DIN EN IEC 60384-21

DIN

ICS 31.060.20

Entwurf

Einsprüche bis 2024-01-17
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN IEC 60384-21:2019-09

Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 21: Rahmenspezifikation – Oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Festkondensatoren, Klasse 1 (IEC 40/3055/CDV:2023); Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 60384-21:2023

Fixed capacitors for use in electronic equipment –
Part 21: Sectional specification –
Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 1
(IEC 40/3055/CDV:2023);
German and English version prEN IEC 60384-21:2023

Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques –
Partie 21: Spécification intermédiaire –
Condensateurs multicouches fixes à diélectriques en céramique pour montage en surface, de Classe 1
(IEC 40/3055/CDV:2023);
Version allemande et anglaise prEN IEC 60384-21:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-11-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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, Merianstraße 28, 63069 Offenbach am Main.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 99 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 60384-21:2023-06 „Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 21: Rahmenspezifikation – Oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Festkondensatoren, Klasse 1“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 40/3055/CDV:2023-06 „Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 21: Sectional specification – Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 1“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 60384-21:2023-06 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV 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 IEC/TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur "JA/NEIN"-Entscheidungen möglich, wobei "NEIN"-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 611 „Kondensatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN EN IEC 60384-21:2019-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) das Dokument wurde vollständig neu gegliedert, um der ISO/IEC-Richtlinie, Teil 2, zu entsprechen und es nützlicher zu gestalten; Tabellen, Bilder und Verweisungen wurden entsprechend überarbeitet;

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

b) die Begriffe wurden durch die Buchstabensymbole in Tabelle 3 ersetzt;

c) der Kennbuchstabe für Temperaturkoeffizient und Grenzabweichung C0G, U2J wurde zu Tabelle 4, Tabelle 6, Tabelle 8, Tabelle 9, Tabelle 11, Tabelle 13, Tabelle 16 und Anhang B hinzugefügt;

d) die Anforderung in 5.5.2 (Sichtprüfung) wurde in 5.9.3, 5.10.5, 5.11.4, 5.11.5, 5.13.7, 5.14.5 und 5.15.5 wiederholt;

e) die Biegung D für sehr widerstandsfähige Ausführungen wurde zu 5.9.1 hinzugefügt;

f) Anhang B wurde von informativ zu normative geändert;

g) C.5 (Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung) wurde hinzugefügt, um den Vordruck für Bauartspezifikation IEC 60384-21-1 zurückzuziehen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

E DIN EN IEC 60384-21:2023-12
prEN IEC 60384-21:2023

Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 21: Rahmenspezifikation – Oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Festkondensatoren, Klasse 1

Inhalt

		Seite
1	Anwendungsbereich	9
2	Normative Verweisungen	9
3	Begriffe	9
4	Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften	10
4.1	Bevorzugte Eigenschaften	10
4.2	Bevorzugte Bemessungswerte	11
4.2.1	Bemessungstemperatur (T_R)	11
4.2.2	Bemessungsspannung (U_R)	11
4.2.3	Kategoriespannung (U_C)	11
4.2.4	Bevorzugte Nennwerte der Kapazität und zugehörige Grenzabweichungen	11
4.2.5	Temperaturkoeffizient (α)	12
4.2.6	Maße	14
5	Prüf- und Messverfahren	15
5.1	Allgemeines	15
5.2	Vorbehandlung durch Trocknen	15
5.3	Messbedingungen	15
5.4	Montage	15
5.5	Sichtprüfung und Kontrolle der Maße	15
5.5.1	Allgemeines	15
5.5.2	Sichtprüfung	15
5.5.3	Anforderungen	15
5.6	Elektrische Prüfungen	17
5.6.1	Kapazität	17
5.6.2	Verlustfaktor (tan δ)	17
5.6.3	Isolationswiderstand	18
5.6.4	Spannungsfestigkeit	19
5.7	Temperaturkoeffizient (α) und Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel	19
5.7.1	Allgemeines	19
5.7.2	Vorbehandlung durch Trocknen	19
5.7.3	Messbedingungen	20
5.7.4	Anforderungen	20
5.8	Scherprüfung	20
5.9	Trägerbiegeprüfung	20
5.9.1	Allgemeines	20
5.9.2	Anfangsmessung	20

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

5.9.3 Endprüfung ... 20
5.10 Lötwärmebeständigkeit ... 21
5.10.1 Allgemeines ... 21
5.10.2 Anfangsmessung ... 21
5.10.3 Prüfbedingungen ... 21
5.10.4 Nachbehandlung ... 22
5.10.5 Endprüfung, Messungen und Anforderungen ... 22
5.11 Lötbarkeit ... 23
5.11.1 Allgemeines ... 23
5.11.2 Prüfbedingungen ... 23
5.11.3 Nachbehandlung ... 24
5.11.4 Endprüfung, Messungen und Anforderungen ... 24
5.12 Rascher Temperaturwechsel ... 24
5.12.1 Allgemeines ... 24
5.12.2 Anfangsmessung ... 24
5.12.3 Anzahl der Zyklen ... 24
5.12.4 Nachbehandlung ... 24
5.12.5 Endprüfung, Messungen und Anforderungen ... 24
5.13 Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge) ... 25
5.13.1 Allgemeines ... 25
5.13.2 Anfangsmessung ... 25
5.13.3 Trockene Wärme ... 25
5.13.4 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus ... 25
5.13.5 Kälte ... 25
5.13.6 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen ... 25
5.13.7 Endprüfung, Messungen und Anforderungen ... 26
5.14 Feuchte Wärme, konstant ... 26
5.14.1 Allgemeines ... 26
5.14.2 Anfangsmessung ... 26
5.14.3 Prüfbedingungen ... 26
5.14.4 Nachbehandlung ... 27
5.14.5 Endprüfung, Messungen und Anforderungen ... 27
5.15 Dauerprüfung ... 28
5.15.1 Allgemeines ... 28
5.15.2 Anfangsmessung ... 28
5.15.3 Prüfbedingungen ... 28
5.15.4 Nachbehandlung ... 28
5.15.5 Endprüfung, Messungen und Anforderungen ... 28
5.16 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse (nur für Kondensatoren mit Flachdrahtanschlüssen) ... 29
5.16.1 Allgemeines ... 29

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

5.16.2 Prüfbedingungen ... 29
5.16.3 Endprüfung und Anforderungen ... 29
5.17 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls verlangt) ... 29
5.18 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls verlangt) ... 29
5.19 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (falls verlangt) ... 29
5.19.1 Allgemeines ... 29
5.19.2 Anfangsmessung ... 30
5.19.3 Beanspruchung ... 30
5.19.4 Nachbehandlung ... 30
5.19.5 Endmessungen ... 30
6 Aufschriften ... 31
6.1 Allgemeines ... 31
6.2 In die Kennzeichnung aufzunehmende Angaben ... 31
6.3 Kennzeichnung auf dem Kondensatorkörper ... 31
6.4 Anforderungen an die Kennzeichnung ... 31
6.5 Kennzeichnung der Verpackung ... 31
6.6 Zusätzliche Kennzeichnung ... 31
7 Angaben in der Bauartspezifikation ... 31
7.1 Allgemeines ... 31
7.2 Umrisszeichnungen und Maße ... 32
7.3 Montage ... 32
7.4 Bemessungswerte und Eigenschaften ... 32
7.4.1 Allgemeines ... 32
7.4.2 Bemessungskapazitätsbereich ... 32
7.4.3 Besondere Eigenschaften ... 32
7.4.4 Lötbarkeit ... 33
7.5 Aufschriften ... 33
8 Qualitätsbewertungsverfahren ... 33
8.1 Primäre Fabrikationsstufe ... 33
8.2 Strukturell ähnliche Bauelemente ... 33
8.3 Bestätigte Prüfberichte über freigegebene Lose ... 33
8.4 Bauartanerkennung ... 33
8.4.1 Allgemeines ... 33
8.4.2 Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße ... 33
8.4.3 Prüfungen ... 34
Anhang A (normativ) Regeln für die Festlegung und Kodierung der Maße von oberflächenmontierbaren Vielschichtkeramik-Festkondensatoren, Klasse 1 ... 41
Anhang B (normativ) Kombination von Temperaturkoeffizienten und Grenzabweichungen bei einer Bezugstemperatur von 25 °C ... 43
Anhang C (normativ) Qualitäts-Konformitätsprüfung ... 44

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

C.1 Bildung von Prüflosen ... 44
C.1.1 Prüfung der Gruppen A und B ... 44
C.1.2 Prüfungen der Gruppe C ... 44
C.2 Prüfplan ... 44
C.3 Verzögerte Auslieferung ... 44
C.4 Bewertungsstufen ... 44
C.5 Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung ... 46
Anhang X (informativ) Querverweisung für Verweisung auf IEC 60384-21:2019 ... 51
Literaturhinweise ... 53

Bilder

Bild 1 – Fehler: Riss oder Spalte ... 15
Bild 2 – Fehler: Riss oder Spalte ... 16
Bild 3 – Trennung oder Delaminierung ... 16
Bild 4 – Freiliegende Elektroden ... 16
Bild 5 – Hauptflächen ... 17
Bild 6 – Temperaturprofil für das Aufschmelzlöten ... 22
Bild A.1 – Maße ... 41

Tabellen

Tabelle 1 – Bevorzugte Grenzabweichungen der Nennkapazität ... 12
Tabelle 2 – Nenntemperaturkoeffizient und Grenzabweichung (bei einer Bezugstemperatur von 20 °C) ... 13
Tabelle 3 – Kombination von Temperaturkoeffizient und Grenzabweichung ... 13
Tabelle 4 – Grenzwerte für den Verlustfaktor ... 18
Tabelle 5 – Prüfspannungen ... 19
Tabelle 6 – Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel – Grenzwerte ... 20
Tabelle 7 – Aufschmelztemperaturprofile für Sn-Ag-Cu-Legierungen ... 22
Tabelle 8 – Größtwerte der Kapazitätsänderung ... 23
Tabelle 9 – Größtwerte der Kapazitätsänderung ... 25
Tabelle 10 – Anzahl der Zyklen „Feuchte Wärme“ ... 25
Tabelle 11 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen ... 26
Tabelle 12 – Prüfbedingungen für die Prüfung Feuchte Wärme, konstant ... 27
Tabelle 13 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen ... 27
Tabelle 14 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung (U_C = U_R) ... 28
Tabelle 15 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung ($U_C \neq U_R$) ... 28
Tabelle 16 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen ... 29
Tabelle 17 – Anfangsanforderungen ... 30
Tabelle 18 – Beanspruchung ... 30
Tabelle 19 – Prüfplan mit fester Stichprobengröße für die Bauartanerkennung – Bewertungsstufe EZ ... 35
Tabelle 20 – Prüfplan für die Bauartanerkennung ... 36
Tabelle A.1 – Maße ... 41

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Tabelle B.1 – Kombination von Temperaturkoeffizienten und Grenzabweichungen bei einer Bezugstemperatur von 25 °C 43
Tabelle C.1 – Losweise Prüfung 45
Tabelle C.2 – Periodische Prüfungen 45
Tabelle C.3 – Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung (losweise Prüfung) 46
Tabelle C.4 – Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung (periodische Prüfung) 47
Tabelle X.1 – Verweisung auf IEC 60384-21 für Abschnitt/Anhang 51
Tabelle X.2 – Verweisung auf IEC 60384-21 für Bild/Tabelle 51

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60384 gilt für unumhüllte, oberflächenmontierbare Vielschichtkeramik-Festkondensatoren mit keramischem Dielektrikum mit festgelegtem Temperaturkoeffizient (Dielektrikum Klasse 1) zur Verwendung in Geräten der Elektronik. Diese Kondensatoren haben aufmetallisierte Anschlussflächen oder lötbare Anschlussstreifen und sind für die unmittelbare Montage auf Substraten für Hybridschaltungen oder auf Leiterplatten vorgesehen.

Kondensatoren für die Funkentstörung sind nicht eingeschlossen, werden jedoch in IEC 60384-14 behandelt.

Dieses Dokument legt für die beschriebene Art von Kondensatoren die bevorzugten Bemessungswerte und Eigenschaften fest, wählt aus IEC 60384-1:2021 die geeigneten Qualitätsbewertungsverfahren, Prüfungen und Messverfahren aus und nennt allgemeine Anforderungen an das Betriebsverhalten. Prüfschärfegrade und Anforderungen in Bauartspezifikationen liefern spezifische Prüfschärfegrade und Anforderungen, die gleich- oder höherrangig als die Anforderungsstufe dieser Rahmenspezifikation sind. Weitere Informationen zur Erstellung von Fachgrundspezifikationen, Rahmenspezifikationen und Bauartspezifikationen sind in IEC 60384-1:2021, Einleitung enthalten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 60063, *Preferred number series for resistors and capacitors*

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-58:2015, *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 60068-2-58:2015/AMD1:2017*

IEC 60384-1:2021, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 61193-2:2007, *Quality assessment system – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60384–1:2021 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter https://www.electropedia.org/
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter https://www.iso.org/obp

3.1
oberflächenmontierbarer Vielschicht-Kondensator
Vielschicht-Kondensator, der wegen seiner kleinen Maße und der Art seiner Anschlüsse für die Montage auf Hybridschaltungen und Leiterplatten geeignet ist

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

3.2
Kondensator mit keramischem Dielektrikum der Klasse 1
Kondensator, der besonders geeignet und bestimmt ist für Anwendungen in Schwingkreisen, wo niedrige Verluste und große Stabilität des Kapazitätswertes wesentlich sind oder wo ein genau definierter Temperaturkoeffizient gefordert wird, z. B. zum Ausgleich von Temperatureinflüssen auf die Schaltung

Anmerkung 1 zum Begriff: Das keramische Dielektrikum wird nach dem Nennwert des Temperaturkoeffizienten (α) benannt.

3.3
Unterklasse
bei gegebenem Nennwert des Temperaturkoeffizienten ist die Unterklasse durch die Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten festgelegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Tabelle 2.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Nennwert des Temperaturkoeffizienten und dessen Grenzabweichung beziehen sich auf die Temperaturspanne von der Bezugstemperatur +20 °C oder +25 °C bis +85 °C. Da in der Praxis die Kurven des Temperaturkoeffizienten nicht streng linear verlaufen, ist es notwendig, Grenzwerte für die Abweichungen des Kapazitätswertes ($\Delta C/C$) bei anderen Temperaturen festzulegen (siehe Tabelle 3 und Anhang B).

3.4
Kategorietemperaturbereich
Umgebungstemperaturbereich, im dem der Kondensator aufgrund seiner Auslegung dauernd betrieben werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Er ist definiert durch die untere und die obere Kategorietemperatur. (siehe Tabelle 3 und Anhang B).

3.5
Bemessungstemperatur
T_R
höchste Umgebungstemperatur, bei der die Bemessungsspannung dauernd anliegen kann

3.6
Bemessungsspannung
U_R
höchste Gleichspannung, die im Dauerbetrieb bei Temperaturen zwischen der unteren Kategorietemperatur und der Bemessungstemperatur am Kondensator anliegen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die höchste Gleichspannung entspricht der Summe der Gleichspannung und des Scheitelwertes der Wechselspannung oder des Spitzenwertes der Impulsspannung am Kondensator.

3.7
Kategoriespannung
U_C
höchste Spannung, die am Kondensator dauernd bei der oberen Kategorietemperatur anliegen kann

4 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften

4.1 Bevorzugte Eigenschaften

Unter den bevorzugten Eigenschaften müssen nur die bevorzugten Klimakategorien angegeben werden.

Die Kondensatoren nach diesem Dokument werden nach den allgemeinen Regeln in IEC 60068-1:2013, Anhang A, in Klimakategorien eingeteilt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Für die Bezugstemperatur von 20 °C oder 25 °C müssen die untere und die obere Kategorietemperatur und die Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant, aus den folgenden Angaben ausgewählt werden:

– untere Kategorietemperatur: −55 °C, −40 °C, −25 °C, −10 °C und +10 °C;
– untere Kategorietemperatur: +70 °C, +85 °C, +100 °C, +125 °C;
– Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant (40 °C, 93 % rel. LF): 4, 10, 21 und 56 Tage.

Die Schärfegrade für die Prüfungen Kälte und Trockene Wärme sind die untere bzw. obere Kategorietemperatur.

ANMERKUNG Der Widerstand gegen Feuchtigkeit, der sich aus der obigen Klimakategorie ergibt, bezieht für die oberflächenmontierten Kondensatoren auf den unmontierten Zustand. Die klimatischen Eigenschaften der Kondensatoren nach der Befestigung hängen in hohem Maße von dem Trägermaterial, der Befestigungsart (siehe 5.4) und einer Endumhüllung ab.

4.2 Bevorzugte Bemessungswerte

4.2.1 Bemessungstemperatur (T_R)

Für Kondensatoren nach dieser Rahmenspezifikation ist die Bemessungstemperatur gleich der oberen Kategorietemperatur, sofern die obere Kategorietemperatur nicht mehr als 125 °C beträgt.

4.2.2 Bemessungsspannung (U_R)

Die Vorzugswerte der Bemessungsspannung entsprechen den Normwerten der Reihe R5 nach ISO 3. Werden weitere Werte benötigt, müssen sie der Reihe R10 entnommen werden.

Die Summe der Gleichspannung und des Scheitelwertes der Wechselspannung oder der Spitze-Spitze-Wert der Wechselspannung (der größere Wert gilt) am Kondensator darf die Bemessungsspannung nicht überschreiten.

4.2.3 Kategoriespannung (U_C)

Ist die Bemessungstemperatur als gleich der oberen Kategorietemperatur festgelegt, dann ist die Kategoriespannung gleich der Bemessungsspannung, wie in IEC 60384-1:2021, 3.5, definiert. Wenn die obere Kategorietemperatur 125 °C überschreitet oder die Bemessungsspannung 500 V überschreitet, muss die Kategoriespannung in der Bauartspezifikation angegeben werden.

4.2.4 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität und zugehörige Grenzabweichungen

4.2.4.1 Bevorzugte Nennwerte der Kapazität

Die Nennwerte der Kapazität sollten den Reihen E6, E12 und E24 nach IEC 60063 entsprechen.

4.2.4.2 Bevorzugte Grenzabweichungen der Nennkapazität

Siehe Tabelle 1.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Tabelle 1 – Bevorzugte Grenzabweichungen der Nennkapazität

Bevor-zugte Reihen	Grenzabweichung			
	$C_N \geq 10$ pF	Buchsta-bencode	$C_N < 10$ pF	Buchsta-bencode
E6	±20 %	M	±2 pF	G
E12	±10 %	K	±1 pF	F
E24	±5 %	J	±0,5 pF	D
	±2 %	G	±0,25 pF	C
	±1 %	F	±0,1 pF	B

4.2.5 Temperaturkoeffizient (α)

4.2.5.1 Nenntemperaturkoeffizient und Grenzabweichung (bei einer Bezugstemperatur von 20 °C)

Tabelle 2 enthält die bevorzugten Nennwerte des Temperaturkoeffizienten bei der Bezugstemperatur von 20 °C und die zugehörigen Grenzabweichungen in ppm (parts per million = Teile je Million) je Kelvin (10^{-6}/K) sowie die entsprechenden Unterklassen und Buchstabencodes. Die Temperaturkoeffizienten, Grenzabweichungen und Buchstabencodes für die Bezugstemperatur von 25 °C sind in Anhang B angegeben.

Die Bauartspezifikation muss für jeden Temperaturkoeffizienten den kleinsten Kapazitätswert angeben, für den die festgelegte Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten nachgewiesen werden kann, wobei die Genauigkeit der vorgeschriebenen Verfahren für die Kapazitätsmessung berücksichtigt werden muss.

Für Kapazitätswerte unter diesem Mindestwert gilt:

a) Die Bauartspezifikation muss einen Multiplikator für die Grenzabweichung von α sowie die zulässigen Änderungen des Kapazitätswertes bei der oberen und unteren Kategorietemperatur angeben;

a) Gegebenenfalls erforderliche besondere Messverfahren müssen in der Bauartspezifikation beschreiben werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Tabelle 2 – Nenntemperaturkoeffizient und Grenzabweichung (bei einer Bezugstemperatur von 20 °C)

Nenntemperatur-koeffizient (10^{-6}/K)	Grenzabweichung für den Temperatur-koeffizienten (10^{-6}/K)	Unter-klasse	Kennbuchstabe für	
			α	Grenzab-weichung
+100	±30	1B	A	G
0	±30	1B	C	G
−33	±30	1B	H	G
−75	±30	1B	L	G
−150	±30	1B	P	G
−220	±30	1B	R	G
−330	±60	1B	S	H
−470	±60	1B	T	H
−750	±120	1B	U	J
−1 000	±250	1F	Q	K
−1 500	±250	1F	V	K
+140 ≥ *α* ≥ −1 000	[a]	1C	SL	-

ANMERKUNG 1 Die Nennwerte der Temperaturkoeffizienten und die zugehörigen Grenzabweichungen sind unter Verwendung der Änderungen des Kapazitätswertes zwischen den Temperaturen 20 °C und 85 °C definiert.

ANMERKUNG 2 Ein Kondensator mit einem Temperaturkoeffizienten von 0 × 10^{-6}/K und einer Grenzabweichung des Temperaturkoeffizienten von ±30 × 10^{-6}/K erhält die Kennbuchstaben CG (Unterklasse 1B).

[a] Dieser Wert des Temperaturkoeffizienten wird nicht geprüft, weil für die relative Kapazitätsänderung in Tabelle 3 keine Grenzwerte festgelegt sind.

4.2.5.2 Zulässige relative Änderung des Kapazitätswertes

Tabelle 3 zeigt für jeden Temperaturkoeffizienten und die zugehörige Grenzabweichung die zulässige relative Änderung des Kapazitätswertes in Teilen je Tausend bei den oberen und unteren Kategorietemperaturen. Die Temperaturkoeffizienten und die Grenzabweichungen sind in Teilen je Million je Kelvin (10^{-6}/K) angegeben. Bei einer Bezugstemperatur von 25 °C siehe Tabelle B.1 für eine Erläuterung der zulässigen relevanten Änderung des Kapazitätswertes.

Tabelle 3 – Kombination von Temperaturkoeffizient und Grenzabweichung

		Zulässige relative Änderung des Kapazitätswertes in Teilen je Tausend zwischen 20 °C und der angegebenen Temperatur							
		Untere Kategorietemperatur				Obere Kategorietemperatur			
α 10^{-6}/K	Grenzab-weichung 10^{-6}/K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
+100	±30 (G)	−9,75/ −3,71	−7,80/ −2,96	−5,85/ −2,22	−3,90/ −1,48	3,50/ 6,50	4,55/ 8,45	5,60/ 10,4	7,35/ 13,7
0	±30 (G)	-2,25/ 5,45	-1,80/ 4,36	-1,35/ 3,27	-0,90/ 2,18	-1,50/ 1,50	-1,95/ 1,95	-2,40/ 2,40	-3,15/ 3,15
-33	±30 (G)	0.225/ 8,47	0.180/ 6,77	0.135/ 5,08	0.090/ 3,39	-3,15/ -0,15	-4,10/ -0.195	-5,04/ -0.240	-6,62/ -0,32

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

		Zulässige relative Änderung des Kapazitätswertes in Teilen je Tausend zwischen 20 °C und der angegebenen Temperatur							
		Untere Kategorietemperatur				Obere Kategorietemperatur			
α 10^{-6}/K	**Grenzabweichung** 10^{-6}/K	-55 °C	-40 °C	-25 °C	-10 °C	+70 °C	+85 °C	+100 °C	+125 °C
-75	±30 (G)	3,38/ 12,3	2,70/ 9,85	2,03/ 7,39	1,35/ 4,92	-5,25/ -2,25	-6,83/ -2,93	-8,40/ -3,60	-11,0/ -4,73
-150	±30 (G)	9,00/ 19,2	7,20/ 15,3	5,40/ 11,5	3,60/ 7,67	-9,00/ -6,0	-11,7/ -7,80	-14,4/ -9,60	-18,9/ -12,6
-220	±30 (G)	14,3/ 25,6	11,4/ 20,46	8,55/ 15,3	5,70/ 10,2	-12,5/ -9,50	-16,2/ -12,4	-20,0/ -15,2	-26,3/ -20,0
-330	±60 (H)	20,3/ 38,4	16,2/ 30,7	12,2/ 23,0	8,10/ 15,4	-19,5/ -13,5	-25,4/ -17,6	-31,2/ -21,6	-41,0/ -28,4
-470	±60 (H)	30,8/ 51,2	24,6/ 41,0	18,5/ 30,7	12,3/ 20,5	-26,5/ -20,5	-34,5/ -26,7	-42,4/ -32,8	-55,7/ -43,1
-750	±120 (J)	47,3/ 82,3	37,8/ 65,8	28,4/ 49,4	18,9/ 32,9	-43,5/ -31,5	-56,6/ -41,0	-69,6/ -50,4	-91,4/ -66,2
-1 000	±250 (K)	56,3/ 117	45,0/ 93,7	33,8/ 70,2	22,5/ 46,8	-62,5/ -37,5	-81,3/ -48,8	-100/ -60,0	-131/ -78,8
-1 500	±250 (K)	93,8/ 163	75,0/ 130	56,3/ 97,7	37,5/ 65,1	-87,5/ -62,5	-114/ -81,3	-140/ -100	-184/ -131

Liegt die obere Kategorietemperatur oberhalb von 125 °C, müssen die Grenzwerte in der Bauartspezifikation angegeben werden.

ANMERKUNG Gleichungen für die Berechnung der zulässigen relativen Änderung des Kapazitätswertes:
Zulässige relative Änderung im Temperaturbereich von 20 °C bis zur oberen Kategorietemperatur:

$$\Delta C/C\ (10^{-3}) = (\alpha \pm |\delta|) \times (UCT - 20)/1\,000 \quad (1)$$

Zulässige relative Änderung im Temperaturbereich von 20 °C bis zur unteren Kategorietemperatur:

a) unterer Grenzwert für die zulässige relative Kapazitätsänderung von 20 °C bis zur unteren Kategorietemperatur:

$$\Delta C/C\ (10^{-3}) = (\alpha \pm |\delta|) \times (LCT - 20)/1\,000 \quad (2)$$

b) oberer Grenzwert für die zulässige relative Kapazitätsänderung von 20 °C bis zur unteren Kategorietemperatur:

$$\Delta C/C\ (10^{-3}) = [(-36) - (1{,}22 \times |\delta|) + (0{,}22 \times \alpha) + \alpha] \times (LCT - 20)/1\,000 \quad (3)$$

α Temperaturkoeffizient

δ Grenzabweichung von α

LCT Untere Kategorietemperatur

UCT Obere Kategorietemperatur

4.2.6 Maße

In Anhang A werden Regeln für die Festlegung und Kodierung von Maßen vorgeschlagen.

Einzelmaße müssen in der Bauartspezifikation angegeben werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

5 Prüf- und Messverfahren

5.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt ergänzt die Angaben in IEC 60384-1:2021, Abschnitt 5 bis Abschnitt 10.

5.2 Vorbehandlung durch Trocknen

Siehe IEC 60384-1:2021, 5.3.

5.3 Messbedingungen

Siehe IEC 60384-1:2021, 5.2.1.

5.4 Montage

Siehe IEC 60384-1:2021, 5.5.

5.5 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

5.5.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 7.1, mit Einzelheiten in 5.5.2 und 5.5.3.

5.5.2 Sichtprüfung

Die Sichtprüfung muss mit einer geeigneten Einrichtung und etwa 10-facher Vergrößerung durchgeführt werden, wobei eine Beleuchtung verwendet werden muss, die für Prüfling und Prüfschärfe geeignet ist. Falls es sich bei den Prüflingen um sehr kleine Bauteile handelt, darf die Sichtprüfung mit höherer Vergrößerung durchgeführt werden.

Der Bediener sollte über Einrichtungen zur Auflicht- oder Durchlichtbeleuchtung sowie über eine geeignete Messeinrichtung verfügen.

5.5.3 Anforderungen

5.5.3.1 Allgemeines

Die Bauart- oder Herstellerspezifikation kann für die nachfolgenden Anforderungen Zahlenwerte vorschreiben.

5.5.3.2 Anforderungen an die Keramik

Die Anforderungen an die Keramik sind wie folgt:

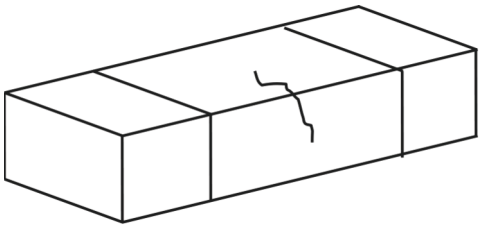
b) Der Kondensator darf keine Risse oder Spalten aufweisen. Ausgenommen sind kleine Beschädigungen an der Oberfläche, welche das Betriebsverhalten des Kondensators nicht beeinträchtigen (Beispiele: siehe Bild 1 und Bild 2).



Bild 1 – Fehler: Riss oder Spalte

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12



ANMERKUNG Risse oder Spalten auf einer Fläche oder über eine Kante verlaufend.

Bild 2 – Fehler: Riss oder Spalte

c) Der Kondensator darf keine Aufspaltung oder Trennung zwischen den Lagen aufweisen (siehe Bild 3).

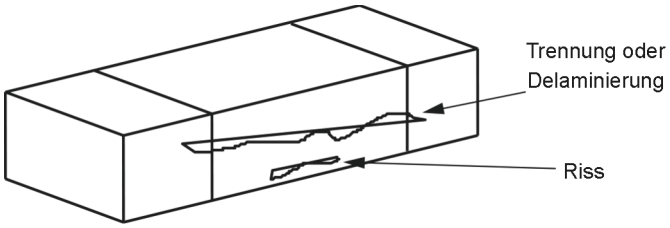


Bild 3 – Trennung oder Delaminierung

d) Der Kondensator darf keine freiliegenden metallenen Beläge zwischen den Anschlüssen aufweisen (siehe Bild 4).

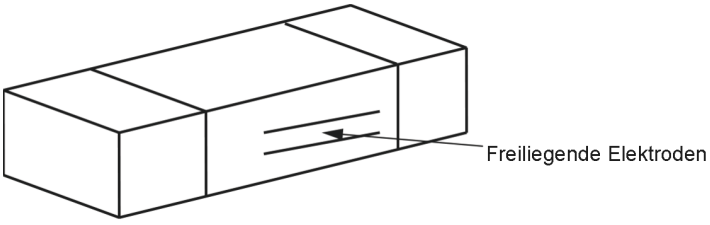


Bild 4 – Freiliegende Elektroden

e) Der keramische Körper muss innerhalb einer zentralen Fläche zwischen zwei gegenüberliegenden Anschlüssen auf einer Länge, welche dem Mindestabstand dieser Anschlüsse entspricht, frei von leitfähigen Verunreinigungen sein (Metallisierung, Verzinnung, ...) (Anhang A, Maß L_4).

5.5.3.3 Anforderungen an die Metallisierung

Die Anforderungen an die Keramik sind wie folgt:

a) Der Kondensator darf keine Ablösung der aufmetallisierten Anschlüsse erkennen lassen, Elektroden dürfen nicht freiliegen (Bild 4).

b) Die Hauptflächen (siehe Bild 5) sind mit A, B und C gekennzeichnet.

Bei Kondensatoren mit quadratischem Querschnitt gelten D und E ebenfalls als Hauptflächen.

Die größte Fläche von Fehlstellen in der Metallisierung an jeder Hauptfläche darf nicht größer als 15 % der Fläche dieser Seite sein; diese Fehlstellen dürfen jedoch nicht in derselben Fläche konzentriert sein. Die Löcher in der Metallisierung dürfen nicht die zwei Hauptkanten an jedem Ende des Körpers berühren (oder die vier Kanten bei Körpern mit quadratischem Querschnitt). Die Kontaktflächen dürfen nicht über eine Länge von mehr als 25 % der jeweiligen Kante aufgelöst (ablegiert) sein.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

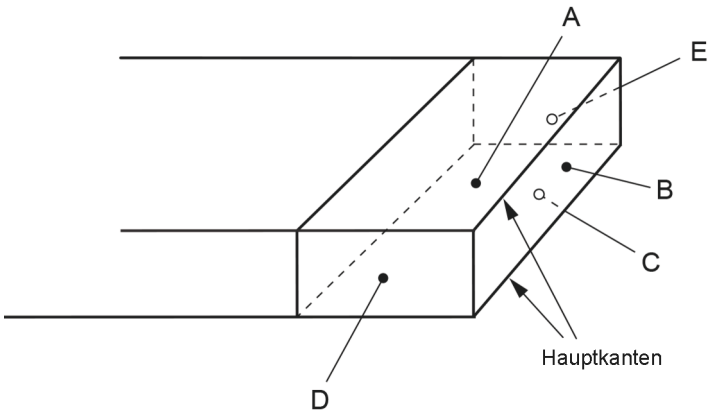


Bild 5 – Hauptflächen

5.6 Elektrische Prüfungen

5.6.1 Kapazität

5.6.1.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.3, mit Einzelheiten zu 5.6.1.2 und 5.6.1.3.

5.6.1.2 Messbedingungen

Wie folgt, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt:

– Messspannung: ≤ 5 V Effektivwert (RMS);

– Frequenz:

C_N ≤ 1 000 pF 1 MHz oder 100 kHz (Schiedsfrequenz 1 MHz);

C_N > 1 000 pF 1 kHz oder 100 kHz (Schiedsfrequenz 1 kHz).

5.6.1.3 Anforderungen

Der an nicht montierten Kondensatoren gemessene Kapazitätswert muss innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen des Bemessungswertes liegen.

Der an montierten Kondensatoren gemessene Kapazitätswert in Gruppe 3 wird nur als Bezugswert für nachfolgende Prüfungen verwendet.

5.6.2 Verlustfaktor (tan δ)

5.6.2.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.4, mit Einzelheiten zu 5.6.2.2 und 5.6.2.3.

5.6.2.2 Messbedingungen

Die Messbedingungen sind die gleichen wie in 5.6.1. Die Messunsicherheit des Messgeräts darf 3×10^{-4} nicht überschreiten.

5.6.2.3 Anforderungen

Der an nicht montierten Kondensatoren gemessene Verlustfaktor darf die Werte in Tabelle 4 nicht überschreiten.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Tabelle 4 – Grenzwerte für den Verlustfaktor

Nennkapazität pF	Verlustfaktor (tan δ) × 10^{-4}		
	+100 ≥ α > −750 und SL (1C) C0G	**−750 ≥ α > −1 500 U2J**	**α = −1 500**
$C_N \geq 50$	15	20	30
$5 \leq C_N < 50$	$1{,}5\left(\frac{150}{C_N} + 7\right)$	$2\left(\frac{150}{C_N} + 7\right)$	$3\left(\frac{150}{C_N} + 7\right)$
$C_N < 5$	Wenn die Messung verlangt wird, muss der Grenzwert in der Bauartspezifikation festgelegt sein.		

Der an montierten Kondensatoren gemessene Verlustfaktor in Gruppe 3 wird nur als Bezugswert für nachfolgende Prüfungen verwendet.

5.6.3 Isolationswiderstand

5.6.3.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.1, mit Einzelheiten zu 5.6.3.2 bis 5.6.3.4.

5.6.3.2 Vorbereitung für die Prüfung

Vor der Prüfung müssen die Kondensatoren gründlich von eventuellen Verunreinigungen gereinigt werden.

In der Prüfkammer und bei den anschließenden Messungen muss auf Sauberkeit geachtet werden. Vor den Messungen muss der Kondensator vollständig entladen werden. Der Isolationswiderstand zwischen den Anschlüssen muss gemessen werden.

5.6.3.3 Messbedingungen

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.1.2, mit folgenden Einzelheiten.

Die Messspannung darf einen beliebigen Wert von höchstens U_R haben. Die Schiedsspannung ist U_R für einen Kondensator mit einer Bemessungsspannung kleiner oder gleicher 1 kV. Für U_R > 1 kV ist die Schiedsspannung 1 kV.

Der Isolationswiderstand (R_i) muss gemessen werden, nachdem die Spannung für (60 ± 5) s angelegen hat.

Bei losweisen Prüfungen (Gruppe A) darf die Prüfung nach kürzerer Zeit abgebrochen werden, wenn der verlangte Wert des Isolationswiderstandes erreicht ist.

Das Produkt aus Innenwiderstand der Spannungsquelle und Nennkapazität des Kondensators darf nicht größer sein als 1 s, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Der Ladestrom darf 0,05 A nicht überschreiten.Bei Kondensatoren mit einer Bemessungsspannung von 1 kV oder größer darf die Bauartspezifikation einen niedrigeren Grenzwert vorschreiben.

5.6.3.4 Anforderungen

Der Isolationswiderstand muss den folgenden Anforderungen entsprechen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

C_N ≤ 10 nF	R_i ≥ 10 000 M Ω
C_N > 10 nF	$R_i \times C_N \geq 100$ s

5.6.4 Spannungsfestigkeit

5.6.4.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.2, mit Einzelheiten zu 5.6.4.2 bis 5.6.4.4.

5.6.4.2 Prüfbedingungen

Das Produkt aus R_1 und der Nennkapazität C_X muss kleiner oder gleich 1 s sein.

ANMERKUNG R_1 ist ein Ladewiderstand, die dem der Innenwiderstand der Spannungsquelle einbezogen ist. Siehe IEC 60384-1:2021, 6.2.2.

Der Ladestrom darf 0,05 A nicht überschreiten.

Bei Kondensatoren mit einer Bemessungsspannung von 1 kV oder größer darf die Bauartspezifikation einen niedrigeren Grenzwert vorschreiben. Um die Kondensatoren vor Oberflächenüberschlägen zu schützen, darf die Prüfung in einem geeigneten Medium durchgeführt werden.

5.6.4.3 Prüfspannungen

Zwischen den in IEC 60384-1:2021, 5.6.3 und Tabelle 3, angegebenen Messpunkten müssen die Spannungen nach Tabelle 5 für 1 min bei der Bauartanerkennungsprüfung und für 1 s bei den losweisen Prüfungen im Rahmen der Qualitäts-Konformitätsprüfung angelegt werden.

Tabelle 5 – Prüfspannungen

Bemessungsspannung V	Prüfspannung V
$U_R \leq 100$	2,5 U_R
$100 < U_R \leq 200$	1,5 U_R + 100
$200 < U_R \leq 500$	1,3 U_R + 100
$500 < U_R < 1\,000$	1,3 U_R
$U_R \geq 1\,000$	1,2 U_R

5.6.4.4 Anforderung

Während der Prüfung darf es nicht zu einem Durchschlag oder Überschlag kommen.

5.7 Temperaturkoeffizient (α) und Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel

5.7.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 4.24.3.3, mit Einzelheiten zu 8.7.2 bis 8.7.4.

5.7.2 Vorbehandlung durch Trocknen

Die Kondensatoren müssen nach 5.2 für 16 h bis 24 h getrocknet werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

5.7.3 Messbedingungen

Siehe IEC 60384-1:2021, 6.8.1.2 und 6.8.1.3, mit folgenden Einzelheiten.

Die Kondensatoren müssen im unmontierten Zustand gemessen werden.

5.7.4 Anforderungen

Die Kapazitätsänderung bei der oberen und unteren Kategorietemperatur (und gegebenenfalls anderen in der Bauartspezifikation angegebenen Temperaturen) darf die Grenzwerte nach Tabelle 3 nicht überschreiten.

Die Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel darf die Werte nach Tabelle 6 nicht überschreiten.

Tabelle 6 – Kapazitätsdrift bei Temperaturwechsel – Grenzwerte

α Bemessungswert in 10^{-6}/K	Anforderungen[a]
$+100 \geq \alpha > -150$ C0G	0,3 % oder 0,05 pF
$-150 \geq \alpha > -1\,500$ und SL (1C) U2J	1 % oder 0,05 pF
$\alpha = -1\,500$	2 % oder 0,05 pF
[a] Der größere Wert gilt.	

5.8 Scherprüfung

Siehe IEC 60384-1:2021, 7.7.

Eine Kraft muss aus 1 N, 2 N, 5 N und 10 N ausgewählt und in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

5.9 Trägerbiegeprüfung

5.9.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 7.8.

Sofern in der Bauartspezifikation nichts anderes festgelegt ist,

– muss die Biegung D aus 1 mm, 2 mm oder 3 mm ausgewählt werden. In der Bauartspezifikation dürfen für sehr widerstandsfähige Ausführungen höhere Biegewerte angegeben werden.
– muss eine Biegung durchgeführt werden;
– muss der Radius des Biegewerkzeugs 5 mm betragen;

  Bei einer Biegetiefe D von 2 mm oder weniger darf der Radius 230 mm betragen.
– muss die Dauer für die Aufrechterhaltung des gebogenen Zustands 5 s betragen.

Für 1005M oder kleinere Baugrößen sollte die Trägerdicke 0,8 mm betragen.

5.9.2 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 und nach der Bauartspezifikation gemessen werden.

5.9.3 Endprüfung

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden, und es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Siehe 5.5.2.

Die Kapazitätsänderung bei durchgebogener Leiterplatte darf 5 % nicht übersteigen.

5.10 Lötwärmebeständigkeit

5.10.1 Allgemeines

Siehe IEC 60068-2-58:2015, mit folgenden Einzelheiten aus 5.10.2 bis 5.10.5.

5.10.2 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden.

5.10.3 Prüfbedingungen

5.10.3.1 Lötbadverfahren (anzuwenden für 1608M, 2012M und 3216M)

ANMERKUNG Siehe Tabelle A.1 zur Erklärung der Baugrößenkodierung.

Siehe IEC 60068-2-58:2015, Prüfung Td_2, Verfahren 1, mit folgenden Einzelheiten, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt:

Die Prüflinge müssen bei einer Temperatur von 110 °C bis 140 °C für 30 s bis 60 s vorgewärmt werden.

Lotlegierung:	Sn-Pb or Sn-Ag-Cu
Temperatur:	260 °C ± 5 °C
Eintauchdauer:	10 s ± 1 s
Eintauchtiefe:	10 mm
Anzahl der Tauchvorgänge:	1

5.10.3.2 Lötsystem mit Infrarot und Zwangskonvektion

Siehe IEC 60068-2-58:2015, Prüfung Td_2, Verfahren 2, mit folgenden Einzelheiten:

a) die Lotpaste muss auf das Prüfsubstrat aufgebracht werden;

b) die Bauartspezifikation muss die Dicke des Pastenauftrages vorgeben;

c) der Prüfling muss mit seinen Anschlüssen auf die Lotpaste aufgesetzt werden;

d) Lotlegierung: Sn-Pb;

   falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, müssen das Prüfsubstrat und die Prüflinge in Infrarot- und Zwangskonvektionslötsystemen auf eine Temperatur von (150 ± 10) °C aufgeheizt und muss die Temperatur für eine Dauer von 60 s bis 120 s aufrechterhalten werden;

   die Temperatur des Aufschmelzlötsystems muss rasch erhöht werden, bis die Prüflinge eine Temperatur von (235 ± 5) °C erreicht haben; die Temperatur muss für eine Dauer von (10 ± 1) s aufrechterhalten werden;

e) Lotlegierung: Sn-Ag-Cu;

   falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, muss das Aufschmelztemperaturprofil aus Tabelle 7 und Bild 6 ausgewählt werden;

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Tabelle 7 – Aufschmelztemperaturprofile für Sn-Ag-Cu-Legierungen

Zusammensetzung der Legierung		T_1 °C	T_2 °C	t_1 s	T_3 °C	t_2 s	T_4 °C	t_3 s
Bleifreies Lot (Sn-Ag-Cu)	Prüfung 1	150 ± 5	180 ± 5	120 ± 5	220	60 bis 90	250	20 bis 40 bei T_4 – 5 °C

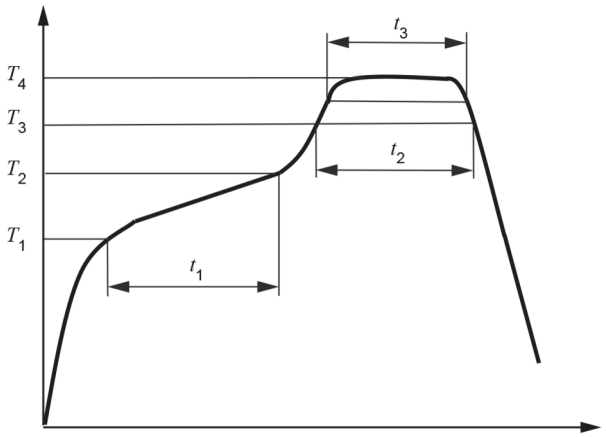


Bild 6 – Temperaturprofil für das Aufschmelzlöten

f) Anzahl der Prüfvorgänge: jeweils 1, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;

g) das Temperaturprofil für d) oder e) muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

5.10.4 Nachbehandlung

Nachbehandlung der Kondensatoren für 6 h bis 24 h.

Flussmittelrückstände müssen mit einem geeigneten Lösemittel entfernt werden.

5.10.5 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Nach der Nachbehandlung müssen die Kondensatoren einer Sichtprüfung und Messung unterzogen werden und die folgenden Anforderungen erfüllen.

Bei üblicher Beleuchtung und etwa 10-facher Vergrößerung dürfen keine Anzeichen von Schäden, wie Risse, zu erkennen sein.

Siehe 5.5.2

Die Kontaktflächen dürfen nicht über eine Länge von mehr als 25 % der jeweiligen Kante aufgelöst (ablegiert) sein. Weitere Einzelheiten können in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden; die Änderung darf die Werte in Tabelle 8 nicht übersteigen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Tabelle 8 – Größtwerte der Kapazitätsänderung

α Bemessungswert in 10^{-6}/K	Anforderungen[a]
+100 ≥ α ≥ −750 C0G und U2J	0,5 % oder 0,5 pF
−750 > α ≥ −1 500 und SL (1C)	1 % oder 1 pF
[a] Der größere Wert gilt.	

5.11 Lötbarkeit

5.11.1 Allgemeines

Siehe IEC 60068-2-58:2015, mit folgenden Einzelheiten aus 5.11.2 bis 5.11.4.

5.11.2 Prüfbedingungen

5.11.2.1 Lötbadverfahren (anzuwenden für 1608M, 2012M und 3216M)

ANMERKUNG Siehe Tabelle A.1 zur Erklärung der Baugrößenkodierung.

Siehe IEC 60068-2-58:2015, Prüfung Td_2, Verfahren 1, mit folgenden Einzelheiten, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt:

Die Prüflinge müssen bei einer Temperatur von 80 °C bis 140 °C für 30 s bis 60 s vorgewärmt werden.

Lotlegierung:	Sn-Pb	Sn-Ag-Cu
Temperatur:	(235 ± 5) °C	(245 ± 5) °C
Eintauchdauer:	(2 ± 0,2) s	(3 ± 0,3) s
Eintauchtiefe:	10 mm	10 mm
Anzahl der Tauchvorgänge:	1	1

5.11.2.2 Lötsystem mit Infrarot und Zwangskonvektion

Siehe IEC 60068-2-58:2015, Prüfung Td_1, Verfahren 2, mit folgenden Einzelheiten:

a) die Lotpaste muss auf das Prüfsubstrat aufgebracht werden;

b) die Bauartspezifikation muss die Dicke des Pastenauftrages vorgeben;

c) der Prüfling muss mit seinen Anschlüssen auf die Lotpaste aufgesetzt werden;

d) Lotlegierung: Sn-Pb;

falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, müssen das Prüfsubstrat und die Prüflinge in Infrarot- und Zwangskonvektionslötsystemen auf eine Temperatur von (150 ± 10) °C aufgeheizt und muss die Temperatur für eine Dauer von 60 s bis 120 s aufrechterhalten werden;

die Temperatur des Aufschmelzlötsystems muss rasch erhöht werden, bis die Prüflinge eine Temperatur von (215 ± 3) °C erreicht haben; die Temperatur muss für eine Dauer von (10 ± 1) s aufrechterhalten werden;

e) Lotlegierung: Sn-Ag-Cu;

falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, müssen das Prüfsubstrat und die Prüflinge in Infrarot- und Zwangskonvektionslötsystemen auf eine Temperatur von (150 ± 5) °C bis (180 ± 5) °C

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

aufgeheizt und muss die Temperatur für eine Dauer von 60 s bis 120 s aufrechterhalten werden;

die Temperatur des Aufschmelzlötsystems muss rasch erhöht werden, bis die Prüflinge eine Temperatur von (235 ± 3) °C erreicht haben. Die Dauer bei einer Temperatur über 225 °C muss (20 ± 5) s betragen;

f) das Temperaturprofil für d) oder e) muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein.

5.11.3 Nachbehandlung

Die Flussmittelrückstände müssen mit einem geeigneten Lösemittel entfernt werden.

5.11.4 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen bei üblicher Beleuchtung und etwa 10-facher Vergrößerung einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Anzeichen von Schäden zu erkennen sein.

Siehe 5.5.2

Die Kontaktflächen müssen mit einer glatten, glänzenden Lotschicht bedeckt sein, auf der nur vereinzelte Störstellen, wie Poren und unbenetzte oder entnetzte Flächen, erkennbar sein dürfen. Diese Störstellen dürfen nicht auf einen Bereiche konzentriert sein.

Weitere Anforderungen dürfen in der Bauartspezifikation vorgeschrieben sein.

5.12 Rascher Temperaturwechsel

5.12.1 Allgemeines

Die Prüfung darf nur bei Kondensatoren mit einer Kategorietemperatur über 110 °C angewendet werden.

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.1, mit folgenden Einzelheiten aus 5.12.2 bis 5.12.5.

Die Kondensatoren müssen nach 5.4 montiert werden.

5.12.2 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden.

5.12.3 Anzahl der Zyklen

Anzahl der Zyklen: 5.

Verweildauer bei den Temperaturgrenzwerten: 30 min.

5.12.4 Nachbehandlung

Nachbehandlung der Kondensatoren für 6 h bis 24 h.

5.12.5 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Siehe 5.5.2

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden; die Änderung darf die Werte in Tabelle 9 nicht übersteigen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Tabelle 9 – Größtwerte der Kapazitätsänderung

α Bemessungswert in 10^{-6}/K	Anforderungen[a]
$+100 \geq \alpha \geq -750$ C0G und U2J	1 % oder 1 pF
$-750 > \alpha \geq -1\,500$ und SL (1C)	2 % oder 1 pF
[a] Der größere Wert gilt.	

5.13 Reihenfolge klimatischer Prüfungen (Klimafolge)

5.13.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.2, mit folgenden Einzelheiten aus 5.13.2 bis 5.13.7.

5.13.2 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden.

5.13.3 Trockene Wärme

Siehe IEC 60384-1:2016, 4.21.3.

5.13.4 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.2.4.

5.13.5 Kälte

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.2.5, mit folgenden Einzelheiten.

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

5.13.6 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen

5.13.6.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.2.7, mit Einzelheiten zu 5.13.6.2 und 5.13.6.3.

5.13.6.2 Prüfbedingungen

Keine Spannung angelegt.

Die Prüfung der restlichen Zyklen muss nach Tabelle 10 erfolgen.

Tabelle 10 – Anzahl der Zyklen „Feuchte Wärme“

Kategorie	Anzahl der 24-h-Zyklen
– / – / 56	5
– / – / 21	1
– / – / 10	1
– / – / 04	0

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

5.13.6.3 Nachbehandlung

Nachbehandlung der Kondensatoren für 6 h bis 24 h.

5.13.7 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Siehe 5.5.2.

Die Kondensatoren müssen gemessen werden und die Anforderungen in Tabelle 11 erfüllen.

Tabelle 11 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Messung	***Messbedingungen***	***Bemessungswert von α und (Unterklasse)***	***Anforderungen***
Kapazität	5.6.1	+100 ≥ α ≥ −750 (1B) C0G und U2J	Kapazitätsänderung ≤ 2 % oder 1 pF[a]
		−750 > α ≥ −1 500 (1F) SL (1C)	Kapazitätsänderung ≤ 3 % oder 1 pF[a]
Verlustfaktor	5.6.2	Alle α und Unterklassen	≤ 2× Wert aus Tabelle 5.6.2
Isolationswiderstand	5.6.3	Alle α und Unterklassen	R_i ≥ 2 500 MΩ oder $R_i \times C_N$ ≥ 25 s[b]
ANMERKUNG Zur Erläuterung der Kennbuchstaben der Unterklassen siehe 6.2.5.			
[a] Der größere Wert gilt. [b] Der kleinere Wert gilt.			

5.14 Feuchte Wärme, konstant

5.14.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.3, mit folgenden Einzelheiten aus 5.14.2 bis 5.14.5.

Die Kondensatoren müssen nach 5.4 montiert werden.

5.14.2 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden.

5.14.3 Prüfbedingungen

Keine anliegende Spannung, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Die Prüfschärfe sollte aus den in Tabelle 12 angegebenen Prüfbedingungen ausgewählt und in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Die Beanspruchungsdauer sollte nach 4.1 gewählt werden und muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Tabelle 12 – Prüfbedingungen für die Prüfung Feuchte Wärme, konstant

Prüfschärfe	Temperatur °C	Relative Luftfeuchte %
1	+85 ± 2	85 ± 3
2	+60 ± 2	93 ± 3
3	+40 ± 2	93 ± 3

Wenn das Anlegen einer Spannung vorgeschrieben ist, muss an die Hälfte des Prüfloses U_R angelegt werden, die andere Hälfte muss ohne Spannung geprüft werden.

Innerhalb von 15 min nach Entnahme aus der Prüfkammer müssen die Kondensatoren der Spannungsprüfung nach 5.6.4, jedoch mit angelegter Bemessungsspannung, unterzogen werden.

Aus Sicherheitsgründen darf die Bauartspezifikation für Kondensatoren mit einer Bemessungsspannung von 1 kV oder größer andere Bedingungen vorschreiben.

5.14.4 Nachbehandlung

Nachbehandlung der Kondensatoren für 6 h bis 24 h.

5.14.5 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Siehe 5.5.2

Die Kondensatoren müssen gemessen werden und die Anforderungen in Tabelle 13 erfüllen.

Tabelle 13 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Messung	Messbedingungen	Bemessungswert von α und (Unterklasse)	Anforderungen
Kapazität	5.6.1	+100 ≥ α ≥ −750 (1B) C0G und U2J	Kapazitätsänderung ≤ 2 % oder 1 pF[a]
		−750 > α ≥ −1 500 (1F) SL (1C)	Kapazitätsänderung ≤ 3 % oder 1 pF[a]
Verlustfaktor	5.6.2	Alle α und Unterklassen	≤ 2× Wert aus Tabelle 5.6.2
Isolationswiderstand	5.6.3	Alle α und Unterklassen	R_i ≥ 2 500 MΩ oder $R_i \times C_N$ ≥ 25 s[b]
ANMERKUNG Zur Erläuterung der Kennbuchstaben der Unterklassen siehe 4.2.5.			
[a] Der größere Wert gilt. [b] Der kleinere Wert gilt.			

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

5.15 Dauerprüfung

5.15.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.5, mit folgenden Einzelheiten aus 5.15.2 bis 5.15.5.

Die Kondensatoren müssen nach 5.4 montiert werden.

5.15.2 Anfangsmessung

Die Kapazität muss nach 5.6.1 gemessen werden.

5.15.3 Prüfbedingungen

Ist die Kategoriespannung gleich der Bemessungsspannung, müssen die Kondensatoren nach Tabelle 14 geprüft werden.

Tabelle 14 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung ($U_C = U_R$)

U_R	$U_R \leq 200$	$200 < U_R \leq 500$	$U_R > 500$
Temperatur	Obere Kategorietemperatur		
Spannung (DC)	1,5 U_R	1,3 U_R	1,2 U_R
Dauer	1 000 h	1 500 h	2 000 h

Ist die Kategoriespannung ungleich der Bemessungsspannung, müssen die Kondensatoren nach Tabelle 15 geprüft werden.

Tabelle 15 – Prüfbedingungen für die Dauerprüfung ($U_C \neq U_R$)

U_R	$U_R \leq 200$		$200 < U_R \leq 500$		$U_R > 500$	
Temperatur	T_R	T_B	T_R	T_B	T_R	T_B
Gleichspannung (DC)	1,5 U_R	1,5 U_C	1,3 U_R	1,3 U_C	1,2 U_R	1,2 U_C
Dauer	1 000 h		1 500 h		2 000 h	
Stichprobe	In zwei Hälften aufgeteilt		In zwei Hälften aufgeteilt		In zwei Hälften aufgeteilt	
T_R = Bemessungstemperatur. T_B = Obere Kategorietemperaturen > 85 °C, wie z. B. 100 °C, 125 °C und 150 °C.						

5.15.4 Nachbehandlung

Nachbehandlung der Kondensatoren für 6 h bis 24 h.

5.15.5 Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

Siehe 5.5.2.

Die Kondensatoren müssen gemessen werden und die Anforderungen in Tabelle 16 erfüllen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Tabelle 16 – Endprüfung, Messungen und Anforderungen

Messung	Messbedingungen	Bemessungswert von α und (Unterklasse)	Anforderungen
Kapazität	5.6.1	+100 ≥ α ≥ −750 (1B) C0G und U2J	Kapazitätsänderung ≤ 2 % oder 1 pF[a]
		−750 > α ≥ −1 500 (1F) SL (1C)	Kapazitätsänderung ≤ 3 % oder 1 pF[a]
Verlustfaktor	5.6.2	Alle α und Unterklassen	≤ 2× Wert aus Tabelle 5.6.2.
Isolationswiderstand	5.6.3	Alle α und Unterklassen	R_i ≥ 4 000 MΩ oder $R_i \times C_N$ ≥ 40 s[b]
ANMERKUNG Zur Erläuterung der Kennbuchstaben der Unterklassen siehe 4.2.5.			
[a] Der größere Wert gilt. [b] Der kleinere Wert gilt.			

5.16 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse (nur für Kondensatoren mit Flachdrahtanschlüssen)

5.16.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 7.3, mit Einzelheiten in 5.16.2 und 5.16.3.

5.16.2 Prüfbedingungen

Falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, gelten die folgenden Prüfbedingungen:

– Prüfung Ua_1: Kraft: 2,5 N;
– Prüfung Ub, Verfahren 1: Kraft: 2,5 N;
– Anzahl der Biegungen: 1.

5.16.3 Endprüfung und Anforderungen

Die Kondensatoren müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

5.17 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls verlangt)

Siehe IEC 60384-1:2021, 9.4.

5.18 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung (falls verlangt)

Siehe IEC 60384-1:2021, 9.5.

5.19 Feuchte Wärme, konstant, beschleunigte Prüfung (falls verlangt)

5.19.1 Allgemeines

Siehe IEC 60384-1:2021, 8.9, mit folgenden Einzelheiten aus 5.19.2 bis 5.19.5.

Die Kondensatoren müssen nach 5.4 und IEC 60384-1:2021, 8.9.1, montiert werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12

Eine Hälfte der Kondensatoren muss in Reihe mit Widerständen von 100 kΩ mit einer relativen Grenzabweichung von ± 10 % und die andere Hälfte in Reihe mit Widerständen von 6,8 kΩ mit einer relativen Grenzabweichung von ± 10 % geschaltet werden.

5.19.2 Anfangsmessung

Der Isolationswiderstand der Kondensatoren muss bei einer Spannung von 1,5 V ± 0,1 V gemessen werden, die über der Reihenschaltung aus Kondensator und Widerstand anliegt.

Der Isolationswiderstand, einschließlich des Serienwiderstands, muss die in Tabelle 17 angegebenen Anforderungen erfüllen.

Tabelle 17 – Anfangsanforderungen

Messung	Messbedingungen	Anforderungen	
Isolationswiderstand	(1,5 ± 0,1) V	über 100-kΩ-Widerstände angeschlossen	$C_N \leq 10$ nF: $R_i \geq 10\,000$ MΩ $C_N > 10$ nF: $(R_i - 100\ \text{k}\Omega) \times C_N \geq 100$ s
		über 6,8-kΩ-Widerstände angeschlossen	$C_N \leq 10$ nF: $R_i \geq 10\,000$ MΩ $C_N > 10$ nF: $(R_i - 6{,}8\ \text{k}\Omega) \times C_N \geq 100$ s

5.19.3 Beanspruchung

Die Kondensatoren mit den zugehörigen Widerständen müssen einer Beanspruchung bei (85 ± 2) °C und einer relativen Luftfeuchte von (85 ± 3) % für die in Tabelle 18 angegebenen Prüfzeiten unterzogen werden. Die Spannung nach Tabelle 18 muss an die Kondensatoren, die mit den 100-Ω-Widerständen in Reihe geschaltet sind, und an die mit den 6,8-kΩ-Widerständen in Reihe liegenden Kondensatoren angelegt werden. In beiden Fällen muss die Spannung an die Kondensator-Widerstand-Kombination angelegt werden.

Es muss dafür gesorgt werden, dass Kondensatoren und Träger nicht betauen. Betauung kann auftreten, wenn während der Prüfung ohne vorherige Absenkung der Feuchte die Tür (der Prüfkammer) geöffnet wird.

Tabelle 18 – Beanspruchung

Vorschaltwiderstände kΩ	Anliegende Spannung	Dauer
100	(1,5 ± 0,1) V oder die in der Bauartspezifikation festgelegte Spannung	168 h, 500 h oder 1 000 h; wie in der Bauartspezifikation festgelegt
6,8	(50 ± 0,1) V oder U_R, der kleinere Wert gilt, oder die in der Bauartspezifikation festgelegte Spannung	

5.19.4 Nachbehandlung

Die an den Kondensatoren anliegende Spannung muss abgeschaltet werden. Die Kondensatoren und Widerstände müssen aus der Prüfkammer entnommen und zur Nachbehandlung 6 h bis 24 h bei Normalklima für Prüfungen gelagert werden.

5.19.5 Endmessungen

Der Isolationswiderstand der Kondensatoren muss nach 5.19.2 gemessen werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 60384-21:2023-12