

DIN EN 60444-6



ICS 31.140

Ersatz für
DIN EN 60444-6:1997-10
Siehe Anwendungsbeginn

**Messung von Schwingquarz-Parametern –
Teil 6: Messung der Belastungsabhängigkeit (DLD)
(IEC 60444-6:2013);
Deutsche Fassung EN 60444-6:2013**

Measurement of quartz crystal unit parameters –
Part 6: Measurement of drive level dependence (DLD)
(IEC 60444-6:2013);
German version EN 60444-6:2013

Mesure des paramètres des résonateurs à quartz –
Partie 6: Mesure de la dépendance du niveau d'excitation (DNE)
(CEI 60444-6:2013);
Version allemande EN 60444-6:2013

Gesamtumfang 21 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2013-07-24 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2014-02-01.

Für DIN EN 60444-6:1997-10 besteht eine Übergangsfrist bis 2016-07-24.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60444-6:2009-01.

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

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 49 „Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60444-6:1997-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung überarbeitet.
- b) Das DLD-Messverfahren mit Oszillatorschaltung wurde in Anhang B verschoben.
- c) Das Referenzmessverfahren mit mehreren Belastungspegeln wurde aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60444-6: 1997-10

Messung von Schwingquarz-Parametern –
Teil 6: Messung der Belastungsabhängigkeit (DLD)
(IEC 60444-6:2013)

Measurement of quartz crystal unit parameters –
Part 6: Measurement of drive level dependence
(DLD)
(IEC 60444-6:2013)

Mesure des paramètres des résonateurs à
quartz –
Partie 6: Mesure de la dépendance du niveau
d'excitation (DNE)
(CEI 60444-6:2013)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2013-07-24 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2013 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60444-6:2013 D

Vorwort

Der Text des Text des Dokuments 49/1004/CDV, zukünftige 2. Ausgabe der IEC 60444-6, erarbeitet vom IEC/TC 49 „Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60444-6:2013 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2014-04-24
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2016-07-24

Dieses Dokument ersetzt EN 60444-6:1997.

EN 60444-6:2013 enthält die folgenden wesentlichen technischen Änderungen gegenüber EN 60444-6:1997:

- a) Das DLD-Messverfahren mit Oszillator-Schaltung war die bisher übliche Methode, um abweichende DLD-Zustände zu erkennen. Daher wurde das DLD-Messverfahren mit Oszillatorschaltung in Anhang B verschoben.
- b) Hochzuverlässige Schwingquarze werden heute für zahlreiche Anwendungen benötigt. Um die Untersuchungsfähigkeiten für abweichende DLD-Zustände zu verbessern, wurde das Referenzmessverfahren mit mehreren Belastungspegeln aufgenommen.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60444-6:2013 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Effekte der Belastungsabhängigkeit (DLD-Effekte)	5
3.1 Reversible Frequenz- und Widerstandsänderungen	5
3.2 Irreversible Frequenz- und Widerstandsänderungen	5
3.3 Ursachen von DLD-Effekten	5
4 Belastungspegel der DLD-Messung	6
5 Prüfverfahren	7
5.1 Verfahren A (schnelles Standard-Messverfahren)	7
5.2 Verfahren B (Referenzmessverfahren mit mehreren Belastungspegeln)	8
Anhang A (normativ) Beziehung zwischen elektrischer Belastung und mechanischer Verschiebung in Schwingquarzkristallen	10
Anhang B (normativ) Verfahren C: Messung der Belastungsabhängigkeit mit Oszillatorschaltung	13
Literaturhinweise	18
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	19
 Bilder	
Bild 1 – Höchstzulässiges Widerstandsverhältnis γ für die Belastungsabhängigkeit als eine Funktion des Widerstands R_{r2} bzw. R_{r3}	8
Bild B.1 – Einsetzen eines Schwingquarzes in einen Oszillator	13
Bild B.2 – Verlustwiderstand des Schwingquarzes als Funktion der Verlustleistung	14
Bild B.3 – Verhalten des Resonanzwiderstandes R_r eines Schwingquarzes	15
Bild B.4 – Blockdiagramm einer Schaltungsanordnung	15
Bild B.5 – Kurvenverlauf des eingebauten $-R_{osc}$ über den erfassten Belastungsbereich	16
Bild B.6 – Belastungsverhalten eines Schwingquarzes bei Verwendung von $-R_{osc} = 70 \Omega$ als Prüfgrenzwert in der Prüfung nach Anhang B	16
Bild B.7 – Prinzipielle schematische Darstellung der Gut/Schlecht-Prüfschaltung	17

Einleitung

Die Belastung (ausgedrückt als Leistung/Spannung über dem oder Strom durch den Schwingquarz) veranlasst den Resonator wegen des piezoelektrischen Effekts zu mechanischen Schwingungen. Dabei wird die Beschleunigungsarbeit in kinetische und elastische Energie umgewandelt und der Leistungsverlust in Wärme. Letzteres ist durch die innere und äußere Reibung des Schwingquarz-Resonators bedingt.

Die Reibungsverluste hängen von der Geschwindigkeit der schwingenden Massen ab und nehmen zu, wenn die Schwingung nicht mehr linear ist oder wenn kritische Geschwindigkeiten, Dehnungen oder andere verformende Spannungen, Auslenkungen oder Beschleunigungen im Resonator oder an seinen Oberflächen oder Befestigungspunkten auftreten (siehe Anhang A). Diese verursachen Widerstands- und Frequenzänderungen und auch weitere Veränderungen, die durch die Temperaturabhängigkeit dieser Parameter bedingt sind.

Bei „hohen“ Belastungen (z. B. über 1 mW oder 1 mA für AT-Schnitt-Schwingquarze) werden bei allen Schwingquarzen Änderungen beobachtet, die auch zu irreversiblen Amplituden- und Frequenzänderungen führen können. Jede weitere Zunahme der Belastung kann den Resonator zerstören.

Außer diesem Effekt werden Frequenz- und Widerstandsänderungen bei „niedrigen“ Belastungen bei einigen Schwingquarzen beobachtet (z. B. unter 1 mW^{N1)} oder 50 µA bei AT-Schnitt-Schwingquarzen). In diesem Fall wird der Einsatz der Schwingung verhindert, wenn die Verstärkung in der Rückkopplungsschleife nicht ausreicht. In Schwingquarzfiltern ändern sich Dämpfung und Welligkeit des Übertragungssystems.

Ferner hängt auch die Kopplung zwischen einem vorgeschriebenen Schwingungsmodus und anderen Moden (d. h. dem Resonator selbst, der Befestigung und dem Füllgas) von der Belastung ab.

Bedingt durch das unterschiedliche Temperaturverhalten dieser Moden führen diese Kopplungen innerhalb enger Temperaturbereiche zu Frequenz- und Widerstandsänderungen des angegebenen Modus. Diese Änderungen nehmen mit größer werdender Belastung zu. Dieser Effekt wird jedoch im Folgenden in diesem Teil der IEC 60444 nicht weiter betrachtet.

Die erste Ausgabe der IEC 60444-6 wurde 1995 veröffentlicht. Bis heute aber wurde sie nicht überarbeitet. In der Zwischenzeit hat die Forderung nach einer genaueren Festlegung und Messung der Belastungsabhängigkeit (DLD) zugenommen.

In dieser neuen Ausgabe wird der in IEC 60444-6:1995 verwendete Begriff „Belastungsabhängigkeit“ beibehalten. Seine Definition aber wurde an die strengen Anforderungen seitens der Kunden angepasst. Außerdem werden die auf der Sitzung in Stanford im Juni 2011 getroffenen Festlegungen berücksichtigt.

^{N1)} Nationale Fußnote. Hier muss es richtig „1 µW „ heißen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60444 gilt für die Messung der Belastungsabhängigkeit (en: drive level dependence – DLD) von Schwingquarzen. Zwei Prüfverfahren (A und C) und ein Referenzverfahren (B) werden beschrieben. Verfahren A basiert auf dem Verfahren in einem π -Netzwerk nach IEC 60444-1 und kann im gesamten Frequenzbereich, für den dieser Teil der IEC 60444 zutrifft, eingesetzt werden. Referenzverfahren B basiert auf dem Verfahren in einem π -Netzwerk oder dem Reflexionsverfahren nach IEC 60444-1, IEC 60444-5 oder IEC 60444-8 und kann im gesamten Frequenzbereich eingesetzt werden, für den dieser Teil von IEC 60444 zutrifft. Verfahren C ist ein Oszillatorverfahren, das besonders für die Messung von Grundton-Schwingquarzen in größerer Stückzahl mit festen Messbedingungen geeignet ist.

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 60444-1, *Measurement of quartz crystal unit parameters by zero phase technique in a π -network – Part 1: Basic method for the measurement of resonance frequency and resonance resistance of quartz crystal units by zero phase technique in a π -network*

IEC 60444-5, *Measurement of quartz crystal unit parameters – Part 5: Methods for the determination of equivalent electrical parameters using automatic network analyzer techniques and error correction*

IEC 60444-8, *Measurement of quartz crystal unit parameters – Part 8: Test fixture for surface mounted quartz crystal units*

3 Effekte der Belastungsabhängigkeit (DLD-Effekte)

3.1 Reversible Frequenz- und Widerstandsänderungen

Reversible Änderungen sind Frequenz- und Widerstandsänderungen, die jeweils bei den gleichen Belastungen auftreten, nachdem Wiederholungsmessungen abwechselnd bei niedrigen und bei hohen Belastungen durchgeführt wurden oder nach kontinuierlichen oder quasi-kontinuierlichen Messungen von der niedrigsten zur höchsten Belastung und zurück, wenn diese Änderungen innerhalb der Grenzen der Messgenauigkeit gleich bleiben.

3.2 Irreversible Frequenz- und Widerstandsänderungen

Irreversible Änderungen sind deutliche Frequenz- und/oder Widerstandsänderungen, die bei einer niedrigen Belastung nach einer Zwischenmessung bei hoher Belastung auftreten, z. B. wenn sich ein vorher hoher Widerstand bei niedriger Belastung bei der Wiederholungsmessung in einen niedrigen Widerstand bei hoher Belastung ändert. Insbesondere wenn der Schwingquarz mehrere Tage lang nicht in Betrieb war, könnte sich sein Widerstand auf einen hohen Wert zurück geändert haben, wenn er wieder bei niedriger Belastung betrieben wird. Dem irreversiblen Effekt sollte größere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da er die Eigenschaften von Geräten, die nur sporadisch betrieben werden, stark beeinträchtigen kann.

3.3 Ursachen von DLD-Effekten

Während die meist reversiblen Effekte durch eine übermäßige Belastung des Schwingquarzes zustande kommen, sind die irreversiblen Effekte durch die Herstellung bedingt, insbesondere durch unvollkommene Herstellungstechnologien. Beispiele hierfür sind:

- Teilchen auf der Oberfläche des Resonators (teilweise durch Öl, Reinigungs- oder Lösemittel oder elektrostatisch gebunden);