtlinear)

Der Oszillator ist nach Bild 29 an die festgelegte Last anzuschließen, außer dass das Oszilloskop durch einen Spektrumanalysator mit ausreichend schmaler Zwischenfrequenzbandbreite ersetzt wird, um eine hinreichend große Unterscheidung zwischen Oszillator-Ausgangssignal und seinen Seitenbandsignalen zu erhalten.

Ein sinusförmiges Modulationssignal der festgelegten Frequenz und eines Pegels, der den angegebenen Modulationsgrad bewirkt, ist an den externen Modulationsanschluss des Oszillators anzuschließen. Der Spektrumanalysator ist so einzustellen, dass er das Frequenzspektrum im Bereich der Oszillator-Ausgangsfrequenz zeigt (siehe Bild 30).

Die zweite, dritte usw. harmonische Verzerrung wird üblicherweise als d_2 , d_3 usw. in dB, kann aber auch als prozentuale Verzerrung $\frac{100}{10^{\frac{d}{20}}}$ für jede einzelne harmonische Oberwelle angegeben werden.

Die Verzerrung muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwerte liegen.

Bei der Durchführung der Prüfung müssen folgende Vorsichtsmaßnahmen beachtet werden:

- Es muss darauf geachtet werden, dass eine Überlastung des Spektrumanalysators vermieden wird, weil dadurch die Modulationsverzerrung ansteigt. Dies kann dadurch überprüft werden, dass ein Dämpfungsglied zwischen Oszillator und Spektrumanalysator eingefügt wird und Messungen bei verschiedenen Pegeln durchgeführt werden.

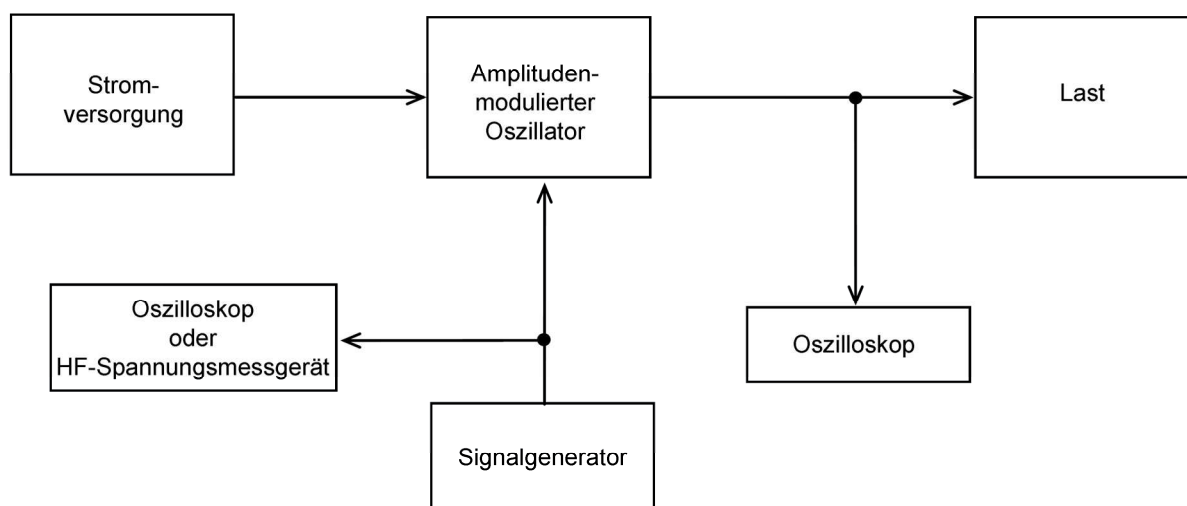
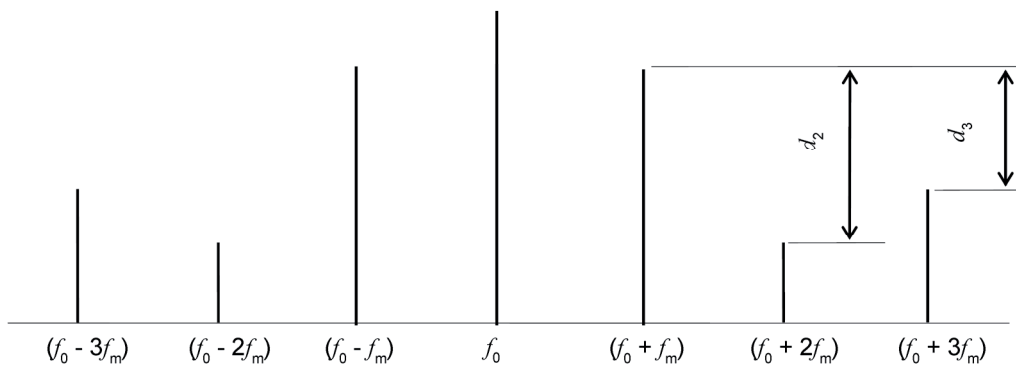


Bild 29 – Prüfschaltung zur Bestimmung der Amplitudenmodulationsempfindlichkeit



Dabei ist:

f_0 die Oszillator-Ausgangsfrequenz;

f_m die Modulationsfrequenz;

$(f_0 - f_m)$ die untere Seitenbandlinie infolge des Modulationssignals;

$(f_0 - 2f_m)$ die untere Seitenbandlinie infolge zweiter harmonischer Oberwelle des Modulationssignals;

$(f_0 - 3f_m)$ die untere Seitenbandlinie infolge dritter harmonischer Oberwelle des Modulationssignals.

Bild 30 – Frequenzspektrum bei Amplitudenmodulationsverzerrung

Das Dämpfungsglied sollte nicht die Messung der Modulationsverzerrung beeinflussen, d. h., die Werte von d_2 , d_3 usw. Wenn das Modulationssignal einen hohen Gehalt an harmonischen Oberwellen hat, müssen die Messergebnisse korrigiert oder die harmonischen Oberwellen des Modulationssignals herausgefiltert werden.

ANMERKUNG Die gesamte Modulationsverzerrung kann mit einem geeigneten Verzerrungsanalysator am Ausgang des Oszillators gemessen werden. Dieses Verfahren bestimmt den gesamten Seitenbandinhalt eines amplitudenmodulierten Signals. Das Ergebnis kann aus Messungen mit einem Spektrumanalysator durch Summation der Seitenbandsignale erhalten werden.

4.5.22.4 Frequenzgang der Amplitudenmodulation

Das Prüfverfahren nach 4.5.22.2 ist mit einem sinusförmigen Modulationssignal anzuwenden. Die Amplitudenmodulationsempfindlichkeit ist bei einer festgelegten Bezugsfrequenz zu messen. Dann sind Messungen bei den anderen festgelegten Frequenzen durchzuführen, die die Änderung der Modulationsempfindlichkeit ergeben, üblicherweise in dB angegeben. Sie muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwerte liegen.

$$\text{Gesamte Verzerrung} = \frac{100}{\sqrt{10^{\frac{d_2}{10}} + 10^{\frac{d_3}{10}} + \dots}}$$

4.5.22.5 Pulsamplitudenmodulation

Der Oszillator ist nach Bild 31 an die festgelegte Last anzuschließen.

An den Modulationseingang des Oszillators ist ein Pulsgenerator anzuschließen, welcher ein Modulationssignal einer festgelegten Wellenform und Wiederholfrequenz liefert, die nicht harmonisch zur Oszillatorfrequenz sein darf.

Das Signal und die Ausgangskurvenform des Oszillators müssen zusammen auf einem Oszilloskop dargestellt werden, wobei die Spitze-Spitze-Amplitude der Ausgangskurvenform so einzustellen ist, dass sie zweimal so groß ist wie die des Modulationssignals, wie in Bild 32 dargestellt.

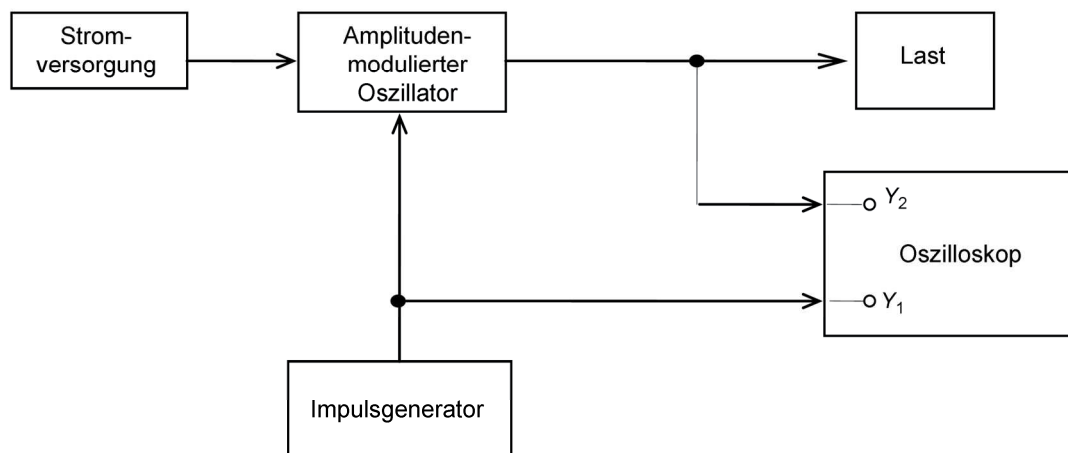


Bild 31 – Prüfschaltung zur Bestimmung der Pulsamplitudenmodulation

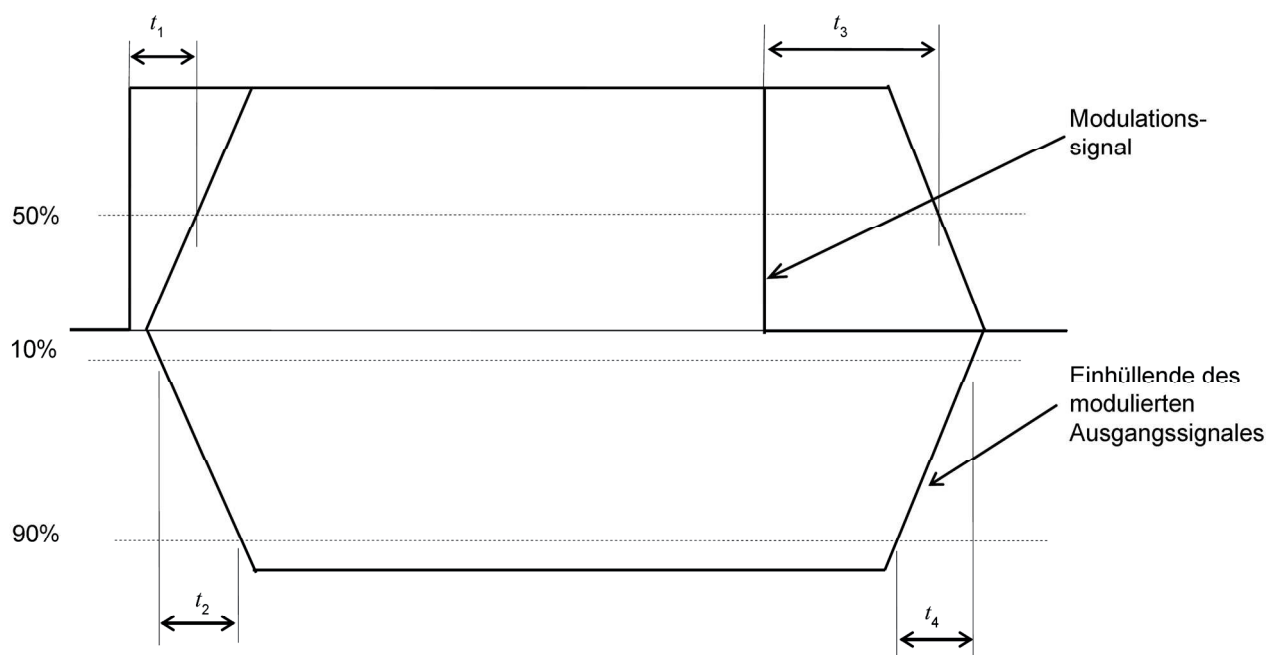


Bild 32 – Pulsmodulationsverhalten

Die folgenden Kennwerte sind zu bestimmen; sie müssen den in der Bauartspezifikation angegebenen Werten entsprechen.

- t_1 ist die Einschwingzeit, d. h. die Zeitspanne zwischen dem 50%-Wert des Modulationssignals und dem 50%-Wert der Ausgangskurvenform an der ansteigenden Flanke;
- t_2 ist die Anstiegszeit, d. h. die Zeitspanne zwischen den 10%- und 90%-Werten an der ansteigenden Flanke der Ausgangskurvenform (unter der Annahme, dass die Anstiegszeit des Modulationssignals vernachlässigbar ist);
- t_3 ist die Ausschaltzeit, d. h. die Zeitspanne zwischen dem 50%-Wert des Modulationssignals und dem 50%-Wert der Ausgangskurvenform an der abfallenden Flanke;

t_4 ist die Abfallzeit, d. h. die Zeitspanne zwischen den 90%- und 10%-Werten an der abfallenden Flanke der Ausgangskurvenform (unter der Annahme, dass die Abfallzeit des Modulationssignals vernachlässigbar ist).

4.5.22.6 Amplitudenmodulations-Eingangsimpedanz

Ein Signalgenerator, der das Modulationssignal mit der festgelegten Frequenz liefert, ist an den externen Modulationseingang des Oszillators und über einen geschirmten Transformator an einen Widerstandssatz anzuschließen, wie in Bild 33 dargestellt. Der Widerstandssatz muss bei der festgelegten Messfrequenz reaktanzfrei sein.

Ein Oszilloskop (oder ein geeignetes Wechselspannungsmessgerät) muss so angeschlossen werden, dass entweder die Spannung über dem Widerstandssatz (U_1) oder die Eingangsspannung des Modulationssignals (U_2) gemessen werden kann.

Die Spannung des Signalgenerators ist so einzustellen, dass sich der Spannungspegel des Modulationssignals am Modulationseingang des Oszillators auf dem festgelegten Wert befindet.

Die Modulations-Eingangsimpedanz errechnet sich aus:

$$Z = \frac{U_2}{U_1} R$$

Sie muss dem in der Bauartspezifikation angegebenen Wert entsprechen.

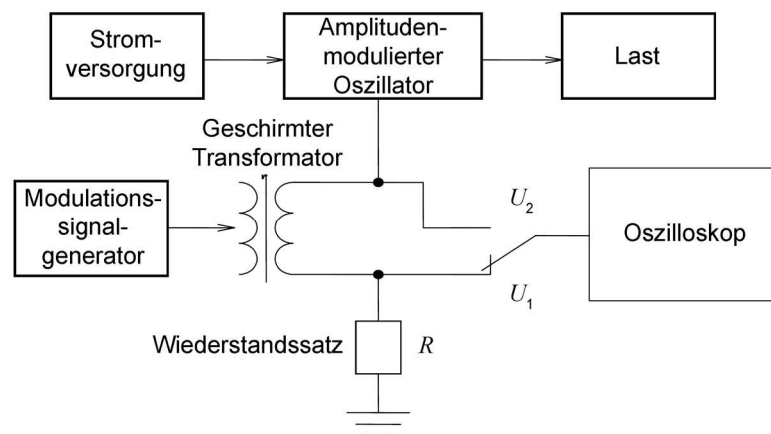


Bild 33 – Prüfschaltung zur Bestimmung der Modulations-Eingangsimpedanz

4.5.22.7 Störfrequenzmodulation auf einem amplitudenmodulierten Signal

Die Amplitudenmodulation ist auf den festgelegten Modulationsgrad einzustellen, wie in 4.5.22.1 beschrieben. Die resultierende Frequenzmodulationsabweichung ist dann nach 4.5.23.1 zu messen. Die Stärke der Störfrequenzmodulation auf dem amplitudenmodulierten Signal muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwerte liegen. Die begrenzende Wirkung durch den/die Frequenzvervielfacher unterdrückt den größten Teil der Amplitudenmodulation des Signals. Allerdings muss darauf geachtet werden, dass die restliche Amplitudenmodulation nicht die Genauigkeit des Frequenzmodulationsmessgerätes beeinflusst.

4.5.23 Frequenzmodulationsverhalten

4.5.23.1 Frequenzmodulationsabweichung

Prüfung A

Die Prüfung ist bei einer Spitzenfrequenzabweichung größer als 100 Hz anzuwenden.

Der Oszillator ist nach Bild 34 an die festgelegte Last anzuschließen und das Modulationssignal der angegebenen Frequenz ist an seinen Modulationseingang anzulegen.

Die Spitzenfrequenzabweichung des Ausgangssignals ist mit einem Frequenzmodulationsmessgerät (oder Abweichungsmessgerät) zu messen und muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwerte liegen.

Beim Messen von Signalen sehr hoher Frequenz und kleiner Spitzenfrequenzabweichung kann es erforderlich sein, einen Überlagerungssoszillator zu benutzen, der mit einer Quelle mit einem niedrigen Stör-FM-Gehalt (z. B. einem Quarzoszillator) phasensynchronisiert ist, um seine FM-Rausch-Abweichung zu verringern.

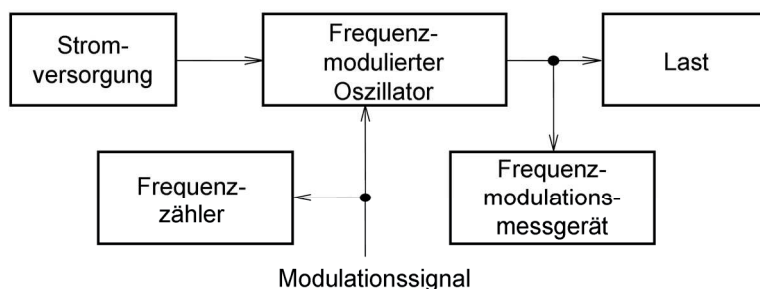


Bild 34 – Prüfschaltung zur Messung der Frequenzmodulationsabweichung

ANMERKUNG Frequenzmodulationsgrad $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$

Dabei ist:

Δf die Spitzenfrequenzabweichung;

f_m die Frequenz des Modulationssignals.

Prüfung B

Die Prüfung ist bei einer Spitzenfrequenzabweichung kleiner als 100 Hz anzuwenden.

Der Oszillator ist nach Bild 34 an die festgelegte Last anzuschließen und zusätzlich ist vor das Frequenzmodulationsmessgerät (oder Abweichungsmessgerät) ein Frequenzvervielfacher einzufügen (siehe Anmerkung 2).

Ein Modulationssignal mit festgelegter Frequenz ist an den Modulationseingang des Oszillators anzulegen und die Spitzenfrequenz des Modulationsausgangssignals wird hinter dem Frequenzvervielfacher mit einem Frequenzmodulationsmessgerät (bzw. Abweichungsmessgerät) gemessen.

Damit gilt:

$$\Delta f = \frac{\Delta f_{\text{mult}}}{M}$$

Dabei ist:

Δf die tatsächliche Spitzenfrequenzabweichung;

Δf_{mult} die gemessene Spitzenfrequenzabweichung;

M der Multiplikationsfaktor.

Der gemessene Wert muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwerte liegen.