DEUTSCHE NORM **Entwurf** April 2009

DIN IEC 60268-4

DIN

ICS 33.160.50

Einsprüche bis 2009-06-30
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60268-4:2004-07

Entwurf

Elektroakustische Geräte – Teil 4: Mikrofone (IEC 100/1456/CD:2008)

Sound system equipment – Part 4: Microphones (IEC 100/1456/CD:2008)

Equipements pour systèmes électroacoustiques – Partie 4: Microphones (CEI 100/1456/CD:2008)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-04-20 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 als Datei per E-Mail an dke@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

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

Gesamtumfang 94 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE
Normenausschuss Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

Inhalt

		Seite
1	Anwendungsbereich	6
2	Normative Verweisungen	6
3	Allgemeine Bedingungen	7
3.1	Allgemeines	7
3.2	Messbedingungen	7
4	Einzelbedingungen	8
4.1	Anfangsbedingungen	8
4.2	Schallquelle	8
4.3	Messung des Schalldruckes	9
4.4	System für Spannungsmessungen	9
4.5	Akustische Umgebung	9
4.6	Verfahren zur Aufnahme von Frequenzkurven	12
4.7	Gesamtunsicherheit	13
4.8	Grafische Darstellung der Ergebnisse	13
5	Typbeschreibung (akustisches Verhalten)	13
5.1	Wandlerprinzip	13
5.2	Art des Mikrofons	13
5.3	Art der Richtcharakteristik	13
6	Anschlüsse und Einstellmöglichkeiten	13
6.1	Kennzeichnung	13
6.2	Steckverbinder und elektrische Anpasswerte	14
7	Bezugspunkt und Bezugsachse	14
7.1	Bezugspunkt	14
7.2	Bezugsachse	14
8	Nenn-Stromversorgung	14
8.1	Anzugebende Größe	14
8.2	Messverfahren	14
9	Elektrische Impedanz	14
9.1	Quellimpedanz	14
9.2	Nennimpedanz	15
9.3	Mindest-Lastimpedanz	15
10	Übertragungskoeffizient	16
10.1	Allgemeines	16
10.2	Übertragungskoeffizienten in Bezug auf die akustische Umgebung	16
10.3	Übertragungskoeffizient in Bezug auf die Art des Signals	18
11	Übertragungsfunktion	20
11.1	Frequenzgang	20
11.2	Übertragungsbereich	20

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

Seite

12 Richtungseigenschaften 21
12.1 Richtcharakteristik 21
12.2 Bündelungsmaß 22
12.3 Vor-Rück-Übertragungsmaß (0° bis 180°) 22
12.4 Störschallunterdrückung 23
12.5 Spezielle Eigenschaften von Stereo-Mikrofonen 23
13 Amplituden-Nichtlinearität 24
13.1 Allgemeines 24
13.2 Klirrfaktor 25
13.3 Klirrfaktor n-ter Ordnung (n = 2, 3, ...) 25
13.4 Differenzton-Verzerrung 2. Ordnung 26
14 Begrenzungsverhalten 27
14.1 Höchst-Spitzennennschalldruck 27
14.2 Grenzschalldruck 27
15 Symmetrie 27
15.1 Symmetrie des Mikrofon-Ausganges 27
15.2 Symmetrie im Betriebszustand 27
16 Äquivalenter Nennschalldruckpegel der Eigenstörspannung 28
16.1 Anzugebende Größe 28
16.2 Messverfahren 28
17 Umgebungsbedingungen 28
17.1 Allgemeines 28
17.2 Druckbereich 28
17.3 Temperaturbereich 29
17.4 Bereich relativer Luftfeuchte 29
18 Äußere Einflussgrößen 29
18.1 Allgemeines 29
18.2 Äquivalenter Schalldruck für äußere Magnetfelder 29
18.3 Äquivalenter Schalldruck für mechanische Schwingungen 30
18.4 Äquivalenter Schalldruckpegel für Wind 31
18.5 Äquivalenter Schalldruckpegel für den „Pop“-Effekt 32
18.6 Äquivalenter Schalldruckpegel für elektromagnetische Störungen 33
18.7 Elektrostatische Entladung 33
19 Magnetisches Streufeld 34
19.1 Anzugebende Größe 34
19.2 Messverfahren 34
20 Physikalische Kenngrößen 34
20.1 Maße 34
20.2 Masse 34

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

Seite

20.3 Kabel und Anschlüsse ... 34
21 Klassifizierung der anzugebenden Kenngrößen ... 34
21.1 Allgemeines ... 34
21.2 Klassifizierung ... 35
Anhang A (normativ) Aufbau eines schallgedämmten Behälters ... 41
Anhang B (informativ) Vereinfachtes Verfahren für „Pop“-Messungen ... 42
Anhang C (normativ) Ergänzungen für digitale Mikrofone ... 45
Literaturhinweise für digitale Mikrofone ... 47
Literaturhinweise ... 47

Bilder

Bild 1a – Symmetrie des Ausgangs ... 36
Bild 1b – Symmetrie unter Betriebsbedingungen ... 36
Bild 2 – Aufbau zur Messung der Windempfindlichkeit ... 37
Bild 3 – Windmaschine, Typ 1 (oben) und Typ 2 (unten) ... 38
Bild 4 – Elektrischer und mechanischer Aufbau zur Messung des „Pop“-Effektes ... 39
Bild 5 – Bezugssignal und Eigenschaften ... 40
Bild A.1 – Anordnung zur Schallisolierung ... 41
Bild B.1 – Messaufbau ... 44
Bild B.2 – Prüfanordnung für den Übertragungskoeffizienten des Schallfeldes ... 44

Tabellen

Tabelle 1 – Nachhallzeit des leeren Raumes ... 11
Tabelle 2 – Sprachleistungs-Bewertungskoeffizient für Oktavband – Mittenfrequenzen ... 19
Tabelle 3 – Klassifizierung der Kenngrößen ... 35
Tabelle C.1 – Klassifikation festzulegender Eigenschaften ... 45

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 100/1456/CD:2008 „Sound system equipment – Part 4: Microphones“ (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 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ 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 diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 742.6 „Mikrofone und Kopfhörer“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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 60268-4:2004-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) An einigen Stellen im Dokument wurden die Formulierungen zum besseren Verständnis präzisiert

b) Neu aufgenommen wurde Anhang C.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

Elektroakustische Geräte – Teil 4: Mikrofone

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60268 legt Messverfahren für elektrische Impedanz, Übertragungskoeffizient, Richtungseigenschaften, Dynamikbereich und externe Einflüsse von Mikrofonen für elektroakustische Geräte fest. Zusätzlich werden Empfehlungen für die anzugebenden Eigenschaften festgelegt.

Diese Norm gilt für Mikrofone elektroakustischer Anlagen zur Verwendung für Sprache und Musik. Sie gilt nicht für Messmikrofone, gilt aber für Mikrofone von Tonkanälen mit mehr als einem Kanal, z. B. für Stereo oder ähnliche Anwendung. Sie gilt auch für Mikrofone mit Unterputzinstallation und für die analogen Eigenschaften von Mikrofonen mit digitalem Ausgang.

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm schließt ein Mikrofon alle Teile mit ein, die Bestandteil des Mikrofons sind, wie Übertrager, Vorverstärker oder andere Elemente bis zu den vom Hersteller festgelegten Ausgangsanschlüssen.

ANMERKUNG Die in dieser Norm festgelegten Eigenschaften beschreiben das Verhalten eines Mikrofons nicht vollständig. Zur Beschreibung von Mikrofon-Leistungsdaten sind weitere Arbeiten notwendig, um neue Festlegungen und Messverfahren für einen späteren Ersatz von zumindest einigen subjektiven durch objektive Eigenschaften zu finden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 60065:2001, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

IEC 60268-1:1985, *Sound system equipment – Part 1: General*

IEC 60268-2:1987, *Sound system equipment – Part 2: Explanation of general terms and calculation methods*

IEC 60268-3:2000, *Sound system equipment – Part 3: Amplifiers*

IEC 60268-5:2003, *Sound system equipment – Part 5: Loudspeakers*

IEC 60268-11:1987, *Sound system equipment – Part 11: Application of connectors for the interconnection of sound system components*

IEC 60268-12:1987, *Sound system equipment – Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use*

IEC 60574-3:1983, *Audiovisual, video and television equipment and systems – Part 3: Connectors for the interconnection of equipment in audiovisual systems*

IEC 60914:1988, *Conference systems – Electrical and audio requirements*

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61265:1995, *Electroacoustics – Instruments for measurement of aircraft noise – Performance requirements for systems to measure one-third-octave-band sound pressure levels in noise certification of transport-category aeroplanes*

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

IEC 61938:1996, *Audio, video and audiovisual systems – Interconnections and matching values – Preferred matching values of analogue signals*

ISO 354:2003, *Acoustics – Measurement of sound absorption coefficients in a reverberant room*

3 Allgemeine Bedingungen

3.1 Allgemeines

Es wird auf IEC 60268-1 Bezug genommen, speziell:

- Einheiten und Maßsysteme;
- Messfrequenzen;
- anzugebende Größen und ihre Unsicherheit (siehe auch 4.7);
- Kennzeichnung (siehe auch 6.1);
- Umgebungsbedingungen;
- Filter, Netzwerke und Messgeräte zur Geräuschspezifikation und Geräuschmessung;
- Einzelspezifikation und Typspezifikation;
- grafische Darstellung der Eigenschaften;
- Maßstäbe für die grafische Darstellung;
- Sicherheit von Personen und Brandschutz;
- Verfahren zur Erzeugung eines homogenen magnetischen Wechselfeldes;
- Spule zur Messung der magnetischen Feldstärke, und

bezüglich der Speisung von Mikrofonen auf IEC 61938.

3.2 Messbedingungen

3.2.1 Einleitung

Zur Erleichterung der Spezifikation, nach der Mikrofone für die Messung eingerichtet werden, sind in dieser Empfehlung eine Reihe von Bedingungen als „Nennbedingungen“ festgelegt worden.

Drei Nenngrößen gelten grundsätzlich für die Ausgestaltung dieses Konzeptes:

- Nennimpedanz (siehe 9.2);
- Nenn-Stromversorgung (siehe 8.1);
- Nennübertragungskoeffizient (siehe 10.3.1).

Um einwandfreie Messbedingungen zu erhalten, müssen die oben genannten Nenngrößen den Angaben des Herstellers entnommen werden.

Die Vorsilbe „Nenn-“ in der Anwendung auf andere Größen bezieht sich auf die Festlegung der Messung der jeweiligen Größe unter Nennbedingungen oder unter Bedingungen, die eindeutig mit ihnen zusammenhängen. Dieses gilt für die folgenden zwei Größen:

- Nenn-Ausgangsspannung;
- Nenn-Ersatzschalldruckpegel in Bezug auf Eigengeräusch.

In dieser Norm werden für elektrische Impedanz, Übertragungskoeffizient, Richtwirkung, Dynamikbereich und äußere Einflussgrößen Messverfahren angegeben. Bei alternativen Verfahren muss das gewählte Verfahren angegeben werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

3.2.2 Nennbedingungen

Das Mikrofon befindet sich unter Nennbedingungen, wenn die folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

- das Mikrofon muss im Leerlauf betrieben werden (siehe 9.2);
- benötigt das Mikrofon eine Stromversorgung, muss diese der Nenn-Stromversorgung entsprechen;
- das Mikrofon (ausgenommen Nahbesprechungsmikrofone) muss sich im ebenen freien Schallfeld, das den Freifeld-Bedingungen nach 4.5.2 gehorcht, befinden, dabei erfolgt die Wellenausbreitung unter null Grad bezogen auf die Bezugsrichtung;
- der ungestörte Schalldruck (bei Abwesenheit des Mikrofons) im Schallfeld am Bezugspunkt muss sinusförmig sein und auf einen Pegel von 1 Pa (Schalldruckpegel 94 dB) eingestellt werden;
- bei Nahbesprechungsmikrofonen muss das Mikrofon im festgelegten Abstand nicht mehr als 25 mm vom künstlichen Mund entfernt sein und der ungestörte Schalldruck im Schallfeld am Bezugspunkt muss sinusförmig sein und auf einen Pegel von 3 Pa (Schalldruckpegel 104 dB) eingestellt werden;
- erfordert ein bestimmtes Mikrofon einen anderen Messpegel, muss dies in den technischen Daten zusammen mit der Ursache dafür angegeben werden. Pegel, die sich auf den Nenn-Bezugspegel von 94 dB oder auf das Mehrfache von 10 dB beziehen, sind zu bevorzugen;
- Steller, so vorhanden, sind nach den vom Hersteller empfohlenen Angaben zu positionieren;
- ohne triftigen Grund für eine Abweichung muss die Frequenz auf 1 000 Hz eingestellt werden (siehe IEC 60268-1);
- der Umgebungsdruck, die relative Luftfeuchte und die Umgebungstemperatur müssen in den Grenzen von IEC 60268-1 liegen und angegeben werden.

ANMERKUNG 1 Das ITU/T hat die Empfehlung P.51 veröffentlicht, welche die Spezifikation des künstlichen Mundes enthält. Überall, wo möglich, sollte ein künstlicher Mund in Übereinstimmung mit dieser Empfehlung benutzt werden.

ANMERKUNG 2 Um sicherzustellen, dass bei der Messung von Nahbesprechungsmikrofonen auch Nasallaute situationsgerecht wiedergegeben werden, sollte eine synthetische „Stimme“ dieses Geräusch erzeugen. Ohne diese Schallanteile bei der Wiedergabe können sich unnatürliche Sprachgüten ergeben.

ANMERKUNG 3 Durch Einschränkungen am Messort oder der Messgeräte kann es notwendig sein, andere als die angegebenen Schalldruckpegel zu verwenden. Dies ist nur akzeptabel, wenn alle Leistungsdatenänderungen der relevanten Kenngrößen zwischen verwendetem Pegel und Bezugspegel mit der erforderlichen Genauigkeit bekannt sind.

4 Einzelbedingungen

4.1 Anfangsbedingungen

Ein Mikrofon mit Vorverstärker muss vor der Messung für die vom Hersteller angegebene Dauer eingeschaltet sein, damit die Bauteile unter Nennbedingungen eine stationäre Temperatur annehmen. Wird keine Dauer angegeben, müssen zum Erreichen stabiler Verhältnisse 10 s vorgesehen werden. Enthält das Mikrofon eine Röhre oder andere Beheizungseinrichtungen, muss die Dauer 10 min betragen.

4.2 Schallquelle

Die Schallquelle muss in der Lage sein, am Ort des Mikrofons den Schalldruckpegel zu erzeugen, der in den Nennbedingungen angegeben ist. Die Amplitudenverzerrungen der Schallquelle müssen so gering gehalten werden, dass die Auswirkungen auf das Messergebnis kleiner als 0,5 dB bleiben. Bieten die Messbedingungen keine genügende Sicherheit für das Einhalten ausreichend niedriger Verzerrungen, kann ein Schmalbandfilter hinter den Mikrofonausgang geschaltet werden, um nur die Grundfrequenz zu messen.

Zur Schallfeldkalibrierung und Kalibrierung von Hochleistungsmikrofonen muss die Schallquelle (Lautsprecher) in einem Gehäuse betrieben werden, das den Schall nur durch eine ausreichend definierte Öffnung abstrahlt. Bezogen auf die Bezugsachse des Mikrofons muss diese Öffnung radialsymmetrisch sein.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

4.3 Messung des Schalldruckes

Ein kalibriertes Bezugsmikrofon muss für die Messung des Schalldrucks verwendet werden. Das Bezugsmikrofon sollte auf ± 1 dB oder besser kalibriert sein.

4.4 System für Spannungsmessungen

Die elektromagnetische Kraft (EMK), die das Mikrofon im Schallfeld erzeugt, muss durch die Messung der Leerlaufspannung des Mikrofons mit einem Spannungsmessgerät bestimmt werden, dessen Eingangsimpedanz mindestens dem 100fachen Wert der Nennimpedanz des Mikrofons entspricht.

ANMERKUNG Stellen externe Geräte wie eine Stromversorgung eine Belastung für das Mikrofon dar, sollte die tatsächliche EMK um die Auswirkung dieser Last korrigiert ermittelt werden.

4.5 Akustische Umgebung

4.5.1 Allgemeines

Das Mikrofon kann bei unterschiedlichen akustischen Bedingungen gemessen werden:

a) im freien Feld oder ähnlich ohne Begrenzungsflächen, z. B. unter Zuhilfenahme von speziellen durch Computer erzeugte Schallquellensignale, mit:
   - Kugelwellen oder
   - ebenen Wellen oder
   - Wellen, die durch eine besondere Schallquelle (künstlicher Mund oder künstlicher Kopf) erzeugt werden;

b) im Diffusfeld;

c) über einen kleinen Hohlraum (Kuppler) an eine Schallquelle gekoppelt.

4.5.2 Freifeldbedingungen

Eine Schallwelle im Freifeld ist von Natur aus immer divergierend. Unter gewissen Umständen kann sie eine ideale ebene Welle annähern.

Freifeldbedingungen können erzielt werden:

– im Freien, soweit es Umgebungsgeräusch und Wind erlauben, oder

– im reflexionsarmen Raum oder

– in einem Messrohr.

Eine Schallquelle kleiner Abmessungen im Vergleich zur Wellenlänge erzeugt in dieser Umgebung eine Kugelwelle. Die Kugelwelle kann einer ebenen Welle angenähert werden, wenn sich der Messort in ausreichender Entfernung von der Quelle befindet. Kugelwellen können für die Messung von Druckmikrofonen eingesetzt werden, für die Messung von Druckgradientenmikrofonen ist es aber notwendig, im tieffrequenten Bereich nahezu ideale ebene Wellen zu verwenden.

Für Mikrofone, die sowohl auf den Druck als auch auf den Druckgradienten reagieren und einen ausreichend frequenzunabhängigen Frequenzgang in einem ebenen freien Schallfeld (d. h. bei genügendem Abstand von der Quelle) besitzen, kann die Erregungsantwort als Funktion der Frequenz f, des Abstandes r vom Zentrum divergierender Kugelwellen und des Einfallswinkels θ der Wellen auf das Mikrofon in komplexer Form angegeben werden:

$$(1 - B) + B\left(1 + \frac{1}{\mathrm{j}kr}\right)\cos\theta$$

Dabei ist

$1 - B$ der Beitrag des Druckanteils;

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

B der Beitrag des Druckgradientenanteils;

k = $2\pi/\lambda$ oder $2\pi f/v$;

B = 0 für richtungsunabhängigen Typ (Kugelcharakteristik);

B = 0,5 für die Niere;

B = 1 für den bidirektionalen Druckgradiententyp (Doppelkugel).

Bei tiefen Frequenzen wird es schwierig, die Bedingungen für ebene Wellen in einem reflexionsarmen Raum zu erfüllen. Bei tiefen Frequenzen unterhalb der Grenzfrequenz des reflexionsarmen Raumes kann daher eine ebene Welle besser mit anderen Methoden erzeugt werden.

Freifeldbedingungen gelten in der Umgebung eines Mikrofons als ausreichend erfüllt, wenn die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

– innerhalb einer Entfernung von 200 mm vor, hinter, rechts, links, oberhalb und unterhalb des Ortes des Mikrofons wird der Schalldruckpegel bei jeder Messfrequenz mit einem Druckwandler gemessen;

– die Achse des Wandlers muss immer zur Mitte des Lautsprechers zeigen (siehe IEC 60268-5);

– die zugehörenden Schalldruckpegel dürfen auf der Achse bei unterschiedlichen Abständen vom Lautsprecher um nicht mehr als 0,5 dB vom berechneten Pegel im idealen Schallfeld abweichen;

– die Werte bei annähernd konstantem Abstand (d. h. rechts, links, oberhalb und unterhalb) dürfen sich nicht um mehr als 1 dB vom Pegel am Bezugspunkt unterscheiden.

4.5.2.1 Kugelwellen

Der Schalldruck im freien Feld einer Kugelschallquelle verändert sich umgekehrt proportional zum Abstand vom akustischen Mittelpunkt der Quellen.

Der Ausgangspegel des Mikrofons wird sich umgekehrt zum Abstand zwischen Quelle und Mikrofon ändern, wenn die zugehörenden Abmessungen klein gegenüber der Wellenlänge sind, so dass die Ergebnisse in einem gewissen Messabstand r auf den Bezugsabstand umgerechnet werden können.

Sind entweder der Umfang der abstrahlenden Oberfläche der Quelle oder der Umfang der Haupt-Schalleintrittsöffnung des Mikrofons größer als die Wellenlänge, ist die Berechnung nur anwendbar, wenn der Messabstand übereinstimmt mit:

$$r \geq d$$

$$r \geq \frac{d^2}{\lambda}$$

Dabei ist

r der Abstand von der Quelle zum Messpunkt;

d der effektiver Durchmesser der Schallquelle;

λ die Schallwellenlänge.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, den Abstand zwischen Quelle und Messpunkt größer als den dreifachen Wert der größten Abmessung der abstrahlenden Oberfläche der Quelle zu wählen.

4.5.2.2 Ebene fortschreitende Wellen

Eine ebene fortschreitende Welle kann in einem Rohr oder im Freien erzeugt werden.

a) Im Rohr

Bei der Konstruktion eines Rohrs, das brauchbare Ergebnisse liefern kann, sind viele Schwierigkeiten zu bewältigen, wie die Auslegung der Abschlussimpedanz, die Vermeidung von Quermoden, die Form der eigentlichen Wellenfront und die Größenverhältnisse von Rohr und Mikrofon.

Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

b) Im Freifeld

Eine Kugelwelle im Abstand von mindestens einer halben Wellenlänge vom Krümmungsmittelpunkt bei der niedrigsten Messfrequenz ist eine praktische Näherung für eine ebene fortschreitende Welle.

ANMERKUNG Es sollte beachtet werden, dass bei der Messung von Rohrrichtmikrofonen und Grenzflächenmikrofonen keine exakten Regeln angegeben werden können und es schwierig ist, die geringste zulässige Entfernung festzulegen. Daher sollte in diesen Fällen die benutzte Messentfernung angegeben werden.

4.5.2.3 Verwendung eines künstlichen Mundes

Um die Prüfbedingungen den Betriebsbedingungen anzunähern, ist es bei der Messung von Nahbesprechungsmikrofonen mit einem künstlichen Mund (siehe Anmerkung zu 3.2.2) notwendig, einen Störkörper in Form eines menschlichen Kopfes einzusetzen.

4.5.3 Bedingungen für das Diffusfeld

Einige Messungen können im Diffusfeld, in dem sich die Schallwellen in beliebigen Einfallsrichtungen ausbreiten, durchgeführt werden. In diesem Fall müssen die Rauschbänder in Terzbreite oder Breitbandsignale zusammen mit geeigneten Filtern verwendet werden.

Ein diffuses Schallfeld kann annähernd in einem Hallraum realisiert werden, der eine genügend lange Nachhallzeit in einer genügend großen Entfernung von Quelle und Wänden und oberhalb einer Grenzfrequenz besitzt (vgl. auch ISO 354).

Die Nachhallzeit T des leeren Raumes muss größer sein als in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1 – Nachhallzeit des leeren Raumes

T >	5 s	5 s	5 s	4,5 s	3,5 s	2 s
bei	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz

Zur Bestimmung der unteren Grenzfrequenz kann die folgende Gleichung verwendet werden:

$$f \geq \frac{500}{V^{1/3}}$$

Dabei ist

V das Volumen des Raumes in Kubikmetern;

f die Frequenz in Hertz.

Der Messort muss in einer geeigneten Entfernung von der Schallquelle gewählt werden, in der direkter Schall der Quelle vernachlässigt werden kann.

Wird eine Kugelschallquelle verwendet, ist der Mindestabstand r (in Metern) von der Quelle gegeben mit:

$$r \geq 0{,}06\left(\frac{V}{T}\right)^{1/2}$$

Dabei ist

V das Volumen des Raumes in Kubikmetern;

T die Nachhallzeit nach Sabine bei der Frequenz f.

ANMERKUNG Zur Erzeugung stationärer diffuser Schallfelder unter nichthallenden Bedingungen haben sich verschiedene unkorrelierte Schallquellen erfolgreich bewährt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

4.5.4 Mikrofon, das über einen kleinen Hohlraumkuppler an die Schallquelle gekoppelt ist

Um das Druckübertragungsmaß eines Mikrofons zu bestimmen, kann ein steifer Hohlraum verwendet werden, um die Schallquelle mit dem Mikrofon zu koppeln. Dieses Verfahren ist nützlich, um das Druckübertragungsmaß eines Mikrofons im Vergleich mit dem Übertragungsmaß eines kalibrierten Bezugsmikrofons zu bestimmen. Um einen genügend gleichmäßigen Schalldruck innerhalb des Hohlraums zu bekommen, darf dieses Verfahren nur dort verwendet werden, wo die linearen Abmessungen des Hohlraums kleiner als ein Zehntel der Wellenlänge sind. Bei tiefen Frequenzen muss auf die Vermeidung von Luftundichtigkeiten geachtet werden.

4.6 Verfahren zur Aufnahme von Frequenzkurven

4.6.1 Punktweises oder stetiges Frequenzänderungs-Verfahren

Übertragungskurven können punktweise, durch ein Verfahren mit stetiger Frequenzänderung oder automatisch ermittelt werden.

a) Punktweises Verfahren

Große Sorgfalt ist erforderlich, damit alle Spitzen und Einbrüche der Übertragungskurve ermittelt werden.

ANMERKUNG Die Darstellung sollte die Messpunkte klar ausweisen.

b) Verfahren mit stetiger Frequenzänderung

Die Durchlaufgeschwindigkeit über den Frequenzbereich muss niedrig genug sein, damit die sich ergebende Kurve nicht von jener abweicht, die man unter stationären Bedingungen erhalten würde.

ANMERKUNG 1 Wird die Aufnahme an einer beliebigen Stelle angehalten, sollte sich die Anzeige um nicht mehr als ± 1 dB ändern.

ANMERKUNG 2 Nachstehende Messeinrichtungen können zusätzlich verwendet werden:

– Geräte, mit denen der geforderte Schalldruck automatisch für den betreffenden Frequenzbereich konstant gehalten wird;

– ein automatischer Pegelschreiber zur Aufzeichnung des Ergebnisses.

c) Besondere computerbasierte Signale und Verfahren

Zur Signalgenerierung und Bestimmung des Verhaltens im Zeit- und Frequenzbereich stehen verschiedene Computeralgorithmen zur Verfügung. Einige davon sind digitale Verfahren, die ihre analogen Vorgänger ersetzen, wie die schnelle Fouriertransformation zur Spektralanalyse. Andere Algorithmen liefern neue Testsignalarten und Systemantworten. Beachtet der Anwender die inhärenten Grenzen und Randbedingungen, können die meisten angewendet werden. Werden die vorhandenen festgelegten Verfahren zur Bestimmung von Eigenschaften durch neue ersetzt, muss der Anwender sicherstellen, dass das Ergebnis mindestens so genau ist wie beim alten Verfahren. Werden neue Techniken für die Normung berücksichtigt wobei Hintergrundfakten und der Zusammenhang mit bekannten Eigenschaften ermittelt wurden, darf jede neue Technik zur Messung der Frequenzantwort verwendet werden, solange sie die gleichen Ergebnisse wie die Punkt-zu-Punkt-Verfahren oder Verfahren mit stetiger Frequenzänderung liefern.

4.6.2 Kalibrierverfahren

Unabhängig von der Wahl des punktweisen oder des automatischen Verfahrens gibt es zwei Verfahren für die Kalibrierung.

a) Substitutionsverfahren

Ein Messverfahren für das Ausgangssignal der Mikrofone, bei dem das zu kalibrierende Mikrofon und das Bezugsmikrofon für die Messung des benötigten Schalldrucks abwechselnd an demselben Messpunkt im Schallfeld betrieben werden.

Dieses Verfahren führt zur größten Genauigkeit.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

b) Verfahren des Simultanvergleichs

Ein alternatives Verfahren für die Messung des Ausgangssignals eines Mikrofons wird aus praktischen Gründen manchmal verwendet, wobei das zu kalibrierende Mikrofon und das Bezugsmikrofon zur Bestimmung des vorhandenen Schalldrucks gleichzeitig an zwei verschiedenen Stellen in der Nähe des Messortes eingesetzt werden. Es sollte darauf geachtet werden, dass keines der beiden Mikrofone an einem günstigeren Platz im Schallfeld steht als das andere. Die Punkte sind so zu wählen, dass das Ergebnis der Prüfung mit dem Vergleichsverfahren innerhalb ± 1 dB mit den entsprechenden Werten des Substitutionsverfahrens übereinstimmt.

Der Simultanvergleich sollte nur nach Prüfung der Gültigkeit dieser Bedingungen verwendet werden. Die Übereinstimmung mit den Bedingungen kann wie folgt geprüft werden:

– die Schalldruckwerte, die an den beiden verschiedenen Stellen im freien Schallfeld mit einem kalibrierten Mikrofon gemessen werden, müssen auf ± 1 dB übereinstimmen;

– der Abstand zwischen den Mikrofonen muss so gewählt werden, dass der Schalldruck am zweiten Messort unabhängig von der Anwesenheit des ersten Mikrofons innerhalb ± 1 dB bleibt.

4.7 Gesamtunsicherheit

Eine Grenzabweichung von ± 2 dB oder besser muss für die Kalibrierung aller Arten von Mikrofonen erzielt werden.

4.8 Grafische Darstellung der Ergebnisse

Die grafische Darstellung der Messergebnisse sollte den Empfehlungen nach IEC 60268-1 entsprechen.

5 Typbeschreibung (akustisches Verhalten)

5.1 Wandlerprinzip

Der Hersteller muss das Wandlerprinzip angeben, z. B. elektrostatisch (Kondensator), elektrodynamisch, elektromagnetisch oder piezoelektrisch.

5.2 Art des Mikrofons

Der Hersteller muss die Art des Mikrofons angeben, z. B. Druck-, Druckgradienten-Mikrofon (mit akustischem Phasendreh-Netzwerk, falls vorhanden) oder Kombination von Druck- und Druckgradienten-Mikrofon, oder Schnelle-Mikrofon.

5.3 Art der Richtcharakteristik

Der Hersteller muss die Art der Richtcharakteristik angeben, z. B. ungerichtet, einseitig gerichtet, zweiseitig gerichtet, (Kugel, Niere, Hyperniere, Halbkugel oder halbe Niere (räumlich gedreht)).

6 Anschlüsse und Einstellmöglichkeiten

6.1 Kennzeichnung

Empfehlungen zur Kennzeichnung der Anschlüsse und Einstellmöglichkeiten sind in IEC 60268-1, Abschnitt 5 und IEC 61938, 7.4.4 und 7.5.5, gegeben unter Hinzufügen der folgenden Bedingung, falls das Mikrofon den Anforderungen nach IEC 61938, Abschnitt 7, entspricht:

Die Polarität muss durch ein Zeichen angegeben werden, vorzugsweise durch einen Farbpunkt an dem Ausgangsanschluss, an dem eine positive Spannung erzeugt wird, wenn die Membran oder ein gleichwertiges Element sich einwärts bewegt, d. h. bei einem Schalldruckanstieg an der Haupt-Eintrittsöffnung. Die Sicherheitskennzeichnung muss IEC 60065 oder anderen passenden Sicherheitsnormen entsprechen.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

Ist das Mikrofon konform mit den Anforderungen nach IEC 61938, wird die Kennzeichnung der Polarität empfohlen. Jedoch entspricht es auch dieser Norm, falls dies nicht der Fall ist.

6.2 Steckverbinder und elektrische Anpasswerte

Die Steckverbinder und deren Kabel müssen mit IEC 60268-11 oder IEC 60268-12 übereinstimmen. Anpasswerte (Spannungen und Impedanzen) müssen mit IEC 61938 übereinstimmen.

7 Bezugspunkt und Bezugsachse

7.1 Bezugspunkt

Ohne klare Begründung für das Gegenteil muss der Bezugspunkt der Mittelpunkt der grundsätzlichen Schalleinfallsöffnung sein. Ansonsten ist dies anzugeben.

ANMERKUNG Damit eine eindeutige Angabe von Bezugspunkt, Bezugsachse und Polarität ermöglicht wird, sollte der Hersteller auch für zweiseitig gerichtete Mikrofone die Haupt-Schalleinfallsöffnung angeben.

7.2 Bezugsachse

Die Bezugsachse ist eine Gerade durch den Bezugspunkt, die eine vom Hersteller angegebene und empfohlene Schalleinfallsrichtung kennzeichnet. Das Mikrofon muss so gestaltet sein, dass die empfohlene Schalleinfallsrichtung für den Benutzer offensichtlich ist.

ANMERKUNG Die Bezugsachse sollte vorzugsweise senkrecht auf der Ebene des Hauptschalleinlasses stehen und durch die Mitte des Einlasses gehen.

8 Nenn-Stromversorgung

8.1 Anzugebende Größe

Die nachstehenden Informationen müssen vom Hersteller für alle Anschlüsse zur Verbindung von Mikrofon und Stromversorgung sowie für jede Einstellung des Adapters zur Stromversorgung, falls vorhanden, angegeben werden:

- Art der Stromversorgung (Phantom, A-B usw.; siehe IEC 61938);
- Versorgungsspannung mit oberem und unterem Grenzwert;
- Stromaufnahme aus der Stromversorgung in Ampere;
- für Mikrofone mit unterschiedlichen Betriebsspannungen die Strom-Spannungs-Charakteristik.

8.2 Messverfahren

a) Das Mikrofon arbeitet unter Nennbedingungen.

b) Der Strom aus der Stromversorgung wird in Ampere gemessen.

9 Elektrische Impedanz

9.1 Quellimpedanz

9.1.1 Anzugebende Größe

Der Betrag der Quellimpedanz des Mikrofons, gemessen an den Ausgangsanschlüssen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

ANMERKUNG Kann die Impedanz hinreichend durch ein einfaches Netzwerk nachgebildet werden, dürfen die Werte der Netzwerkparameter angegeben werden. Kann dieses Verfahren nicht angewendet werden, sollte die Impedanz als Funktion der Frequenz angegeben werden.

9.1.2 Messverfahren

Die Quellimpedanz kann mit einem Vergleichsverfahren oder durch Beschallung und Messung der Ausgangsspannung unter verschiedener Last bestimmt werden. Beide Verfahren werden nachstehend angegeben.

a) Verfahren 1

Die Impedanz kann mit einer Messbrücke gemessen werden. Eine Alternative ist der Vergleich mit einer bekannten Impedanz. Im letzteren Fall wird ein konstanter Strom aus einer hochohmigen Stromquelle in das Mikrofon eingespeist und die Klemmenspannung gemessen.

Das Mikrofon wird dann durch einen Widerstand bekannter Größe ersetzt und die Messung wiederholt. Über einen Vergleich beider Werte erhält man die Impedanz direkt.

Die an das Mikrofon angelegte Spannung darf nicht höher sein als die vom Mikrofon beim Grenzschalldruck erzeugte Spannung.

ANMERKUNG 1 Wird nur ein Wert gemessen, sollte die Quellimpedanz bei 1 000 Hz angegeben werden.

ANMERKUNG 2 Die Kapazität einer Kondensatormikrofonkapsel sollte bei der durch den Hersteller angegebenen Polarisationsspannung gemessen werden.

b) Verfahren 2

Die Quellimpedanz kann auch über Ausgangsspannungen berechnet werden, die bei drei verschiedenen Belastungen gemessen werden. Im Allgemeinen erfordert dieses Verfahren sehr genaue Messgeräte.

Stellt die Quellimpedanz näherungsweise einen Wirkwiderstand dar, kann das nachstehende Verfahren angewendet werden, um näherungsweise Werte mit hinreichender Genauigkeit für die Praxis zu ermitteln.

– Das Mikrofon arbeitet unter Nennbedingungen.
– Das Mikrofon wird beschallt und die Impedanz aus der Ausgangsspannung bei verschiedenen Belastungen abgeleitet. Zum Beispiel kann die Impedanz Z aus der Leerlaufspannung U_2' und der Ausgangsspannung U_2 an einer Lastimpedanz R_2 ausgerechnet werden mit der Gleichung:

$$Z = \frac{U_2' - U_2}{U_2} R_2$$

9.2 Nennimpedanz

Die Nennimpedanz ist die vom Hersteller festgelegte Quellimpedanz des Mikrofons.

Falls nicht anders angegeben, müssen die Mikrofone gebrauchsfertig sein und mit einem Lastwiderstand von mindestens dem fünffachen Wert der Nennimpedanz des Mikrofons benutzt werden. Nach IEC 61938, 7.1 werden in der Praxis hohe Werte im Vergleich zur Quellimpedanz als empfohlene Nennlastimpedanzen gewählt.

ANMERKUNG 1 Die Empfehlungen von IEC 61938 gehen von der Annahme aus, dass der fünffache Wert der Quellimpedanz in den meisten Fällen der Leerlaufbedingung genügt. Diese Last kann jedoch einen Spannungspegel bewirken, der 1,6 dB unterhalb der Quell-EMK liegt.

ANMERKUNG 2 Falls nicht anders angegeben, muss die Nennimpedanz im Sinne eines reinen Wirkwiderstandes verstanden werden.

9.3 Mindest-Lastimpedanz

Die Mindest-Lastimpedanz ist die vom Hersteller angegebene geringste Impedanz, mit der das Mikrofon verbunden werden darf (siehe 9.2).

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

ANMERKUNG Konstruktionsbedingt können die meisten Mikrofone die besten Leistungsdaten unter Leerlaufbedingungen erbringen. Die kleinste zulässige Mindest-Impedanz ist ein Kompromiss bezüglich zu vernachlässigender Leistungsdaten.

10 Übertragungskoeffizient

10.1 Allgemeines

Der Übertragungskoeffizient ist im Allgemeinen das Verhältnis der Ausgangsspannung des Mikrofons zum Schalldruck, dem es ausgesetzt ist. Unter Leerlaufbedingungen ist die Ausgangsspannung identisch mit der Ausgangs-EMK (siehe 9.2).

Der Übertragungskoeffizient M wird in Volt je Pascal ausgedrückt.

ANMERKUNG Üblicherweise ergibt dieses Verhältnis einen komplexen Wert, aber gewöhnlich werden nur die Amplituden (bei sinusförmigen Signalen) betrachtet.

Das Übertragungsmaß L_{M} ist das Verhältnis in Dezibel des Übertragungskoeffizienten M zum Referenzübertragungskoeffizienten M_{r}.

$$L_{\mathrm{M}} = 20 \lg \frac{M}{M_{\mathrm{r}}}$$

Der Referenzübertragungskoeffizient ist M_{r} = 1 V/Pa.

Die nachstehenden Arten von Übertragungskoeffizienten können angegeben werden:

– Freifeldübertragungskoeffizient (siehe 10.2.1) bezogen auf den Schalldruck im ungestörten Schallfeld (in Abwesenheit des Mikrofons);
– Druckübertragungskoeffizient (siehe 10.2.4) bezogen auf den tatsächlichen Schalldruck an der Hauptschalleintrittsöffnung des Mikrofons;
– Diffusfeldübertragungskoeffizient (siehe 10.2.2) bezogen auf den Schalldruck im ungestörten diffusen Schallfeld;
– Nahbesprechungs-Übertragungskoeffizient (siehe 10.2.3) bezogen auf den Schalldruck in einer festgelegten kurzen Entfernung vom menschlichen (künstlichen) Mund.

Diese Arten von Übertragungskoeffizienten können, passend zum Anwendungszweck, entweder bei festgelegten Frequenzen innerhalb von festgelegten Frequenzbändern, für Oktav- oder Terzbänder oder für komplexe Eingangssignale angegeben werden. Im letzteren Fall müssen die Signaleigenschaften und die Eigenschaften des Messsystems festgelegt werden.

Definitionen und Bilder zum Übertragungskoeffizienten von Mikrofonen sollten in Beziehung zu der Anwendung, in der das Mikrofon benutzt wird, stehen.

10.2 Übertragungskoeffizienten in Bezug auf die akustische Umgebung

10.2.1 Freifeldübertragungskoeffizient

10.2.1.1 Anzugebende Größe

Das Verhältnis der Ausgangs-EMK zum Schalldruck im ungestörten Schallfeld für eine festgelegte Frequenz oder ein festgelegtes Frequenzband und bei einer festgelegten Schalleinfallsrichtung bezogen auf die Bezugsachse.

ANMERKUNG Falls nicht abweichend festgelegt, muss das ungestörte Schallfeld eine ebene fortschreitende Welle darstellen, deren Wellenfront senkrecht zur Bezugsachse des Mikrofons verläuft.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

10.2.1.2 Messverfahren

Die Bedingungen für die Messung sind in den Abschnitten 3 und 4 angegeben.

Für die Schalldruckmessung ist eine Freifeldkalibrierung des für die Messung eingesetzten Bezugsmikrofons erforderlich.

ANMERKUNG 1 Es ist wichtig, sicherzustellen, dass die Richtung des Bezugsmikrofons während der Messung mit der Richtung während seiner Kalibrierung übereinstimmt.

ANMERKUNG 2 Für ungerichtete Mikrofone (nur Drucktypen) unterscheidet sich der Freifeldübertragungskoeffizient in einer ebenen Welle nicht von dem in einer Kugelwelle und ist gleich dem Druckübertragungskoeffizienten, vorausgesetzt, dass Beugungseffekte im Feld vernachlässigt werden können. Dieses ist der Fall, wenn die Abmessungen des Mikrofons klein gegenüber der Wellenlänge sind. Bei tiefen Frequenzen ist daher eine Kugelwelle zur Messung des Übertragungskoeffizienten eines ungerichteten Mikrofons für ebene Wellen (nur Drucktyp) geeignet. Bei sehr tiefen Frequenzen können Freifeldübertragungskoeffizient und Druckübertragungskoeffizient auf Grund von Druckausgleichsöffnungen verschieden sein. Für den oberen Frequenzbereich sollte das Mikrofon im zugeordneten Schallfeld gemessen werden. Wird ein Konus-Lautsprecher mit einem maximalen Durchmesser von 0,3 m verwendet, ist 1 m eine geeignete Mindestentfernung zur Freifeldkalibrierung von ungerichteten Mikrofonen (nur Drucktypen) innerhalb des Tonfrequenzbereichs.

10.2.2 Diffusfeldübertragungskoeffizient

10.2.2.1 Anzugebende Größe

Das Verhältnis der Ausgangs-EMK zum Schalldruck im ungestörten Diffusfeld für eine festgelegte Frequenz oder ein festgelegtes Frequenzband. Der Diffusfeldübertragungskoeffizient ist gleich dem Effektivwert der Freifeldübertragungskoeffizienten für alle Schalleinfallsrichtungen. Das Diffusfeldübertragungsmaß ist gleich dem Freifeldübertragungsmaß für ebene Wellen (siehe 10.2.1) abzüglich des Bündelungsmaßes (siehe 12.2).

ANMERKUNG 1 Das Diffusfeld wird dadurch gekennzeichnet, dass Schallwellen mit Zufallsphasenlage über alle Richtungen zufällig verteilt sind (Zufallseinfallsrichtung).

ANMERKUNG 2 An Stelle des Diffusfeldübertragungskoeffizienten darf der Hersteller auch den Übertragungskoeffizienten für ebene Schallwellen im Freifeld sowie das Bündelungsmaß bei der gleichen Frequenz oder in demselben Frequenzband angeben.

10.2.2.2 Messverfahren

Der Diffusfeldübertragungskoeffizient kann auf zwei Arten bestimmt werden, nämlich:

a) Der Diffusfeldübertragungskoeffizient für eine gegebene Frequenz kann aus dem Freifeldübertragungskoeffizienten (siehe 10.2.1) und dem Richtdiagramm (siehe 12.1) des Mikrofons für eine ebene fortschreitende Welle berechnet werden.

   Ist das Richtdiagramm rotationssymmetrisch, lautet die Beziehung zwischen dem Diffusfeldübertragungskoeffizienten und dem Übertragungskoeffizienten bei anderen Einfallswinkeln θ:

$$M_{\mathrm{diff}}^2 = \frac{1}{2}\int_0^{\pi} M^2(\theta)\,\sin\theta\,\mathrm{d}\theta$$

   ANMERKUNG Moderne Berechnungsverfahren ermöglichen eine einfache Berechnung des Integrals mit jeder gewünschten Genauigkeit. Dies ermöglicht den Ersatz früherer Berechnungsvorschläge mit festen Schritten zu 30°.

b) Der Diffusfeldübertragungskoeffizient für ein Frequenzband kann im Hallraum gemessen werden, wenn die Bedingungen nach den Abschnitten 3 und 4 erfüllt sind. Eine rundstrahlende Schallquelle sollte vorzugsweise verwendet werden. Eine Diffusfeldkalibrierung des zur Messung verwendeten Referenzmikrofons ist erforderlich.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

10.2.3 Nahbesprechungs-Übertragungskoeffizient

10.2.3.1 Anzugebende Größe

Bei einer festgelegten Frequenz oder in einem festgelegten Frequenzband das Verhältnis der Ausgangs-EMK zum Schalldruck im ungestörten Schallfeld einer besonderen Quelle. Diese Quelle muss den menschlichen Kopf und Mund (künstlichen Mund) nachbilden. Der Bezugspunkt des Mikrofons muss in einer festgelegten Entfernung vom Referenzpunkt der Quelle liegen, dabei bildet die Referenzachse des Mikrofons eine festgelegte Richtung zur Referenzachse der Quelle. Diese Definition gilt nur für Mikrofone, die sich nahe am Mund befinden, d. h. in einer Entfernung von nicht mehr als 50 mm.

10.2.3.2 Messverfahren

Die allgemeinen Bedingungen für die Messung sind in den Abschnitten 3 und 4 festgelegt. Ein künstlicher Mund wird als Schallquelle verwendet (siehe Anmerkung 1 zu 3.2.2). Der Abstand zwischen dem Bezugspunkt der Quelle und dem Bezugspunkt des Mikrofons muss 25 mm betragen und zusammen mit der Richtung der Bezugsachse angegeben werden.

Eine Nahbesprechungskalibrierung des für die Schalldruckmessung verwendeten Referenzmikrofons ist erforderlich.

Es ist wichtig, dass die Richtung des Referenzmikrofons mit der im Kalibrierlabor angewendeten Richtung übereinstimmt.

Falls nicht anders angegeben, muss der Durchmesser der Mundöffnung 20 mm betragen.

10.2.4 Druckübertragungskoeffizient

10.2.4.1 Anzugebende Größe

Bei einer festgelegten Frequenz oder in einem festgelegten Frequenzband das Verhältnis der Ausgangs-EMK zum Schalldruck am akustischen Eingang des Mikrofons. Diese Definition gilt nur für Mikrofone mit einem einzigen akustischen Eingang.

ANMERKUNG Die Amplitude und Phase des Schalldrucks sollten über den gesamten akustischen Schalleintritt hinweg konstant sein.

10.2.4.2 Messverfahren

Der Druckübertragungskoeffizient kann in einer kleinen Kammer (Kuppler, Schallkalibrator) gemessen werden. Der Kalibrator erzeugt den Schalldruck mit Hilfe eines schwingenden Kolbens. Das äquivalente Mikrofonvolumen muss zum Volumen des Kupplers hinzugerechnet werden. Die obere Frequenzgrenze für diese Kalibrierung ist durch die Abmessungen der Druckkammer bestimmt. Der Druckübertragungskoeffizient kann bei bekanntem Schalldruck in der Kammer aus der Ausgangsspannung des Mikrofons bestimmt werden.

Kondensator-Mikrofone können bei entsprechenden konstruktiven Maßnahmen elektrostatisch angeregt werden. An dem dafür verwendeten Gitter liegt sowohl eine Gleichspannung als auch die tonfrequente Mess-Wechselspannung. Ohne die Gleichspannung sollte das Mikrofon-Ausgangssignal eine Verdopplung der Frequenz gegenüber der angelegten Messspannung zeigen.

10.3 Übertragungskoeffizient in Bezug auf die Art des Signals

10.3.1 Nennübertragungskoeffizient

10.3.1.1 Anzugebende Größe

Der vom Hersteller angegebene Freifeld-, Diffusfeld-, Nahbesprechungs- oder Druckübertragungskoeffizient.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

Der Nennübertragungskoeffizient entspricht der Erregungsantwort bei der Normbezugsfrequenz 1 000 Hz. Ist der Frequenzgang frequenzabhängig, wird empfohlen, den Nennübertragungskoeffizienten dem arithmetischen Mittelwert über ein Oktavband des logarithmisch aufgetragenen Frequenzgangs zuzuordnen, dessen Mitte die Normbezugsfrequenz 1 000 Hz ist.

ANMERKUNG Falls nicht anders angegeben, wird der Nennübertragungskoeffizient auf das unbelastete Mikrofon bezogen. Der Hersteller kann den Nennübertragungskoeffizienten für eine festgelegte Lastimpedanz angeben (siehe 9.2).

10.3.2 Kennübertragungskoeffizient für Sprache

10.3.2.1 Anzugebende Größe

Der Wert des betreffenden Übertragungskoeffizienten des Mikrofons (siehe 10.2) gemittelt über den nutzbaren Frequenzbereich über ein Filter, das dem Leistungsspektrum von Sprache folgt.

ANMERKUNG Der Kennübertragungskoeffizient für Sprache soll dazu dienen, das Mikrofon unter Berücksichtigung seines Frequenzganges und eines angenäherten Leistungsspektrums für Sprache an den Verstärker anzupassen. Diese Definition berücksichtigt, dass der Hauptteil der Sprachleistung im unteren Frequenzbereich liegt und dass außerdem im Allgemeinen Mikrofone für Sprachübertragung einen Tiefenabfall besitzen. Der Nennübertragungskoeffizient für Sprache hat keinen Bezug zu einer Verständlichkeitseinstufung.

10.3.2.2 Messverfahren

Mittelwerte für den betreffenden Übertragungskoeffizienten nach 10.2 werden für die Oktavbänder (nach IEC 61265) mit den Mittenfrequenzen 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz und 2 000 Hz berechnet.

Diese vier Mittelwerte $(M_\mathrm{f})_k$ können aus dem Wert für eine Frequenz (z. B. 1 000 Hz) und dem mit dem betreffenden Verfahren ermittelten Frequenzgang, der innerhalb jedes Oktavbandes auf einer Dezibel-Skala gemittelt wird, errechnet werden.

Der Kennübertragungskoeffizient für Sprachleistung muss nach dem Ausdruck

$$M_\mathrm{es} = \left[\sum_{k=1}^{4} \alpha_k \left(M_\mathrm{f} \right)_k^2 \right]^{1/2}$$

berechnet werden,

Dabei ist

k der Index für das betrachtete Oktavband (k = 1 bis 4);

α_k der Sprachleistungs-Bewertungskoeffizient für das Oktavband mit dem Index k nach Tabelle 2.

Tabelle 2 – Sprachleistungs-Bewertungskoeffizient für Oktavband – Mittenfrequenzen

Index k	1	2	3	4
Mittenfrequenz des Oktavbandes in Hz	250	500	1 000	2 000
Sprachleistungs-Bewertungskoeffizient α_k	0,15	0,55	0,20	0,10

Das Kennübertragungsmaß L_Mcs für Sprachleistung ist das Verhältnis in Dezibel des Kennübertragungskoeffizienten für Sprachleistung M_cs und des Referenz-Übertragungskoeffizienten M_r (= 1 V/Pa), ausgedrückt als

$$L_\mathrm{Mcs} = 20 \lg \frac{M_\mathrm{cs}}{M_\mathrm{r}}$$

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

ANMERKUNG Das vorstehend angegebene Verfahren beinhaltet einige Vereinfachungen, gibt jedoch genügende Genauigkeit für die übliche Praxis. Ein genaueres Bewertungsverfahren kann durch die Verwendung eines ausgedehnteren Frequenzbereiches, echte Leistungsmittelung in schmaleren Frequenzbändern (z. B. Terzbändern) und Anwendung der zugehörigen Sprachleistungs-Bewertungskoeffizienten für die schmaleren Bänder erhalten werden. Es sollte jedoch bedacht werden, dass jede Gruppe von Sprachleistungs-Bewertungskoeffizienten, die für die Berechnung herangezogen wird, für unterschiedliche Sprachen sowie für Männer- oder Frauenstimmen abweichen kann. Daher können die Abweichungen für einzelne Personen leicht außerhalb der Genauigkeitsgrenze für das oben beschriebene vereinfachte Verfahren liegen.

11 Übertragungsfunktion

11.1 Frequenzgang

11.1.1 Anzugebende Größe

Unter angegebenen Bedingungen das Verhältnis der Ausgangs-EMK als Funktion der Frequenz eines sinusförmigen Signals zur Ausgangs-EMK bei einer festgelegten Frequenz (oder zur mittleren Ausgangs-EMK über ein schmales Frequenzband), ausgedrückt in Dezibel und bei konstantem Schalldruck und festgelegtem Einfallswinkel.

Falls nicht anders angegeben, müssen Freifeldbedingungen vorausgesetzt werden und der Bezug auf eine ebene Welle, die sich senkrecht zur Bezugsachse des Mikrofons ausbreitet.

Gelten Freifeldbedingungen und ist das Schallfeld keine ebene fortschreitende Welle, müssen ausreichende Einzelheiten angegeben werden.

Wird der Frequenzgang für eine festgelegte Quelle (künstlicher Mund) angegeben, muss sich der Nahbesprechungs-Frequenzgang auf dieselbe Quelle und dieselbe geometrische Anordnung von Quelle und Mikrofon wie für den Nahbesprechungs-Übertragungskoeffizienten beziehen (siehe 10.2.3).

Jede andere in dieser Norm angegebene Frequenzganggröße darf ebenfalls angegeben werden, wie z. B. Schalldruck-Frequenzgang oder Diffusfeld-Frequenzgang können angegeben werden. Spezielle außerhalb dieser Norm beschriebene Gangkurven können angegeben werden, jedoch nur als ein Zusatz für zumindest eine Gangkurve für die akustische Umgebung nach 4.5.

ANMERKUNG Zur Veröffentlichung der technischen Daten muss der Frequenzgang als effektiver Frequenzbereich (11.2) mit der vom Hersteller garantierten Toleranz entweder als numerischer Wert oder als der Gangkurve überlagerte Grafik angegeben werden.

11.1.2 Messverfahren

Die allgemeinen Bedingungen für die Bestimmung des Frequenzganges sind in den Abschnitten 3 und 4 angegeben.

11.2 Übertragungsbereich

11.2.1 Anzugebende Größe

Der Frequenzbereich, in dem die Abweichungen des Frequenzganges vom angegebenen Sollwert nicht größer als festgelegte Grenzwerte sind.

ANMERKUNG Der vom Hersteller als ideal erachtete Soll-Frequenzgang darf nicht flach verlaufen. Bei penibler Betrachtung kann sich dies sogar auf Mikrofone höchster Qualität beziehen. Bei Mikrofonen für Sprache wird der Soll-Frequenzgang im Allgemeinen so gewählt, dass eine maximale Verständlichkeit erreicht wird.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

11.2.2 Messverfahren

Für festgelegte relative Abweichungen vom Soll-Frequenzgang wird der Übertragungsbereich über die Kurve nach 11.1.2 gewonnen.

12 Richtungseigenschaften

12.1 Richtcharakteristik

12.1.1 Anzugebende Größe

Die Kurve, die für feste Frequenzen oder für schmale Frequenzbänder das Freifeldübertragungsmaß des Mikrofons als Funktion des Schalleinfallswinkels darstellt.

Bezieht sich die Richtcharakteristik auf Kugelwellen, müssen ausreichende Einzelheiten angegeben werden. Richtdiagramme müssen für eine ausreichende Zahl von Frequenzen oder Frequenzbändern angegeben werden, damit die Frequenzabhängigkeit der Richtcharakteristik hinreichend genau wiedergegeben wird. Die Frequenzbänder müssen den Vorzugswerten der Oktav- oder Terzbänder nach IEC 61265 entsprechen.

ANMERKUNG Häufig ist es von Nutzen, das Verhältnis der Übertragungsmaße bei bestimmten Winkeln bezogen auf die Hauptachse in Dezibel anzugeben (siehe beispielsweise 12.3).

12.1.2 Messverfahren

Die allgemeinen Messbedingungen sind in den Abschnitten 3 und 4 dargestellt. Das Mikrofon muss sich in einer im Wesentlichen ebenen fortschreitenden Welle befinden (siehe 4.5.2). Vorsicht ist bei der Messung von stark bündelnden Mikrofonen im reflexionsarmen Raum geboten. Die unvermeidbaren Reflexionen von den Wänden des Raumes können die Messwerte für den Übertragungskoeffizienten beeinflussen, insbesondere wenn die Ausgangs-EMK des Mikrofons für einen Winkel gemessen wird, für den der Übertragungskoeffizient klein ist. Um für Mikrofone großer Abmessungen richtige Ergebnisse zu erhalten, kann es notwendig sein, im Freien zu messen (siehe 4.5.2).

Die Messung kann auf zwei Wegen erfolgen:

a) Frequenzabhängige Richtcharakteristik:
   1) das Mikrofon arbeitet unter Nennbedingungen;
   2) der Abstand zwischen dem Bezugspunkt der Schallquelle und dem Bezugspunkt des Mikrofons wird während der Messung konstant gehalten;
   3) der Schalldruck wird während der Messung konstant gehalten;
   4) die Frequenz wird während der Messung konstant gehalten;
   5) der Winkel θ des Schalleinfalls gegenüber der Bezugsachse des Mikrofons wird stetig oder schrittweise einschließlich des Winkels „Null“ verändert. Für die schrittweise Messung wird der Schalleinfallswinkel in Schritten zu 10° oder 15° variiert;
   6) für jeden Winkel θ wird die zugehörige Ausgangsspannung $U(\theta)$ gemessen und festgehalten;
   7) das Verhältnis des Übertragungsfaktorkoeffizienten des Mikrofons beim Winkel θ zum Übertragungskoeffizienten beim Winkel 0 wird als direktes Verhältnis:

$$\frac{U(\theta)}{U(0)}$$

oder in Dezibel angegeben:

$$20 \lg_{10} \frac{U(\theta)}{U(0)}$$

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

8) die Messung wird für andere Frequenzen wiederholt, wobei bevorzugt die Oktavmittenfrequenzen 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz, 4 000 Hz, 8 000 Hz und 16 000 Hz verwendet werden sollen;

9) falls das Mikrofon nicht rotationssymmetrisch ist, können Messungen in unterschiedlichen Ebenen durch die Bezugsachse notwendig sein;

10) die Ergebnisse müssen in einer Schar von Polardiagrammen des Übertragungsmaßes für die Frequenzen nach 8) dargestellt werden. Die Polardiagramme müssen in Übereinstimmung mit IEC 60268-1 gezeichnet werden. Der Ursprung des Polardiagramms für die Richtcharakteristik muss der Bezugspunkt des Mikrofons sein. Falls nicht anders angegeben, liegt die Bezugsachse des Mikrofons in Richtung des Nullwinkels im Polardiagramm.

b) Richtungsabhängige Frequenzcharakteristik:

1) das Mikrofon arbeitet unter Nennbedingungen;

2) der Winkel θ des Schalleinfalls gegenüber der Bezugsachse des Mikrofons wird während der Messung konstant gehalten;

3) der Abstand zwischen dem Bezugspunkt der Schallquelle und dem Bezugspunkt des Mikrofons wird während der Messung konstant gehalten;

4) der Schalldruck wird während der Messung konstant gehalten;

5) die Ausgangsspannung $U(\theta)$ des Mikrofons wird als Funktion der Frequenz für eine Anzahl fester Winkel θ des Schalleinfalls einschließlich des Nullwinkels gemessen;

6) die Ergebnisse müssen als Schar von Frequenzgängen für die verschiedenen Einfallswinkel θ bezogen auf die Bezugsachse dargestellt werden;

7) von diesen Kurven kann das Verhältnis des Übertragungsmaßes des Mikrofons für einen Winkel θ zum Übertragungsmaß für den Nullwinkel bei einer festen Frequenz abgeleitet werden (Polardiagramm (siehe 12.1.2 a)).

12.2 Bündelungsmaß

12.2.1 Anzugebende Größe

Das Verhältnis in Dezibel zwischen der Ausgangs-EMK für eine ebene Schallwelle in Richtung der Bezugsachse zur Ausgangs-EMK im diffusen Schallfeld bei gleicher Frequenz oder im gleichen Frequenzband und gleichem Effektivwert des Schalldrucks. Die Frequenz oder das Frequenzband muss angegeben werden.

12.2.2 Messverfahren

Das Bündelungsmaß ergibt sich aus

$$20 \lg \frac{M_0}{M_{\mathrm{diff}}}$$

Dabei ist

M_0 der Freifeldübertragungskoeffizient nach 10.2.1;

M_{diff} der Diffusfeldübertragungskoeffizient nach 10.2.2.

12.3 Vor-Rück-Übertragungsmaß (0° bis 180°)

12.3.1 Anzugebende Größe

Das Verhältnis in Dezibel für die Freifeldübertragungskoeffizienten im ebenen Schallfeld in Richtung der Bezugsachse und in entgegengesetzter Richtung. Die Frequenz oder das Frequenzband muss angegeben werden.

Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

12.3.2 Messverfahren

Das Vor-Rück-Übertragungsmaß wird aus den Messwerten für den Freifeldübertragungskoeffizienten (siehe 10.2.1) beim Einfall identischer Schallwellen für die Bezugsachse und in der Gegenrichtung abgeleitet.

ANMERKUNG Vorsicht ist bei der Messung von stark bündelnden Mikrofonen im reflexionsarmen Raum wegen des Einflusses von Schallreflexionen von den Wänden des Raumes geboten (siehe 12.1).

12.4 Störschallunterdrückung

12.4.1 Anzugebende Größe

Für Nahbesprechungsmikrofone mit Störschallunterdrückung das Verhältnis in Dezibel der Ausgangs-EMK bei Schallwellen einer angegebenen Quelle (künstlicher Mund) in einer festgelegten Entfernung vom Mikrofon und einer festgelegten Richtung zur Bezugsachse des Mikrofons zur Ausgangs-EMK in einem diffusen Schallfeld bei gleicher Frequenz oder gleichem Frequenzband und gleichem Effektivwert des Schalldrucks. Die Frequenz oder das Frequenzband muss angegeben werden.

Die Störschallunterdrückung ist das Verhältnis in Dezibel des Nahbesprechungs-Übertragungskoeffizienten (siehe 10.2.3) und des Diffusfeldübertragungskoeffizienten (siehe 10.2.2) bei gleicher Frequenz oder im gleichen Frequenzband.

Die Störschallunterdrückung muss sich auf dieselbe Quelle und dieselbe geometrische Anordnung von Quelle und Mikrofon beziehen wie für die Festlegung des Nahbesprechungs-Übertragungskoeffizienten (siehe 10.2.3).

ANMERKUNG 1 Die Störschallunterdrückung kann als Frequenzgang für die angegebene Quelle und für das Diffusfeld dargestellt werden.

ANMERKUNG 2 An Stelle des künstlichen Mundes kann auch ein künstlicher Kopf verwendet werden.

12.4.2 Messverfahren

Die Störschallunterdrückung wird berechnet als das Verhältnis in Dezibel zwischen dem gemessenen Nahbesprechungs-Übertragungskoeffizienten (siehe 10.2.3) und dem gemessenen oder berechneten Diffusfeldübertragungskoeffizienten (siehe 10.2.2).

Sie wird entweder als Funktion der Frequenz im Übertragungsbereich oder als Frequenzgang bei der festgelegten Quelle (künstlicher Mund) und im diffusen Schallfeld bei gleichem Schalldruck dargestellt.

12.5 Spezielle Eigenschaften von Stereo-Mikrofonen

12.5.1 Einleitung

Bei der Stereofonie-Aufzeichnung werden spezielle Mikrofoneinheiten mit fester Ausrichtung der Wandler für beide Tonkanäle eingesetzt, ebenso wie wohl definierte Mehrfachanordnungen (Array) von Mono-Mikrofonen. Die folgenden Eigenschaften gelten für diese Mikrofone und Mehrfachanordnungen.

12.5.2 Hauptachsenwinkel eines XY (links-rechts)-Mikrofons

12.5.2.1 Anzugebende Größe

Der eingeschlossene Winkel zwischen der Bezugsache des Mikrofons für den linken und der für den rechten Kanal.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

12.5.2.2 Messverfahren

Üblicherweise besitzen beide Mikrofone dieselben Richtungseigenschaften, identische Bezugsachsen und mechanische Achsen, so dass der Winkel aus der mechanischen Anordnung abgeleitet werden kann. In Zweifelsfällen sollten Messungen zu den Richtungseigenschaften für beide Kanäle entsprechend dem Verfahren für Mono-Mikrofone durchgeführt werden.

12.5.3 Akzeptanzwinkel

12.5.3.1 Anzugebende Größe

Der Winkel zwischen den Richtungen des größten Verhältnisses zwischen rechtem und linkem Kanal (X/Y und Y/X).

12.5.3.2 Messverfahren

Der Winkel kann aus dem Richtdiagramm für den linken und rechten Ausgang, indem dieselbe Null-Bezugsrichtung gewählt wird, bestimmt werden. Dies kann die Anwendung eines MS- nach XY-Konverters erfordern.

ANMERKUNG Der Winkel ist frequenzabhängig, so dass bevorzugte Frequenzen gewählt werden.

12.5.4 Aufnahmewinkel

12.5.4.1 Anzugebende Eigenschaft

Der Winkel zwischen den Schallrichtungen, der eine Lokalisierung der Schallquelle in Richtung eines der Lautsprecher ermöglicht, wie sie ein Hörer wahrnimmt, der sich bei Mikrofonsignalwiedergabe mittels korrekt eingestellter Lautsprecher auf deren Mittelachse befindet.

Im Allgemeinen beträgt der notwendige Pegelunterschied für diesen Effekt ungefähr 15 dB bis 18 dB. [N1)]

12.5.4.2 Verfahren zur Bestimmung des Aufnahmewinkels

Unter hallfreien Bedingungen wird eine kleine Schallquelle, die vorzugsweise Rosa Rauschen erzeugt, langsam auf einem Kreisbogen mit der Mikrofonposition als Mittelpunkt bewegt. Die Mikrofonsignale werden mit einer korrekt eingestellten Stereo-Anlage wiedergegeben. Ein Beobachter meldet das Auftreten der Schalllokalisation in Richtung einer der Lautsprecherpositionen und der Prüfer zeichnet die Lage der Schallquelle auf. Die Prüfung wird für die Lokalisation an der anderen Lautsprecherposition wiederholt. Der sich aus den beiden festgehaltenen Positionen ergebende Winkel wird bestimmt und als Ergebnis festgehalten. Angemerkt werden sollten alle auf die Mikrofonbezugsachse(n) bezogenen Asymmetrien dieses Winkels.

13 Amplituden-Nichtlinearität

13.1 Allgemeines

Eine allgemeine Erklärung der Amplituden-Nichtlinearität findet man in IEC 60268-2.

Die anzugebenden Größen und die Messverfahren verschiedener Arten der Amplituden-Nichtlinearität, die für ein Mikrofon von Wichtigkeit sein können, sind in 13.2 bis 13.4 beschrieben.

[N1)] Nationale Fußnote: beispielsweise für XY-Verfahren

Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

13.2 Klirrfaktor

13.2.1 Anzugebende Größe

Der Klirrfaktor ist die Folge einer Nichtlinearität im Amplitudenverlauf. In einfachen Fällen kann es möglich sein, Schallfelder mit geringeren Verzerrungen als jenen der Mikrofone bei mäßigen Schallpegeln zu erzeugen. Die Verzerrungen müssen unter festgelegten Bedingungen für Bandbreite und Pegel gemessen werden, die sich auf unterschiedliche Anwendungen beziehen können (siehe IEC 60914, 17.2). Falls die Verzerrungen des Schallfeldes nicht hinreichend klein im Vergleich zur Mikrofon-Nichtlinearität sind, müssen andere Verfahren, z. B. Differenzfrequenz-Verzerrung (siehe 13.4), angewendet werden.

13.2.2 Messverfahren

Die allgemeinen Bedingungen der Abschnitte 3 und 4 zur Bestimmung des Klirrfaktors müssen eingehalten werden.

Ein selektives Voltmeter, beispielsweise ein Analysator, wird mit dem Ausgang des zu prüfenden Mikrofons verbunden, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung eines Hochpasses, um die Grundschwingung zu unterdrücken. Die Messanordnung muss den echten Effektivwert der verbleibenden Harmonischen anzeigen.

Die Spannung jeder einzelnen Harmonischen U_{nf} wird gemessen.

Die Gesamtspannung U_{t} einschließlich der Grundschwingung wird mit einem breitbandigen Effektivwert-Messgerät am zu prüfenden Mikrofon gemessen.

Der Klirrfaktor kann mit folgenden Gleichungen ermittelt werden

in Prozent
$$d_{\mathrm{t}} = \frac{\sqrt{U_{2\mathrm{f}}^2 + U_{3\mathrm{f}}^2 + \ldots + U_{\mathrm{nf}}^2}}{U_{\mathrm{t}}} \times 100$$

und in Dezibel
$$L_{\mathrm{dt}} = 20 \lg \left(\frac{d_{\mathrm{t}}}{100}\right)$$

ANMERKUNG Die nichtlinearen Verzerrungen des Schallfeldes, in welches das zu prüfende Mikrofon gebracht wird, sollten erheblich niedriger als die des Mikrofons selbst sein (siehe 13.2.1).

13.3 Klirrfaktor n-ter Ordnung (n = 2, 3, ...)

13.3.1 Anzugebende Größe

Die harmonische Verzerrung n-ter Ordnung, ausgedrückt als Teil der Gesamtspannung.

13.3.2 Messverfahren

Die allgemeinen Bedingungen der Abschnitte 3 und 4 zur Bestimmung des Klirrfaktors müssen eingehalten werden. Ein selektives Spannungsmessgerät, beispielsweise ein Analysator, wird mit dem Ausgang des zu prüfenden Mikrofons verbunden, gegebenenfalls unter Zwischenschaltung eines Hochpasses, um die Grundschwingung zu unterdrücken. Die Messanordnung muss den echten Effektivwert der verbleibenden Harmonischen anzeigen.

Die Spannung jeder einzelnen Harmonischen U_{nf} wird gemessen.

Die Gesamtspannung U_{t} einschließlich der Grundschwingung wird mit einem breitbandigen Effektivwert-Messgerät am zu prüfenden Mikrofon gemessen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

Der Klirrfaktor n-ter Ordnung kann mit folgenden Gleichungen ermittelt werden

in Prozent $$d_{\mathrm{n}} = \frac{U_{\mathrm{nf}}}{U_{\mathrm{t}}} \times 100$$

und in Dezibel $$L_{\mathrm{dn}} = 20 \lg \left(\frac{d_{\mathrm{n}}}{100}\right)$$

Die nichtlinearen Verzerrungen des Schallfeldes, in welches das zu prüfende Mikrofon gebracht wird, müssen erheblich niedriger sein als die Verzerrungen durch das Mikrofon selbst (siehe 13.2.1).

ANMERKUNG Siehe Anmerkung zu 13.2.

13.4 Differenzton-Verzerrung 2. Ordnung

13.4.1 Anzugebende Größe

Das Verhältnis des Ausgangssignals am Mikrofon bei einer Frequenz f_{d} = 80 Hz in einem Schallfeld zweier sinusförmiger Frequenzen f_1 und f_2 mit $f_2 - f_1$ = 80 Hz, ermittelt mit einem geeigneten selektiven Filter, zur Signalspannung am Eingang des selektiven Filters (siehe IEC 60268-2, 7.2).

13.4.2 Messverfahren

Die Messungen werden mit zwei Schallquellen durchgeführt, wobei eine das Signal der Frequenz f_1 und die andere das Signal der Frequenz f_2 = f_1 ± 80 Hz abstrahlt.

Die Schalldruckpegel jeder der beiden Schallquellen am Standort des Mikrofons müssen gleich groß sein.

Das Messverfahren muss der Vorgehensweise nach IEC 60268-3, 14.12.8 entsprechen. Das Ergebnis wird angegeben

in Prozent $$d_{\mathrm{fd}} = \frac{U_{\mathrm{fd}}}{2\,U_{\mathrm{ref}}} \times 100$$

oder in Dezibel $$L_{\mathrm{fd}} = 20 \lg \left(\frac{d_{\mathrm{fd}}}{100}\right)$$

mit U_{ref} als geometrischem Mittel von U_{f1} und U_{f2}.

Dabei ist

– U_{f1} die Spannung der Frequenz f_1 am Ausgang des Mikrofons, erzeugt durch die erste Schallquelle,

– U_{f2} wie U_{f1}, jedoch für die Frequenz f_2,

– U_{fd} die Spannung am Ausgang des Mikrofons mit der Frequenz $f_{\mathrm{d}} = f_2 - f_1$ = 80 Hz.

ANMERKUNG Der Abstand zwischen den Bezugspunkten der Schallquelle und dem zu prüfenden Mikrofon wird so gewählt, dass der notwendige Schalldruckpegel am Mikrofon erreicht wird.

Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

14 Begrenzungsverhalten

14.1 Höchst-Spitzennennschalldruck

Der vom Hersteller angegebene maximale Augenblickswert des Schalldrucks einer ebenen Schallwelle aus jeder Schalleinfallsrichtung, den das Mikrofon ohne bleibende Veränderung seiner Daten verträgt.

ANMERKUNG Diese Eigenschaft beinhaltet das Wort „Nenn“, weil es vom Hersteller als Ergebnis einer Reihe von Untersuchungen angegeben werden muss und nicht zuverlässig durch einmalige Untersuchung gemessen werden kann (siehe IEC 60268-2).

14.2 Grenzschalldruck

14.2.1 Anzugebende Größe

Der höchste Schalldruck einer ebenen Schallwelle, bei dem die Amplituden-Nichtlinearität des Mikrofons für jede Frequenz innerhalb des Übertragungsbereichs und jede Schalleinfallsrichtung einen angegebenen Wert nicht überschreitet.

ANMERKUNG Bislang wurden keine allgemeinen Grenzen festgelegt. Jedoch beziehen sich viele Datenblätter bei Differenzton-Verzerrungen (14.2.2) auf die Werte 0,5 % oder 1 %.

14.2.2 Messverfahren

Ausgehend von Nennbedingungen wird der Grenzschalldruck unter verschiedenen Schalleinfallswinkeln gemessen, indem der Schalldruck eines rein sinusförmigen Schalls so weit erhöht wird, bis die Verzerrungen am Mikrofonausgang einen vorgegebenen Wert erreichen. Der Schalldruck muss für den Einfallswinkel festgehalten werden, bei dem die größte Verzerrung erfolgt.

ANMERKUNG Nichtlinearitäten der Schallquellen und Luft können das Verfahren begrenzen. Messungen zu Differenzton-Verzerrungen nach 13.4.2 minimieren wenigstens den Einfluss der Nichtlinearitäten durch den Lautsprecher.

15 Symmetrie

15.1 Symmetrie des Mikrofon-Ausganges

Bild 1a zeigt die Messanordnung nach IEC 60268-2. Es wird weiter auf IEC 60268-3, 14.15 hingewiesen. Alle Bedingungen für die Symmetrie von Quelle und Messeinrichtung sind auch für Mikrofonmessungen gültig. Der Lastwiderstand muss 200 Ω betragen. Die Quellimpedanz für das Prüfsignal U'_2 muss 50 Ω betragen. Die Symmetrie der Messanordnung muss ohne das Mikrofon geprüft werden, indem es durch einen Widerstand von 200 Ω ersetzt wird. Das Verhältnis des symmetrischen Signals zum Gleichtaktsignal am 200-Ω-Widerstand wird in Dezibel berechnet nach

$$20 \lg \frac{U_2}{U'_2} \quad \text{(siehe Bild 1a).}$$

ANMERKUNG Damit die Ergebnisse nicht verfälscht werden, sollte das Umgebungsgeräusch so niedrig wie möglich gehalten werden.

15.2 Symmetrie im Betriebszustand

Das in 15.1 festgelegte Verfahren erfasst keine über die Ausgangsanschlüsse aufgenommenen Störungen. Mit einer Änderung der Messanordnung entsprechend Bild 1a kann die zugehörige Spannung U_2 gemessen werden (siehe Bild 1b).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

Um vergleichbare Bedingungen für unterschiedliche mechanische Ausführungen der Mikrofone zu erhalten, muss die Prüfung mit 1,5 m hochwertiger Leitung und mit einer Ausgangslast von 1 kΩ durchgeführt werden.

ANMERKUNG Eine getrennte Messung der Leitung stellt sicher, dass ihr Beitrag zum Ergebnis vernachlässigbar ist.

Bei der Messung ist der Schirm der Leitung am Mikrofonausgang nicht angeschlossen, und die Prüfspannung wird eingespeist. Das Verhältnis der sich ergebenden Spannung am Symmetrie-Messgerät zur Störquelle wird nach 15.1 berechnet.

16 Äquivalenter Nennschalldruckpegel der Eigenstörspannung

16.1 Anzugebende Größe

Der von außen einwirkende Schalldruckpegel, der dieselbe bewertete Ausgangsspannung ergibt, wie sie ohne äußeres Feld ausschließlich durch das Eigenrauschen des Mikrofons hervorgerufen wird. Die Bezugsfrequenz für den äußeren Schalldruck muss dieselbe sein wie für den Freifeld-Nennübertragungskoeffizienten.

ANMERKUNG Falls nicht anders angegeben, wird ein Bezug auf Freifeldbedingungen und Schalleinfallswinkel Null angenommen.

16.2 Messverfahren

a) Während der Messung der Eigenstörspannung muss das Mikrofon gegenüber Schall, Wind, Stoß, Vibration und gegen elektrische oder magnetische äußere Felder abgeschirmt sein. Das Mikrofon sollte sich jedoch in der akustischen Betriebsart befinden (siehe Anmerkung 2).

   ANMERKUNG 1 Anhang A zeigt ein Beispiel für einen Aufbau mit einer effektiven Schallabschirmung.

   ANMERKUNG 2 Es ist häufig gängige Praxis den Störpegel nur von der Elektronik unter Verwendung eines „äquivalenten“ Kreises als Ersatz für das Wandlerelement zu messen. Dies misst jedoch aufgrund der vom Wandlerelement selbst beigetragenen Störung nicht genau den Störpegel des gesamten Mikrofons.

b) Die vom Eigenrauschen herrührende bewertete Ausgangsspannung wird gemessen, indem die bewerteten Messungen nach IEC 60268-1 benutzt werden. Psophometrische, Quasi-Spitzenspannungsmessungen entsprechend IEC 60268-1, 6.2.2, müssen einbezogen werden. Darüber hinaus wird empfohlen, A-bewertete Messungen nach IEC 60268-1, 6.2.1, und unbewertete 1/3-Oktavmessungen nach IEC 60268-1, 6.2.3, einzubeziehen.

c) Der äquivalente Schalldruck bezogen auf die Eigenstörspannung ist das Verhältnis der Ausgangs-EMK zum Freifeld-Nennübertragungskoeffizienten.

d) Der äquivalente Schalldruckpegel in Dezibel ist das Verhältnis des äquivalenten Schalldrucks zum Bezugsschalldruck (20 µPa).

17 Umgebungsbedingungen

17.1 Allgemeines

Die folgenden Eigenschaften müssen unabhängig voneinander bestimmt werden. In Fällen vorhandener Abhängigkeiten müssen die Bedingungen und Effekte vom Hersteller angegeben werden.

17.2 Druckbereich

Der Bereich des Umgebungsdruckes, in dem die Eigenschaften des Mikrofons um nicht mehr als ± 2 dB abweichen.

Gibt der Hersteller an, dass das Mikrofon für Anwendungen mit großen Änderungen des Umgebungsdruckes geeignet ist (z. B. ein Schallsystem für die Luftfahrt), muss auch die maximal zulässige Änderungsgeschwindigkeit des Umgebungsdruckes angegeben werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04

17.3 Temperaturbereich

Der Temperaturbereich, in dem die Eigenschaften des Mikrofons um nicht mehr als ± 2 dB abweichen.

17.4 Bereich relativer Luftfeuchte

Der Bereich relativer Feuchte, in dem die Eigenschaften des Mikrofons um nicht mehr als ± 2 dB abweichen.

18 Äußere Einflussgrößen

18.1 Allgemeines

18.1.1 Angaben und Messverfahren

Mikrofone unterliegen vielen äußeren Einflüssen, für die ein Ausschluss oder eine Begrenzung äußerst wichtig sein kann. Da jedoch äußere Einflüsse auf Grund von Nichtlinearitäten die Ursache sehr verwickelter Störungen sein können, kann kein allgemein gültiges Messverfahren für ihre Ermittlung angegeben werden.

Die Angaben werden immer Gegenstand von Gesprächen zwischen Lieferanten und Anwender sein und gegebenenfalls zu Laborüberprüfungen und/oder Feldtests führen.

Die unten angegebenen Messverfahren (in 18.2 bis 18.6) beziehen sich nur auf den äußeren Einfluss von:

- Magnetfeldern, die z. B. von der Stromversorgung herrühren;
- mechanischen Schwingungen;
- Wind;
- „Pop“-Effekt;
- elektromagnetischen Störungen.

Die angegebenen Verfahren sind weder vollständig noch endgültig, sie sollen aber nützliche Vorgaben sein.

18.1.2 Andere äußere Einflüsse

Für alle anderen als die angegebenen äußeren Einflüsse in den nachstehenden Abschnitten müssen Festlegungen in Übereinstimmung zwischen Lieferer und Anwender festgelegt werden.

18.2 Äquivalenter Schalldruck für äußere Magnetfelder

18.2.1 Anzugebende Größe

Der äquivalente Schalldruck bei fehlendem Schallfeld für ein homogenes, sich sinusförmig änderndes, äußeres Magnetfeld, das durch Effektivwert, Frequenz und Richtung beschrieben ist.

Der äquivalente Schalldruck muss für die Richtung angegeben werden, in der die Beeinflussung ihren Größtwert hat. Die Richtungen für größte und geringste Beeinflussung müssen angegeben werden.

Der äquivalente Schalldruck muss für ein äußeres Magnetfeld der Frequenz der Stromversorgung sowie ihrer Harmonischen bis einschließlich der 5. Ordnung angegeben werden. Es kann vorkommen, dass die größten Störungen nicht von der Netz-Grundfrequenz, sondern von einer Harmonischen oder einer Reihe von Harmonischen dieser Frequenz hervorgerufen werden. In anderen Fällen kann die Störung nicht mit der Netzfrequenz zusammenhängen, sondern zum Beispiel durch die Zeilenfrequenz von Videomonitoren erzeugt werden. Es dürfte jedoch klar sein, dass die gleichen Messverfahren jeder besonderen Notwendigkeit angepasst werden können.

Die magnetische Feldstärke muss groß gegenüber Geräusch oder anderen Störungen sein.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC 60268-4:2009-04