

	<b>DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1)</b>	
	Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	
<p>ICS 31.060.10</p> <p>Einsprüche bis 2010-06-30</p> <p>Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 60384-14 (VDE 0565-1-1):2006-04 Ersatz für E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2008-08</p> <div data-bbox="628 618 1056 703" style="border: 1px solid black; text-align: center; padding: 5px;"><b>Entwurf</b></div> <p><b>Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 14: Rahmenspezifikation – Festkondensatoren zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen, geeignet für Netzbetrieb (IEC 40/2035/CD:2009)</b></p> <p>Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains (IEC 40/2035/CD:2009)</p> <p>Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d’antiparasitage et raccordement à l’alimentation (CEI 40/2035/CD:2009)</p> <p><b>Anwendungswarnvermerk</b></p> <p>Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-04-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.</p> <p>Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.</p> <p>Stellungnahmen werden erbeten</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– vorzugsweise als Datei per E-Mail an <a href="mailto:dke@vde.com">dke@vde.com</a> in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <a href="http://www.dke.de/stellungnahme">www.dke.de/stellungnahme</a> abgerufen werden</li><li>– oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.</li></ul> <p>Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.</p> <p style="text-align: right;">Gesamtumfang 121 Seiten</p> <p style="text-align: center;">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p>		

## Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

### Inhalt

	Seite
1 Allgemeines .....	7
1.1 Anwendungsbereich .....	7
1.2 Zweck.....	7
1.3 Normative Verweisungen.....	7
1.4 Angaben, die eine Bauartspezifikation enthalten muss.....	8
1.5 Begriffe.....	9
1.6 Kennzeichnung .....	15
2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften .....	16
2.1 Bevorzugte Eigenschaften.....	16
2.2 Bevorzugte Bemessungswerte .....	17
2.3 Anforderungen an Ummantelung, Isolierband, Schlauch und Leitungsisolation.....	18
3 Bewertungsverfahren.....	18
3.1 Primäre Fabrikationsstufe.....	18
3.2 Strukturell ähnliche Bauelemente.....	18
3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen.....	18
3.4 Anerkennungsprüfung .....	18
3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfungen .....	26
4 Prüf- und Messverfahren .....	29
4.1 Sichtprüfung und Prüfung der Maße.....	29
4.2 Elektrische Prüfungen.....	31
4.3 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse .....	34
4.4 Lötwärmebeständigkeit.....	35
4.5 Lötbarkeit .....	35
4.6 Rascher Temperaturwechsel.....	35
4.7 Schwingen .....	36
4.8 Dauerschocken .....	36
4.9 Schocken .....	37
4.10 Gehäusedichtheit.....	37
4.11 Reihenfolge klimatischer Prüfungen .....	38
4.12 Feuchte Wärme, konstant.....	39
4.13 Stoßspannungsprüfung .....	40
4.14 Dauerprüfung.....	41
4.15 Lade- und Entladeprüfung .....	44
4.16 Hochfrequenzeigenschaften .....	45

	Seite
4.17 Passive Entflammbarkeit .....	45
4.18 Aktive Entflammbarkeit.....	46
4.19 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls zutreffend) .....	48
4.20 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung.....	48
Anhang A (normativ) Schaltung für die Stoßspannungsprüfung .....	49
Anhang B (normativ) Schaltung für die Dauerspannungsprüfung .....	51
Anhang C (normativ) Schaltung für die Lade- und Entladeprüfung.....	52
Anhang D (normativ) Aufbaubeschreibung .....	53
Anhang E (informativ) Schaltungen für Stoßprüfungen.....	54
Anhang F (normativ) Besondere Anforderungen für Sicherheitsprüfungen an oberflächenmontierbaren Kondensatoren .....	56
Anhang G (informativ) Alterung der Kapazität bei Festkondensatoren mit keramischem Dielektrikum der Klasse 2.....	59

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 40/2035/CD:2009 „Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains“ (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 40 „Capacitors and resistors for electronic 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 K 623 „Funk-Entstörmittel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 60384-14 (VDE 0565-1-1):2006-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Erweiterung der Tabelle 9 „Luft und Kriechstrecken“ für Bemessungsspannungen bis 1000 V;
- b) Überarbeitung der Tabelle 10 „Spannungsfestigkeit“ für Bemessungsspannungen bis 1000 V;
- c) komplette Überarbeitung und Aktualisierung.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 588.1 S1	IEC 60060-1	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1)	VDE 0432-1
–	IEC 60063	DIN IEC 60063	–
EN 60065	IEC 60065	DIN EN 60065 (VDE 0860)	VDE 0860
EN 60068-1	IEC 60068-1	DIN EN 60068-1	–
EN 60068-2-17	IEC 60068-2-17	DIN EN 60068-2-17	–
EN 60335-1	IEC 60335-1	DIN EN 60335-1 (VDE 0700-1)	VDE 0700-1
EN 60384-1	IEC 60384-1	DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1)	VDE 0565-1
EN 60384-14-1	IEC 60384-14-1	DIN EN 60384-14-1 (VDE 0565-1-2)	VDE 0565-1-2
EN 60664-1	IEC 60664-1	DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1)	VDE 0110-1
EN 60695-11-10	IEC 60695-11-10	DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471-11-10)	VDE 0471-11-10
–	IEC 60940	DIN V VDE V 0565 (VDE V 0565)	VDE V 0565
EN 60950-1	IEC 60950-1	DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1)	VDE 0805-1
EN 61140	IEC 61140	DIN EN 61140 (VDE 0140-1)	VDE 0140-1
–	ISO 7000-DB	DIN ISO 7000	–

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN 60065 (VDE 0860), *Audio-, Video- und ähnliche elektronische Geräte – Sicherheitsanforderungen*

DIN EN 60068-1, *Umweltprüfungen – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden*

DIN EN 60068-2-17, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Q: Dichtheit*

DIN EN 60335-1 (VDE 0700-1), *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 60384-1 (VDE 0565-1), *Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 1: Fachgrundspezifikation*

DIN EN 60384-14-1 (VDE 0565-1-2), *Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik – Teil 14-1: Vordruck für Bauartspezifikation – Festkondensatoren zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen, geeignet für Netzbetrieb – Bewertungsstufe D*

DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1), *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen*

DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471-11-10), *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-10: Prüf-  
flammen – Prüfverfahren mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal*

## — Entwurf —

### **E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05**

DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1), *Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

DIN EN 61140 (VDE 0140-1), *Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel*

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen*

DIN IEC 60063, *Vorzugsreihen für die Nennwerte von Widerständen und Kondensatoren*

DIN ISO 7000, *Graphische Symbole auf Einrichtungen – Index und Übersicht*

DIN V VDE V 0565 (VDE V 0565), *Leitfaden für die Anwendung von Kondensatoren, Widerständen, Drosseln und vollständigen Filtereinheiten zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen*

**Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik  
Teil 14: Rahmenspezifikation – Festkondensatoren zur Unterdrückung  
elektromagnetischer Störungen, geeignet für Netzbetrieb**

## **1 Allgemeines**

### **1.1 Anwendungsbereich**

Dieser Teil von IEC 60384 gilt für Kondensatoren und Widerstands-Kondensator-Kombinationen zum Anschluss an die Wechselspannungsversorgung oder andere Netzversorgungen mit einer Nennwechselspannung  $\leq 1\,000\text{ V}$  (Effektivwert) oder Nenngleichspannung  $\leq 1\,000\text{ V}$  und einer Nennfrequenz  $\leq 100\text{ Hz}$ .

### **1.2 Zweck**

Diese Spezifikation schreibt bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften vor, trifft aus IEC 60384-1 bezüglich Qualitätsbewertungsverfahren, Prüfungen und Prüfmethode die geeignete Auswahl und gibt allgemeine Anforderungen für diese Art Kondensatoren an. Prüfschärfen und Anforderungen, vorgeschrieben in Bauartspezifikationen, die sich auf diese Rahmenspezifikation beziehen, müssen auf gleichem oder höherem Anforderungsniveau liegen; niedrigere Anforderungsstufen sind nicht zugelassen.

Weiterhin stellt diese Norm einen Plan für Sicherheitsprüfungen bereit zur Anwendung durch nationale Prüfstellen in Ländern, in denen eine Anerkennung durch diese Prüfstellen verlangt wird

ANMERKUNG Für Kondensatoren nach dieser Norm sollten die Überspannungskategorien in Verbindung mit den Netzwechselspannungen IEC 60664-1 entnommen werden.

### **1.3 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 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60063, *Preferred number series for resistors and capacitors*

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

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

IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60065, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

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

IEC 60384-14-4<sup>N1)</sup>, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Blank detail specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference supply and connection to the supply mains – Assessment level D*

---

<sup>N1)</sup> Nationale Fußnote: Hier muss es richtig „IEC 60384-14-1“ heißen.

## — Entwurf —

### E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60760, *Flat, quick-connect terminations*

IEC 60940, *Guidance information on the application of capacitors, resistors, inductors and complete filter units for radio interference suppression*

IEC 61140, *Protection against electrical shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test method*

IEC 60417-DB <sup>1)</sup>, *Graphical symbols for use on equipment*

CISPR 17, *Methods of measurement of the suppression characteristics of passive radio interference filters and suppression components*

IEC 61198-2 <sup>N2)</sup>, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

IEC QC 001005, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Register of Firms, Products and Services approved under the IECQ system, including ISO 9000*

ISO 7000-DB <sup>1)</sup>, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

#### 1.4 Angaben, die eine Bauartspezifikation enthalten muss

Bauartspezifikationen müssen nach dem entsprechenden Vordruck für Bauartspezifikation erstellt werden.

Die Anforderungen in der Bauartspezifikation dürfen nicht schwächer sein als die der Fachgrund- oder Rahmenspezifikation oder des Vordrucks für Bauartspezifikation. Wenn schärfere Anforderungen aufgenommen werden, sind diese in 1.9 der Bauartspezifikation aufzulisten und in den Tabellen der Prüfpläne zu kennzeichnen, z. B. durch einen Stern.

Jede Bauartspezifikation muss die nachstehenden Angaben enthalten, wobei die Werte vorzugsweise dem entsprechenden Abschnitt dieser Rahmenspezifikation zu entnehmen sind.

ANMERKUNG Die Angaben nach 1.4.1 dürfen auch tabellarisch dargestellt werden.

##### 1.4.1 Umrisszeichnungen und Maße

Zum leichteren Erkennen des Kondensators und zum Vergleich mit anderen Kondensatoren muss die Bauartspezifikation eine Umrisszeichnung enthalten. Maße und Grenzabweichungen, die auf die Austauschbarkeit und Montage einen Einfluss haben, sind in der Bauartspezifikation anzugeben. Alle Maße müssen vorzugsweise in Millimeter angegeben werden. Liegen die ursprünglichen Maße in Zoll vor, sind die entsprechenden metrischen Maße in Millimeter hinzuzufügen.

Im Regelfall sind die Zahlenwerte für Länge, Breite und Höhe des Kondensatorkörpers anzugeben. Wenn erforderlich, z. B. wenn mehrere Größen in einer Bauartspezifikation enthalten sind, sind die Maße und deren Grenzabweichungen in einer Tabelle unterhalb der Zeichnung aufzuführen.

Wenn die Gestalt von der oben beschriebenen Form abweicht, muss die Bauartspezifikation die Maße in einer Form angeben, die den Kondensator ausreichend beschreibt. Wenn der Kondensator nicht für den

---

<sup>N2)</sup> Nationale Fußnote: Hier muss es richtig „IEC 61193-2“ heißen.

<sup>1)</sup> DB bezieht sich auf die ISO-Online-Datenbank.

Einsatz in gedruckten Schaltungen vorgesehen ist, so ist in der Bauartspezifikation ausdrücklich darauf hinzuweisen.

#### **1.4.2 Befestigung**

Die Bauartspezifikation muss die Befestigungsart für den bestimmungsgemäßen Gebrauch und für die Prüfungen „Schwingen“ und „Dauerschocken“ oder „Schocken“ festlegen. Die Kondensatoren sind wie üblicherweise vorgesehen zu befestigen. Die Konstruktion eines Kondensators kann bei seiner Verwendung besondere Befestigungsmittel erfordern. In solchen Fällen muss die Bauartspezifikation die Befestigungsmittel beschreiben, und diese sind bei den Prüfungen „Schwingen“ und „Dauerschocken“ oder „Schocken“ zu verwenden.

**ANMERKUNG** Wenn eine Befestigungsart für „normale“ Anwendungen empfohlen wird, sollte dies in die Bauartspezifikation unter „1.8 Weitere Angaben (Nicht für Prüfzwecke)“ aufgenommen werden. In diesem Fall kann ein Warnvermerk gegeben werden, dass bei Verwendung anderer als der in 1.1 der Bauartspezifikation angegebenen Befestigungsarten die volle Schwing-, Dauerschock- und Schockbelastbarkeit möglicherweise nicht erreicht werden kann.

#### **1.4.3 Bemessungswerte und Eigenschaften**

Die Bemessungswerte und Eigenschaften müssen mit den entsprechenden Abschnitten dieser Spezifikation übereinstimmen, wobei Folgendes zu beachten ist.

##### **1.4.3.1 Nennkapazitätsbereich**

Der bevorzugte Bereich der Kapazitätswerte sollte 2.2.1 dieser Spezifikation entsprechen.

**ANMERKUNG** Wenn nach der Bauartspezifikation zugelassene Erzeugnisse unterschiedliche Wertebereiche haben, sollte folgende Aussage hinzugefügt werden: „Der in den einzelnen Bemessungsspannungsbereichen verfügbare Kapazitätsbereich ist in IECQ 001005 angegeben.“

##### **1.4.3.2 Nennwiderstandsbereich (falls zutreffend)**

Der bevorzugte Bereich der Widerstandswerte sollte 2.2.4 dieser Spezifikation entsprechen.

##### **1.4.3.3 Besondere Eigenschaften**

Zusätzliche Eigenschaften dürfen aufgeführt werden, wenn sie zur Beschreibung des Bauelements für bestimmte Ausführungen oder Anwendungen als notwendig erachtet werden.

#### **1.4.4 Kennzeichnung**

Die Bauartspezifikation muss den Umfang der Beschriftung auf dem Kondensator und seiner Verpackung festlegen. Siehe auch 1.6 in dieser Spezifikation.

### **1.5 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60384-1 und die folgenden Begriffe.

**ANMERKUNG** Einige Begriffe aus IEC 60384-1 werden hier im erweiterten Sinne gebraucht, worauf in den betreffenden Definitionen durch Verweis auf diese Anmerkung aufmerksam gemacht wird.

#### **1.5.1**

##### **Wechselspannungskondensator**

Kondensator, dessen Anwendung im Wesentlichen Netzwechselspannung vorsieht

**ANMERKUNG** Wechselspannungskondensatoren dürfen an Gleichspannungsnetzen betrieben werden, deren Spannung gleich dem Effektivwert der Bemessungswchselspannung des Kondensators ist.

### 1.5.2

#### Kondensator zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen (Funkentstörkondensator)

Wechselspannungskondensator zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen, verursacht durch elektrische und elektronische Betriebsmittel oder andere Quellen

### 1.5.3

#### Kondensator oder RC-Kombination der Klasse X

Kondensator oder RC-Kombination, geeignet für Anwendungen, bei denen ihr Ausfall nicht zu einem gefährdenden elektrischen Schlag führt, jedoch Brand verursachen kann.

Kondensatoren der Klasse X werden in zwei Unterklassen (siehe Tabelle 1) entsprechend den Spitzenspannungen von Impulsen eingeteilt, denen sie im Betrieb zusätzlich zur Netzspannung ausgesetzt sein können. Derartige Impulse können verursacht sein durch Blitzschläge in Freileitungen, Schaltvorgänge in Nachbargeräten oder in dem Gerät, das durch den Kondensator entstört wird.

**Tabelle 1 – Einteilung von Kondensatoren der Klasse X**

Unterklasse	Impulsspitzenspannung im Betrieb	Anwendung	Spitzenwerte der Stoßspannung $U_p$ , zu beaufschlagen vor der Dauer-spannungsprüfung
X1	> 2,5 kV ≤ 4,0 kV	Einsatz bei hohen Spitzenspannungen	Für $C_N \leq 1,0 \mu\text{F}$ $U_p = 4 \text{ kV}$ Für $C_N > 1,0 \mu\text{F}$ $U_p = \frac{4}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
X2	≤ 2,5 kV	Allgemeine Anforderungen	Für $C_N \leq 1,0 \mu\text{F}$ $U_p = 2,5 \text{ kV}$ Für $C_N > 1,0 \mu\text{F}$ $U_p = \frac{2,5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
<p>ANMERKUNG 1 Der Faktor zur Reduzierung der Spitzenspannung <math>U_p</math> für Kapazitätswerte größer 1,0 <math>\mu\text{F}</math> hält <math>1/2 \times C_N U_p^2</math> konstant; <math>C_N</math> ist in F.</p> <p>ANMERKUNG 2 X1-Kondensatoren können durch Y2- oder Y1-Kondensatoren mit gleicher oder höherer <math>U_R</math> ersetzt werden. X2-Kondensatoren können durch X1-Kondensatoren mit gleicher oder höherer <math>U_R</math> ersetzt werden.</p> <p>ANMERKUNG 3 Die Überspannungskategorien zusammen mit der Bemessungsstoßspannung und der Bemessungsnetzspannung sind IEC 60664-1 zu entnehmen.</p>			

(Convenor: Die Überspannungskategorien wurden gestrichen und ein entsprechender Verweis auf IEC 60664-1 hinzugefügt. Die Klasse X3 wurde gestrichen, da für sie keine praktischen kommerziellen Anwendungen bekannt sind. Diese Klasse war ursprünglich Klasse X2 und wurde als Klasse X3 in der Norm belassen, als für die Klasse X2 die neue Anforderung der Impulsspitzenspannungsprüfung hinzukam.)

### 1.5.4

#### Kondensator oder RC-Kombination der Klasse Y

Kondensator oder RC-Kombination, geeignet für Anwendungen, bei denen der Ausfall des Kondensators zu einem gefährdenden elektrischen Schlag führen könnte

Kondensatoren der Klasse Y sind unterteilt in die drei Unterklassen Y1, Y2 und Y4, wie in Tabelle 2 aufgeführt.

**Tabelle 2 – Einteilung von Kondensatoren der Klasse Y**

Unterklasse	Art der überbrückten Isolation	Bemessungsspannungsbereich	Spitzenwerte der Stoßspannung $U_P$ , zu beaufschlagen vor der Dauerspannungsprüfung
Y1	Doppelte Isolierung oder verstärkte Isolierung	$\leq 500$ V	$U_P = 8,0$ kV
Y2	Basisisolierung oder zusätzliche Isolierung	$\geq 150$ V $\leq 500$ V	Für $C_N \leq 1,0$ $\mu$ F $U_P = 5$ kV
			Für $C_N > 1,0$ $\mu$ F $U_P = \frac{5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}}$ kV
Y4	Basisisolierung oder zusätzliche Isolierung	$< 150$ V	$U_P = 2,5$ kV

ANMERKUNG 1 Bezüglich der Begriffsdefinitionen von Basisisolierung, zusätzlicher, doppelter und verstärkter Isolierung siehe IEC 61140.

ANMERKUNG 2 Y2-Kondensatoren können durch Y1-Kondensatoren mit gleicher oder höherer  $U_P$  ersetzt werden.

ANMERKUNG 3 Der Faktor zur Reduzierung der Spitzenspannung  $U_P$  für Kapazitätswerte größer  $1,0$   $\mu$ F hält  $1/2 \times C_N U_P^2$  konstant;  $C_N$  in F.

ANMERKUNG 4 Die Überspannungskategorien zusammen mit der Bemessungsstoßspannung und der Bemessungsnetzspannung sind IEC 60664-1 zu entnehmen.

(Convenor: Die Klasse Y3 wurde aus denselben Gründen wie die Klasse X3 gestrichen, d. h. es sind für diese Klasse keine kommerziellen Anwendungen bekannt.)

Das Gehäuse bzw. die Umhüllung eines Y1-Kondensators darf kein anderes Bauelement enthalten.

Andernfalls können, wie bei Ableitkondensatoren in Delta- oder T-Schaltungen, getrennte Wickel für X- und Y-Kondensatoren zusammengebaut werden, wenn sie die Anforderungen der zutreffenden X- und Y-Unterklassen erfüllen.

Ein Y-Kondensator darf jeweils die Basis- oder zusätzliche Isolierung überbrücken. Falls zwei oder mehr in Serie geschaltete Y2- oder Y4-Kondensatoren die Kombination aus Basis- oder zusätzliche Isolierung überbrücken, müssen sie derselben Klasse und Unterklasse angehören, dieselbe Bemessungsspannung und denselben Nennwert der Kapazität haben.

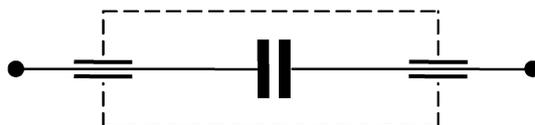
ANMERKUNG — Die Vorzugsfarben für isolierte Anschlüsse, sofern gefordert, sind weiß oder transparent.

(Convenor: Diese Anmerkung wurde nach 2.3 verschoben.)

### 1.5.5

#### Zweipol-Kondensator

ein Kondensator zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen mit zwei Anschlüssen (siehe Bild 1)



**Bild 1 – Zweipol-Kondensator zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen**

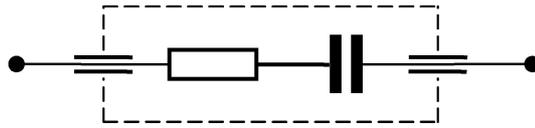
### 1.5.6

#### RC-Kombination in Reihenschaltung

eine Funktionseinheit aus in Reihe geschaltetem Widerstand und Kondensator der Klasse X oder Klasse Y (siehe Bild 2)

# — Entwurf —

E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05



**Bild 2 – RC-Kombination**

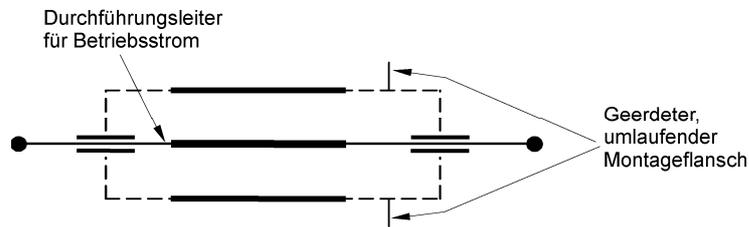
ANMERKUNG Wo in dieser Norm der Begriff „Kondensator“ auftritt, ist darunter „Kondensator oder RC-Kombination“ zu verstehen, soweit es der Sinnzusammenhang erlaubt.

## 1.5.7

### Durchführungskondensator (koaxial)

ein Kondensator mit einem zentralen, nutzstromführenden Leiter, umgeben in koaxialem Aufbau von einem Kondensatorelement, dessen Beläge mit dem zentralen Leiter bzw. mit dem äußeren Gehäuse verbunden sind

Er muss koaxial montiert werden (siehe Bild 3)

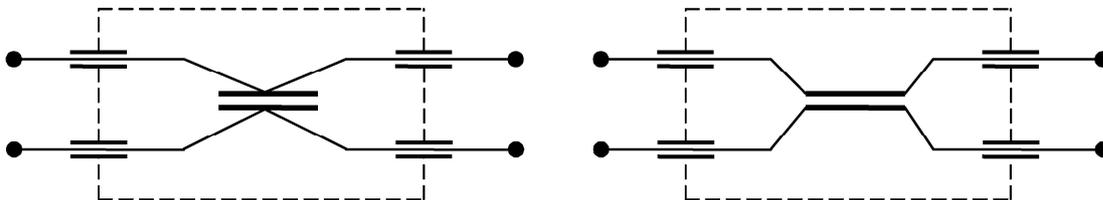


**Bild 3 – Durchführungskondensator (koaxial)**

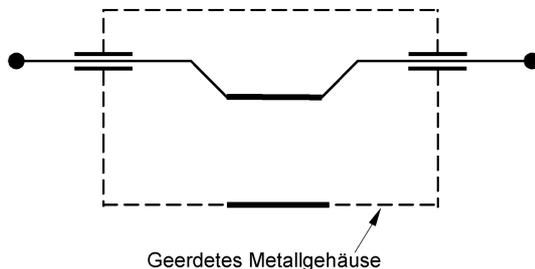
## 1.5.8

### Durchführungskondensator (nichtkoaxial)

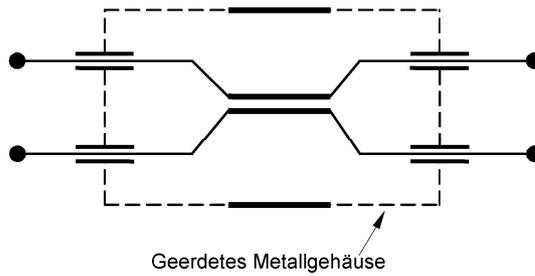
ein Kondensator, bei dem der Nutzstrom entweder durch die Elektroden fließt oder daran vorbeigeschleift wird (siehe Bilder 4a, 4b, 4c und 4d)



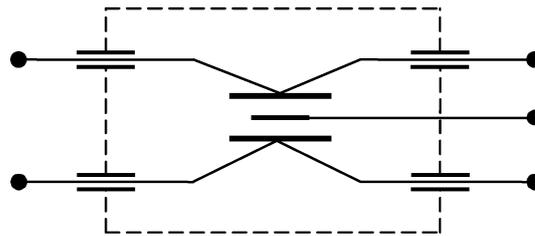
**Bild 4a – Durchführungskondensator für symmetrische Anwendung (nichtkoaxial)**



**Bild 4b – Durchführungskondensator für asymmetrische Anwendung (nichtkoaxial)**



**Bild 4c – Mehrfach-Durchführungskondensator (nichtkoaxial) für symmetrische und asymmetrische Anwendung**



**Bild 4d – Mehrfach-Durchführungskondensator**

**Bild 4 – Durchführungskondensatoren**

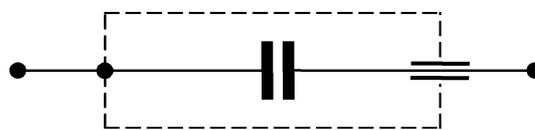
### 1.5.9

#### Ableitkondensator

ein Kondensator zur Ableitung hochfrequenter Ströme. Drei Ausführungen sind üblich: Einfach-, Delta- und T-Schaltungen. Der Einfachkondensator besteht aus einem Kondensator in metallischem Gehäuse, wobei ein Anschluss nach Bild 5a mit diesem verbunden ist; die Delta-Ausführung besteht aus einem X- und zwei Y2-Kondensatoren, die nach Bild 5b im Dreieck geschaltet sind; die T-Ausführung besteht aus drei Kondensatoren  $C_A$ ,  $C_B$  und  $C_C$ , die nach Bild 5c zu einem T geschaltet sind.

Die Delta- und T-Ausführungen sind untereinander elektrisch gleichwertig (Stern-Dreieck-Umwandlung). In der T-Ausführung besteht der X-Kondensator aus der Reihenschaltung  $C_B - C_C$  und der Y-Kondensator aus der Serienschaltung von  $C_A - C_B$  und  $C_A - C_C$ .

Wenn bei der Prüfung von T-Schaltungen X-Kondensatoren mit Spannung zu beaufschlagen sind, so ist diese zwischen den Anschlüssen für Phase und Null anzulegen. Ähnlich verhält es sich mit der Spannung an den Y-Kondensatoren: Sie ist anzulegen zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen für Phase und Null sowie dem Anschluss für Erde.



**Bild 5a – Einfach-Ableitkondensator**

## — Entwurf —

E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05

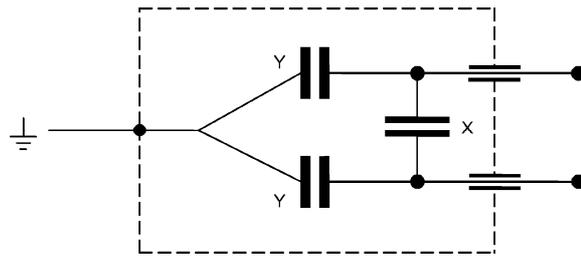


Bild 5b – Delta-Ableitkondensator

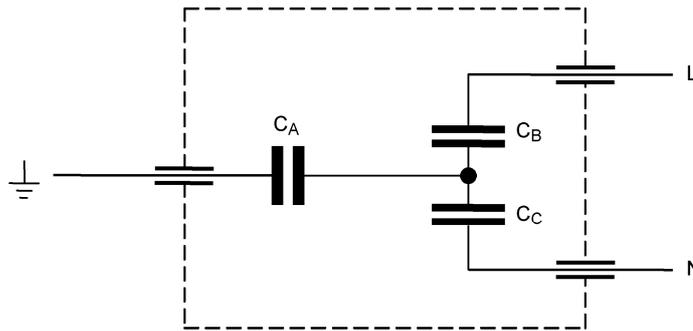


Bild 5c – Beispiel für einen Ableitkondensator in T-Schaltung

ANMERKUNG Bei Kondensatoren im nichtmetallischen Gehäuse ist der Erdanschluss getrennt herauszuführen, wie in Bild 5c dargestellt.

### Bild 5 – Ableitkondensatoren

#### 1.5.10

##### Bemessungsspannung

entweder der Effektivwert der Betriebsspannung bei Bemessungsfrequenz oder die Betriebs-Gleichspannung, die zwischen den Anschlüssen des Kondensators im gesamten Temperaturbereich zwischen unterer und oberer Kategorietemperatur dauernd anliegen darf.

Dies beinhaltet für Kondensatoren nach dieser Spezifikation, dass Kategorie- und Bemessungsspannung gleich sind.

#### 1.5.11

##### Bemessungsleistung (bei RC-Kombination in Reihenschaltung)

maximale Verlustleistung, die in einer RC-Kombination bei Bemessungstemperatur im Dauerbetrieb auftreten darf

#### 1.5.12

##### obere Kategorietemperatur

maximale Oberflächentemperatur im Dauerbetrieb, für die der Kondensator ausgelegt ist (siehe Anmerkung in 1.5)

ANMERKUNG 1 Bei Durchführungskondensatoren und RC-Kombinationen in Reihenschaltung kann die Temperatur der äußeren Oberfläche durch die Eigenerwärmung infolge des durchgeschleiften Betriebsstroms beeinflusst werden. Die Kondensatoranschlüsse gelten als Teil der äußeren Oberfläche.

ANMERKUNG 2 Diese Begriffsbestimmung tritt an die Stelle der Definition in IEC 60384-1, 2.2.41, weil Funkentstörkondensatoren nach dieser Spezifikation für Netzanschluss vorgesehen sind und deshalb Eigenerwärmung zeigen können.

### 1.5.13

#### **untere Kategorietemperatur**

niedrigste Oberflächentemperatur im Dauerbetrieb, für die der Kondensator ausgelegt ist (siehe auch 1.5, Anmerkung)

ANMERKUNG Diese Begriffsbestimmung tritt an die Stelle der Definition in IEC 60384-1, 2.2.10 (siehe auch 1.5.12, Anmerkung 2).

### 1.5.14

#### **Bemessungstemperatur (eines Durchführungskondensators oder einer RC-Kombination in Reihenschaltung)**

maximale Umgebungstemperatur, bei der ein Durchführungskondensator seinen maximalen Betriebsstrom führen oder bei einer RC-Kombination die maximale Verlustleistung auftreten darf

ANMERKUNG Diese Begriffsbestimmung tritt an die Stelle der Definition in IEC 60384-1, 2.2.24 (siehe auch 1.5.12, Anmerkung 2).

### 1.5.15

#### **Einfügungsdämpfung**

Verhältnis der Spannungen vor und nach Einfügung des Dämpfungsglieds, gemessen an den Anschlüssen

ANMERKUNG Wenn die Einfügungsdämpfung in Dezibel gemessen wird, beträgt ihr Wert das 20-Fache des zur Basis 10 logarithmierten Spannungsverhältnisses.

### 1.5.16

#### **Bemessungsstrom des Durchführungsleiters**

maximal zulässige Strom, der bei Bemessungstemperatur im Durchführungsleiter des Kondensators im Dauerbetrieb fließt

### 1.5.17

#### **Hauptresonanzfrequenz (eines Zweipol-Kondensators)**

niedrigste Frequenz, bei der die Impedanz des Kondensators, gemessen mit einer sinusförmigen Spannung, ein Minimum erreicht

### 1.5.18

#### **Stoßspannung**

aperiodische einmalige Spannung bestimmter Kurvenform, wie in IEC 60060-1 beschrieben

### 1.5.19

#### **passive Entflammbarkeit**

das Verhalten des Kondensators, nach Einwirkung einer äußeren Hitzequelle unter Flammenbildung zu brennen

### 1.5.20

#### **aktive Entflammbarkeit**

das Verhalten des Kondensators, als Folge elektrischer Belastung unter Flammenbildung zu brennen

## 1.6 Kennzeichnung

Es gilt IEC 60384-1, 2.4, mit folgenden Einzelheiten.

Die in die Kennzeichnung aufzunehmenden Angaben werden üblicherweise der nachstehenden Liste entnommen; ihre relative Wichtigkeit entspricht der Stellung in der Liste:

- a) Name des Herstellers oder Firmenzeichen;
- b) Bauartbezeichnung des Herstellers oder Bezeichnung nach Bauartspezifikation;
- c) Kapazitätsklasse und -unterklasse;
- d) erteiltes Zulassungszeichen;

# — Entwurf —

## E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05

- e) Bemessungswert der Kapazität(en) und des Widerstands;
- f) Bemessungsspannung und Art der Netzspannung (Wechselspannung kann durch das Symbol ~ und Gleichspannung durch die Symbole  $\text{-----}$  oder  $\text{—}$  dargestellt werden; AC und DC können ebenfalls für Wechselspannung bzw. Gleichspannung verwendet werden);
- g) Anschlussart, falls erforderlich;
- h) Bemessungsstrom des Durchführungsleiters (im Fall eines Durchführungskondensators);
- i) Grenzabweichungen vom Bemessungskapazitätswert, falls abweichend von  $\pm 20\%$ ;
- j) Klimakategorie, gefolgt vom Kennbuchstaben für die Kategorie der passiven Entflammbarkeit;
- k) Bemessungstemperatur;
- l) Jahr und Monat (oder Woche) der Herstellung;
- m) Bezug zur Bauartspezifikation.

### 1.6.1 Kennzeichnung des Kondensators

Der Kondensator ist deutlich mit den Angaben a), b) und c) sowie d), e) und f), sofern diese nicht durch b) eingeschlossen sind, und mit den übrigen Angaben zu kennzeichnen, soweit sie vom Hersteller für notwendig erachtet werden. Die Kennzeichnung muss ausreichend sein, um eine klare Identifizierung des Bauelementes zu ermöglichen.

ANMERKUNG Zur Kennzeichnung von oberflächenmontierbaren Bauelementen siehe Anhang F.

Es wird empfohlen, die Leiterplatte an der Stelle, an der ein Sicherheitskondensator montiert ist, mit einem Achtung-Symbol zu kennzeichnen. Als Achtung-Symbol ist ISO 7000-0434 (DB:2004-01) zu wählen. Das Symbol besteht aus einem aufrecht stehenden gleichseitigen Dreieck mit eingeschlossenem Ausrufungszeichen.

ANMERKUNG Auf das Achtung-Symbol wird in IEC 60065:2001, 5.3, Bezug genommen. Mehrfachangaben auf dem Kondensator sollten vermieden werden.

### 1.6.2 Kennzeichnung der Verpackung

Auf der Kondensatorverpackung sind alle obigen Angaben deutlich anzubringen. Nationale Prüfzeichen können alternativ in Form von Buchstaben dargestellt werden.

### 1.6.3 Zusätzliche Kennzeichnung

Zusätzliche Kennzeichnungen sind so anzubringen, dass keine Unklarheiten entstehen können.

## 2 Bevorzugte Bemessungswerte und Eigenschaften

### 2.1 Bevorzugte Eigenschaften

Die in den Bauartspezifikationen angegebenen Werte sind vorzugsweise aus den folgenden Angaben auszuwählen:

#### 2.1.1 Bevorzugte Klimakategorien

Die Kondensatoren nach dieser Spezifikation werden entsprechend den allgemeinen Regeln der IEC 60068-1 in Klimakategorien eingeteilt.

Die untere und die obere Kategorietemperatur sowie die Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant, sind aus folgenden Angaben zu wählen:

Untere Kategorietemperatur:  $-65\text{ °C}$ ,  $-55\text{ °C}$ ,  $-40\text{ °C}$ ,  $-25\text{ °C}$  und  $-10\text{ °C}$ ;  
Obere Kategorietemperatur:  $+85\text{ °C}$ ,  $+100\text{ °C}$ ,  $+105\text{ °C}$ ,  $+125\text{ °C}$  und  $+155\text{ °C}$ ;  
Dauer der Prüfung Feuchte Wärme, konstant: 21 und 56 Tage.

Die Schärfegrade für die Prüfungen Kälte und Trockene Wärme ergeben sich aus der unteren beziehungsweise aus der oberen Kategorietemperatur.

Hinweise zur Anwendung der oben beschriebenen Kategorien sind der IEC 60940 zu entnehmen.

## 2.2 Bevorzugte Bemessungswerte

### 2.2.1 Nennkapazitätswert ( $C_N$ )

Die bevorzugten Werte der Nennkapazität sind:

1 – 1,5 – 2,2 – 3,3 – 4,7 – 6,8 und ihre dezimalen Vielfachen.

Diese Werte entsprechen der E6-Reihe der bevorzugten Werte in IEC 60063.

### 2.2.2 Grenzabweichung vom Nennkapazitätswert

Die größte Grenzabweichung vom Nennkapazitätswert beträgt  $\pm 20\%$ .

### 2.2.3 Bemessungsspannung ( $U_R$ )

Die bevorzugten Werte für die Bemessungsspannung sind 125 V, 250 V, 275 V, 400 V, 440 V, 500 V, 760 V und 1 000 V.

ANMERKUNG Kondensatoren zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen sollten so gewählt werden, dass ihre Bemessungsspannung größer oder gleich der Nennspannung des Netzes ist, an das sie angeschlossen werden. Bei der Konstruktion der Kondensatoren sollte berücksichtigt werden, dass die Spannung des Netzes auf Werte von bis zu 10 % über der Nennspannung ansteigen kann. In Sternschaltungen ist die höchste Spannung über den Kondensatoren für den ungünstigsten Fall zu berechnen, wobei die Grenzabweichungen vom Nennkapazitätswert der verwendeten Kondensatoren berücksichtigt werden.

### 2.2.4 Nennwiderstand ( $R_N$ )

Bevorzugte Werte des Nennwiderstands müssen der E6-Reihe in IEC 60063 entnommen werden.

### 2.2.5 Bemessungstemperatur

Die Bemessungstemperatur von Durchführungskondensatoren und RC-Kombinationen in Reihenschaltung muss mindestens  $+40\text{ °C}$  betragen.

### 2.2.6 Passive Entflammbarkeit

Die bevorzugte Kategorie der passiven Entflammbarkeit ist Kategorie B (siehe 4.17). Wird Kategorie C verwendet, muss dies zwischen Bauelementelieferant und dem Kunden vereinbart werden. Zur alternativen Prüfung für die passive Entflammbarkeit siehe 4.17.

Ausnahme: Für Bauelemente kleiner als  $1750\text{ mm}^3$  ist Entflammbarkeitskategorie C zulässig.

ANMERKUNG Entflammbarkeitskategorien besser als C können den Einsatz von Flammhemmern erfordern, welche Auswirkungen auf die Umwelt haben. Diese Kategorien sollten Gegenstand von Diskussionen zwischen Herstellern und Kunden sein, um zu einer Übereinkunft über Sicherheits- und umweltbedingte Anforderungen zu gelangen.

### 2.3 Anforderungen an Ummantelung, Isolierband, Schlauch und Leitungsisolation

Die verwendeten Ummantelungen, Isolierbänder, Schläuche und Leitungsisolierungen für die von dieser Norm erfassten Bauelemente müssen für die unter den Bedingungen der eigentlichen Verwendung vorkommenden Spannungen und erreichten Temperaturen bemessen sein. Sie müssen flammwidrig entsprechend Brandklasse VW-1 sein.

ANMERKUNG Die Vorzugsfarben für isolierte Anschlüsse, sofern gefordert, sind weiß oder transparent.

## 3 Bewertungsverfahren

### 3.1 Primäre Fabrikationsstufe

Bei Wickelkondensatoren ist die primäre Fabrikationsstufe das Anfertigen des Wickels. Bei Einschicht-Keramikkondensatoren ist es das Aufmetallisieren des Dielektrikums, wobei die Elektroden gebildet werden. Bei Vielschichtkeramik-Kondensatoren ist sie der erste gemeinsame Brand von Dielektrikum und Elektroden. Für Kondensatoren anderer Technologien ist sie dieselbe wie in der Rahmenspezifikation für das verwendete Dielektrikum.

### 3.2 Strukturell ähnliche Bauelemente

Kondensatoren werden als strukturell ähnlich bezeichnet, wenn sie im Wesentlichen nach denselben Herstellverfahren und aus denselben Materialien hergestellt werden, auch wenn ihre Gehäusegrößen und Kapazitätswerte verschieden sind, sie aber derselben Klasse angehören und dieselbe Bemessungsspannung haben.

### 3.3 Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen

Die nach IEC 60384-1, Q.9, geforderten Angaben sind zur Verfügung zu stellen, wenn dies in der Bauartspezifikation vorgeschrieben ist und wenn sie vom Kunden verlangt werden. Von den nach der Dauerspannungsprüfung ermittelten Werten sind auf Verlangen anzugeben: Kapazitätsänderung, Widerstandsänderung (bei RC-Kombinationen),  $\tan \delta$  und Isolationswiderstand.

### 3.4 Anerkennungsprüfung

#### 3.4.1 Anerkennung nur für Sicherheitsprüfungen

Tabelle 3 und Tabelle 6 bilden einen Prüfplan, der sich nur auf Anforderungen an die Sicherheit bezieht. Der nur für die Anerkennung von Sicherheitsprüfungen verwendete Prüfplan wird auf der Grundlage der festen Stichprobengröße nach 3.4.3 und Tabelle 3 dieser Spezifikation erstellt. Vor der Ausführung der Prüfungen für die Anerkennung ist es notwendig, bei der Zertifizierungsstelle eine Aufbaubeschreibung (siehe Anhang D) einzureichen, die die wesentlichen Angaben und den grundsätzlichen Aufbau der Kondensatoren, für welche die Zulassung ersucht wird, festschreibt.

#### 3.4.2 Bauartanerkennung

Tabellen 4, 5 und 7 sind anzuwenden, wenn die Bauartanerkennung beantragt wird.

Die Verfahren der Bauartanerkennungsprüfung sind in der Fachgrundspezifikation IEC 60384-1, Q.5, angegeben. Der nach dem Verfahren der losweisen und periodischen Prüfungen entsprechend IEC 60384-1, Q.5.3 a), anzuwendende Prüfplan geht aus 3.5 und Tabelle 8 dieser Spezifikation hervor. Der Prüfplan für die Bauartanerkennungsprüfungen mit fester Stichprobengröße nach IEC 60384-1, Q.5.3 b), ist in 3.4.3 und den Tabellen 4 und 5 dieser Spezifikation beschrieben. Bei beiden Verfahren müssen Stichprobengröße und Anzahl der zulässigen Ausfälle eine vergleichbare Größenordnung aufweisen. Die Prüfbedingungen und Anforderungen müssen die gleichen sein. Zu bevorzugen ist die Bauartanerkennung mit fester Stichprobengröße nach den Tabellen 4 und 5.

### 3.4.3 Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße

#### 3.4.3.1 Stichproben

Kondensatoren jeder Bauart, Bemessungsspannung, Klasse und Unterklasse müssen getrennt zugelassen werden. Die Gesamtanzahl an Kondensatoren jeder Bemessungsspannung in jeder Gruppe ist in den Tabellen 3, 4 und 5 angegeben. Für Mehrfachkondensatoren mit Teilkapazitäten verschiedener Klassen und für Durchführungskondensatoren werden – wie ausgewiesen – größere Prüfstückzahlen verlangt.

Die Stichprobe muss gleiche Prüfstückzahlen für den höchsten und niedrigsten Kapazitätswert des zur Anerkennung vorgesehenen Bereichs enthalten, außer für die Prüfungen Passive Entflammbarkeit nach 4.17 und Aktive Entflammbarkeit nach 4.18. Für die Prüfung Passive Entflammbarkeit gelten für die Bildung von Stichproben die Regeln in 4.17, Fußnote f) zu Tabelle 3 und Fußnote i) zu Tabelle 4. Für die Bildung von Stichproben bei der Prüfung Aktive Entflammbarkeit gilt 4.18. Für RC-Kombinationen müssen die Prüfstückzahlen für den höchsten und niedrigsten Kapazitätswert annähernd gleich der Anzahl der Widerstände für den höchsten und niedrigsten Widerstandswert des zur Anerkennung vorgesehenen Bereichs sein. Handelt es sich nur um einen Kapazitätswert, ist die Gesamtanzahl an Kondensatoren, wie in den Tabellen 3, 4 und 5 angegeben, zu prüfen.

Zusätzliche Prüflinge dürfen für folgende Zwecke verwendet werden:

- a) einer je Kapazitätswert als Ersatz für Ausfälle in Gruppe 0.
- b) die restlichen zusätzlichen Prüflinge können erforderlichenfalls verwendet werden, wenn Prüfungen entsprechend den Angaben in Fußnote a) zu Tabelle 3 oder Tabelle 4 zu wiederholen sind.

Bei den Stückzahlen in Gruppe 0 ist unterstellt, dass alle Untergruppen zu prüfen sind. Ist dies nicht der Fall, dürfen die Stückzahlen entsprechend verringert werden.

Wenn in den Prüfplan für die Bauartanerkennung zusätzliche Gruppen aufgenommen werden, sind die Prüflingsstückzahlen der Gruppe 0 um die für die zusätzlichen Gruppen benötigten Stückzahlen zu erhöhen.

Tabellen 3, 4 und 5 enthalten die Prüflingsstückzahlen für jede Gruppe und Untergruppe und die jeweils zulässigen Ausfälle.

Wenn ein Keramik-Kondensatorbereich, der zur Anerkennung ansteht, unterschiedliche Temperaturkoeffizienten enthält oder wenn in einem Kondensatorbereich deutlich unterscheidbare Materialien zur Anwendung kommen, müssen die Stichproben für die Gruppen 2, 3 und 7 die festgelegte Anzahl Prüflinge für jede Gruppe des Dielektrikummaterials, wie nachstehend festgelegt, enthalten.

Gruppe A: Material mit einer dielektrischen Konstanten  $\epsilon_r < 2\,500$

Gruppe B: Material mit einer dielektrischen Konstanten  $2\,500 \leq \epsilon_r < 10\,000$

Gruppe C: Material mit einer dielektrischen Konstanten  $\epsilon_r \geq 10\,000$

#### 3.4.3.2 Prüfungen

Für die Anerkennung von Kondensatoren nach einer Bauartspezifikation mit nur einer Bemessungsspannung werden alle in Tabelle 3, Tabelle 4 oder Tabelle 5 enthaltenen Prüfungen verlangt. Die Prüfungen jeder Gruppe sind in der angegebenen Reihenfolge durchzuführen.

Die gesamte Stichprobe ist zunächst den Prüfungen der Gruppe 0 zu unterziehen und danach auf die anderen Gruppen aufzuteilen.

Ein fehlerhafter Prüfling in der Gruppe 0 darf nicht in den anderen Gruppen verwendet werden.

Als „ein fehlerhaftes Teil“ wird gewertet, wenn ein Kondensator alle oder einen Teil der Prüfungen einer Gruppe nicht bestanden hat.

Die Anerkennung wird erteilt, wenn die Anzahl der fehlerhaften Teile die Zahl der zulässigen fehlerhaften Teile je Gruppe oder Untergruppe und die Gesamtzahl der zulässigen fehlerhaften Teile nicht überschreitet.

**— Entwurf —**

**E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05**

ANMERKUNG Prüfpläne mit fester Stichprobengröße nur für Sicherheitsprüfungen sind in den Tabellen 3, 5 und 6, für Sicherheitsprüfungen und Bauartanerkennungsprüfungen in den Tabellen 4, 5 und 7 angegeben. Tabelle 3, Tabelle 4 oder Tabelle 5 enthalten Einzelheiten zur Bildung von Stichproben und zur Anzahl zulässiger fehlerhafter Teile für die einzelnen Prüfungen und Prüfgruppen. Tabelle 6 oder Tabelle 7, zusammen mit der Beschreibung der Prüfungen in Abschnitt 4, stellen den Gesamtumfang der Prüfbedingungen und Anforderungen dar und geben an, wo die Bauartspezifikation bezüglich Prüfverfahren oder -bedingungen eine Wahl treffen muss.

Im Prüfplan mit fester Stichprobengröße sollten die Prüfbedingungen und die Anforderungen die gleichen sein wie in der Bauartspezifikation für die Qualitäts-Konformitätsprüfung.

**Tabelle 3 – Prüf- und Stichprobenplan nur für Sicherheitsprüfungen**

Gruppe	Prüfung	Abschnitt in dieser Spezifikation	Anzahl der Prüflinge je Bemessungsspannung und Unterklasse	Anzahl der zulässigen fehlerhaften Teile je Bemessungsspannung und Unterklasse	
				Je Gruppe	Gesamt
0	Sichtprüfung	4.1	28 + 12 <sup>d)</sup> +	1 <sup>b)</sup>	
	Kapazität	4.2.2	6 <sup>e)</sup> +		
	Widerstand <sup>c)</sup>	4.2.4	6 – 18 <sup>f)</sup>		
	Spannungsprüfung	4.2.1	+ 24		
	Isolationswiderstand	4.2.5			
	Zusätzliche Prüflinge		14 + 6 <sup>e)</sup>		
1A	Kriech- und Luftstrecken	4.1.1	6	0 <sup>a), b)</sup>	
	Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	4.3			
	Lötwärmebeständigkeit <sup>c)</sup>	4.4			
	Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung	4.20			
2	Feuchte Wärme, konstant	4.12	10	0 <sup>a), b)</sup>	1
3	Stoßspannungsprüfung	4.13	12 <sup>d)</sup>	0 <sup>a), b)</sup>	
	Dauerspannungsprüfung	4.14			
	Klasse X und RC-Kombinationen	4.14.3			
	Klasse Y und RC-Kombinationen	4.14.4			
	Durchführungskondensatoren <sup>g)</sup>	4.14.5			
6	Passive Entflammbarkeit	4.17	6 – 18 <sup>f)</sup>	0	
7	Aktive Entflammbarkeit	4.18	24	0	

a) Wenn ein fehlerhaftes Teil auftritt, müssen alle Prüfungen der Gruppe an einer neuen Stichprobe wiederholt werden, wobei keine weiteren fehlerhaften Teile zulässig sind. Das bei der ersten Stichprobe aufgetretene fehlerhafte Teil ist bei der zulässigen Gesamtzahl in der letzten Spalte zu zählen.

b) Für Y-Kondensatoren sind keine Ausfälle durch Dauerkurzschluss zulässig.

c) Falls zutreffend.

d) Wenn Mehrfachkondensatoren, bestehend aus X- und Y-Kondensatoren, zu prüfen sind, müssen 12 Prüflinge zur Prüfung der X-Kondensatoren und 12 weitere Prüflinge zur Prüfung der Y-Kondensatoren verwendet werden.

e) Zusätzliche Kondensatoren, wenn Durchführungskondensatoren zu prüfen sind.

f) Siehe Fußnote<sup>i)</sup> zu Tabelle 4.

g) Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, eine kombinierte Strom-Spannungsprüfung, wie in 4.14.6 festgelegt, durchzuführen.

**Tabelle 4 – Prüf- und Stichprobenplan für Sicherheitsprüfungen und Bauartanerkennungsprüfungen – Bewertungsstufe DZ**

Gruppe	Prüfung	Abschnitt in dieser Spezifikation	Anzahl der Prüflinge je Bemessungsspannung und Unterklasse	Anzahl der zulässigen fehlerhaften Teile je Bemessungsspannung und Unterklasse	
				Je Gruppe	Gesamt
				DZ	DZ
0	Sichtprüfung	4.1	50 + 12 <sup>e)</sup> +	0 <sup>a)</sup>	
	Maße (Lehrenmaße)	4.1	6 <sup>f)</sup> +		
	Kapazität	4.2.2	6 – 18 <sup>i)</sup>		
	Widerstand <sup>c)</sup>	4.2.4	+24		
	Verlustfaktor <sup>h)</sup>	4.2.3			
	Spannungsprüfung	4.2.1			
	Isolationswiderstand	4.2.5			
	Zusätzliche Prüflinge		20		
1A	Maße (Einzelmaße)	4.1	6	0 <sup>a)</sup>	
	Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	4.3			
	Lötwärmebeständigkeit <sup>c)</sup>	4.4			
	Lösemittelbeständigkeit des Bauelements <sup>c)</sup>	4.19			
1B	Lötbarkeit <sup>c)</sup>	4.5	12	0 <sup>a)</sup>	
	Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung	4.20			
	Rascher Temperaturwechsel	4.6			
	Schwingen	4.7			
1	Dauerschocken oder Schocken <sup>g)</sup>	4.8 oder 4.9	18	0 <sup>b)</sup>	0
	Gehäusedichtheit <sup>c), d)</sup>	4.10			
2	Reihenfolge klimatischer Prüfungen	4.11	10	0 <sup>a), b)</sup>	
	Feuchte Wärme, konstant	4.12			
3	Stoßspannungsprüfung	4.13	12 <sup>e)</sup>	0 <sup>a), b)</sup>	
	Dauerprüfung	4.14			
	Klasse X und RC-Kombinationen	4.14.3			
	Klasse Y und RC-Kombinationen	4.14.4			
4	Durchführungskondensatoren <sup>j)</sup>	4.14.5	6 <sup>f)</sup>	0 <sup>a)</sup>	
	Lade-/Entladeprüfung <sup>c)</sup>	4.15	6		
5	Hochfrequenzeigenschaften <sup>d)</sup>	4.16	4	0 <sup>a)</sup>	
6	Passive Entflammbarkeit	4.17	6 – 18 <sup>i)</sup>	0	
7	Aktive Entflammbarkeit	4.18	24	0	

a) Wenn ein fehlerhaftes Teil auftritt, müssen alle Prüfungen der Gruppe an einer neuen Stichprobe wiederholt werden, wobei keine weiteren fehlerhaften Teile zulässig sind. Das bei der ersten Stichprobe aufgetretene fehlerhafte Teil ist bei der zulässigen Gesamtzahl in der letzten Spalte zu zählen.

b) Für Y-Kondensatoren sind keine Ausfälle durch Dauerkurzschluss zulässig.

c) Falls zutreffend.

d) Falls in der Bauartspezifikation verlangt.

e) Wenn Mehrfachkondensatoren, bestehend aus X- und Y-Kondensatoren, zu prüfen sind, müssen 12 Prüflinge zur Prüfung der X-Kondensatoren und 12 weitere Prüflinge zur Prüfung der Y-Kondensatoren verwendet werden.

f) Zusätzliche Kondensatoren, wenn Durchführungskondensatoren zu prüfen sind.

g) Wie in der Bauartspezifikation festgelegt.

h) Nicht verlangt für RC-Kombinationen oder für Kondensatoren, ausgenommen solche mit einem Aufbau aus metallisierter Kunststoffolie oder metallisiertem Papier.

i) Kondensatoren mit dem kleinsten, mittleren (im Fall von mehr als vier Gehäusegrößen) und dem größten Gehäuse sind zu prüfen. Von jeder Gehäusegröße sind drei Prüflinge mit dem größten und drei Prüflinge mit dem kleinsten Kapazitätswert zu prüfen, insgesamt also sechs Prüflinge je Gehäusegröße.

j) Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, eine kombinierte Strom-Spannungsprüfung, wie in 4.14.6 festgelegt, durchzuführen

— Entwurf —

E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05

**Tabelle 5 – Prüf- und Stichprobenplan für losweise Prüfungen**

Nur Sicherheitsprüfungen				
Gruppe	Abschnittsnummer in dieser Spezifikation und Prüfung gemäß Abschnitt 4		Prüfniveau IL	Annahmezahl
A0	4.2.2	Kapazität	100 % <sup>b)</sup>	
	4.2.4	Widerstand <sup>a)</sup>		
	4.2.1	Spannungsprüfung <sup>d)</sup>		
A1	4.1	Sichtprüfung Maße <sup>c)</sup>	S-4	0
	4.2.5	Isolationswiderstand (Prüfung A)	I	0
<p>a) Falls zutreffend.</p> <p>b) Darf als Prüfung am Ende des Herstellungsprozesses ausgeführt werden.</p> <p>c) Diese Prüfung darf durch Prüfungen während der laufenden Fertigung ersetzt werden, wenn der Hersteller SPC zur Messung von Abmessungen oder andere Mechanismen verwendet, um zu verhindern, dass die Teile die Grenzwerte überschreiten.</p> <p>d) Die Spannungsprüfung muss mit einem geeigneten Überwachungsverfahren verbunden sein, um Isolationswiderstandsausfälle zu erkennen.</p>				
Bauartanerkennung – Bewertungsstufe DZ				
Gruppe	Abschnittsnummer in dieser Spezifikation und Prüfung gemäß Abschnitt 4		Prüfniveau IL	Annahmezahl <sup>b)</sup>
A1	4.1	Sichtprüfung	S-4	0
	4.1	Maße (Lehrenmaße)		
A2	4.2.2	Kapazität	I	0
	4.2.4	Widerstand <sup>a)</sup>		
	4.2.3	Verlustfaktor (nur metallisierte und keramische Kondensatoren)		
	4.2.1	Spannungsprüfung (Prüfung A)		
4.2.5	Isolationswiderstand (Prüfung A)			
B1	4.5	Lötbarkeit <sup>a)</sup>	S-3	0
<p>a) Falls zutreffend.</p> <p>b) Wenn ein fehlerhaftes Teil auftritt, müssen alle Prüfungen der Gruppe an einer neuen Stichprobe wiederholt werden, wobei keine weiteren fehlerhaften Teile zulässig sind.</p>				

**ANMERKUNG** Die den Prüfniveaus entsprechenden Stichprobengrößen sollten IEC 61193-2, Tabelle 2, entnommen werden.

**Tabelle 6 – Prüfplan nur für Sicherheitsprüfungen**

Abschnittsnummer und Prüfung <sup>a)</sup>	Prüfbedingungen <sup>a)</sup>	<i>n</i> und <i>c</i> <sup>b)</sup>	Anforderungen <sup>a)</sup>
<b>GRUPPE 0</b>	<b>Zerstörungsfrei</b>	Siehe Tabelle 3	
4.1 Sichtprüfung			Keine sichtbaren Schäden; Kennzeichnung lesbar
4.2.2 Kapazität			Innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen
4.2.4 Widerstand (falls zutreffend)			Innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen
4.2.1 Spannungsprüfung	Verfahren: ...		Kein bleibender Durchschlag oder Überschlag
4.2.5 Isolationswiderstand	Verfahren: ...		Wie in Tabelle 11
<b>GRUPPE 1A</b>	<b>Zerstörend</b>	Siehe Tabelle 3	
4.1.1 Kriech- und Luftstrecken			Wie in 4.1.1
4.3 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	Schärfegrad: Siehe Bauartspezifikation		Keine sichtbaren Schäden
4.4 Lötwärmebeständigkeit (falls zutreffend)	Keine Vortrocknung Zum Verfahren (1A oder 1B) siehe Bauartspezifikation		
4.20 Lösemittelbeständigkeit der Kenn- zeichnung	Lösemittel: ... Lösemitteltemperatur: ... Verfahren 1 Reibwerkstoff: Watte Nachbehandlung: ...		Kennzeichnung lesbar
4.4.2 Endmessungen	Sichtprüfung Kapazität Widerstand (falls zutreffend)		Keine sichtbaren Schäden Siehe Tabelle 13 Siehe Tabelle 13
<b>GRUPPE 2</b>	<b>Zerstörend</b>	Siehe Tabelle 3	
4.12 Feuchte Wärme, konstant			
4.12.1 Anfangsmessungen	Messungen in Gruppe 0		
4.12.2 Prüfbedingungen	Keramikkondensatoren: eine Hälfte der Stichprobe mit $U_R$ ; andere Hälfte ohne Spannung. Übrige Kondensatoren: ohne Spannung		
4.12.3 Endprüfung und -messungen	Sichtprüfung  Kapazität Widerstand (falls zutreffend) Spannungsprüfung Isolationswiderstand		Keine sichtbaren Schäden; Kennzeichnung lesbar Siehe Tabelle 15 Siehe Tabelle 15 Siehe Tabelle 15 Siehe Tabelle 15
<b>GRUPPE 3</b>	<b>Zerstörend</b>	Siehe Tabelle 3	
4.13.1 Anfangsmessungen	Messungen in Gruppe 0		
4.13 Stoßspannungsprüfung	3 Stöße, Vollwelle, Spitzenspannung: siehe Tabellen 1 und 2		Siehe 4.13.2 und 4.13.3
4.14 Dauerprüfung	Dauer: 1 000 h Spannung, Strom und Temperatur: siehe 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 und 4.14.6		
4.14.7 Endmessungen	Sichtprüfung  Kapazität Widerstand (falls zutreffend) Spannungsprüfung Isolationswiderstand		Keine sichtbaren Schäden; Kennzeichnung lesbar Siehe Tabelle 16 Siehe Tabelle 16 Siehe Tabelle 16 Siehe Tabelle 16
<b>GRUPPE 6</b>	<b>Zerstörend</b>	Siehe Tabelle 3	
4.17 Passive Entflammbarkeit			Siehe 4.17.1
<b>GRUPPE 7</b>	<b>Zerstörend</b>	Siehe Tabelle 3	
4.18 Aktive Entflammbarkeit			Siehe 4.18.4
<sup>a)</sup> Die Abschnittsnummern für Prüfungen und Anforderungen beziehen sich auf Abschnitt 4. <sup>b)</sup> <i>n</i> = Stichprobengröße, <i>c</i> = Annahmezahl (Anzahl der zulässigen fehlerhaften Teile). <sup>c)</sup> Wird für einen Keramikkondensator eine genaue Messung der Kapazitätsdrift verlangt, sollte eine Vorbehandlung entsprechend Anhang G wie vom Hersteller beschrieben durchgeführt werden.			

**Tabelle 7 – Prüfplan für Sicherheitsprüfungen und Bauartanerkennungsprüfungen –  
Bewertungsstufe DZ**

Abschnittsnummer und Prüfung <sup>a)</sup>	Prüfbedingungen <sup>a)</sup>	n und c <sup>b)</sup>	Anforderungen <sup>a)</sup>
<b>GRUPPE 0</b>	<b>Zerstörungsfrei</b>	Siehe Tabelle 4	
4.1 Sichtprüfung			Keine sichtbaren Schäden, Kennzeichnung lesbar und wie in der Bauartspezifikation festgelegt
4.1 Maße (Lehrenmaße)			Siehe Bauartspezifikation
4.2.2 Kapazität			Innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen
4.2.4 Widerstand (falls zutreffend)			Innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen
4.2.3 Verlustfaktor (nur metallisierte und Keramikcondensatoren)	Messfrequenz: ...		Siehe Bauartspezifikation
4.2.1 Spannungsprüfung	Verfahren: ...		Kein bleibender Durchschlag oder Überschlag
4.2.5 Isolationswiderstand	Verfahren: ...		Siehe Tabelle 12
<b>GRUPPE 1A</b>	<b>Zerstörend</b>	Siehe Tabelle 4	
4.1 Maße (Einzelmaße)			Siehe Bauartspezifikation und Tabelle 9
4.3 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse	Schärfegrad: siehe Bauartspezifikation		Keine sichtbaren Schäden
4.4 Lötwärmebeständigkeit (falls zutreffend)	Keine Vortrocknung. Zum Verfahren (1A oder 1B) siehe Bauartspezifikation		
4.19 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls zutreffend)	Lösemittel: ... Lösemitteltemperatur: ... Verfahren 2 Nachbehandlung: ...		Siehe Bauartspezifikation
4.4.2 Endmessungen	Sichtprüfung Kapazität Widerstand (falls zutreffend)		Keine sichtbaren Schäden Siehe Tabelle 13 Siehe Tabelle 13
<b>GRUPPE 1B</b>	<b>Zerstörend</b>	Siehe Tabelle 4	
4.5 Lötbarkeit (falls zutreffend)	Ohne Alterung Verfahren: siehe Bauartspezifikation		Gute Verzinnung gekennzeichnet durch freies Fließen des Lotes mit Benetzung der Anschlüsse oder Lötzeit < 3 s, wie zutreffend
4.20 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung	Lösemittel: ... Lösemitteltemperatur: ... Verfahren 1 Reibwerkstoff: Watte Nachbehandlung: ...		Kennzeichnung lesbar
4.6 Rascher Temperaturwechsel	$T_A$ = untere Kategorie-temperatur $T_B$ = obere Kategorie-temperatur 5 Zyklen Dauer $t_1 = 30$ min		
4.6.1 Endkontrolle	Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden
4.7 Schwingen	Befestigungsart und Schärfegrad: siehe Bauartspezifikation		
4.7.2 Endkontrolle	Sichtprüfung		Keine sichtbaren Schäden
4.8 Dauerschocken oder 4.9 Schocken	Befestigungsart und Schärfegrad: siehe Bauartspezifikation		
4.8.2 Endmessungen oder 4.9.2	Sichtprüfung Kapazität Widerstand (falls zutreffend)		Keine sichtbaren Schäden Siehe 4.8.2 oder 4.9.2 in dieser Spezifikation Siehe Tabelle 14

Tabelle 7 (fortgesetzt)

Abschnittsnummer und Prüfung <sup>a)</sup>	Prüfbedingungen <sup>a)</sup>	n und c <sup>b)</sup>	Anforderungen <sup>a)</sup>
<b>GRUPPE 1</b> 4.10 Gehäusedichtheit (falls zutreffend) 4.11 Reihenfolge klimatischer Prüfungen 4.11.1 Anfangsmessungen 4.11.2 Trockene Wärme 4.11.3 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus 4.11.4 Kälte 4.11.5 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen 4.11.6 Endmessungen	<b>Zerstörend</b> Prüfung Qc oder Prüfung Qd nach IEC 60068-2-17, wie in der Bauartspezifikation vorgeschrieben  Es gelten die Messungen in 4.4.2, 4.8.2 oder 4.9.2, wie zutreffend Temperatur: obere Kategorie-temperatur Dauer: 16 h  Temperatur: untere Kategorie-temperatur Dauer: 2 h  Sichtprüfung  Kapazität Widerstand (falls zutreffend) tan $\delta$ (falls zutreffend) Spannungsprüfung Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 4	Keine Anzeichen von Undichtheit          Keine sichtbaren Schäden, Kennzeichnung lesbar Siehe Tabelle 14 Siehe Tabelle 14 Siehe Tabelle 14 Siehe Tabelle 14 Siehe Tabelle 14
<b>GRUPPE 2</b> 4.12 Feuchte Wärme, konstant 4.12.1 Anfangsmessungen 4.12.2 Prüfbedingungen  4.12.3 Endmessungen	<b>Zerstörend</b> Messwerte aus Gruppe 0 Keramik Kondensatoren: eine Hälfte der Stichprobe mit $U_R$ ; andere Hälfte ohne Spannung. Übrige Kondensatoren: ohne Spannung Sichtprüfung  Kapazität Widerstand (falls zutreffend) tan $\delta$ (falls zutreffend) Spannungsprüfung Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 4	Keine sichtbaren Schäden, Kennzeichnung lesbar Siehe Tabelle 15 Siehe Tabelle 15 Siehe Tabelle 15 Siehe Tabelle 15 Siehe Tabelle 15
<b>GRUPPE 3</b> 4.13.1 Anfangsmessungen 4.13 Stoßspannungsprüfung  4.14 Dauerspannungsprüfung  4.14.7 Endmessungen	<b>Zerstörend</b> Messwerte aus Gruppe 0 Anzahl Stöße: max. 24 Spitzenspannung: ...V, siehe Tabellen 1 und 2 Dauer: 1 000 h Spannung, Strom und Temperatur: siehe 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 und 4.14.6 Sichtprüfung  Kapazität Widerstand (falls zutreffend) tan $\delta$ (falls zutreffend) Spannungsprüfung Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 4	Siehe 4.13.2 und 4.13.3       Keine sichtbaren Schäden, Kennzeichnung lesbar Siehe Tabelle 16 Siehe Tabelle 16 Siehe Tabelle 16 Siehe Tabelle 16 Siehe Tabelle 16

Tabelle 7 (fortgesetzt)

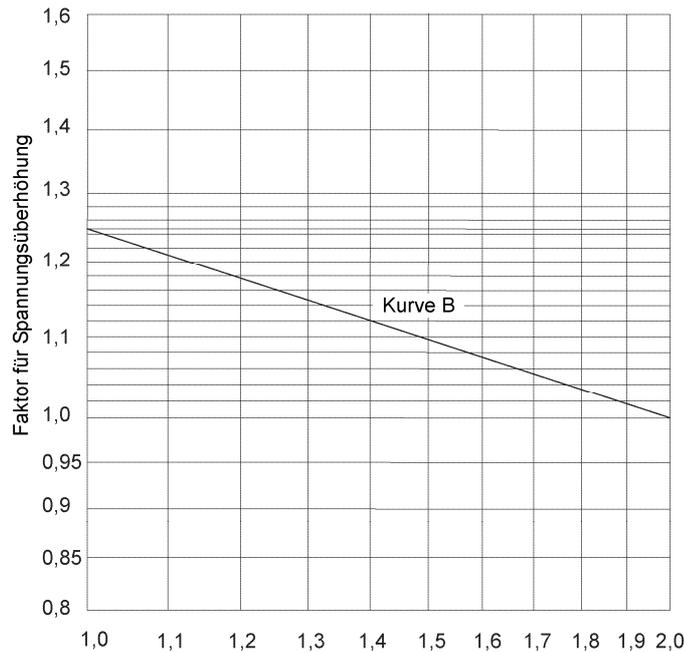
Abschnittsnummer und Prüfung <sup>a)</sup>	Prüfbedingungen <sup>a)</sup>	<i>n</i> und <i>c</i> <sup>b)</sup>	Anforderungen <sup>a)</sup>
<b>GRUPPE 4</b> 4.15 Lade- und Entladeprüfung  4.15.1 Anfangsmessungen         4.15.3 Endmessungen	<b>Zerstörend</b> Nur bei metallisierten und Keramikkondensatoren sowie RC-Kombinationen aus derartigen Kondensatoren Messungen aus Gruppe 0 können verwendet werden, wenn die Prüfbedingungen dieselben sind wie für diese Prüfung. Zusätzlich, jedoch nicht bei RC-Kombinationen: tan $\delta$ Messung bei 10 kHz für $C_R \leq 1 \mu\text{F}$ 1 kHz für $C_R > 1 \mu\text{F}$  Kapazität tan $\delta$ bei derselben Frequenz wie bei der Anfangsmessung (nicht bei RC-Kombinationen) Widerstand (falls zutreffend) Isolationswiderstand	Siehe Tabelle 4	         Siehe Tabelle 17 Siehe Tabelle 17  Siehe Tabelle 17 Siehe Tabelle 17
<b>GRUPPE 5</b> 4.16 Hochfrequenzeigenschaften	<b>Zerstörungsfrei</b> Wenn in der Bauartspezifikation gefordert; Messverfahren: siehe Bauartspezifikation	Siehe Tabelle 4	Siehe Bauartspezifikation
<b>GRUPPE 6</b> 4.17 Passive Entflammbarkeit	<b>Zerstörend</b>	Siehe Tabelle 4	Siehe 4.17.1
<b>GRUPPE 7</b> 4.18 Aktive Entflammbarkeit	<b>Zerstörend</b>	Siehe Tabelle 4	Siehe 4.18.4
<p>a) Die Abschnittsnummern für Prüfbedingungen und Anforderungen beziehen sich auf Abschnitt 4.</p> <p>b) <i>n</i> = Stichprobengröße, <i>c</i> = Annahmezahl (Anzahl der zulässigen fehlerhaften Teile).</p> <p>c) Wird für einen Keramikkondensator eine genaue Messung der Kapazitätsdrift verlangt, sollte eine Vorbehandlung entsprechend Anhang G wie vom Hersteller beschrieben durchgeführt werden.</p>			

### 3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfungen

Vor Beginn der Qualitäts-Konformitätsprüfungen ist eine geeignete, hundertprozentige Spannungsprüfung nach Tabelle 10 zwischen den Anschlüssen durchzuführen.

Die Einzelheiten dieser Prüfung müssen vom Hersteller festgelegt werden, jedoch darf die Dauer nicht weniger als 1 s betragen.

Wird die Prüfung für eine Prüfdauer zwischen 1 s und 2 s durchgeführt, muss die Spannung nach Tabelle 10 auf Werte oberhalb der Kurvenlinie B in Bild 6 erhöht werden.



**Bild 6 – Prüfdauer (s)**

Soll bei Y-Kondensatoren anstelle der Wechselspannung eine Gleichspannung zur Prüfung verwendet werden, so muss diese mindestens den 1,5-fachen Wert der vorgeschriebenen Wechselspannung nach Tabelle 10 aufweisen und weiter auf Werte oberhalb der Kurvenlinie B in Bild 6 erhöht werden.

Vor den losweisen Prüfungen sind sämtliche fehlerhaften Teile aus dem Los zu entfernen.

### **3.5.1 Bildung von Prüflosen**

#### **3.5.1.1 Prüfungen der Gruppen A und B**

Diese Prüfungen sind nach Tabelle 8 losweise durchzuführen.

Der Hersteller darf aus der laufenden Fertigung Prüflose zusammenstellen, wobei Folgendes sichergestellt sein muss:

- a) Das Prüflos muss aus strukturell ähnlichen Kondensatoren bestehen (siehe 3.2).
- b1) Die zu prüfende Stichprobe muss die im Prüflos vorkommenden Werte und Abmessungen repräsentieren
  - entsprechend ihrer Anzahl;
  - mit mindestens fünf Prüflingen je Wert.
- b2) Wenn in der Stichprobe weniger als fünf Stück von jedem Wert enthalten sind, muss die Bildung von Stichproben zwischen Hersteller und der Nationalen Überwachungsstelle vereinbart werden.

Für Prüfungen der Gruppe A muss das Prüflos aus Bauelementen derselben Bemessungsspannung, Klasse und Unterklasse bestehen und aus einer FertigungschARGE stammen.

Für Kondensatoren der Klasse Y sind keine Ausfälle bei der Spannungsprüfung zulässig.

Für die Prüfungen der Gruppe B muss das Prüflos aus Bauelementen bestehen, die, bezogen auf die jeweilige Prüfung, nach gleichartigem Herstellverfahren und aus gleichartigem Material gefertigt sind.

E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05

**3.5.1.2 Prüfungen der Gruppe C**

**3.5.1.2.1 Anerkennung nur für Sicherheitsprüfungen**

Wenn beabsichtigt wird, die Aufbaubeschreibung, wie in Anhang D gegeben, zu ändern, können von der Zertifizierungsstelle erneute Zulassungsprüfungen nach Tabelle 6 verlangt werden.

Die Zertifizierungsstelle ist über die beabsichtigte(n) Änderung(en) zu informieren und entscheidet, ob eine erneute Prüfung durchgeführt werden muss.

**3.5.1.2.2 Bauartanerkennung**

Diese Prüfungen sind periodisch durchzuführen.

Die Stichproben für die periodischen Prüfungen in Tabelle 8 müssen die laufende Fertigung der festgelegten Perioden repräsentieren und dieselbe Bemessungsspannung haben sowie derselben Klasse und Unterklasse angehören. In weiteren Perioden sind andere Baugrößen aus laufender Fertigung zu prüfen mit dem Ziel, den gesamten Bereich der Anerkennung zu erfassen.

Für Kondensatoren der Klasse Y sind keine Ausfälle bei der Spannungsprüfung zulässig.

**3.5.2 Prüfplan**

**3.5.2.1 Prüfplan für die Anerkennung nur für Sicherheitsprüfungen**

Der Prüfplan für die losweisen Prüfungen oder Kriterien für eine Wiederholung von Zulassungsprüfungen sind in Tabelle 5 und Anhang D dieser Spezifikation gegeben.

**3.5.2.2 Prüfplan für die Bauartanerkennung**

Der Prüfplan für die losweisen und die periodischen Qualitäts-Konformitätsprüfungen ist in Abschnitt 2, Tabelle 4 des Vordrucks für Bauartspezifikation, z. B. IEC 60384-14-1, enthalten.

**3.5.3 Verzögerte Auslieferung**

Bauelemente, die für eine Zeitspanne von höchstens drei Jahren auf Lager gehalten wurden, sind erneut zu prüfen. Die Wiederholungsprüfung entsprechend dem Verfahren in IEC 60384-1, 3.10, besteht aus: Spannungsprüfung mit voller Höhe der Prüfspannung sowie Prüfung von Kapazität, Widerstand (falls zutreffend) und Isolationswiderstand nach Gruppe A; die Lötbarkeit ist nach Gruppe B zu prüfen.

**3.5.4 Bewertungsstufen**

Die Bewertungsstufe DZ wird verwendet. Siehe Tabelle 8.

**Tabelle 8 – Bewertungsstufen**

Prüfgruppe <sup>b)</sup>	DZ		
	IL	Annahmezahl	
A1	S-4	0	
A2	I	0	
B1	S-3	0	

Prüfgruppe <sup>b)</sup>	DZ		
	<i>p</i>	<i>n</i>	<i>c</i> <sup>a)</sup>
C1A	6	6	0
C1B <sup>c)</sup>	6	12	0
C1	6	18	0
C2	6	10	0
C3	}	12	}
Klasse X			
Klasse Y			
Durchführung			
C4	3	12	0
C5	6	6	0
C6	12	4	0
C7	12	6 – 18	0
C7	12	24	0

IL = Prüfniveau  
*p* = Periodizität in Monaten  
*n* = Stichprobengröße  
*c* = zulässige Anzahl fehlerhafter Teile

a) Wenn ein fehlerhaftes Teil auftritt, müssen alle Prüfungen der Gruppe an einer neuen Stichprobe wiederholt werden, wobei keine weiteren fehlerhaften Teile zulässig sind.

b) Die Prüfgruppen sind in Abschnitt 2 des entsprechenden Vordruckes für Bauartspezifikation beschrieben.

c) Die Prüfungen Schwingen, Schocken und Dauerschocken in dieser Prüfgruppe müssen nur alle 12 Monate durchgeführt werden.

ANMERKUNG Die den Prüfniveaus entsprechenden Stichprobengrößen sollten IEC 61193-2, Tabelle 2, entnommen werden.

## 4 Prüf- und Messverfahren

Dieser Abschnitt ergänzt die Angaben in IEC 60384-1, Abschnitt 4.

Wechselstromprüfungen, die mit einer Frequenz zwischen 50 Hz und 100 Hz durchgeführt wurden, werden für alle Nennfrequenzen zwischen 50 Hz und 100 Hz als gültig betrachtet. Im Zweifelsfall gilt für die Messungen eine Referenzfrequenz von 50 Hz.

### 4.1 Sichtprüfung und Prüfung der Maße

Siehe IEC 60384-1, 4.4, mit folgenden zusätzlichen Einzelheiten.

**E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05**

**4.1.1 Kriech- und Luftstrecken**

Auf der Außenseite des Kondensators dürfen die Kriech- und Luftstrecken zwischen spannungsführenden Teilen unterschiedlicher Polarität oder zwischen spannungsführenden Teilen und einem Metallgehäuse nicht kleiner sein als die in Tabelle 9 angegebenen entsprechenden Werte.

Tabelle 9 wurde auf der Grundlage von IEC 60664-1 erstellt; die Geräte-Sicherheitsnormen IEC 60335-1, IEC 60065 und IEC 60950-1 aber wurden ebenfalls berücksichtigt. Weitere Angaben können IEC 60664-1 entnommen werden.

Tabelle 9 wurde unter Verwendung der folgenden grundlegenden Umgebungsbedingungen erstellt:

Verschmutzungsgrad 2, Einsatzhöhe  $\leq 2\ 000$  m und Vergleichszahl der Kriechwegbildung (CTI) von Werkstoffen  $\geq 100$ .

Kriechstrecken kleiner als die in Tabelle 9 angegebenen Werte können verwendet werden, wenn die in IEC 60664-1 festgelegten Regeln für die Vergleichszahl der Kriechwegbildung von in Bauelementen verwendeten Werkstoffen dies zulassen. Auf jeden Fall aber muss die Kriechstrecke immer größer oder gleich der Luftstrecke in dieser Tabelle sein. Gerätenormen können größere Kriechstrecken als die hier angegebenen fordern.

Die Einhaltung ist nach den in IEC 60664-1 festgelegten Regeln für Messungen am Kondensatoräußeren zu prüfen. Zusätzliche Anforderungen können erforderlich sein, beispielsweise für Kondensatoren, die für die Verwendung unter anderen Umgebungsbedingungen als Verschmutzungsgrad 2 (z. B. tropf- und spritzwassergeschützte Kondensatoren) vorgesehen sind, oder für den Einsatz von Kondensatoren in Höhen größer als 2 000 m. Siehe hierzu die Hinweise in IEC 60664-1.

**Tabelle 9 – Kriech- und Luftstrecken**

Messpunkte	Bemessungsspannung (Effektivwert)									
	$U_R \leq 130\text{ V}$		$130\text{ V} < U_R \leq 250\text{ V}$		$250\text{ V} < U_R \leq 500\text{ V}$		$500\text{ V} < U_R \leq 760\text{ V}$		$760\text{ V} < U_R \leq 1\ 000\text{ V}$	
	Kriech- strecke mm	Luft- strecke mm	Kriech- strecke mm	Luft- strecke mm	Kriech- strecke mm	Luft- strecke mm	Kriech- strecke mm	Luft- strecke mm	Kriech- strecke mm	Luft- strecke mm
Zwischen spannungsführenden Teilen unterschiedlicher Polarität (Funktionsisolierung) <sup>a)</sup>	2,0	1,5	3,0	2,5	4,0	3,0	6,3	5,5	8,0	5,5
Zwischen spannungsführenden Teilen und anderen Metallteilen über die Basisisolierung hinweg <sup>b)</sup>	2,0	1,5	4,0	3,0	6,3	5,5	6,3	5,5	8,0	7,5
Zwischen spannungsführenden Teilen und anderen Metallteilen über die verstärkte Isolierung hinweg <sup>c)</sup>	8,0	8,0	8,0	8,0	12,6	8,0	12,6	11	16	11
<sup>a)</sup> Diese Grenzwerte sind anzuwenden bei Messungen zwischen den Anschlüssen von X-Kondensatoren. <sup>b)</sup> Diese Grenzwerte sind anzuwenden bei Messungen zwischen jedem Anschluss und dem Metallgehäuse eines X-Kondensators und bei Messungen zwischen Anschlüssen oder zwischen jedem Anschluss und dem Metallgehäuse von Y2- und Y4-Kondensatoren. <sup>c)</sup> Diese Grenzwerte sind anzuwenden bei Messungen zwischen den Anschlüssen von Y1-Kondensatoren (bis 500 V).										

(Convenor: Ursprünglich basierte IEC 60384-14 auf der Haushaltsgerätenorm IEC 60335-1, in der die Bemessungsspannung auf 300 V AC begrenzt ist. Als in früheren Ausgaben andere Spannungen hinzugefügt wurden, geschah dies ohne entsprechende Berücksichtigung der Anforderungen nach IEC 60664-1, und die Umgebungsbedingungen zum Beispiel bzw. die Werkstoffgruppen und ihre CTI-Werte wurden nicht angegeben. Die meisten Werte entsprechen der Werkstoffgruppe III; es ist jedoch hinreichend bekannt, dass

in der Praxis die CTI-Werte der in realen Kondensatoren verwendeten Werkstoffe mindestens die Anforderungen der Werkstoffgruppe II erfüllen. Auch Gerätenormen entsprechen nicht immer genau den Angaben der IEC 60664-1. Dies ist aus der letzten Spalte der Tabelle 9 ersichtlich, in der etwas kleinere Abstände als in IEC 60664-1 angegeben sind. Hauptquellen für die Luftstrecken waren IEC 60335-1, Tabelle 16, und IEC 60664-1, Tabelle F.2, und für die Kriechstrecken IEC 60335-1, Tabellen 17 und 18, sowie IEC 60664-1, Tabelle F.4. Insbesondere für die Luftstrecken enthält Tabelle 9 recht hohe Sicherheitsabstände (möglicherweise unnötig hohe), und die Abstände könnten reduziert werden (in IEC 60664-1, Tabelle F.2, beträgt die Mindestluftstrecke für 4 kV (X1) 3,0 mm, für 5 kV 4,0 mm und für 8 kV 8,0 mm). Es gibt auch eine Regel, nach der die Kriechstrecke bei verstärkter Isolierung mindestens doppelt so groß wie bei der Basisisolierung sein sollte. Dem wird hier entsprochen und es wird für  $250\text{ V} < U_R \leq 500\text{ V}$  ein Abstand von 12,6 mm statt 8 mm vorgeschlagen.

Da UL 60384-14 erst vor kurzem in Übereinstimmung mit der 3. Ausgabe der IEC 60384-14 erschienen ist, wird gleichwohl vorgeschlagen, die Werte, die aus der 3. Ausgabe stammen, unverändert in der Tabelle zu belassen (oder zumindest die Abstände nicht zu verringern).

In IEC 60384-14 ist eine Bemessungsspitzenspannung von maximal 4 kV zugrunde gelegt. Daraus ergeben sich bei höheren Netzspannungen beträchtliche Beschränkungen hinsichtlich der Überspannungskategorien. Wir werden zu einem späteren Zeitpunkt vielleicht neue Klassen von Kondensatoren aufnehmen wollen, die für Bemessungsstoßspannungen von 6 kV, 8 kV oder 12 kV vorgesehen sind.

FÜR DIESES DOKUMENT WIRD EIN KURZER „MAINTENANCE“-ZYKLUS EMPFOHLEN UND ES WIRD VORGESCHLAGEN, ZUSAMMEN MIT DEN PRÜFINSTITUTEN SOFORT MIT DER ARBEIT AN EINER HARMONISIERTEN TABELLE 9 UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER ÜBERSPANNUNGSKATEGORIEN ZU BEGINNEN.

Ich empfehle, hinsichtlich der Luft- und Kriechstrecken die Experten der Prüfinstitute in den jeweiligen Ländern zu konsultieren.)

## 4.2 Elektrische Prüfungen

### 4.2.1 Spannungsprüfung

Siehe IEC 60384-1, 4.6, mit folgenden Einzelheiten.

#### 4.2.1.1 Prüfschaltung für Gleichspannungsprüfungen

Der Kondensator  $C_1$  entfällt bei der Prüfung eines Kondensators beziehungsweise einer Teilkapazität aus metallisierter Kunststoffolie oder metallisiertem Papier.

Das Produkt aus  $R_1$  und  $(C_1 + C_X)$  muss kleiner oder gleich 1 s und größer als 0,01 s sein.

$R_1$  schließt den Innenwiderstand der Spannungsquelle ein.

$R_2$  ist so zu bemessen, dass der Entladestrom auf  $\leq 0,05\text{ A}$  begrenzt wird.

#### 4.2.1.2 Prüfschaltung und Verfahren für Wechselfspannungsprüfungen

Bei Bauartanerkennungsprüfungen und periodischen Prüfungen mit Wechselfspannungen der Frequenz 50/60 Hz wird die Prüfspannung einem Transformator entnommen, der seinerseits von einem Spartransformator gespeist wird; die Spannung ist von nahezu null mit einer Geschwindigkeit von höchstens 150 V/s auf die Prüfspannung einzustellen. Die Prüfdauer zählt ab Erreichen der Prüfspannung. Am Ende der Prüfdauer muss die Prüfspannung auf nahezu null eingestellt und der Kondensator durch einen geeigneten Widerstand entladen werden.

Bei losweisen und 100%-Prüfungen muss die Prüfspannung sofort in voller Höhe angelegt werden; es ist jedoch dafür zu sorgen, dass keine Überspannungsspitzen auftreten.

**E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05**

**4.2.1.3 Spannungen**

Die Spannungen in Tabelle 10 müssen zwischen den Messpunkten nach IEC 60384-1, Tabelle 3, für 1 min bei der Bauartanerkennungsprüfung sowie den periodischen Prüfungen und mindestens für 1 s bei den losweisen Qualitäts-Konformitätsprüfungen mit den folgenden Einzelheiten angelegt werden:

- a) Prüfungen entsprechend IEC 60384-1, Tabelle 3, 2c, sind nicht durchzuführen.
- b) Bei umhüllten Bauteilen im nichtmetallischen Gehäuse ist eine Spannungsprüfung in der Prüfgruppe C nur bei der Bauartanerkennung und bei den periodischen Prüfungen durchzuführen.
- c) Das Verfahren für die Spannungsprüfung der Prüfgruppe C ist in der Bauartspezifikation anzugeben. Sofern diese nichts Anderweitiges festlegt, ist die Folienmethode nach IEC 60384-1, 4.5.3.1<sup>N3)</sup>, anzuwenden.

ANMERKUNG Diese Prüfung ist nur bei isolierten Kondensatoren im nichtmetallenen Gehäuse oder im isolierten Metallgehäuse anzuwenden. Siehe IEC 60384-1, 4.6.2.3.

- d) Liegt die Prüfdauer zwischen 1 s und 2 s, sind die Spannungen nach Tabelle 10 wie in Bild 6 dargestellt zu erhöhen.

Es wird darauf hingewiesen, dass eine Wiederholung der Spannungsprüfung durch den Anwender den Kondensator schädigen kann. Wenn eine Wiederholung der Spannungsprüfung durch den Anwender erfolgt, sollte die angelegte Spannung nicht größer als 66 % der in Tabelle 10 festgelegten Prüfspannung sein.

**Tabelle 10 – Spannungsfestigkeit**

Klasse	Bemessungsspannung	Prüfung A	Prüfung B oder Prüfung C
X1 X2	≤ 1 000 V	4,3 $U_R$ (DC)	2 $U_R$ + 1 500 V (AC), jedoch mindestens 2 000 V (AC) <sup>a)</sup>
Y1	≤ 500 V	4 000 V (AC)	4 000 V (AC)
Y2	≥ 150 V  ≤ 500 V	$U_R$ + 1 200 V (AC), jedoch mindestens 1 500 V (AC) <sup>b)</sup>	2 $U_R$ + 1 500 V (AC), jedoch mindestens 2 000 V (AC) <sup>b)</sup>
Y4	< 150 V	900 V (AC) <sup>b)</sup>	900 V (AC) <sup>b)</sup>

a) Für Delta- und T-geschaltete Kondensatoren entsprechend den Bildern 5b und 5c ist als Prüfspannung zwischen Anschlüssen und Gehäuse die bei Y-Kondensatoren zutreffende Prüfspannung zu verwenden.

b) Bei losweisen Prüfungen an Kondensatoren der Klassen Y2 und Y4 darf die Wechselspannung durch eine Gleichspannung vom 1,5-fachen Wert der vorgeschriebenen Wechselspannung ersetzt werden.

(Convenor: Für Y2-Kondensatoren mit einer Bemessungsspannung größer 300 V muss die Prüfspannung entsprechend IEC 60664-1 erhöht werden (siehe Kommentar FI 32).)

**4.2.1.4 Anforderungen**

Während der Prüfung darf es zu keinem dauerhaften Durchschlag oder Überschlag kommen.

ANMERKUNG Bei metallisierten Kunststoffkondensatoren ist das Auftreten von Selbstheilungsvorgängen bei angelegter Prüfspannung zulässig.

**4.2.2 Kapazität**

Siehe IEC 60384-1, 4.7, mit folgenden Einzelheiten.

<sup>N3)</sup> Nationale Fußnote: Hier muss es richtig „4.5.4.1“ heißen.

#### 4.2.2.1 Messbedingungen

Die Kapazität muss als Ersatz-Serien-Kapazität gemessen werden.

Die Messfrequenz muss 1 kHz betragen, außer bei Keramikkondensatoren mit  $C_N \leq 100$  pF (Klasse 2) und  $C_N \leq 1\,000$  pF (Klasse 1); hier muss sie 1 MHz betragen.

Die Messtemperatur muss IEC 60384-1, 4.2.1, entsprechen.

Die Messspannung darf nicht höher sein als die Bemessungsspannung. Bei Keramikkondensatoren muss die Messspannung  $(1,0 \pm 0,2)$  V betragen.

Da bei Keramikkondensatoren der wie oben gemessene Nennwert der Kapazität ein Kleinsignalwert ist, muss der Hersteller Folgendes angeben:

- a) den größten bei 50/60 Hz und Bemessungsspannung zu erwartenden Strom durch den Kondensator unter Berücksichtigung der Grenzabweichung vom Nennkapazitätswert und der Temperaturabhängigkeit der Kapazität;
- b) den kleinsten zu erwartenden Kapazitätswert unter Berücksichtigung der Grenzabweichung vom Nennkapazitätswert und der Temperaturabhängigkeit der Kapazität.

#### 4.2.2.2 Anforderungen

Der Kapazitätswert muss innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen liegen.

#### 4.2.3 Verlustfaktor

Diese Prüfung wird üblicherweise nur für metallisierte und Keramikkondensatoren verlangt.

Siehe IEC 60384-1, 4.8, mit folgenden Einzelheiten:

Die Messfrequenz muss 10 kHz für  $C_N \leq 1$   $\mu$ F und 1 kHz für  $C_N > 1$   $\mu$ F betragen. Bei Keramikkondensatoren muss die Messfrequenz 1 kHz betragen, außer bei Kondensatoren mit  $C_N \leq 100$  pF (Klasse 2) und  $C_N \leq 1\,000$  pF (Klasse 1); hier muss sie 1 MHz betragen.

#### 4.2.4 Widerstand (Seriensatzwiderstand ESR) (nur für RC-Kombinationen)

Der Seriensatzwiderstand (ESR) ist der bei den folgenden Frequenzen in einer Serienschaltung gemessene Widerstand:

$$100 \text{ kHz für } R_N \times C_N < 50 \text{ } \mu\text{s}$$

$$1 \text{ kHz für } R_N \times C_N \geq 50 \text{ } \mu\text{s}$$

Dabei ist

$R_N$  der Nennwiderstand in Ohm;

$C_N$  die Nennkapazität in Farad.

#### 4.2.5 Isolationswiderstand

Siehe IEC 60384-1, 4.5, mit folgenden Einzelheiten.

Bei den losweisen Qualitäts-Konformitätsprüfungen kann die Messung zu dem Zeitpunkt abgebrochen werden, bei dem der Wert des Isolationswiderstandes die Grenzwerte aus Tabelle 11 oder Tabelle 12 überschreitet, auch wenn die Prüfdauer kürzer als 60 s ist.

**E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05**

**4.2.5.1 Temperatur-Korrektur**

Wenn in der Bauartspezifikation verlangt, ist die Messtemperatur zu protokollieren. Wenn diese Temperatur von 20 °C abweicht, muss eine Korrektur des gemessenen Wertes vorgenommen werden, indem er mit dem zutreffenden, in der Rahmenspezifikation für das verwendete Dielektrikum vorgesehenen oder in der Bauartspezifikation angegebenen Korrekturfaktor multipliziert wird.

**4.2.5.2 Anforderungen**

Der Isolationswiderstand darf die in der jeweils zutreffenden Tabelle 11 oder Tabelle 12 angegebenen Werte überschreiten <sup>N4)</sup>.

**Tabelle 11 – Isolationswiderstand, nur Sicherheitsprüfungen**

Prüfung A		Prüfung B oder Prüfung C
Für $C_N > 0,33 \mu\text{F}$	Für $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$	$R$ in $M\Omega$
$RC_N$ in s	$R$ in $M\Omega$	
2 000 <sup>b)</sup>	6 000	6 000
ANMERKUNG Siehe Tabelle 12.		

**Tabelle 12 – Isolationswiderstand, Sicherheits- und Anforderungsprüfungen**

Dielektrikum	Prüfung A		Prüfung B oder Prüfung C
	Für $C_N > 0,33 \mu\text{F}$	Für $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$	$R$ in $M\Omega$
	$RC_N$ in s	$R$ in $M\Omega$	
Papier <sup>a), b)</sup>	2 000	6 000	6 000
Kunststoff	5 000	15 000	30 000
Keramik	–	6 000	3 000

a) Einschließlich Mischdielektrikum aus Kunststoff und Papier.

b) Bei Kondensatoren mit einem Dielektrikum aus Ester-impregniertem Papier sind die Werte der letzten drei Spalten der Tabelle durch 500, 1 500 und 2 000 zu ersetzen.

ANMERKUNG 1  $C_N$  ist der Bemessungswert der Kapazität und  $R$  ist der gemessene Isolationswiderstand.

ANMERKUNG 2 Schärfere und auf das Dielektrikum zugeschnittene Grenzwerte dürfen in der Bauartspezifikation nur für Anforderungsprüfungen vorgeschrieben werden, wo es unter Bezugnahme auf die entsprechende IEC-Spezifikation möglich ist.

ANMERKUNG 3 Auf Kondensatoren, bei denen ein Anschlusselement mit dem Gehäuse verbunden ist, sollte der Grenzwert des Isolationswiderstandes nach Prüfung A angewendet werden.

ANMERKUNG 4 Bei Kondensatoren mit einem Entladewiderstand sollte die Messung mit abgetrenntem Widerstand durchgeführt werden. Wenn der Widerstand nicht abgetrennt werden kann, ohne dass der Kondensator zerstört wird, entfällt die Prüfung in Gruppe A; für die Bauartanerkennung und die periodischen Prüfungen sollte die Prüfung an einer Hälfte der Stichprobe durchgeführt werden, die aus eigens hierzu angefertigten Kondensatoren ohne Entladewiderstand bestehen.

**4.3 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse**

Siehe IEC 60384-1, 4.13, mit folgenden Einzelheiten:

Das Prüfverfahren und der Schärfegrad sind in der Bauartspezifikation festzulegen.

Bei Kondensatoren mit Einrastanschlüssen muss die Prüfung in der Bauartspezifikation vorgeschrieben werden; Prüfverfahren und Schärfegrad müssen den zutreffenden Teilen der IEC 60760 entsprechen.

<sup>N4)</sup> Nationale Fußnote: Hier sollte es wohl „... angegebenen Werte nicht überschreiten.“ heißen.

#### 4.4 Lötwärmebeständigkeit

Diese Prüfung ist nicht anzuwenden bei Kondensatoren mit isolierten Anschlussdrähten, deren Länge mehr als 10 mm beträgt, oder Kondensatoren mit Anschlüssen, die nicht für Lötverbindungen vorgesehen sind (z. B. Schraubanschlüsse oder Einrastkontakte).

Werden die Kondensatoren einer Vorbehandlung unterzogen, sind nach der Vorbehandlung Anfangsmessungen durchzuführen.

Wird für einen Keramikkondensator der Klasse 2 eine genaue Messung der Kapazitätsdrift verlangt, sollte eine Vorbehandlung wie vom Hersteller beschrieben durchgeführt werden (siehe Anhang G).

Siehe IEC 60384-1, 4.14, mit folgenden Einzelheiten.

##### 4.4.1 Prüfbedingungen

Vortrocknung darf nicht durchgeführt werden.

##### 4.4.2 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

Die Endmessungen nach dieser Prüfung bestehen aus den Zwischenmessungen nach den Prüfungen der Untergruppe 1A und vor den restlichen Prüfungen der Gruppe 1. Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen und zu messen; sie müssen die Anforderungen nach Tabelle 13 erfüllen.

**Tabelle 13 – Lötwärmebeständigkeit – Anforderungen**

Prüfung oder Messung	Prüf- oder Messverfahren	Anforderungen
Sichtprüfung	4.1	Keine sichtbaren Schäden
Kapazität	4.2.2	Die in der Endmessung und in der Messung der Gruppe 0 aus Tabelle 3 oder Tabelle 4 ermittelte Kapazitätsänderung darf 5 % nicht überschreiten <sup>a)</sup> .
Widerstand (falls zutreffend)	4.2.4	$ \Delta R / R  \leq 5 \%$
a) Bei Keramikkondensatoren darf die Kapazitätsänderung nicht mehr als 10 % betragen.		

#### 4.5 Lötbarkeit

Diese Prüfung ist nicht anzuwenden bei Kondensatoren mit Anschlüssen, die nicht für Lötverbindungen vorgesehen sind (z. B. Schraubanschlüsse und Einrastkontakte).

Siehe IEC 60384-1, 4.15, mit folgenden Einzelheiten.

##### 4.5.1 Prüfbedingungen

Alterung wird nicht verlangt.

Bei Anwendung von Verfahren 2 ist ein LötKolben der Größe A zu verwenden.

4.5.2 Die Anforderungen sind in Tabelle 7 angegeben.

#### 4.6 Rascher Temperaturwechsel

Wird für Keramikkondensatoren der Klasse 2 eine genaue Messung der Kapazitätsdrift verlangt, sollte eine Vorbehandlung wie vom Hersteller beschrieben durchgeführt werden (siehe Anhang G).

## — Entwurf —

### E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05

Werden die Kondensatoren einer Vorbehandlung unterzogen, sind nach der Vorbehandlung Anfangsmessungen durchzuführen.

Siehe IEC 60384-1, 4.16, mit folgenden Einzelheiten:

Anzahl der Zyklen: 5;

Verweildauer bei den Prüftemperaturen: 30 min.

#### 4.6.1 Endkontrolle

Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen; es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

#### 4.7 Schwingen

Siehe IEC 60384-1, 4.17, mit folgenden Einzelheiten.

##### 4.7.1 Prüfbedingungen

Der Schärfegrad aus der Prüfung  $F_c$  ist anzuwenden: Amplitude der Auslenkung 0,75 mm oder Beschleunigung  $100 \text{ m/s}^2$  – die Beanspruchung mit der geringeren Amplitude ist zu wählen – in einem der folgenden Frequenzbereiche: 10 Hz bis 55 Hz, 10 Hz bis 500 Hz, 10 Hz bis 2 000 Hz. Die Gesamtdauer muss 6 h betragen.

Die Bauartspezifikation muss den Frequenzbereich und die Befestigungsart festlegen. Bei Kondensatoren mit axialen Anschlussdrähten, für die nur die Befestigung an den Anschlüssen vorgesehen ist, muss der Abstand zwischen Kondensatorkörper und Befestigungspunkt ( $6 \pm 1$ ) mm betragen.

##### 4.7.2 Endkontrolle

Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen; es dürfen keine Schäden sichtbar sein.

#### 4.8 Dauerschocken

Die Bauartspezifikation muss festlegen, ob Dauerschocken oder Schocken anzuwenden ist.

Siehe IEC 60384-1, 4.18, mit folgenden Einzelheiten.

##### 4.8.1 Prüfbedingungen

Die folgenden Schärfegrade gelten als bevorzugt:

Gesamtanzahl der Schocks: 1 000 oder 4 000

Beschleunigung:  $400 \text{ m/s}^2$

Pulsdauer: 6 ms

Befestigungsart und Schärfegrad sind in der Bauartspezifikation festzulegen.

##### 4.8.2 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

Die Endmessungen nach dieser Prüfung bestehen aus den Zwischenmessungen nach den Prüfungen der Untergruppe 1B und vor den restlichen Prüfungen der Gruppe 1.

Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen und zu messen; sie müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.
- Die Kapazitätsänderung, bezogen auf den in Gruppe 0 der Tabelle 4 gemessenen Wert, darf 5 %, die für Keramikkondensatoren 10 % nicht überschreiten.
- Der Verlustfaktor  $\tan \delta$  darf den in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwert nicht überschreiten.
- Die Widerstandsänderung (falls zutreffend) muss den in Tabelle 14 angegebenen Grenzwert einhalten.

Werden die Kondensatoren einer Vorbehandlung unterzogen, sind nach der Vorbehandlung Anfangsmessungen als Bezugsmessungen durchzuführen.

#### 4.9 Schocken

Die Bauartspezifikation muss festlegen, ob Dauerschocken oder Schocken anzuwenden ist.

Siehe IEC 60384-1, 4.19, mit folgenden Einzelheiten:

##### 4.9.1 Prüfbedingungen

Folgende Schärfegrade gelten als bevorzugt:

Impulsform: halbsinusförmiger Impuls

Spitzenbeschleunigung m/s <sup>2</sup>	Zugehörige Impulsdauer ms
500	11
1 000	6

Befestigungsart, Schärfegrad und Anzahl der Schocks in jeder Richtung sind in der Bauartspezifikation festzulegen.

##### 4.9.2 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

Die Endmessungen nach dieser Prüfung bestehen aus den Zwischenmessungen nach den Prüfungen der Untergruppe 1B und vor den restlichen Prüfungen der Gruppe 1.

Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen und zu messen; sie müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Es dürfen keine Schäden sichtbar sein.
- Die Kapazitätsänderung, bezogen auf den in Gruppe 0 der Tabelle 4 gemessenen Wert, darf 5 %, die für Keramikkondensatoren 10 % nicht überschreiten.
- Der Verlustfaktor  $\tan \delta$  darf den in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwert nicht überschreiten.
- Die Widerstandsänderung (falls zutreffend) muss den in Tabelle 14 angegebenen Grenzwert einhalten.

Werden die Kondensatoren einer Vorbehandlung unterzogen, sind nach der Vorbehandlung Anfangsmessungen als Bezugsmessungen durchzuführen.

#### 4.10 Gehäusedichtheit

Diese Prüfung ist nur durchzuführen, wenn in der Bauartspezifikation verlangt.

Siehe IEC 60384-1, 4.20, mit folgenden Einzelheiten:

**E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05**

**4.10.1 Prüfbedingungen**

Die Kondensatoren sind der Prüfung Qc oder der Prüfung Qd, wie zutreffend, nach IEC 60068-2-17 zu unterziehen. Wenn die Prüfung Qc durchgeführt wird, ist Verfahren 1 anzuwenden, sofern nichts anderes in der Bauartspezifikation vorgeschrieben ist.

**4.10.2 Anforderungen**

Während oder nach der Prüfung, wie zutreffend, dürfen keine Spuren von Undichtheit sichtbar sein.

**4.11 Reihenfolge klimatischer Prüfungen**

Wird für Keramikkondensatoren der Klasse 2 eine genaue Messung der Kapazitätsdrift verlangt, sollte eine Vorbehandlung wie vom Hersteller beschrieben durchgeführt werden (siehe Anhang G).

Siehe IEC 60384-1, 4.2.1, mit folgenden Einzelheiten.

**4.11.1 Anfangsmessungen**

Als Anfangsmessungen für die Reihenfolge klimatischer Prüfungen gelten die Messungen in 4.4.2, 4.8.2 oder 4.9.2, wie zutreffend.

**4.11.2 Trockene Wärme**

Siehe IEC 60384-1, 4.21.2, mit folgenden Einzelheiten:

Messungen bei der oberen Kategorietemperatur werden nicht verlangt.

**4.11.3 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, erster Zyklus**

Siehe IEC 60384-1, 4.21.3.

**4.11.4 Kälte**

Siehe IEC 60384-1, 4.21.4, mit folgenden Einzelheiten:

Messungen bei der unteren Kategorietemperatur werden nicht verlangt.

**4.11.5 Feuchte Wärme, zyklisch, Prüfung Db, restliche Zyklen**

Siehe IEC 60384-1, 4.21.6.

**4.11.6 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen**

Siehe IEC 60384-1, 4.21.7, mit folgenden Einzelheiten:

Es erfolgt eine Nachbehandlung von  $(24 \pm 2)$  h bei Normalklima für Prüfungen.

Nach der Nachbehandlung sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen und zu messen; sie müssen die Anforderungen der Tabelle 14 erfüllen.

**Tabelle 14 – Reihenfolge klimatischer Prüfungen – Anforderungen**

Prüfung oder Messung	Prüf- oder Messverfahren	Anforderungen
Sichtprüfung	4.1	Keine sichtbaren Schäden, Kennzeichnung lesbar
Kapazität	4.2.2	Die Änderung des in der Endmessung ermittelten Kapazitätswerts bezogen auf den in 4.4.2, 4.8.2 oder 4.9.2, wie zutreffend, gemessenen Wert darf 5 % <sup>a)</sup> nicht überschreiten.
Verlustfaktor (nur metallisierte Kondensatoren)	4.2.3	Der Anstieg des Verlustfaktors gegenüber den Messwerten in Gruppe 0 darf folgende Grenzen nicht überschreiten: 0,008 für $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 für $C_N > 1 \mu\text{F}$
Widerstand (falls zutreffend)	4.2.4	$\left  \frac{\Delta R}{R} \right  \leq 5 \%$
Spannungsprüfung	4.2.1	Prüfspannung wie in Tabelle 10. Kein Durchschlag oder Übersschlag.
Isolationswiderstand	4.2.5	> 50 % der zutreffenden Grenzwerte in Tabelle 11 oder Tabelle 12
a) Bei Keramikkondensatoren darf die Kapazitätsänderung nicht mehr als 10 % betragen.		

#### 4.12 Feuchte Wärme, konstant

Wird für Keramikkondensatoren der Klasse 2 eine genaue Messung der Kapazitätsdrift verlangt, sollte eine Vorbehandlung wie vom Hersteller beschrieben durchgeführt werden (siehe Anhang G).

Siehe IEC 60384-1, 4.22, mit folgenden Einzelheiten.

##### 4.12.1 Anfangsmessungen

Als Anfangsmessungen gelten die Messungen in Gruppe 0 der Tabelle 3 oder Tabelle 4.

Werden die Kondensatoren einer Vorbehandlung unterzogen, sind nach der Vorbehandlung Anfangsmessungen durchzuführen.

##### 4.12.2 Prüfbedingungen

Bei der Prüfung von Keramikkondensatoren ist eine Hälfte der Stichprobe mit angelegter Bemessungsspannung, die andere Hälfte der Stichprobe ohne angelegte Spannung zu betreiben.

Bei der Prüfung aller anderen Kondensatoren ist keine Spannung anzulegen.

##### 4.12.3 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

Es erfolgt eine Nachbehandlung von 1 h bis 2 h bei Normalklima für Prüfungen.

Nach der Nachbehandlung sind die Kondensatoren einer Sichtprüfung zu unterziehen und zu messen; sie müssen die Anforderungen der Tabelle 15 erfüllen.

**Tabelle 15 – Feuchte Wärme, konstant – Anforderungen**

Prüfung oder Messung	Prüf- oder Messverfahren	Anforderungen
Sichtprüfung	4.1	Keine sichtbaren Schäden, Kennzeichnung lesbar
Kapazität	4.2.2	Die Änderung des in der Endmessung ermittelten Kapazitätswerts bezogen auf den in Gruppe 0 aus Tabelle 3 oder Tabelle 4, wie zutreffend, gemessenen Wert darf 5 % <sup>a)</sup> nicht überschreiten.
Verlustfaktor (nur metallisierte Kondensatoren)	4.2.3	Der Anstieg des Verlustfaktors gegenüber den Messwerten in Gruppe 0 darf folgende Grenzen nicht überschreiten: 0,008 für $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 für $C_N > 1 \mu\text{F}$
Widerstand (falls zutreffend)	4.2.4	$\left  \frac{\Delta R}{R} \right  \leq 5 \%$
Spannungsprüfung	4.2.1	Prüfspannung wie in Tabelle 10. Kein Durchschlag oder Überschlag.
Isolationswiderstand	4.2.5	> 50 % der zutreffenden Grenzwerte in Tabelle 11 oder Tabelle 12
a) Bei Keramikcondensatoren darf die Kapazitätsänderung nicht mehr als 15 % betragen.		

### 4.13 Stoßspannungsprüfung

Diese Prüfung ist im Zusammenhang mit der Dauerspannungsprüfung durchzuführen, wie in 4.14 beschrieben.

#### 4.13.1 Anfangsmessungen

Als Anfangsmessungen gelten die in Gruppe 0 der Tabelle 3 oder Tabelle 4 durchgeführten Messungen.

Werden die Kondensatoren einer Vorbehandlung unterzogen, sind nach der Vorbehandlung Anfangsmessungen durchzuführen.

#### 4.13.2 Prüfbedingungen

Jeder Kondensator ist getrennt von den übrigen mit bis zu 24 Stößen derselben Polarität zu beanspruchen. Die Zeit zwischen den einzelnen Stößen darf nicht kleiner sein als 10 s. Als Spitzenwert des Spannungstoßes gelten die in Tabelle 1 und Tabelle 2 vorgegebenen Werte.

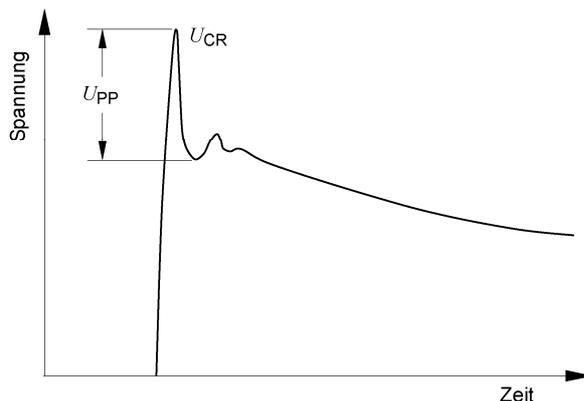
Die Anstiegszeit  $t_r$  ist wie folgt definiert:  $t_r = (t_{90} - t_{30}) \times 1,67$ , nach IEC 60060-1, 18.1.4.

Zur Definition der Abfallzeit  $t_d$  siehe IEC 60060-1, 18.1.6.

Die Wellenform wird durch die Parameter der Prüfschaltung bestimmt. Einzelheiten der Prüfschaltung sind in Anhang A gegeben.

Vor dem Einsatz ist die ordnungsgemäße Betriebsweise der Schaltung zu überprüfen, indem als Werte für  $C_X$  0,01  $\mu\text{F}$  und 0,1  $\mu\text{F}$  und die in Tabelle A.1 festgelegten Werte für die übrigen Elemente eingesetzt werden. Die Anstiegszeit  $t_r$  und die Abfallzeit  $t_d$  müssen innerhalb 0 % + 50 % (Convenor: Die angefragte Änderung (im 1. CD) wurde nicht vorgenommen, d. h. die Angaben in der 3. Ausgabe wurden unverändert beibehalten. Siehe Anmerkungen zu Tabelle A.2.) der Vorgaben in Tabelle A.2 liegen. Die für diese Überprüfung verwendeten Kondensatoren  $C_X$  sollten keine Keramikcondensatoren mit hoher Dielektrizitätskonstante sein.

Falls die Kurvenform eine gedämpfte Schwingung aufweist, darf der Spitzen-Spitzenwert  $U_{PP}$  dieser Schwingung nicht mehr als 10 % der Spitzenspannung  $U_{CR}$  betragen (siehe Bild 7).



**Bild 7 – Spannungs-Zeit-Diagramm eines Spannungstoßes**

### 4.13.3 Anforderungen

Kein dauerhafter Durchschlag oder Überschlag erlaubt.

Wenn oszillographische Messungen gezeigt haben, dass im Kondensator bei drei aufeinander folgenden Stößen keine Selbstheilungsvorgänge oder Überschläge stattgefunden haben, sind keine weiteren Stoßbelastungen mehr vorzunehmen; die Prüfung gilt für den Kondensator als bestanden.

Wenn der Kondensator mit sämtlichen 24 Stößen beansprucht wurde und die Kurvenform von drei oder mehr Stößen weder einen Selbstheilungsvorgang noch einen Überschlag erkennen lässt, gilt die Prüfung für den Kondensator als bestanden; wenn jedoch weniger als drei Stöße die verlangte Kurvenform zeigen, zählt der Kondensator als fehlerhaftes Teil.

### 4.14 Dauerprüfung

Wird für Keramikkondensatoren der Klasse 2 eine genaue Messung der Kapazitätsdrift verlangt, sollte eine Vorbehandlung wie vom Hersteller beschrieben durchgeführt werden (siehe Anhang G).

Diese Prüfung muss innerhalb einer Woche nach Beendigung der Stoßspannungsprüfung begonnen werden. Siehe IEC 60384-1, 4.23, mit folgenden Einzelheiten.

#### 4.14.1 Prüfbedingungen

Die Kondensatoren sind so in einer Prüfkammer anzuordnen, dass kein Prüfling zum nächsten einen kleineren Abstand als 25 mm hat.

Wenn Breite oder Durchmesser der Kondensatoren kleiner als 25 mm sind, darf der Abstand zwischen den Kondensatoren auf deren Wert verringert werden, vorausgesetzt, dass dadurch keine zusätzliche Erwärmung der Kondensatoren verursacht wird. Im Zweifelsfall sind 25 mm Abstand einzuhalten.

Die Kondensatoren dürfen nicht durch direkte Strahlung aufgeheizt werden und die Luftzirkulation in der Prüfkammer muss so geartet sein, dass an jeder Stelle, an der sich ein Kondensator befindet, keine Temperaturabweichung gegenüber dem festgelegten Wert von mehr als  $\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$  auftritt.

Für Kondensatoren ohne selbstheilendes Verhalten muss eine Sicherung, bemessen für 1 A oder größer, falls der Wert der zu prüfenden Kapazität dies erfordert, in den Versorgungskreis geschaltet werden, welche während der Prüfung nicht ansprechen darf.

**ANMERKUNG** Für Kondensatoren, die sich selbstheilend verhalten, kann zur Anzeige von Ausfällen in die Spannungszuführung des Kondensators eine Sicherung oder eine andere Vorrichtung geeigneter Empfindlichkeit geschaltet werden.

#### 4.14.1.1 Stichprobennahme

Die Stichprobe für die Dauerprüfung ist, soweit notwendig, in zwei oder drei Teilproben gemäß den Zahlangaben in Tabelle 3, Tabelle 4 oder Tabelle 5 aufzuteilen, sodass X-, Y- oder Durchführungskondensatoren getrennt geprüft werden können.

Wenn beispielsweise Delta-Anordnungen (siehe 1.5.9) geprüft werden, sind 12 Prüflinge nach 4.14.3 und weitere 12 Prüflinge nach 4.14.4 zu prüfen. Zur Prüfung von Durchführungskondensatoren der Klasse Y (siehe 1.5.8) sind 12 Stück nach 4.14.4 und 6 Stück nach 4.14.5 erforderlich.

#### 4.14.2 Anfangsmessungen

Als Anfangsmessungen gelten die Messungen aus 4.13.1.

#### 4.14.3 Dauerprüfung an X-Kondensatoren und RC-Kombinationen, die X-Kondensatoren enthalten

Bei Mehrfachkondensatoren sind alle Teilkondensatoren der Klasse X parallel geschaltet zu prüfen, wenn erforderlich durch Kurzschließen der Y-Teilkapazitäten. Bei T-geschalteten Kondensatoren (siehe 1.5.9) ist die Prüfspannung an die Anschlüsse anzulegen, die üblicherweise mit Phase oder Null verbunden sind.

Die Kondensatoren sind einer Dauerprüfung über 1 000 h bei der oberen Kategorietemperatur mit einer Spannung von  $1,25 U_R$  zu unterziehen; einmal je Stunde ist die Spannung für 0,1 s auf  $U_S$  (Effektivwert) zu erhöhen, wobei  $U_S = 1,5 \times U_R$  oder 1 000 V (Effektivwert) – die größere Spannung gilt. Jede dieser Spannungen wird jedem einzelnen Kondensator über einen Widerstand von  $47 \Omega \pm 5 \%$  zugeführt. Eine geeignete Prüfschaltung ist in Anhang B dargestellt.

ANMERKUNG Dieser Widerstandswert wurde gewählt, um den Scheinwiderstand des Netzes bei hohen Frequenzen nachzubilden.

Die Prüfschaltung sollte so ausgelegt sein, dass Spannungs- und Stromspitzen während der Schaltvorgänge ausgeschlossen werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Kondensator vor dem Zuschalten der neuen Spannung entladen wird, vorausgesetzt, dass dabei die Zeit für den Wechsel auf  $U_S$  (Effektivwert) und wieder zurück nicht mehr als 30 s beträgt.

#### 4.14.4 Dauerprüfung an Y-Kondensatoren und RC-Kombinationen, die Y-Kondensatoren enthalten

Bei Mehrfachkondensatoren sind alle Teilkondensatoren der Klasse Y parallel geschaltet zu prüfen, wenn erforderlich durch Kurzschließen der X-Teilkapazitäten. Bei T-geschalteten Kondensatoren (siehe 1.5.9) ist der Phasen- und Nulleiter zu einem gemeinsamen Anschluss zu verbinden und an diesen Anschluss die Prüfspannung gegen Erde anzulegen.

Die Kondensatoren sind einer Dauerprüfung über 1 000 h bei der oberen Kategorietemperatur mit einer Spannung von  $1,7 U_R$  zu unterziehen; einmal je Stunde ist die Spannung für 0,1 s auf  $U_S$  (Effektivwert) zu erhöhen, wobei  $U_S = 1,5 \times U_R$  oder 1 000 V (Effektivwert) – die größere Spannung gilt. Jede dieser Spannungen wird jedem einzelnen Kondensator über einen Widerstand von  $47 \Omega \pm 5 \%$  zugeführt. Eine geeignete Prüfschaltung ist in Anhang B dargestellt.

Die Prüfschaltung sollte so ausgelegt sein, dass Spannungs- und Stromspitzen während der Schaltvorgänge ausgeschlossen werden. Dies kann dadurch erreicht werden, dass der Kondensator vor dem Zuschalten der neuen Spannung entladen wird, vorausgesetzt, dass dabei die Zeit für den Wechsel auf  $U_S$  (Effektivwert) und wieder zurück nicht mehr als 30 s beträgt.

(Convenor: Es gibt zwei Vorschläge: Entweder die Prüfstoßspannung entfällt wie vorgeschlagen oder sie wird derart erhöht, dass sie über der angelegten Dauerprüfspannung bleibt. Was den zweiten Vorschlag betrifft, so wurde der belgische Vorschlag nach Diskussionen derart geändert, dass die Prüfstoßspannung  $U_S = 1,5 U_R$  (Effektivwert), mindestens aber 1 000 V (Effektivwert) beträgt.

Die Stoßspannung wurde ursprünglich in die Dauerprüfung aufgenommen, um mögliche Störgrößen im üblichen 230-V-Spannungsnetz nachzubilden und so die Verwendung von sich möglicherweise als gefährlich erweisenden Kondensatorausführungen zu verhindern, vor allem Ausführungen, die Brand verursachen können. Als die Prüfung entworfen wurde, gab es für X2-Kondensatoren keine Stoßspannungsprüfung vor der Dauerprüfung. Die 2,5-V-Prüfung wurde später aufgenommen, ohne dass die Dauerprüfung geändert wurde. Damals gab es auch keine Prüfung für die aktive Entflammbarkeit, die ebenfalls später aufgenommen wurde. Die entscheidende Frage hier ist, ob die voraussichtlichen Störgrößen bei einer größeren Netzspannung höher ausfallen und inwieweit die anderen Prüfungen (Stoßspannung/aktive Entflammbarkeit) den Zweck dieser Prüfung abdecken.

Nach Beratung mit den Prüfinstituten wird hier dem belgischen Vorschlag entsprochen.)

#### **Dauerprüfung für Durchführungskondensatoren**

Zusätzlich zu den Dauerprüfungen an Kondensatoren nach 4.14.3 und 4.14.4 ist bei Durchführungskondensatoren die Strombelastbarkeit der Durchführungsleiter zu prüfen. Alle Durchführungsleiter müssen dazu in Reihe geschaltet und die Kondensatoren 1 000 h einer Dauerprüfung mit einem Strom in den Durchführungsleitern von  $1,1 I_R$  unterzogen werden. Bei dieser Prüfung wird an die Kondensatoren keine Spannung gelegt.

Die Kondensatoren sind in der vom Hersteller festgelegten Weise zu montieren und die Temperatur im Wärmeschrank muss auf Bemessungstemperatur stabilisiert sein, solange noch kein Strom durch die Kondensatoren fließt. Anschließend wird der Strom eingeschaltet und gleichzeitig die Zeitmessung begonnen.

Nachdem sich wieder Temperaturgleichgewicht eingestellt hat, ist die Gehäusetemperatur an einem der Kondensatoren zu messen. Sie darf die obere Kategorietemperatur nicht überschreiten.

#### **4.14.5 Prüfbedingungen – Kombinierte Strom-/Spannungsprüfungen**

Bei einigen Kondensatorarten, beispielsweise Durchführungskondensatoren, ist es ohne Schwierigkeiten möglich, den Kondensator gleichzeitig mit Spannung und Strom zu belasten. Falls es die Bauartspezifikation vorschreibt, kann eine kombinierte Dauerprüfung über 1 000 h anstelle der Prüfungen nach 4.14.3 (oder 4.14.4) und 4.14.5 mit einer Prüflingsstückzahl gemäß 4.14.3 (oder 4.14.4) und mit dem festgelegten 1,1-fachen Bemessungsstrom durch die Durchführungsleiter ausgeführt werden.

Die Gehäusetemperatur eines der Kondensatoren ist nach 4.14.5 zu messen. Sie darf die obere Kategorietemperatur nicht überschreiten.

#### **4.14.6 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen**

Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen und in der von Tabelle 16 vorgegebenen Reihenfolge zu messen.

**Tabelle 16 – Dauerprüfung – Anforderungen**

Prüfung oder Messung	Prüf- oder Messverfahren	Anforderungen
Sichtprüfung	4.1	Keine sichtbaren Schäden
Kapazität	4.2.2	Die Änderung des in der Endmessung ermittelten Kapazitätswertes bezogen auf den in Gruppe 0 aus Tabelle 3 oder Tabelle 4, wie zutreffend, gemessenen Wert darf 10 % <sup>a)</sup> nicht überschreiten.
Verlustfaktor (nur metallisierte Kondensatoren)	4.2.3	Der Anstieg des Verlustfaktors gegenüber den Messwerten in Gruppe 0 darf folgende Grenzen nicht überschreiten: 0,008 für $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 für $C_N > 1 \mu\text{F}$
Widerstand (falls zutreffend)	4.2.4	$ \Delta R / R  \leq 10 \%$
Spannungsprüfung	4.2.1	Prüfspannung wie in Tabelle 10. Kein Durchschlag oder Überschlag.
Isolationswiderstand	4.2.5	> 50 % der zutreffenden Grenzwerte in Tabelle 11 oder Tabelle 12
a) Bei Keramikkondensatoren darf die Kapazitätsänderung nicht mehr als 20 % betragen.		

#### 4.15 Lade- und Entladeprüfung

Diese Prüfung ist nur durchzuführen bei metallisierten Kondensatoren, Keramikkondensatoren und RC-Kombinationen aus diesen Kondensatoren.

Siehe IEC 60384-1, 4.27, mit folgenden Einzelheiten.

##### 4.15.1 Anfangsmessungen

Als Anfangsmessungen gelten die Messungen aus Gruppe 0 der Tabelle 3 oder Tabelle 4. Mit Ausnahme bei RC-Kombinationen ist zusätzlich der Verlustfaktor nach IEC 60384-1, 4.8, mit folgenden Einzelheiten zu messen:

$C_N$ :	$\leq 1 \mu\text{F}$	$C_N$ :	$> 1 \mu\text{F}$
Frequenz:	10 kHz	Frequenz:	1 kHz
Spannung:	max. 1 V (Effektivwert)	Scheitelspannung:	$\leq 3 \%$ von $U_R$

Werden die Kondensatoren einer Vorbehandlung unterzogen, sind nach der Vorbehandlung Anfangsmessungen durchzuführen.

##### 4.15.2 Prüfbedingungen

Die Kondensatoren sind 10 000-mal zu laden und zu entladen; die Zyklen folgen in einem zeitlichen Abstand von etwa 1 s aufeinander.

Jeder Zyklus besteht aus Laden und Entladen des Kondensators. Bei Wechselspannungskondensatoren muss die Prüfspannung  $\sqrt{2} \times U_R$ , bei Gleichspannungskondensatoren  $U_R$  betragen.

Jeder Kondensator muss über einen eigenen Widerstand auf die Prüfspannung geladen werden. Dessen Wert beträgt

$$R = \frac{220 \times 10^{-6}}{C_N} \Omega$$

oder denjenigen Wert, der erforderlich ist, den Ladestrom auf 1 A (oder auf einen in der Bauartspezifikation festzulegenden höheren Wert) zu begrenzen, wobei der jeweils höhere Widerstandswert zu wählen ist.

Jeder Kondensator ist über einen eigenen Widerstand zu entladen, dessen Widerstandswert so bemessen ist, dass die größte Steilheit ( $dU/dt$ ) der Spannungsänderung ungefähr 100 V/ $\mu$ s beträgt.

Wenn für RC-Kombinationen eine Entladungssteilheit von 100 V/ $\mu$ s nicht erreicht werden kann, sind sie im Kurzschluss zu entladen.

Die Schaltung ist in Anhang C dargestellt.

#### 4.15.3 Endmessungen und Anforderungen

Die Kondensatoren sind zu messen; sie müssen die Anforderungen nach Tabelle 17 erfüllen.

**Tabelle 17 – Lade- und Entladeprüfung – Anforderungen**

Prüfung oder Messung	Prüf- oder Messverfahren	Anforderungen
Kapazität	4.2.2	Die in der Endmessung und in der Messung der Gruppe 0 aus Tabelle 3 oder Tabelle 4, wie zutreffend, ermittelte Kapazitätsänderung darf 10 % <sup>a)</sup> nicht überschreiten.
Verlustfaktor für $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$ (falls zutreffend)	4.15.1	Der Anstieg des Verlustfaktors gegenüber den Messwerten in 4.15.1 darf $80 \times 10^{-4}$ nicht überschreiten.
Verlustfaktor für $C_N > 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$ (falls zutreffend)	4.15.1	Der Anstieg des Verlustfaktors gegenüber den Messwerten in 4.15.1 darf $50 \times 10^{-4}$ nicht überschreiten.
Widerstand (falls zutreffend)	4.2.4	$ \Delta R / R  \leq 10 \%$
Isolationswiderstand	4.2.5	> 50 % der zutreffenden Grenzwerte in Tabelle 11 oder Tabelle 12
a) Bei Keramik Kondensatoren darf die Kapazitätsänderung nicht mehr als 20 % betragen.		

#### 4.16 Hochfrequenzeigenschaften

Die Bauartspezifikation kann Prüfverfahren und Anforderungen für eine oder mehrere der nachfolgenden Hochfrequenzeigenschaften festlegen:

- die Hauptresonanzfrequenz des Kondensators;
- Einfügungsdämpfung (Verfahren sind möglichst CISPR 17 zu entnehmen);
- ESR bei Resonanz;
- Scheinwiderstand des Kondensators;
- Eigeninduktivität des Kondensators.

#### 4.17 Passive Entflammbarkeit

##### 4.17.1 Prüfung nach IEC 60384-1

Siehe IEC 60384-1, 4.38, mit folgenden Einzelheiten:

Prüfungen nach Gruppe 0 und Vorbehandlung werden nicht verlangt.

Die Prüfung ist an 6 bis 18 Prüflingen durchzuführen, abhängig von der Anzahl der zu prüfenden Gehäusegrößen. Das kleinste, ein mittleres (sofern der beantragte Bereich mehr als vier Gehäusegrößen

## — Entwurf —

### E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05

enthält) und das größte Gehäuse im beantragten Bereich sind zu prüfen. Von jeder Gehäusegröße sind je drei Prüflinge mit dem höchsten und niedrigsten Kapazitätswert des zur Anerkennung anstehenden Bereichs zu prüfen.

Entsprechend dem Volumen des Prüflings und der in der Bauartspezifikation festgelegten Entflammbarkeitskategorie ist der Prüfling für die in der Fachgrundspezifikation festgelegte Dauer zu beflammen.

Die bevorzugte Kategorie der passiven Entflammbarkeit ist Kategorie B. Wenn Kategorie C verwendet wird, muss dies zwischen Bauelementelieferant und dem Kunden vereinbart werden.

Ausnahme: Für Bauelemente kleiner als  $1750 \text{ mm}^3$  ist Entflammbarkeitskategorie C zulässig.

**ANMERKUNG** Entflammbarkeitskategorien besser als C können den Einsatz von Flammhemmern erfordern, welche Auswirkungen auf die Umwelt haben. Diese Kategorien sollten Gegenstand von Diskussionen zwischen Herstellern und Kunden sein, um zu einer Übereinkunft über Sicherheits- und umweltbedingte Anforderungen zu gelangen.

Bei oberflächenmontierbaren Kondensatoren, die nur aus Keramik und Metall bestehen, kann die Prüfung für die passive Entflammbarkeit entfallen.

#### 4.17.1.1 Anforderungen

Die in der Fachgrundspezifikation festgelegte Brenndauer darf von keinem Prüfling überschritten werden. Das Papier darf nicht entflammen. Elektrische Messungen werden nicht verlangt.

#### 4.17.2 Alternative Prüfung für die passive Entflammbarkeit

Wenn die Bauelemente nicht der Kategorie B für die passive Entflammbarkeit entsprechen oder sich nicht auf die Kategorie C verständigt wurde und das Volumen des Kondensators größer als  $1750 \text{ mm}^3$  ist bzw. das Polymer-Gehäuse nicht nach IEC 60695-11-10 auf V-0 klassifiziert ist, kann das folgende alternative Prüfverfahren verwendet werden.

Drei Bauelementeprüflinge sind in Abständen von 15 s dreimal einer Prüfflamme für 15 s auszusetzen. Das Bauelement darf nach der ersten und zweiten Beanspruchung nicht mehr als 15 s und nach der dritten Beanspruchung höchstens 60 s weiterflammen.

##### 4.17.2.1 Anforderungen an den Prüfaufbau

Für die Prüfung ist ein Tirril-Gasbrenner mit einem Durchmesser von 9,5 mm (3/8 Zoll), der bei Normaldruck einen Heizwert von etwa  $37,6 \text{ MJ/m}^3$  ( $1\,000 \text{ Btu/ft}^3$ ) erreicht, zu verwenden. Die Prüfflamme muss bei geschlossenen Luftkanälen eine Höhe von 19 mm (3/4 Zoll) haben.

##### 4.17.2.2 Anforderungen an den Prüfablauf

Jedes Bauelement ist unter Berücksichtigung seines physikalischen Aufbaus so zu montieren, dass die Entflammbarkeit am besten gewährleistet ist. An jedem Bauelement soll jede Stelle für die Prüfflammenspitze erreichbar sein. Elektrische Messungen sind nicht erforderlich.

### 4.18 Aktive Entflammbarkeit

**4.18.1** Diese Prüfung trifft nicht auf Y1-Kondensatoren zu.

**4.18.2** Das aus 24 Prüflingen bestehende Prüflos muss eine gleiche Anzahl von Prüflingen des größten, des kleinsten und eines mittleren Kapazitätswertes des zur Anerkennung vorgesehenen Bereichs enthalten. Besteht der zu prüfende Bereich aus nur zwei Kapazitätswerten, müssen 12 von jedem Wert geprüft werden. Ist nur ein Wert betroffen, müssen 24 Kondensatoren von diesem Wert geprüft werden.

Die Prüflinge müssen einzeln in mindestens eine, aber höchstens zwei vollständige Lagen von Gaze eingewickelt werden. Die Gaze muss aus unbehandelter Baumwolle mit einer Masse zwischen  $20 \text{ g/m}^2$  und

60 g/m<sup>2</sup> und einer Maschendichte zwischen 22 × 27 und 45 × 34 bestehen, die 24 h im Normklima für Prüfungen gelagert wurde.

Jeder zu prüfende Kondensator muss an seinen Drähten montiert werden. Die freie Länge der Anschlussdrähte muss vorzugsweise mindestens 25 mm betragen.

Unter Benutzung der Prüfschaltung in Bild 8 und folgender Einzelheiten:

$$U_{AC} = U_R \pm 5 \%$$

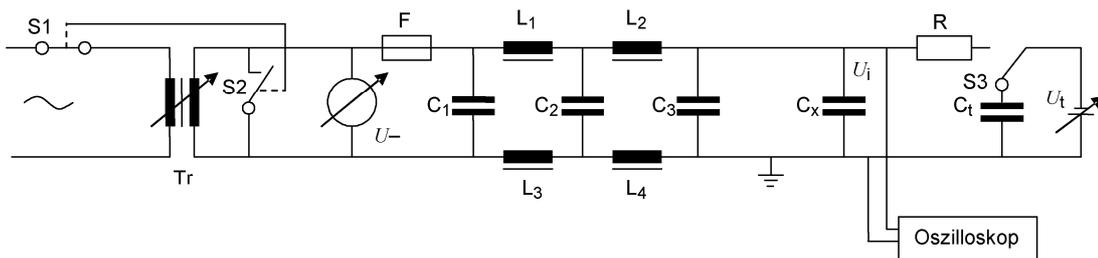
$$U_i = 5 \text{ kV } {}^+7_0 \%$$
 für Kondensatoren der Klasse Y2

$$= 4 \text{ kV } {}^+7_0 \%$$
 für Kondensatoren der Klasse X1

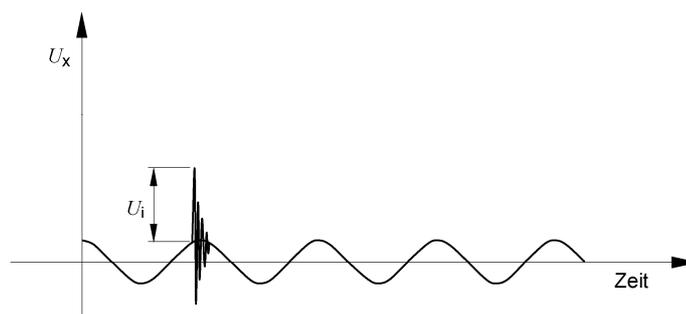
$$= 2,5 \text{ kV } {}^+7_0 \%$$
 für Kondensatoren der Klassen X2, Y4

ist jeder Prüfling 20 Entladungen zu unterziehen aus einem Stoßkondensator, der auf eine solche Spannung aufgeladen ist, dass bei Entladung an dem Prüfling eine Spannung von  $U_i$  anliegt. Die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Entladungen muss  $5^{+1}_0$  s betragen.

Während der gesamten Prüfung muss die Spannung  $U_{AC}$  an dem zu prüfenden Kondensator anliegen und nach der letzten Entladung für  $120^{+10}_0$  s angelegt bleiben, es sei denn, die Spannung wird in einer kürzeren Zeit durch Öffnen der Sicherung abgeschaltet.



**Bild 8 – Schaltung für die Impulsbelastung von Kondensatoren bei anliegender Wechselspannung**



**Bild 9 – Wechselspannungsgrundwelle mit zufällig, nicht synchronisiertem, überlagertem Hochspannungsimpuls**

- $T_r$  Trenntransformator mit einer Sekundärspannung von  $U_{AC}$  und einer ausreichenden Leistung, um an den Prüfkreis 16 A bei einer Spannung von  $\geq 0,9 \times U_{AC}$  abgeben zu können
- $C_1, C_2$  Filterkondensator  $1 \mu\text{F} \pm 10 \%$
- $L_1 \dots L_4$  Stabkerndrossel  $1,5 \text{ mH} \pm 20 \%$ , 16 A

**E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05**

$C_3$	Kondensator $0,033 \mu\text{F} \pm 5 \%$
$R$	$5 \Omega \pm 2 \%$ für $C_x \geq 1 \mu\text{F}$ $10 \Omega \pm 2 \%$ für $0,22 \mu\text{F} \leq C_x < 1 \mu\text{F}$ $40 \Omega \pm 2 \%$ für $0,068 \mu\text{F} \leq C_x < 0,22 \mu\text{F}$ $100 \Omega \pm 2 \%$ für $C_x < 0,068 \mu\text{F}$
$C_x$	Prüfling
$U_t$	Ladespannung des Stoßkondensators $C_t$
$C_t$	Stoßkondensator $C = 3 \times C_x \pm 5 \%$ mit einem Mindestwert von $3 \mu\text{F} \pm 5 \%$
$F$	träge Sicherung, 16 A

ANMERKUNG 1  $C_1$ ,  $C_2$  und  $L_1 \dots L_4$  bilden ein Filter zum Schutz des Netzes; andere Ausführungsformen für dieses Filter sind zulässig.

ANMERKUNG 2  $C_3$  und  $C_t$  sollten eine gegenüber der Ladespannung  $U_t$  ausreichende Spannungsfestigkeit aufweisen.

#### **4.18.3 Einstellung von $U_t$**

Die Netzwechselfspannung muss durch  $S_1$  abgeschaltet und die Sekundärwicklung des Trenntransformators durch  $S_2$  kurzgeschlossen werden. Ein Einstellkondensator mit dem Bemessungswert von  $C_x \pm 5 \%$  ist anstelle des Prüflings  $C_x$  anzuschließen. Nun ist  $U_t$  so einzustellen, dass am Einstellkondensator die geforderte Spitzenspannung  $U_t$  auftritt, nachzuweisen mittels Oszillografen. Mit dieser Einstellung von  $U_t$  ist dann die Prüfung an dem zu prüfenden Kondensator durchzuführen.

#### **4.18.4 Anforderungen**

Die Gaze um den Kondensator darf nicht entflammen. Elektrische Messungen sind nicht gefordert.

### **4.19 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements (falls zutreffend)**

Siehe IEC 60384-1, 4.31.

Die Bauartspezifikation muss festlegen, ob Prüfungen mit anderen als den in der Fachgrundspezifikation vorgeschriebenen Lösemitteln zusätzlich durchzuführen sind.

#### **4.19.1 Anforderungen**

Die Anforderungen sind in der Bauartspezifikation festzulegen.

### **4.20 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung**

Siehe IEC 60384-1, 4.32.

Die Bauartspezifikation muss festlegen, ob Prüfungen mit anderen als den in der Fachgrundspezifikation vorgeschriebenen Lösemitteln zusätzlich durchzuführen sind.

#### **4.20.1 Anforderungen**

Die Kennzeichnung muss lesbar sein.

## Anhang A (normativ)

### Schaltung für die Stoßspannungsprüfung

(Convenor: Im 1. CD wurde Tabelle A.2 aufgrund einer Anfrage eines Prüfgeräteherstellers geändert. Dabei unterlief dem Convenor ein Fehler, indem er die Anstiegszeit sowohl für 0,01 µF als auch für 0,1 µF in 1,2 µs änderte, obwohl die Anstiegszeit für 0,1-µF-Kondensatoren 1,5 µs hätte betragen sollen (worauf der VDE in seinem Kommentar hingewiesen hat). Im vorliegenden 2. CD sind die Werte aus der 3. Ausgabe wieder aufgenommen worden, da eine von japanischen Experten durchgeführte Simulations- und reale Prüfung ergab, dass die Anstiegszeit bei 0,01-µF-Kondensatoren mit den Bauelementewerten in Bild A.1/Tabelle A.1 eindeutig länger als 1,2 µs + 30 % und selbst + 50 % ist. Für 0,1-µF-Kondensatoren scheint eine Anstiegszeit von 1,5 µs oder 1,6 µs in Ordnung zu sein. Simulationsergebnisse nachfolgend:

#### Überprüfung der Grenzabweichungen

##### Impulsquelle

C <sub>x</sub>		t <sub>r</sub>		t <sub>d</sub>	
		3. Ausgabe	4. Ausgabe CD	3. Ausgabe	4. Ausgabe CD
0,01 µF	Spezifikation	1,7 µs (0/+50) % (1,7 – 2,55)	1,2 µs ± 30 % (0,84 – 1,56)	46 µs (0/+50) % (46 – 69)	46 µs ± 30 % (32,2 – 59,8)
	Simulation	2,10 µs		47,5 µs	
	Real <sup>1)</sup>	1,86 µs		49,4 µs	
0,1 µF	Spezifikation	1,6 µs (0/+50) % (1,6 – 2,5)	1,2 µs ± 30 % (0,84 – 1,56)	47 µs (0/+50) % (47 – 70,5)	47 µs ± 30 % (32,9 – 61,1)
	Simulation	2,02 µs		45,7 µs <sup>1)</sup>	
	Real <sup>1)</sup>	2,16 µs		49,0 µs	

<sup>1)</sup> Nach dem Simulationsergebnis erfüllt die Abfallzeit (t<sub>d</sub>) nicht die Festlegungen in der 3. Ausgabe; eine Entsprechung aber kann durch Änderung der Schaltungswerte (C<sub>t</sub> und R<sub>p</sub>) innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen erreicht werden.

Nach dem Simulationsergebnis sind die Anstiegszeiten (t<sub>r</sub>) weitaus länger als in der 4. Ausgabe festgelegt.

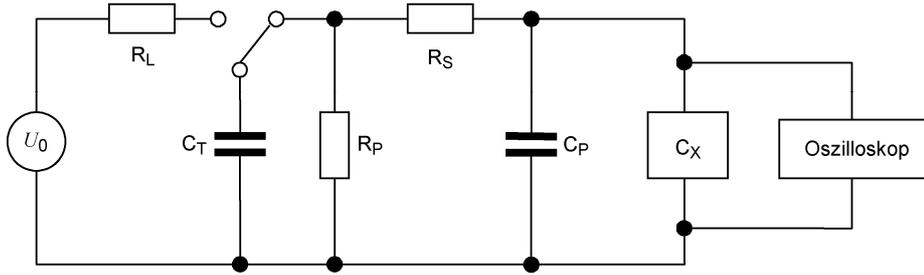
Sie können die Festlegungen in der 4. Ausgabe nicht innerhalb der Grenzabweichungen für die Schaltungswerte erfüllen.)

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Impulsform in Gerätenormen wie z. B. IEC 60065, Anhang K, und IEC 60950-1, Anhang N, unter den Bedingungen eines offenen Stromkreises definiert wird und andere Wellenformen unter Lastbedingungen zulässig sind.

Zu der in 4.13 vorgeschriebenen Prüfung ist die in Bild A.1 dargestellte Schaltung zu verwenden.

— Entwurf —

E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05



$C_T$  = Ladekondensator

$R_S$  = Serienwiderstand oder Ladewiderstand

$C_P$  = Parallelkondensator

$R_P$  = Parallelwiderstand oder Entladewiderstand

$C_X$  = Prüfling

$U_0$  = Gleichspannungsquelle

$R_L$  = Ladewiderstand

**Bild A.1 – Schaltung für die Stoßspannungsprüfung**

**Tabelle A.1 – Werte von  $C_X$ ,  $C_T$ ,  $R_P$ ,  $R_S$ ,  $C_P$**

Nennwert $C_X$ $\mu\text{F}$	$C_T$ $\pm 10\%$ $\mu\text{F}$	$R_P$ $\pm 10\%$ $\Omega$	$R_S$ $\pm 10\%$ $\Omega$	$C_P$ $\pm 10\%$ $\text{pF}$
$C_X \leq 0,0039$	0,25	234	62	7 800
$0,0039 < C_X \leq 0,012$	0,25	234	45	7 800
$0,012 < C_X \leq 0,018$	0,25	234	27	7 800
$0,018 < C_X \leq 0,027$	0,25	234	27	–
$0,027 < C_X \leq 0,039$	20	3	25	3 300
$0,039 < C_X \leq 0,056$	20	3	13	3 300
$0,056 < C_X \leq 0,082$	20	3	9	3 300
$0,082 < C_X \leq 0,12$	20	3	7	3 300
$0,12 < C_X \leq 0,18$	20	3	5	3 300
$C_X > 0,18$	20	3	3	3 300

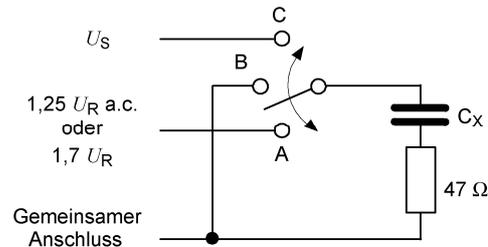
**Tabelle A.2 – Werte und Grenzabweichungen von  $C_X$ ,  $t_r$ ,  $t_d$**

$C_X$ $\pm 2\%$ $\mu\text{F}$	$t_r$ (0/+50) % $\mu\text{s}$	$t_d$ (0/+50) % $\mu\text{s}$
0,01	1,7	46
0,1	1,6	47

## Anhang B (normativ)

### Schaltung für die Dauerspannungsprüfung

Die in 4.14 vorgeschriebene Prüfung ist mit folgender Schaltung durchzuführen.



**Bild B.1 – Schaltung für die Dauerspannungsprüfung**

$C_X$  zu prüfender Kondensator

$U_S$   $1,5 \times U_R$  oder 1 000 V (Effektivwert); wobei der größere Wert gilt.

Der Entladeteil der Schaltung kann entfallen, wenn Vorkehrungen getroffen sind, dass die Umschaltung zwischen den beiden sinusförmigen Spannungen in deren Nulldurchgang erfolgt.

Bei Einsatz des Entladekreises ist für jedes Umschalten auf  $U_S$  nachstehende Reihenfolge zu beachten:

- Umschalten von Stellung A nach Stellung B. Dauer für das Umschalten und Verweilen in Stellung B:  $t_1$ ;
- Umschalten von Stellung B nach Stellung C. Dauer für das Umschalten und Verweilen in Stellung C:  $t_2$ ;  
Die Verweildauer in Stellung C beträgt 0,1 s.
- Umschalten von Stellung C nach Stellung B. Dauer für das Umschalten und Verweilen in Stellung B:  $t_3$ ;
- Umschalten von Stellung B nach Stellung A. Dauer für das Umschalten:  $t_4$ .

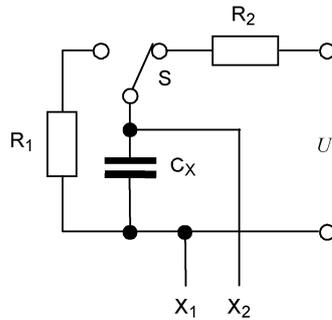
Jeder zu prüfende Kondensator muss folgende Bedingung erfüllen:

$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \leq 30 \text{ s}$$

## Anhang C (normativ)

### Schaltung für die Lade- und Entladeprüfung

Die in 4.15 vorgeschriebene Prüfung ist mit folgender Schaltung durchzuführen.



**Bild C.1 – Prüfschaltung für die Lade- und Entladeprüfung**

- $C_X$  zu prüfender Kondensator
- $R_1$  Strombegrenzungswiderstand (Entladung)
- $R_2$  Strombegrenzungswiderstand (Ladung)
- $S$  Schalter
- $U$  Prüfspannung
- $X_1, X_2$  Anschlüsse für ein Oszilloskop zur Kontrolle der maximal zulässigen Spannungssteilheit

## Anhang D (normativ)

### Aufbaubeschreibung

(zwischen Hersteller und Zertifizierungsinstitut vertraulich zu behandeln)

Der Zweck dieser Beschreibung liegt darin, wesentliche Angaben und den grundsätzlichen Aufbau der Kondensatoren, für welche die Zulassung ersucht wird, festzuschreiben. Das ausgefüllte Formblatt ist beim Zertifizierungsinstitut vor Beginn der Prüfungen einzureichen; seine Weitergabe an Dritte ist dem Hersteller vorbehalten.

Änderungen gegenüber der Aufbaubeschreibung sind nur nach schriftlicher Benachrichtigung des Zertifizierungsinstituts gestattet. In derartigen Fällen entscheidet das Zertifizierungsinstitut über notwendige Schritte. Es kann erforderlich werden, die gesamte Zulassungsprüfung zu wiederholen.

#### Registriernummer:

(zu vergeben vom Zertifizierungsinstitut)

- 1 Antragsteller**
- 2 Hersteller**
- 3 Herstellort**
- 4 Bauartbezeichnung**
- 5 Klasse/Unterklasse**
- 6 Schaltplan**
- 7 Dielektrikum:**
  - 7.1 Material
  - 7.2 Dicke
  - 7.3 Dichte (nur Papier)
  - 7.4 Lagenanzahl
- 8 Elektrode(n):**
  - 8.1 Material
  - 8.2 Art der Erzeugung:  
(z. B. Folie, auf Film oder auf Papier aufgedampft)
- 9 Kondensatorelement, Anordnung der einzelnen Lagen**
- 10 Imprägnierung** (falls zutreffend)
- 11 Umhüllung:**
  - 11.1 Material(ien) für Gehäuse, Vergussmassen usw. (wie zutreffend)
  - 11.2 Material für die äußere Isolierung (falls zutreffend)
- 12 Umrissmaße**

---

Ort

---

Datum

---

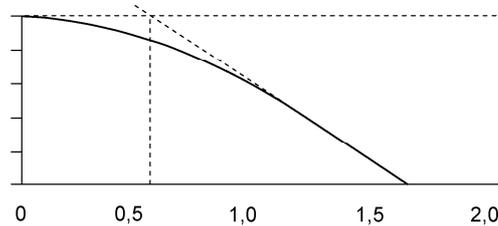
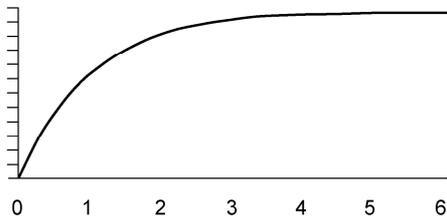
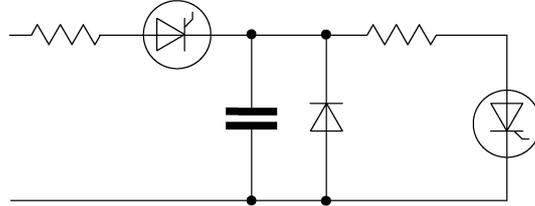
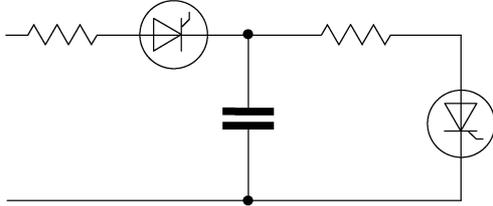
Name

---

Unterschrift

## Anhang E (informativ)

### Schaltungen für Stoßprüfungen



#### Ladekurve für beide Schaltungen:

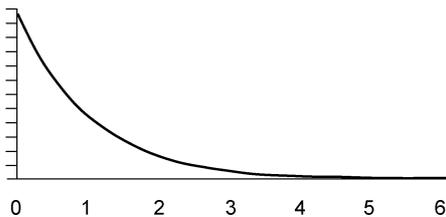
Zeitmaß in Einheiten von  $RC$   
( $R$  ist der Ladewiderstand)

Der max. Wert von  $dU/dt$  wird wie folgt abgeleitet:

$Q = CU$ , dabei ist  $Q$  die Ladung des Kondensators, also:

$$I = C \frac{dU}{dt}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{I_{\max}}{C}$$



#### Entladekurve für induktiven Stromkreis:

Zeitmaß in Einheiten von  $\sqrt{LC}$

Für den induktiven Stromkreis, wenn der Verlustfaktor vernachlässigt wird, kann die induktive Energie mit der anfänglichen kapazitiven Energie gleichgesetzt werden:

$$\frac{1}{2} LI_{\max}^2 = \frac{1}{2} CU_0^2$$

$$I_{\max} = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{\sqrt{LC}}$$

Tritt auf bei  $t = \frac{\pi}{2} \sqrt{LC}$

Auch weil

$$U = L \frac{dI}{dt}$$

$$\left. \frac{dI}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{L}$$

sind.

**Entladekurve für die Widerstandsschaltung:**

Zeitmaß in Einheiten von  $RC$  (R ist der Entlade-  
widerstand)

Für die Widerstandsschaltung

$$I_{\max} = \frac{U_0}{R}$$
$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{RC}$$

Tritt auf, wenn  $t = 0$  ist.

Das ermöglicht die Kontrolle von  $\left. \frac{dL}{dt} \right|_{\max}$ , womit

eine Überschreitung der Nennbedingungen des Schalters im Entladekreis vermieden werden kann. Für die Widerstandsschaltung gibt es eine solche Kontrolle nicht, weshalb die Nennbedingungen leicht überschritten werden können, wenn versucht wird, eine Spitzenentladung mit 100 A oder mehr zu erzielen.

## Anhang F (normativ)

### Besondere Anforderungen für Sicherheitsprüfungen an oberflächenmontierbaren Kondensatoren

Oberflächenmontierbare Kondensatoren müssen im Allgemeinen allen Sicherheitsanforderungen nach IEC 60384-14 entsprechen. Konstruktion, Material und Montageverfahren erfordern die Einführung neuer bzw. eine Anpassung bestehender Prüfungen und Anforderungen.

#### F.1 Allgemeines

Die folgenden Abschnitte ersetzen die jeweiligen Abschnitte in IEC 60384-14.

##### 1.4.2 Befestigung

Nach IEC 60384-1, 4.33, muss für die Sicherheitsprüfungen nach Tabelle F.1 der Hersteller dem Prüfinstitut auf Einzelsubstrate montierte und unmontierte Prüflinge zur Verfügung stellen, wie in Tabelle F.1 festgelegt. Die Eignung der vorgeschlagenen Substrate muss zwischen dem Hersteller und dem Prüfinstitut vereinbart werden. Einzelheiten hinsichtlich des Substrates oder der Substrate, die für die Prüfungen verwendet werden, sind in den Prüfbericht aufzunehmen. Bild F.1 zeigt ein Beispiel eines solchen Substrates mit Leiterbahnen.

##### 1.5.21 Oberflächenmontierbarer Kondensator

Ein Kondensator, dessen kleine Abmessungen und dessen Art und Gestalt der Anschlüsse ihn für die Oberflächenmontage in Hybridschaltungen und auf Leiterplatten einsetzbar machen.

##### 1.6.1 Kennzeichnung

Die Kondensatoren müssen deutlich mit den Angaben a) und b) aus 1.6 gekennzeichnet werden. Sie können mit so vielen der übrigen Angaben wie möglich gekennzeichnet werden, wobei die relative Wichtigkeit der jeweiligen Angabe zu berücksichtigen ist. Die Kennzeichnung muss ausreichend sein, um eine klare Identifizierung zu ermöglichen.

#### F.2 Prüf- und Messverfahren

Die Kondensatoren sind entsprechend Tabelle F.1 zu prüfen, wobei die folgenden Abweichungen gelten:

Bei Kondensatoren mit einem unumhüllten kapazitiven Element muss die Prüfung C in 4.2.1 und 4.2.5 entfallen.

**4.3 Mechanische Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse** wird durch die Prüfungen nach IEC 60384-1, 4.34 und 4.35, ersetzt, die vor den Prüfungen der Gruppen 2 und 3 durchgeführt werden. Die Messung der Kapazität während der Trägerbiegeprüfung kann entfallen.

**4.4 Lötwärmebeständigkeit;** wenn anwendbar, wird diese Prüfung als eine gesonderte Prüfung nach IEC 60384-1, 4.14.2, durchgeführt.

##### 4.4.2 Endkontrolle, Messungen und Anforderungen

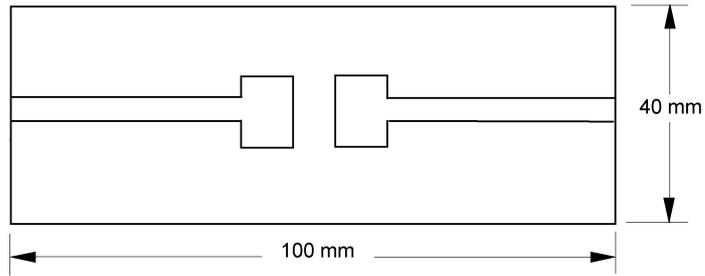
Die Kondensatoren sind einer Sichtprüfung zu unterziehen und zu messen; sie müssen die Anforderungen nach Tabelle 13 erfüllen.

**Tabelle F.1 – Prüf- und Stichprobenplan für Sicherheitsprüfungen an oberflächenmontierbaren Kondensatoren**

Gruppe	Abschnittsnummer und Prüfung nach Hauptabschnitt 4	Anzahl der Prüflinge je Bemessungsspannung und Unterklasse	Anzahl der zulässigen Ausfälle je Bemessungsspannung und Unterklasse		
			Je Gruppe	Gesamt	
0	4.1 Sichtprüfung <sup>a)</sup>	$\left. \begin{array}{l} 28 + 12^{d)} + \\ 6^{f)} + (6 - 18)^{f)} + \\ 24 \\ 14 + 6^{e)} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} 0$		
	4.2.2 Kapazität				
	4.2.4 Widerstand <sup>c)</sup>				
	4.2.1 Spannungsprüfung				
	4.2.5 Isolationswiderstand Zusätzliche Prüflinge				
1A	4.1.1 Kriech- und Luftstrecken <sup>a)</sup>	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} 6$	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} 0^{b)}$		
	4.4 Lötwärmebeständigkeit <sup>a) c)</sup>				
	4.20 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung <sup>a)</sup>				
	4.17 Passive Entflammbarkeit <sup>a)</sup>	$6 - 18^{f)}$	$0$		
Befestigung nach 1.4.2		$10 + 12^{d)} + 6^{e)} + 24$			
2	4.34 der IEC 60384-1, Scherprüfung <sup>g)</sup>	$10$	$0^{b)}$		
	4.35 der IEC 60384-1, Trägerbiegeprüfung				
	4.12 Feuchte Wärme, konstant				
3	4.34 der IEC 60384-1, Scherprüfung <sup>g)</sup>		$0^{b)}$	$0$	
	4.35 der IEC 60384-1, Trägerbiegeprüfung				
	4.13 Stoßspannungsprüfung				
	4.14 Dauerspannungsprüfung				
	4.14.3 Klasse X und RC-Kombinationen				$12^{d)}$
	4.14.4 Klasse Y und RC-Kombinationen				$12^{d)}$
4.14.5 Durchführungskondensatoren	$6^{e)}$				
4	4.18 Aktive Entflammbarkeit	$24$	$0$		
<p>a) Die Prüflinge für 4.1, 4.1.1, 4.4, 4.20 und 4.17 dürfen nicht auf Prüfsubstrate montiert sein.</p> <p>b) Wenn ein fehlerhaftes Teil auftritt, müssen alle Prüfungen der Gruppe an einer neuen Stichprobe wiederholt werden, wobei keine weiteren fehlerhaften Teile zulässig sind. Das bei der ersten Stichprobe aufgetretene fehlerhafte Teil ist bei der Gesamtanzahl in der letzten Spalte zu zählen.</p> <p>c) Falls zutreffend.</p> <p>d) Wenn Mehrfachkondensatoren, bestehend aus X- und Y-Kondensatoren, zu prüfen sind, müssen 12 Prüflinge zur Prüfung der X-Kondensatoren und 12 weitere zur Prüfung der Y-Kondensatoren verwendet werden.</p> <p>e) Zusätzliche Kondensatoren, wenn Durchführungskondensatoren zu prüfen sind.</p> <p>f) Kondensatoren mit dem kleinsten, einem mittleren (im Fall von mehr als vier Gehäusegrößen) und dem größten Gehäuse sind zu prüfen. Von jeder Gehäusegröße sind drei Prüflinge mit dem größten und drei Prüflinge mit dem kleinsten Kapazitätswert zu prüfen, insgesamt also sechs je Gehäusegröße.</p> <p>g) Diese Prüfung ist anstelle der Trägerbiegeprüfung durchzuführen, wenn die Bauartspezifikation die Befestigung nur auf starren Trägern vorschreibt (z. B. auf Aluminiumoxidkeramik).</p>					
<p><b>ANMERKUNG</b> Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, entsprechend 4.14.6 eine kombinierte Strom-Spannungsprüfung durchzuführen.</p>					

— Entwurf —

E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05



**Bild F.1 – Beispiel eines Prüfsubstrates für Sicherheitsprüfungen nach Tabelle F.1**

## Anhang G (informativ)

### Alterung der Kapazität bei Festkondensatoren mit keramischem Dielektrikum der Klasse 2

#### G.1 Einführung

Die meisten in keramischen Kondensatoren verwendeten Dielektrika der Klasse 2 sind ferroelektrisch und zeigen eine Curietemperatur.

Oberhalb dieser Temperatur hat das Dielektrikum eine hochsymmetrische kubische Kristallstruktur, während unterhalb der Curietemperatur die Kristallstruktur weniger symmetrisch ist. Obwohl in Einzelkristallen dieser Phasenübergang sehr scharf ist, erstreckt er sich in praktischen Keramikwerkstoffen oft über einen endlichen Temperaturbereich, ist jedoch in allen Fällen mit einem Maximum in der Kurve des Kapazitätswertes über der Temperatur verknüpft.

Unter dem Einfluss der Wärmebewegung brauchen die Ionen im Kristallgitter nach dem Abkühlen des Dielektrikums unter die Curietemperatur noch längere Zeit, um Lagen mit niedrigerer potentieller Energie einzunehmen. Dadurch entsteht die Erscheinung der Kapazitätsalterung, wobei der Kondensator seine Kapazität ständig verringert.

Wenn der Kondensator jedoch auf eine Temperatur oberhalb der Curietemperatur erwärmt wird, findet eine Entalterung statt, das heißt, der Kapazitätsverlust durch Alterung wird rückgängig gemacht und die Alterung beginnt mit dem Abkühlen des Kondensators von neuem.

#### G.2 Die Gesetzmäßigkeit des Alterns der Kapazität

Während der ersten Stunde nach dem Abkühlen unter die Curietemperatur ist die Kapazitätsabnahme nicht gut definiert; nach dieser Zeit folgt sie jedoch einem logarithmischen Gesetz (siehe K. W. Plesener<sup>N5</sup>, Proc. Phys. Soc. Band 69B, Seite 1 261, 1956), das mit Hilfe einer Alterungskonstante ausgedrückt werden kann.

Die Alterungskonstante  $k$  ist definiert als die Kapazitätsabnahme in Prozent durch Alterung des Dielektrikums während einer „Zeitdekade“, das heißt während einer Zeitspanne, in der das Alter des Kondensators sich verzehnfacht, z. B. von 1 h auf 10 h.

Da die Kapazitätsabnahme einem logarithmischen Gesetz folgt, beträgt die Kapazitätsabnahme für die Zeitspanne von 1 h auf 100 h  $2k$  und zwischen 1 h und 1 000 h  $3k$ . Das lässt sich mathematisch durch folgende Gleichung darstellen:

$$C_t = C_1 \left( 1 - \frac{k}{100} \times \log t \right)$$

Dabei ist

$C_t$  die Kapazität zum Zeitpunkt  $t$  h nach Beginn der Alterung;

$C_1$  die Kapazität zum Zeitpunkt 1 h nach Beginn der Alterung;

$k$  die Alterungskonstante in Prozent je Dekade (wie oben definiert);

$t$  die Zeit in h seit Beginn der Alterung.

Die Alterungskonstante kann für ein bestimmtes Dielektrikum vom Hersteller angegeben werden, oder sie kann bestimmt werden, indem der Kondensator entaltert und der Kapazitätswert zu zwei bestimmten Zeiten danach gemessen wird.

---

<sup>N5</sup>) Nationale Fußnote: Hier sollte es wohl „(siehe K. W. Plessner, ...)“ heißen.

## — Entwurf —

### E DIN IEC 60384-14 (VDE 0565-1-1):2010-05

Dann wird  $k$  aus der folgenden Gleichung ermittelt:

$$k = \frac{100 \times (C_{t_1} - C_{t_2})}{C_{t_1} \times \log t_2 - C_{t_2} \times \log t_1}$$

Wenn Kapazitätsmessungen dreimal oder öfter gemacht werden, ist es möglich,  $k$  aus der Steigung der Kurve  $C_t$  über  $\log t$  abzuleiten.

Die Ableitung ist auch aus  $\log C$  über  $\log t$  möglich.

Während die Alterung gemessen wird, muss sich der Kondensator auf konstanter Temperatur befinden, so dass Kapazitätsänderungen, die auf Temperaturänderungen zurückzuführen sind, die Kapazitätsänderungen durch Alterung nicht verdecken.

### G.3 Messung des Kapazitätswertes und Grenzabweichung der Kapazität

Wegen der Alterung ist es notwendig, für Bezugsmessungen ein Alter anzugeben, auf das sich der Kapazitätswert mit der festgelegten zulässigen Abweichung bezieht. Dieses Alter wird auf 1 000 h festgelegt, da in der Praxis nach dieser Zeit kein nennenswerter weiterer Kapazitätsabfall auftritt.

Um den nach 1 000 h gültigen Kapazitätswert  $C_{1\,000}$  zu errechnen, muss die Alterungskonstante bekannt sein oder ist gemäß dem vorangehenden Abschnitt zu messen; dann kann nachstehende Gleichung verwendet werden:

$$C_{1\,000} = C_t \left[ 1 - \frac{k}{100} (3 - \log t) \right]$$

Bei Fertigungsmessungen ist der Kapazitätsabfall zwischen dem Zeitpunkt der Messungen und dem Alter von 1 000 h bekannt und lässt sich durch Verwendung unsymmetrischer Prüftoleranzen berücksichtigen.

Wenn beispielsweise bekannt ist, dass die noch zu erwartende Kapazitätsänderung 5 % beträgt, können die Kondensatoren auf Grenzwerte +25/–15 % anstelle von  $\pm 20$  % kontrolliert werden.

Der Kapazitätswert wird normalerweise für 20 °C angegeben und es kann notwendig sein, bei dieser Temperatur zu messen oder die Messergebnisse auf diese Temperatur zu korrigieren. Auch durch Handwärme können Fehler entstehen, deshalb sollten die Kondensatoren immer mit Kunststoffpinzetten angefasst werden.

### G.4 Besondere Vorbehandlung

Bei vielen Prüfungen in dieser Spezifikation ist es notwendig, die Änderung des Kapazitätswertes zu messen, die sich aus einer gegebenen Prüfbeanspruchung (z. B. der bevorzugten Reihenfolge von Klimaprüfungen) ergibt. Um den störenden Einfluss der Alterung auszuschalten, wird der Kondensator vor diesen Prüfungen vorbehandelt, indem er 1 h lang bei der oberen Kategorietemperatur und danach 24 h im Normklima für Prüfungen gehalten wird.

Bei Kondensatoren mit einer Curietemperatur unterhalb der oberen Kategorietemperatur führt dies zur Entalterung und die Erholung wird ebenfalls möglichst so festgelegt, dass sie den Kondensator auf ein Alter von 24 h bringt, so dass Kapazitätswertänderungen durch Altern wesentlich verringert werden.

Wenn die Curietemperatur des Dielektrikums oberhalb der oberen Kategorietemperatur liegt, wird durch die besondere Vorbehandlung der Kondensator nicht vollständig entaltert, jedoch bringt ihn diese trotzdem in einen Zustand, in dem die Kapazität nicht so stark von der Vorgeschichte abhängt. Um solche Kondensatoren vollständig zu entaltern, würde man Temperaturen bis zu 160 °C verlangen müssen, wobei solche Temperaturen die Umhüllung beschädigen könnten. In den wenigen Fällen, wo bei solchen Kondensatoren eine vollständige Entalterung notwendig ist, ist deshalb die Bauartspezifikation zu Einzelheiten und allen notwendigen Vorsichtsmaßnahmen heranzuziehen.

## CONTENTS

FOREWORD .....	3
1 General.....	7
1.1 Scope .....	7
1.2 Object .....	7
1.3 Normative references.....	7
1.4 Information to be given in a detail specification .....	8
1.5 Terms and definitions.....	9
1.6 Marking.....	16
2 Preferred ratings and characteristics .....	17
2.1 Preferred characteristics .....	17
2.2 Preferred values of ratings .....	17
3 Assessment procedures.....	18
3.1 Primary stage of manufacture.....	18
3.2 Structurally similar components .....	18
3.3 Certified records of released lots .....	18
3.4 Approval testing.....	19
3.5 Quality conformance Inspection.....	29
4 Test and measurement procedures.....	32
4.1 Visual examination and check of dimensions .....	32
4.2 Electrical tests .....	34
4.3 Robustness of terminations .....	37
4.4 Resistance to soldering heat .....	37
4.5 Solderability .....	38
4.6 Rapid change of temperature .....	38
4.7 Vibration .....	38
4.8 Bump .....	38
4.9 Shock.....	39
4.10 Container sealing.....	40
4.11 Climatic sequence .....	40
4.12 Damp heat, steady state .....	41
4.13 Impulse voltage .....	42
4.14 Endurance.....	43
4.15 Charge and discharge .....	46
4.16 Radiofrequency characteristics .....	47
4.17 Passive flammability test.....	47
4.18 Active flammability test .....	48
4.19 Component solvent resistance (if applicable).....	50
4.20 Solvent resistance of the marking .....	50
Annex A (normative) Circuit for the impulse voltage test .....	51
Annex B (normative) Circuit for the endurance test.....	53
Annex C (normative) Circuit for the charge and discharge test .....	54

Annex D (normative) Declaration of design (confidential to the manufacturer and the certification body) .....	55
Annex E (informative) Pulse test circuits .....	56
Annex F (normative) Particular requirements for safety test of surface mounting capacitors .....	58
Annex G (informative) Capacitance ageing of fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2 .....	61

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

**Part 14: Sectional specification:  
Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression  
and connection to the supply mains**

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60384-14 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

This **fourth** edition cancels and replaces the **third** edition published in **2005**. It constitutes a technical revision. All changes that have been agreed upon can be categorized as minor revisions.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

IEC 60384 consists of the following parts, under the general title *Fixed capacitors for use in electronic equipment*:

- Part 1: Generic specification
- Part 2: Sectional specification: Fixed metallized polyethylene-terephthalate film dielectric d.c. capacitors
- Part 3: Sectional specification: Fixed tantalum chip capacitors
- Part 4: Sectional specification: Aluminium electrolytic capacitors with solid and non-solid electrolyte
- Part 5: Sectional specification: Fixed mica dielectric d.c. capacitors with a rated voltage not exceeding 3 000 V - Selection of methods of test and general requirements
- Part 6: Sectional specification: Fixed metallized polycarbonate film dielectric d.c. capacitors
- Part 7: Sectional specification: Fixed polystyrene film dielectric metal foil d.c. capacitors
- Part 8: Sectional specification: Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 1
- Part 9: Sectional specification: Fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2
- Part 11: Blank detail specification: Fixed polyethylene-terephthalate film dielectric metal foil d.c. capacitors – Assessment level E
- Part 12: Sectional specification: Fixed polycarbonate film dielectric metal foil d.c. capacitors
- Part 13: Sectional specification: Fixed polypropylene film dielectric metal foil d.c. capacitors
- Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains
- Part 15: Sectional specification: Fixed tantalum capacitors with non-solid or solid electrolyte
- Part 16: Sectional specification: Fixed metallized polypropylene film dielectric d.c. capacitors
- Part 17: Sectional specification: Fixed metallized polypropylene film dielectric a.c. and pulse capacitors
- Part 18: Sectional specification: Fixed aluminium electrolytic chip capacitors with solid and non-solid electrolyte
- Part 19: Sectional specification: Fixed metallized polyethylene-terephthalate film dielectric chip d.c. capacitors
- Part 20: Sectional specification: Fixed metallized polyphenylene sulfide film dielectric chip d.c. capacitors
- Part 21: Sectional specification: Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 1
- Part 22: Sectional specification: Fixed surface mount multilayer capacitors of ceramic dielectric, Class 2
- Part 23: Sectional specification: Fixed surface mount metallized polyethylene naphthalate film dielectric DC capacitors**
- Part 24: Sectional specification: Surface mount fixed tantalum electrolytic capacitors with conductive polymer solid electrolyte**
- Part 25: Sectional specification: Surface mount fixed aluminium electrolytic capacitors with conductive polymer solid electrolyte**
- Part 26: Sectional specification: Aluminium electrolytic capacitors with conductive polymer solid electrolyte**

The QC number that appears on the front cover of this publication is the specification number in the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ).

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

A bilingual version of this standard may be issued at a later date.

## FIXED CAPACITORS FOR USE IN ELECTRONIC EQUIPMENT –

### Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains

#### 1 General

##### 1.1 Scope

This part of IEC 60384 applies to capacitors and resistor-capacitor combinations which will be connected to an a.c. mains or other supply with nominal voltage not exceeding 1 000 V a.c. (r.m.s.) or 1 000 V d.c. and with a nominal frequency not exceeding 100 Hz.

##### 1.2 Object

The principal object of this standard is to prescribe preferred ratings and characteristics and to select from IEC 60384-1, the appropriate quality assessment procedures, tests and measuring methods and to give general performance requirements for this type of capacitor. Test severities and requirements prescribed in detail specifications referring to this sectional specification shall be of equal or higher performance level, lower performance levels not being permitted.

A further object of this standard is to provide a schedule of safety tests to be used by national testing stations in countries where approval by such stations is required.

**NOTE** The overvoltage categories in combination with the a.c. mains voltages for the capacitors classified in this standard should be taken from IEC 60664-1 standard.

##### 1.3 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60063, *Preferred number series for resistors and capacitors*

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

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

IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

**IEC 60065, Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements**

**IEC 60950-1, Information Technology Equipment – Safety – Part 1: General requirements**

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

IEC 60384-14-4, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Blank detail specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference supply and connection to the supply mains – Assessment level D*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60760, *Flat, quick-connect terminations*

IEC 60940, *Guidance information on the application of capacitors, resistors, inductors and complete filter units for radio interference suppression*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

**IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: test flames-50W horizontal and vertical flame test method***

**IEC 60417-DB, *Graphical symbols for use on equipment***

CISPR 17, *Methods of measurement of the suppression characteristics of passive radio interference filters and suppression components*

**IEC 61198-2, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages***

IEC QC 001005, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Register of Firms, Products and Services approved under the IECQ System, including ISO 9000*

ISO 7000-DB<sup>1</sup>, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

#### **1.4 Information to be given in a detail specification**

Detail specifications shall be derived from the relevant blank detail specification.

Detail specifications shall not specify requirements inferior to those of the generic, sectional or blank detail specification. When more severe requirements are included, they shall be listed in 1.9 of the detail specification, and indicated in the test schedules, for example, by an asterisk.

The following information shall be given in each detail specification and the values quoted shall preferably be selected from the appropriate clause of this sectional specification.

NOTE The information given in 1.4.1 may for convenience be presented in tabular form.

##### **1.4.1 Outline drawing and dimensions**

There shall be an illustration of the capacitor as an aid to easy recognition and for comparison of the capacitor with others. Dimensions and their associated tolerances, which affect interchangeability and mounting, shall be given in the detail specification. All dimensions shall preferably be stated in millimetres; however, when the original dimensions are given in inches, the converted metric dimensions in millimetres shall be added.

---

<sup>1</sup> DB refers to the ISO on-line database.

Normally, the numerical values shall be given for the length, width and height of the body and the wire spacing, or for cylindrical types, the body diameter and the length and diameter of the terminations. When necessary, for example when a number of capacitance values/voltage ranges are covered by a detail specification, their dimensions and their associated tolerances shall be placed in a table below the drawing.

When the configuration is other than that described above, the detail specification shall state such dimensional information as will adequately describe the capacitor. When the capacitor is not designed for use on printed boards, this shall be clearly stated in the detail specification.

#### 1.4.2 Mounting

The detail specification shall specify the method of mounting to be applied for normal use and for the application of the vibration, bump or shock tests. The capacitors shall be mounted by their normal means. The design of the capacitor may be such that special mounting fixtures are required in its use. In this case, the detail specification shall describe the mounting fixtures and they shall be used in the application of the vibration, bump or shock tests.

NOTE If recommendations for mounting for "normal" use are made, they should be included in the detail specification under "1.8 Additional information (Not for inspection purposes)". If recommendations are included, a warning can be given that the full vibration, bump and shock performance may not be available if mounting methods other than those specified in 1.1 of the detail specification are used.

#### 1.4.3 Ratings and characteristics

The ratings and characteristics shall be in accordance with the relevant clauses of this specification, together with the following.

##### 1.4.3.1 Nominal capacitance range

See 2.2.1. The preferred range of capacitance values should follow 2.2.1 of this document

NOTE When products approved to the detail specification have different ranges, the following statement should be added: "The range of values available in each voltage range is given in IEC QC 001005."

##### 1.4.3.2 Nominal resistance range (if applicable)

See 2.2.4. The preferred range of resistance values should follow 2.2.4 of this document

##### 1.4.3.3 Particular characteristics

Additional characteristics may be listed, when they are considered necessary to specify the component adequately for design and application purposes.

#### 1.4.4 Marking

The detail specification shall specify the content of the marking on the capacitor and on the package. See also 1.6 of this specification.

### 1.5 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions of IEC 60384-1, as well as the following, apply.

NOTE Some definitions of IEC 60384-1 have been expanded, and this is indicated by reference to this note.

#### 1.5.1

##### a.c. capacitor

capacitor designed essentially for application with a power-frequency alternating voltage

NOTE AC capacitors may be used on d.c. supplies having the same voltage as the a.c. r.m.s. rated voltage of the capacitor.

**1.5.2 electromagnetic interference suppression capacitor (radio interference suppression capacitor)**

**a.c.** capacitor used for the reduction of electromagnetic interference caused by electrical or electronic apparatus, or other sources

**1.5.3 capacitor or RC unit of Class X**

capacitor or RC unit of a type suitable for use in situations where failure of the capacitor or RC unit would not lead to danger of electrical shock but could result in a risk of fire.

Class X capacitors are divided into **three two** subclasses (see Table 1) according to the peak voltage of the impulses superimposed on the mains voltage to which they may be subjected in service. Such impulses may arise from lightning strikes on outside lines, from switching in neighbouring equipment, or switching in the equipment in which the capacitor is used.

**Table 1 – Classification of Class X capacitors**

Subclass	Peak impulse voltage in service	IEC 60664-1 overvoltage category	Application	Peak impulse voltage $U_p$ applied before endurance test
X1	> 2,5 kV ≤ 4,0 kV	III	High pulse application	When $C_N \leq 1,0 \mu\text{F}$ $U_p = 4 \text{ kV}$ When $C_N > 1,0 \mu\text{F}$ $U_p = \frac{4}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
X2	≤ 2,5 kV	II	General purpose	When $C_N \leq 1,0 \mu\text{F}$ $U_p = 2,5 \text{ kV}$ When $C_N > 1,0 \mu\text{F}$ $U_p = \frac{2,5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6} \text{ F}}}} \text{ kV}$
<del>X3</del>	<del>≤ 1,2 kV</del>	<del>I</del>	<del>General purpose</del>	<del>None</del>

NOTE 1 The factor used for the reduction of  $U_p$  for capacitance values above 1,0  $\mu\text{F}$  maintains  $\frac{1}{2} \times C_N U_p^2$  constant for these capacitance values;  $C_N$  is in F.

NOTE 2 X1 capacitors may be substituted by Y2 or Y1 capacitors of the same or higher  $U_R$ . X2 capacitors can be substituted with X1 capacitors of the same or higher  $U_R$ .

NOTE 3 Overvoltage categories in association with rated impulse voltage and rated mains voltage are found in IEC 60664-1

(Convenor: Overvoltage categories deleted and reference made to IEC 60664-1 for these. Class X3 deleted, because there are no known practical business applications for this class. This class was originally X2 class, and was left as renamed in the standard when new X2 requirement of peak impulse voltage testing was added)

**1.5.4 capacitor or RC unit of Class Y**

capacitor or RC unit of a type suitable for use in situations where failure of the capacitor could lead to danger of electric shock

Class Y capacitors are further divided into **four three** subclasses, Y1, Y2, ~~Y3~~ and Y4, as shown in Table 2.

Table 2 – Classification of Class Y capacitors

Subclass	Type of insulation bridged	Range of rated voltages	Peak impulse voltage $U_p$ applied before endurance test
Y1	Double insulation or reinforced insulation	$\leq 500$ V	$U_p = 8,0$ kV
Y2	Basic insulation or supplementary insulation	$\geq 150$ V <del><math>\leq 300</math> V</del> $\leq 500$ V	When $C_N \leq 1,0$ $\mu$ F $U_p = 5$ kV
			When $C_N > 1,0$ $\mu$ F $U_p = \frac{5}{\sqrt{\frac{C_N}{10^{-6}}}}$ kV
<del>Y3</del>	<del>Basic insulation or supplementary insulation</del>	<del><math>\geq 150</math> V <math>\leq 250</math> V</del>	<del>None</del>
Y4	Basic insulation or supplementary insulation	$< 150$ V	$U_p = 2,5$ kV

NOTE 1 For definitions of basic, supplementary, double and reinforced insulation, see IEC 61140.  
 NOTE 2 Y2 capacitors may be substituted by Y1 capacitors of the same or higher  $U_R$ .  
 NOTE 3 The factor used for the reduction of  $U_p$  for capacitance values above  $1,0$   $\mu$ F maintains  $\frac{1}{2} \times C_N U_p^2$  constant for these capacitance values;  $C_N$  is in F.  
 NOTE 4 ~~Overvoltage categories in association with rated impulse voltage and rated mains voltage are found in IEC 60664-1~~

(Convenor: Y3 class has been deleted with the same grounds than X3 class, i.e. there is no known business applications for this class)

The enclosure of a Y1-capacitor shall not contain other components.

Assemblies, like Delta by-pas or T-connected by-pass capacitors, may be constructed from Y-capacitors and X-capacitors provided these capacitors fulfil the requirements for the relevant X and Y subclasses.

One Y-capacitor may bridge basic insulation. One Y-capacitor may bridge supplementary insulation. If combined basic and supplementary insulations are bridged by two or more Y2-, Y3- or Y4-capacitors in series, they shall have the same class and sub-class, the same rated voltage and the same nominal capacitance value.

~~NOTE – If insulated terminals are requested, the preferable colours should be transparent or white.~~

(Convenor: Moved to 2.3)

**1.5.5 two-terminal capacitor**

electromagnetic interference suppression capacitor having two terminals (see Figure 1)

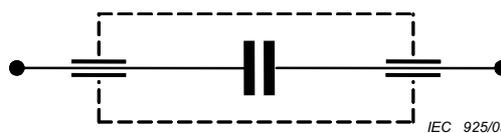
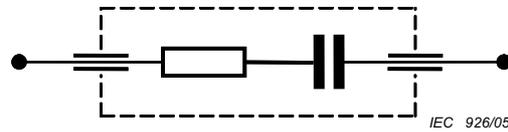


Figure 1 – Two-terminal EMI suppression capacitor

**1.5.6 series RC unit**

functional combination of a resistor in series with a capacitor of Class X or Y (see Figure 2)



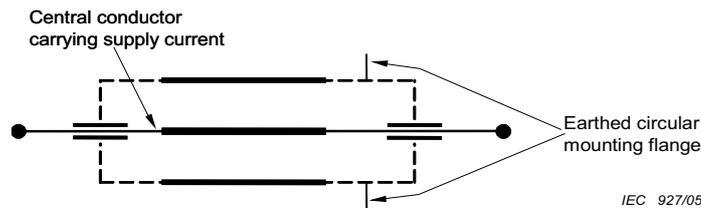
**Figure 2 – RC unit**

NOTE In this standard, where the word "capacitor" appears, the words "capacitor or RC unit" should be understood where the context permits.

**1.5.7 lead-through capacitor (coaxial)**

capacitor with a central current-carrying conductor surrounded by a capacitor element which is symmetrically bonded to the central conductor and to the outer casing to form a coaxial construction.

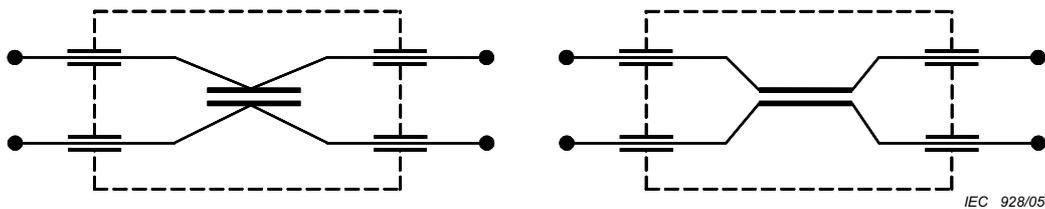
It should **shall** be mounted coaxially (see Figure 3)



**Figure 3 – Lead-through capacitor (coaxial)**

**1.5.8 lead-through capacitor (non-coaxial)**

capacitor in which the supply currents flow through or across the electrodes (see Figures 4a, 4b, 4c and 4d)



**Figure 4a – Lead-through capacitor for symmetrical use (non-coaxial)**

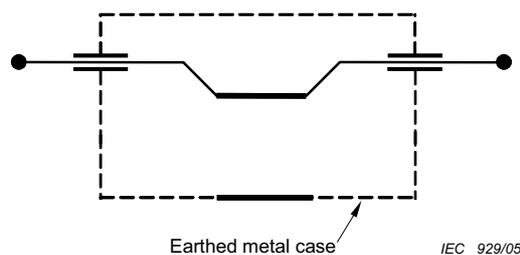


Figure 4b – Lead-through capacitor for asymmetrical use (non-coaxial)

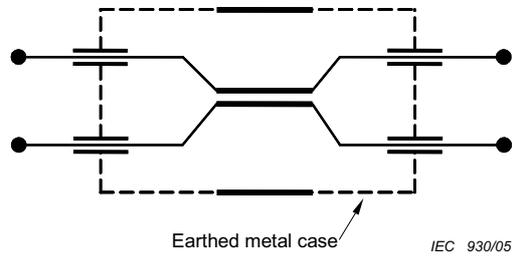


Figure 4c – Multiple unit lead-through capacitor (non-coaxial) for symmetrical and asymmetrical use

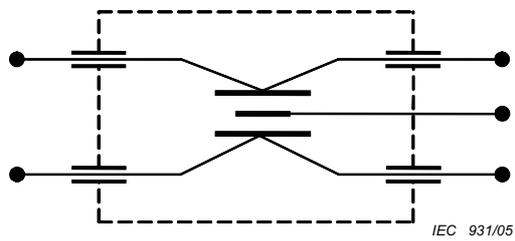


Figure 4d – Multiple unit lead-through capacitor

Figure 4 – Lead-through capacitors

**1.5.9  
by-pass capacitor**

capacitor where radiofrequency interference currents are by-passed. There are three common forms: single, delta and T-connected. The single capacitor consists of a capacitor in a metal case with one termination connected to the case as in Figure 5a; the delta form consists of an X-capacitor and two Y2- or Y3-capacitors arranged in a delta network as in Figure 5b; the T-connected form consists of three capacitors  $C_A$ ,  $C_B$  and  $C_C$  connected in T as shown in Figure 5c.

The delta and T-connected forms are electrically equivalent (star-delta transformation). In the T-connected form the X-capacitor is the result of the series connection of  $C_B - C_C$  and the Y-capacitors are the results of the series connections of  $C_A - C_B$  and  $C_A - C_C$ .

When T-connected capacitors are submitted to tests, and it is stated that voltages shall be applied across the X-capacitors, such voltages shall be applied between the line and neutral terminations. Similarly, when it is stated that voltages shall be applied across the Y-capacitors, such voltages shall be applied between the line and neutral terminations connected together and the earth termination.

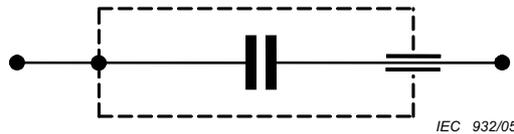


Figure 5a – Single by-pass capacitor

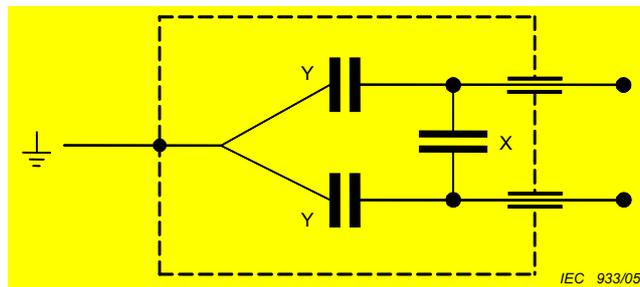


Figure 5b – Delta by-pass capacitor

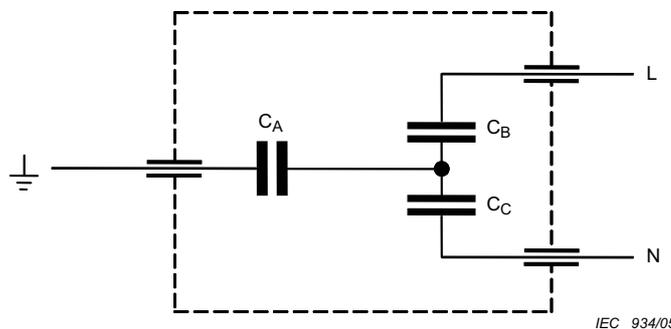


Figure 5c – Example of a T-connected by-pass capacitor

NOTE For capacitors with non-metallic housings, the earth connection is brought out as a separate termination as is shown in Figure 5c.

Figure 5 – By-pass capacitors

**1.5.10**

**rated voltage**

either the r.m.s. operating voltage of rated frequency, or the d.c. operating voltage, which may be applied continuously to the terminations of a capacitor at any temperature between the lower and the upper category temperatures.

This implies, for capacitors covered by this specification, that the category voltage is the same as the rated voltage

**1.5.11**

**rated power (of a series RC unit)**

maximum power which can be dissipated by the RC unit at the rated temperature during continuous operation

**1.5.12**

**upper category temperature**

maximum surface temperature for which the capacitor has been designed to operate continuously (see note to 1.5)

NOTE 1 For lead-through capacitors and series RC units, the external surface temperature can be affected by internal heating due to the lead-through current. The terminations of a capacitor are considered to be part of the external surface.

NOTE 2 This definition replaces that given in IEC 60384-1, 2.2.41, because suppression capacitors in accordance with this specification are intended to be connected to the mains network and may have internal heat generation as a result.

**1.5.13**

**lower category temperature**

minimum surface temperature for which the capacitor has been designed to operate continuously (see note to 1.5)

NOTE This definition replaces that given in IEC 60384-1, 2.2.10 (see note 2 to 1.5.12 above).

**1.5.14**

**rated temperature (of a lead-through capacitor or series RC unit)**

maximum ambient temperature at which a lead-through capacitor can carry its rated lead-through current or a series RC unit can dissipate its rated power

NOTE This definition replaces that in IEC 60384-1, 2.2.24 (see note 2 to 1.5.12 above).

**1.5.15**

**insertion loss**

ratio of the voltage before and after the insertion of the suppressor as measured at the terminations

NOTE When measured in decibels, the insertion loss is 20 times the logarithm to base 10 of the ratio stated.

**1.5.16**

**rated current of the conductors (lead-through capacitor)**

maximum permissible current flowing through the conductors of the capacitor at the rated temperature during continuous operation

**1.5.17**

**main resonant frequency (two-terminal capacitor)**

lowest frequency at which the impedance of the capacitor is a minimum when applying a sinusoidal voltage

**1.5.18**

**impulse voltage**

a periodic transient voltage of a defined waveform as described in IEC 60060-1

**1.5.19****passive flammability**

ability of a capacitor to burn with a flame as a consequence of the application of an external source of heat

**1.5.20****active flammability**

ability of a capacitor to burn with a flame as a consequence of electrical loading

**1.6 Marking**

According to 2.4 of IEC 60384-1, with the following details.

The information given in the marking is normally selected from the following list; the relative importance of each item is indicated by its position in the list:

- a) manufacturer's name or trademark;
- b) manufacturer's type designation or the type designation given in the detail specification;
- c) capacitor class and subclass;
- d) recognized approval mark;
- e) rated capacitance(s) and rated resistance;
- f) rated voltage and nature of supply (alternating voltage may be indicated by the symbol  $\sim$  and direct voltage by the symbol  $\text{---}$  or  $\text{—}$ , **also a.c. and d.c. respectively for alternating voltage and direct voltage can be used;**
- g) the method of connection, if necessary;
- h) rated current of the conductor (in the case of a lead-through capacitor);
- i) tolerance on rated capacitance if different from  $\pm 20\%$ ;
- j) climatic category, followed by a letter indicating passive flammability category;
- k) rated temperature;
- l) year and month (or week) of manufacture;
- m) reference to the detail specification.

**1.6.1****Marking of capacitors**

The capacitor shall be clearly marked with a), b) and c) and also d), e) and f) if these are not implied by b), and as many of the remaining items as are considered necessary by the manufacturer. The marking shall be sufficient to enable a clear identification of the component to be made.

NOTE For surface-mount components **only a) and b) are mandatory (see Annex F).**

It is recommended that a caution mark be printed on the pc board where a safety component is mounted. The caution mark shall be ISO 7000-0434 (DB:2004-01). The mark is in the form of an upright equilateral triangle containing an exclamation mark.

NOTE This caution mark is referred to in 5.3 of IEC 60065:2001. Any duplication of information in the marking on the capacitor should be avoided.

**1.6.2****Marking of packaging**

The package containing the capacitor(s) shall be clearly marked with all the information listed above. National approvals may be indicated by lettering as an alternative to the approval mark.

### 1.6.3

#### Additional marking

Any additional marking shall be applied in such a way that no confusion can arise.

## 2 Preferred ratings and characteristics

### 2.1 Preferred characteristics

The values given in detail specifications shall preferably be selected from the following.

#### 2.1.1 Preferred climatic categories

The capacitors covered by this specification are classified into climatic categories according to the general rules given in IEC 60068-1.

The lower and upper category temperature and the duration of the damp-heat steady-state test shall be chosen from the following:

lower category temperature: -65 °C, -55 °C, -40 °C, -25 °C and -10 °C;

upper category temperature: +85 °C, +100 °C, +105 °C, +125 °C and +155 °C;

duration of the damp-heat steady-state test: 21 and 56 days.

The severities for the cold and dry-heat tests are the lower and upper category temperatures respectively.

For guidance on the application of the categories described above, see IEC 60940.

### 2.2 Preferred values of ratings

#### 2.2.1 Nominal capacitance ( $C_N$ )

The preferred values of nominal capacitance are:

1 – 1,5 – 2,2 – 3,3 – 4,7 – 6,8 and their decimal multiples.

These values conform to the E6 series of preferred values given in IEC 60063.

#### 2.2.2 Tolerance on nominal capacitance

The maximum tolerance on nominal capacitance is  $\pm 20\%$ .

#### 2.2.3 Rated voltage ( $U_R$ )

The preferred values of rated voltage are 125 V, 250 V, 275 V, 400 V, 440V, 500 V, 760 V and 1000 V.

~~NOTE 1 X-capacitors can be used in a star connect.~~

NOTE 2 Electromagnetic interference suppression capacitors should be chosen to have a rated voltage equal to, or greater than, the nominal voltage of the supply system to which they are connected. The design of the capacitors should take into account the possibility that the voltage of the system may rise by up to 10,% above its

nominal voltage. In star connection the maximum voltage over the capacitors must be calculated in the worst possible case when the nominal capacitance tolerances of the capacitors used are considered.

#### 2.2.4 Nominal resistance ( $R_N$ )

Preferred values of nominal resistance shall be taken from the E6 series of IEC 60063.

#### 2.2.5 Rated temperature

The rated temperature for lead-through capacitors and series RC units shall be not less than +40 °C.

#### 2.2.6 Passive flammability

The preferred category of passive flammability permitted is Category B (see 4.17). If category C is used, it has to be agreed between the component supplier and the customer. See 4.17 also for alternative passive flammability testing.

**Exemption: For components smaller than 1750 mm<sup>3</sup> passive flammability category C is permitted.**

**NOTE** Passive flammability categories better than C may require flame retardant additives which may be considered to cause environmental impact. These categories should be subject to discussion between manufacturers and customers to find a compromise between safety and environmental requirements.

### 2.3 Requirements for sleeving, tape, tubing and wire insulation

Sleeving, tape, tubing and wire insulation used in the components falling under this standard shall be rated for the voltage involved and the temperature attained under any condition of actual use. They shall be flame retardant according to Class VW1.

**NOTE** If insulated terminals are requested, the preferable colours should be transparent or white.

## 3 Assessment procedures

### 3.1 Primary stage of manufacture

For wound capacitors, the primary stage of manufacture is the winding of the capacitor element. For single-layer ceramic capacitors, it is the metallization of the dielectric to form the electrodes. For fixed multilayer ceramic capacitors, it is the first common firing of the dielectric-electrode assembly. For other types of capacitor, it shall be the same as that given in the sectional specification for the dielectric used.

### 3.2 Structurally similar components

Capacitors considered as being structurally similar are capacitors produced with essentially the same processes and materials, though they may be of different case sizes and capacitance values, but of the same class and rated voltage.

### 3.3 Certified records of released lots

The information required in 3.10 of IEC 60384-1, Q.9, shall be made available when prescribed in the detail specification and when requested by a customer. After the endurance test the parameters for which variables information is required are capacitance change, resistance change (for RC units),  $\tan \delta$  and insulation resistance.

### 3.4 Approval testing

#### 3.4.1 Safety tests only approval

Tables 3 and 6 form a schedule limited to tests concerning safety only requirements. The schedule to be used for safety tests only approval will be on the basis of fixed sample sizes as given in 3.4.3 and Table 3 of this specification. Prior to the approval testing being carried out, it is necessary to submit to the certification body a declaration of design (see Annex D) registering essential data and basic design details of the capacitors for which approval is sought.

#### 3.4.2 Qualification approval

Tables 4, 5 and 7 shall be used when qualification approval is sought.

The procedures for qualification approval testing are given in the generic specification, IEC 60384-1, Q.5, in which Q.5.3a) refers to lot-by-lot and periodic inspections. The schedules to be used for qualification approval testing on the basis of lot-by-lot and periodic inspections are given in 3.5 and Table 8 of this specification. The schedule to be used for qualification approval testing on the basis of fixed sample sizes according to ~~3.5.3b) of~~ IEC 60384-1, Q.5.3b), is given in 3.4.3 and Tables 4 and 5 of this specification. For the two procedures, the sample sizes and the number of permissible nonconforming items shall be of comparable order. The test conditions and requirements shall be the same. Qualification approval according to the fixed sample sizes of Tables 4 and 5 is preferred.

#### 3.4.3 Qualification approval on the basis of the fixed sample size procedure

##### 3.4.3.1 Sampling

Capacitors of each technology, rated voltage, class and subclass shall be separately qualified. The total number of capacitors of each rated voltage in each group is given in Tables 3, 4 and 5. For multi-section capacitors containing sections of different classes and for lead-through capacitors, larger numbers are required as indicated.

The sample shall contain equal numbers of specimens of the highest and lowest capacitance values in the range to be qualified, except for the passive flammability test of 4.17 and the active flammability test of 4.18. For the passive flammability test, the rules of sampling in 4.17, footnote f) to Table 3 and footnote i) to Table 4 shall be followed. For the active flammability test, the rules of sampling in 4.18 shall be followed. For RC units, the sample of highest capacitance values and the sample of the lowest capacitance values shall contain each, as nearly as possible, equal number of resistors of the highest and lowest resistance value in the range to be qualified. Where only one capacitance value is involved, the total number of capacitors as stated in Tables 3, 4 and 5 shall be tested.

Spare specimens are permitted as follows:

- a) one per capacitance value which may be used to replace the permitted nonconforming item in Group 0;
- b) the remainder of the spare specimens may be required, if it is necessary, to repeat any test according to the provisions of footnote a) of either Tables 3 or 4.

The numbers given in Group 0 assume that all subgroups are applicable. If this is not so, the numbers may be reduced accordingly.

When additional groups are introduced into the qualification approval test schedule, the number of specimens required for Group 0 shall be increased by the same number as that required for the additional groups.

Tables 3, 4 and 5 give the number of specimens to be tested in each group or subgroup together with the permissible number of nonconforming items in each case.

Where a range of ceramic capacitors to be qualified consists of different temperature coefficients or the range of capacitors employs significantly different materials, the samples for Groups 2, 3 and 7 shall contain the specified quantity of specimens for each dielectric material **group as specified below:**

**Group A: Materials with Dielectric Constant  $\epsilon_r < 2500$**

**Group B: Materials with Dielectric Constant  $2500 \leq \epsilon_r < 10000$**

**Group C: Materials with Dielectric Constant  $\epsilon_r \geq 10000$**

#### **3.4.3.2 Tests**

One of the complete series of tests indicated in Tables 3, 4 or 5 is required for the approval of capacitors of a single rated voltage covered by one detail specification. The tests of each group shall be carried out in the order given.

The whole sample shall be subjected to the tests of Group 0 and then subdivided for the other groups.

A specimen found to be a nonconforming item during the tests of Group 0 shall not be used for the other groups.

"One nonconforming item" is counted when a capacitor has not satisfied the whole or part of the tests of a group.

Approval is granted when the number of nonconforming items does not exceed the specified number of permissible nonconforming items for each group and subgroup and the total number of permissible nonconforming items.

NOTE ~~Tables 3 and 6 or 4, Tables 5 and 7 form the fixed sample size test schedule~~ Fixed sample size test schedules for safety tests only are given in Tables 3, 5 and 6, for safety and performance qualification approval in Tables 4, 5 and 7. Tables 3, 4 or 5 include the details for the sampling and permissible nonconforming items for the different tests or groups of tests. Tables 6 or 7, together with the details of test contained in Clause 4, give a complete summary of test conditions and performance requirements and indicate where, for test methods or conditions of test, a choice has to be made in the detail specification.

The conditions of test and performance requirements for the fixed sample size schedule should be identical to those prescribed in the detail specification for the quality conformance inspection.

**Table 3 – Sampling plan – Tests concerning safety requirements only**

Group	Test	Subclause of this specification	Number of specimens tested per rated voltage and subclass	Permitted number of nonconforming items per rated voltage and subclass	
				Per group	Total
0	Visual examination	4.1	28+12 <sup>d)</sup> +	1 <sup>b)</sup>	
	Capacitance	4.2.2	6 <sup>e)</sup> +		
	Resistance <sup>c)</sup>	4.2.4	6-18 <sup>f)</sup>		
	Voltage proof	4.2.1	+24		
	Insulation resistance	4.2.5			
	Spares		14+6 <sup>e)</sup>		
1A	Creepage distances and clearances	4.1.1		0 <sup>a), b)</sup>	
	Robustness of terminations	4.3	6		
	Resistance to soldering heat <sup>c)</sup>	4.4			
	Solvent resistance of the marking	4.20			
2	Damp heat, steady state	4.12	10	0 <sup>a), b)</sup>	1
3	Impulse voltage	4.13		0 <sup>a), b)</sup>	
	Endurance	4.14			
	Class X and RC units	4.14.3	12 <sup>d)</sup>		
	Class Y and RC units	4.14.4	12 <sup>d)</sup>		
Lead-through <sup>g)</sup>	4.14.5	6 <sup>e)</sup>			
6	Passive flammability	4.17	6-18 <sup>f)</sup>	0	
7	Active flammability	4.18	24	0	

a) If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted. The nonconforming items obtained in the first sample shall be counted for the total nonconforming items permitted in the last column.

b) For Y-capacitors, no permanent short-circuit failures are permitted.

c) If applicable.

d) If multi-section capacitors consisting of X- and Y-capacitors are to be tested, 12 specimens shall be taken for the tests on the X-capacitors and 12 other specimens for the tests on the Y-capacitors.

e) Additional capacitors if lead-through capacitors are tested.

f) See footnote i) to Table 4.

g) Attention is drawn to the option of carrying out a combined voltage/current test, as prescribed in 4.14.6.

**Table 4 – Sampling plan – Safety and performance tests qualification approval – Assessment level ~~D~~ DZ**

Group	Test	Subclause of this specification	Number of specimens tested per rated voltage and subclass	Permitted number of nonconforming items per rated voltage and subclass			
				Per group		Total	
				<del>D</del>	DZ	<del>D</del>	DZ
0	Visual examination	4.1	50+12 <sup>e)</sup> +	<del>1</del>	0 <sup>a)</sup>	<del>2</del>	0
	Dimensions (gauging)	4.1	6 <sup>f)</sup> +				
	Capacitance	4.2.2	6-18 <sup>i)</sup>				
	Resistance <sup>c)</sup>	4.2.4	+24				
	Tangent of loss angle <sup>h)</sup>	4.2.3					
	Voltage proof	4.2.1					
	Insulation resistance	4.2.5					
	Spares		20				
1A	Dimensions (detail)	4.1	6	<del>0</del>	0 <sup>a)</sup>	<del>2</del>	0
	Robustness of terminations	4.3					
	Resistance to soldering heat <sup>c)</sup>	4.4					
	Component solvent resistance <sup>c)</sup>	4.19					
1B	Solderability <sup>c)</sup>	4.5	12	<del>0</del>	0 <sup>a)</sup>		
	Solvent resistance of the marking	4.20					
	Rapid change of temperature	4.6					
	Vibration	4.7					
1	Bump or shock <sup>g)</sup>	4.8 or 4.9	18	<del>1</del>	0 <sup>b)</sup>		
	Container sealing <sup>c), a)</sup>	4.10					
2	Climatic sequence	4.11	10	<del>0</del>	0 <sup>a), b)</sup>		
	Damp heat, steady state	4.12					
3	Impulse voltage	4.13	12 <sup>e)</sup>	<del>0</del>	0 <sup>a), b)</sup>		
	Endurance	4.14					
	Class X and RC units	4.14.3					
	Class Y and RC units	4.14.4					
4	Lead-through <sup>j)</sup>	4.14.5	6 <sup>f)</sup>	<del>0</del>	0 <sup>a)</sup>		
	Charge and discharge <sup>c)</sup>	4.15					
5	Radiofrequency characteristics <sup>d)</sup>	4.16	4	<del>1</del>	0 <sup>a)</sup>		
6	Passive flammability	4.17	6-18 <sup>i)</sup>	<del>0</del>	0		
7	Active flammability	4.18	24	<del>0</del>	0		

a) If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted. The nonconforming item obtained in the first sample shall be counted for the total nonconforming items permitted in the last column.

b) For Y-capacitors, no permanent short-circuit failures are permitted.

c) If applicable.

d) If required in the detail specification.

e) If multi-section capacitors consisting of X- and Y-capacitors are to be tested, 12 specimens shall be taken for the tests on the X-capacitors and 12 other specimens for the tests on the Y-capacitors.

f) Additional capacitors if lead-through capacitors are tested.

g) Whichever is prescribed by the detail specification.

h) Not required for RC units, or for capacitors other than those of metallized film or metallized paper construction.

i) The smallest, a medium (in the case of more than four case sizes) and the largest case size shall be tested. Of each case size, three specimens of the maximum capacitance and three specimens of the minimum capacitance shall be tested, resulting in six specimens per case size.

j) Attention is drawn to the option of carrying out a combined voltage/current test as prescribed in 4.14.6.

**Table 5 – Test schedule and sampling plan for lot-by-lot tests**

<b>Safety tests only</b>			
<b>Group</b>	<b>Clause number and test referred to Clause 4 of this specification</b>	<b>Inspection level IL</b>	<b>Acceptance number</b>
A0	4.2.2 Capacitance 4.2.4 Resistance <sup>a)</sup> 4.2.1 Voltage proof <sup>d)</sup>	100 % <sup>b)</sup>	
A1	4.1 Visual examination Dimensions <sup>c)</sup>	S-4	0
	4.2.5 Insulation resistance (Test A)	I	0
<sup>a)</sup> If applicable. <sup>b)</sup> May be carried out as end-of-line testing. <sup>c)</sup> This test may be replaced by in-production testing if the manufacturer installs SPC on dimensional measurements or other mechanisms to avoid parts exceeding limits. <sup>d)</sup> The voltage proof test shall be combined with a suitable monitoring method to detect defects in insulation resistance.			
<b>Qualification approval – Assessment level D</b>			
<b>Group</b>	<b>Clause number and test referred to Clause 4 of this specification</b>	<b>Inspection level IL</b>	<b>Acceptable quality level AQL %</b>
<b>A1</b>	<del>4.1 Visual examination</del> <del>4.1 Dimensions (gauging)</del>	<b>II</b>	<b>1,5</b>
<b>A2</b>	<del>4.2.2 Capacitance</del> <del>4.2.4 Resistance <sup>a)</sup></del> <del>4.2.3 Tangent of loss angle (metallized and ceramic capacitors only)</del> <del>4.2.1 Voltage proof (Test A)</del> <del>4.2.5 Insulation resistance (Test A)</del>	<b>II</b>	<b>0,25</b>
<b>B1</b>	<del>4.5 Solderability <sup>a)</sup></del>	<b>S-3</b>	<b>2,5</b>
<sup>a)</sup> If applicable.			
<b>Qualification approval – Assessment level DZ</b>			
<b>Group</b>	<b>Clause number and test referred to Clause 4 of this specification</b>	<b>Inspection level IL</b>	<b>Acceptance number <sup>b)</sup></b>
A1	4.1 Visual examination	S-4	0
	4.1 Dimensions (gauging)		
A2	4.2.2 Capacitance	I	0
	4.2.4 Resistance <sup>a)</sup>		
	4.2.3 Tangent of loss angle (metallized and ceramic capacitors only)		
	4.2.1 Voltage proof (Test A)		
	4.2.5 Insulation resistance (Test A)		
B1	4.5 Solderability <sup>a)</sup>	S-3	0
<sup>a)</sup> If applicable. <sup>b)</sup> If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample, and then no further nonconforming items are permitted.			

**NOTE** The sampling sizes corresponding to inspection levels should be selected from IEC 61193-2, Table 2

Table 6 – Test schedule for safety tests only

Subclause number and test <sup>a)</sup>	Conditions of test <sup>a)</sup>	<i>n</i> and <i>c</i> <sup>b)</sup>	Performance requirements <sup>a)</sup>
<b>Group 0</b>	<b>Non-destructive</b>	See Table 3	
4.1 Visual examination			No visible damage Legible marking
4.2.2 Capacitance			Within specified tolerance
4.2.4 Resistance (if applicable)			Within specified tolerance
4.2.1 Voltage proof	Method: ...		No permanent break-down or flashover
4.2.5 Insulation resistance	Method: ...		As in Table 11
<b>Group 1A</b>	<b>Destructive</b>	See Table 3	
4.1.1 Creepage distances and clearances			As 4.1.1
4.3 Robustness of terminations	Severity: see detail specification		No visible damage
4.4 Resistance to soldering heat (if applicable)	No pre-drying See detail specification for the Method (1A or 1B)		
4.20 Solvent resistance of the marking	<b>Solvent: ...</b> <b>Solvent temperature: ...</b> <b>Method 1</b> <b>Rubbing material: cotton wool</b> <b>Recovery: ...</b>		Legible marking
4.4.2 Final measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable)		No visible damage See Table 13 See Table 13
<b>Group 2</b>	<b>Destructive</b>	See Table 3	
4.12 Damp heat, steady state			
4.12.1 Initial measurements	Group 0 measurements to be used		
4.12.2 Test conditions	Ceramic capacitors: half of the sample with $U_R$ applied; the other half with no voltage applied Other capacitors: no voltage applied		
4.12.3 Final inspection and measurements	Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Voltage proof Insulation resistance		No visible damage Legible marking See Table 15 See Table 15 See Table 15 See Table 15

**Table 6** (continued)

Subclause number and test <sup>a)</sup>	Conditions of test <sup>a)</sup>	<i>n</i> and <i>c</i> <sup>b)</sup>	Performance requirements <sup>a)</sup>
<b>Group 3</b> 4.13.1 Initial measurements 4.13 Impulse voltage 4.14 Endurance 4.14.7 Final measurements	<b>Destructive</b> Group 0 measurements to be used 3 pulses, full wave Peak voltage: see Table 1 and Table 2 Duration: 1 000 h Voltage, current and temperature: see 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 and 4.14.6 Visual examination Capacitance Resistance (if applicable) Voltage proof Insulation resistance	See Table 3	See 4.13.2 and 4.13.3 No visible damage Legible marking See Table 16 See Table 16 See Table 16 See Table 16
<b>Group 6</b> 4.17 Passive flammability	<b>Destructive</b>	See Table 3	See 4.17.1
<b>Group 7</b> 4.18 Active flammability	<b>Destructive</b>	See Table 3	See 4.18.4
<sup>a)</sup> Subclause numbers of test conditions and requirements refer to Clause 4. <sup>b)</sup> <i>n</i> = number of specimens, <i>c</i> = number of permissible nonconforming items. <sup>c)</sup> When, for a ceramic capacitor, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning according to Annex G should be performed as advised by the manufacturer.			

**Table 7 – Test schedule for safety and performance tests qualification approval – Assessment level ~~D~~ DZ**

Subclause number and test <sup>a)</sup>	Conditions of test <sup>a)</sup>	<i>n</i> and <i>c</i> <sup>b)</sup>	Performance requirements <sup>a)</sup>
<b>Group 0</b> 4.1 Visual examination  4.1 Dimensions (gauging) 4.2.2 Capacitance 4.2.4 Resistance (if applicable) 4.2.3 Tangent of loss angle (metallized and ceramic capacitors only) 4.2.1 Voltage proof 4.2.5 Insulation resistance	<b>Non-destructive</b>          Frequency: ...  Method: ...  Method: ...	See Table 4	No visible damage Legible marking and as specified in the detail specification  See detail specification Within specified tolerance Within specified tolerance See detail specification  No permanent break-down or flashover See Table 12
<b>Group 1A</b> 4.1 Dimensions (detail)  4.3 Robustness of terminations 4.4 Resistance to soldering heat (if applicable) 4.19 Component solvent resistance (if applicable)  4.4.2 Final measurements	<b>Destructive</b>  Severity: see detail specification  No pre-drying See detail specification for the Method (1A or 1B)  Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 2  Recovery: ...  Visual examination Capacitance Resistance (if applicable)	See Table 4	See detail specification and Table 9 No visible damage   See detail specification   No visible damage See Table 13 See Table 13

Table 7 (continued)

Subclause number and test <sup>a)</sup>	Conditions of test <sup>a)</sup>	n and c <sup>b)</sup>	Performance requirements <sup>a)</sup>
<p><b>Group 1B</b></p> <p>4.5 Solderability (if applicable)</p> <p>4.20 Solvent resistance of the marking</p> <p>4.6 Rapid change of temperature</p> <p>4.6.1 Final inspection</p> <p>4.7 Vibration</p> <p>4.7.2 Final inspection</p> <p>4.8 Bump or 4.9 Shock</p> <p>4.8.2 Final measurements or 4.9.2</p>	<p><b>Destructive</b></p> <p>Without ageing For method see detail specification</p> <p>Solvent: ... Solvent temperature: ... Method 1 Rubbing material: cotton wool</p> <p>Recovery: ...</p> <p><math>T_A</math> = Lower category temperature <math>T_B</math> = Upper category temperature</p> <p>Five cycles Duration <math>t_1</math> = 30 min</p> <p>Visual examination</p> <p>For mounting method and severity: see detail specification</p> <p>Visual examination</p> <p>For mounting method and severity: see detail specification</p> <p>Visual examination</p> <p>Capacitance</p> <p>Resistance (if applicable)</p>	<p>See Table 4</p>	<p>Good tinning as evidenced by free flowing of the solder with wetting of the terminations or solder shall flow within 3 s, as applicable.</p> <p>Legible marking</p> <p>No visible damage</p> <p>No visible damage</p> <p>No visible damage</p> <p>See 4.8.2 or 4.9.2 of this specification</p> <p>See Table 14</p>
<p><b>Group 1</b></p> <p>4.10 Container sealing (if applicable)</p> <p>4.11 Climatic sequence</p> <p>4.11.1 Initial measurements</p> <p>4.11.2 Dry heat</p> <p>4.11.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle</p> <p>4.11.4 Cold</p> <p>4.11.5 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles</p> <p>4.11.6 Final measurements</p>	<p><b>Destructive</b></p> <p>Test Qc or Test Qd of IEC 60068-2-17 as prescribed in the detail specification</p> <p>Measurements made in 4.4.2, 4.8.2 or 4.9.2 as appropriate</p> <p>Temperature: upper category temperature</p> <p>Duration: 16 h</p> <p>Temperature: lower category temperature</p> <p>Duration: 2 h</p> <p>Visual examination</p> <p>Capacitance</p> <p>Resistance (if applicable)</p> <p>Tan <math>\delta</math> (if applicable)</p> <p>Voltage proof</p> <p>Insulation resistance</p>	<p>See Table 4</p>	<p>No evidence of leakage</p> <p>No visible damage</p> <p>Legible marking</p> <p>See Table 14</p>

Table 7 (continued)

Subclause number and test <sup>a)</sup>	Conditions of test <sup>a)</sup>	<i>n</i> and <i>c</i> <sup>b)</sup>	Performance requirements <sup>a)</sup>
<b>Group 2</b> 4.12 Damp heat, steady state 4.12.1 Initial measurements 4.12.2 Test conditions 4.12.3 Final measurements	<b>Destructive</b>  Group 0 measurements to be used  Ceramic capacitors: half of the sample with $U_R$ applied; the other half with no voltage applied  Other capacitors: no voltage applied  Visual examination  Capacitance Resistance (if applicable) Tan $\delta$ (if applicable) Voltage proof Insulation resistance	See Table 4	No visible damage Legible marking  See Table 15 See Table 15 See Table 15 See Table 15 See Table 15
<b>Group 3</b> 4.13.1 Initial measurements 4.13 Impulse voltage 4.14 Endurance 4.14.7 Final measurements	<b>Destructive</b>  Group 0 measurements to be used  Number of impulses: 24 max. Peak voltage: ... V, see Tables 1 and 2  Duration: 1 000 h  Voltage, current and temperature: see 4.14.3, 4.14.4, 4.14.5 and 4.14.6  Visual examination  Capacitance Resistance (if applicable) Tan $\delta$ (if applicable) Voltage proof Insulation resistance	See Table 4	See 4.13.2 and 4.13.3       No visible damage Legible marking  See Table 16 See Table 16 See Table 16 See Table 16 See Table 16
<b>Group 4</b> 4.15 Charge and discharge 4.15.1 Initial measurements 4.15.3 Final measurements	<b>Destructive</b>  Only for metallized and ceramic capacitors and RC units using such capacitors  Group 0 measurements may be used, provided the measuring conditions are the same as required for this test; in addition, except for RC units, tan $\delta$ shall be measured at: 10 kHz for $C_R \leq 1 \mu\text{F}$ 1 kHz for $C_R > 1 \mu\text{F}$  Capacitance  Tan $\delta$ at same frequency as initial measurement (not for RC units)  Resistance (if applicable)  Insulation resistance	See Table 4	See Table 17  See Table 17  See Table 17  See Table 17

**Table 7 (continued)**

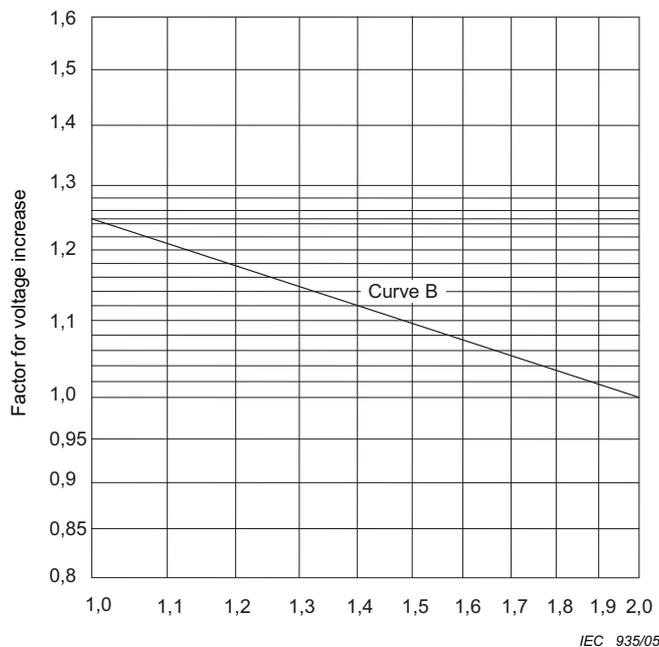
Subclause number and test <sup>a)</sup>	Conditions of test <sup>a)</sup>	<i>n</i> and <i>c</i> <sup>b)</sup>	Performance requirements <sup>a)</sup>
<b>Group 5</b> 4.16 Radiofrequency characteristics	<b>Non-destructive</b> If required in the detail specification; see detail specification for measuring method	See Table 4	See detail specification
<b>Group 6</b> 4.17 Passive flammability	<b>Destructive</b>	See Table 4	See 4.17.1
<b>Group 7</b> 4.18 Active flammability	<b>Destructive</b>	See Table 4	See 4.18.4
<sup>a)</sup> Subclause numbers of test conditions and requirements refer to Clause 4. <sup>b)</sup> <i>n</i> = number of specimens, <i>c</i> = number of permissible nonconforming items. <sup>c)</sup> When, for a ceramic capacitor, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning according to Annex G should be performed as advised by the manufacturer.			

**3.5 Quality conformance inspection**

Before submission to the quality conformance inspection, an appropriate 100 % voltage proof test between terminations according to Table 10 shall be made.

The details of this test shall be the prerogative of the manufacturer, but the time shall be not less than 1 s.

If the test is performed in a time period between 1 s and 2 s the voltage of Table 10 shall be increased to values above curve B of Figure 6 .



**Figure 6 – Test duration (s)**

If a d.c. test voltage is used instead of a.c. for Y-capacitors, it shall be not less than 1,5 times the a.c. test voltage in Table 10 and further increased to values above curve B of Figure 6.

All nonconforming items shall be removed from the lot prior to lot-by-lot testing.

### **3.5.1 Formation of inspection lots**

#### **3.5.1.1 Groups A and B inspection**

These tests shall be carried out on a lot-by-lot basis according to Table 8.

A manufacturer may aggregate the current production into inspection lots subject to the following safeguards:

- a) the inspection lot shall consist of structurally similar capacitors (see 3.2);
- b1) the sample tested shall be representative of the values and dimensions contained in the inspection lot:
  - in relation to their number;
  - with a minimum of five of any one value;
- b2) if there are less than five of any one value in the sample the basis for the drawing of samples shall be agreed between the manufacturer and the National Supervising Inspectorate.

For Group A tests, the inspection lot shall consist of components of the same rated voltage, class and subclass and shall be taken from one continuous production run.

No nonconforming items are permitted for Class Y-capacitors in the voltage proof test.

For Group B tests, the inspection lot shall consist of components produced with similar processes and materials, as related to the test concerned.

#### **3.5.1.2 Group C inspection**

##### **3.5.1.2.1**

#### **Safety tests only approval**

Re-qualification tests according to Table 6 may be required by the certification body when a change of the declared design as given in Annex D is intended.

The certification body shall be informed about the intended change(s) and decide whether re-qualification tests have to be performed.

##### **3.5.1.2.2**

#### **Qualification approval**

These tests shall be carried out on a periodic basis.

The samples to be submitted to the periodic test in Table 8 shall be representative of the current production of the specified periods and shall be taken from the same rated voltage, class and subclass. In subsequent periods, other case sizes in production shall be tested with the aim of covering the whole range of the approval.

No nonconforming items are permitted for Class Y capacitors in the voltage proof test.

**3.5.2 Test schedule**

**3.5.2.1**

**Test schedule for safety tests only approval**

The schedule for the lot-by-lot tests or criteria for re-qualification are given in Table 5 and Annex D of this specification.

**3.5.2.2**

**Test schedule for qualification approval**

The schedule for the lot-by-lot and periodic tests for quality conformance Inspection is given in Table 4 of Clause 2 of the blank detail specification, for example, IEC 60384-14-1.

**3.5.3 Delayed delivery**

Re-inspection in the case of delayed delivery shall be carried out at intervals not exceeding three years. When according to the procedures of IEC 60384-1, 3.10, re-inspection has to be made, voltage proof at the full relevant test voltage, capacitance, resistance (if applicable) and insulation resistance shall be checked as specified in Group A inspection and solderability shall be checked according to Group B inspection.

**3.5.4 Assessment levels**

The assessment level **DZ will be used. See** Table 8.

**Table 8 – Assessment levels**

Inspection subgroup <sup>b)</sup>	D			DZ		
	IL	AQL %		IL	Acceptance number	
A1	II	1,5		S-4	0	
A2	II	0,25		I	0	
B1	S-3	2,5		S-3	0	

Inspection subgroup <sup>b)</sup>	D			DZ		
	p	n	e	p	n	c <sup>a)</sup>
C1A	6	6	0	6	6	0
C1B <sup>c)</sup>	6	12	0	6	12	0
C1	6	18	0	6	18	0
C2	6	10	0	6	10	0
C3						
Class X		12			12	}
Class Y	3	12	0	3	12	
Lead-through		6			6	
C4	6	6	0	6	6	0
C5	12	4	0	12	4	0
C6	12	6-18	0	12	6-18	0
C7	12	24	0	12	24	0

*IL* = inspection level

~~*AQL* = acceptable quality level~~

*p* = periodicity in months

*n* = sample size

*c* = permissible number of nonconforming items

<sup>a)</sup> If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted.

<sup>b)</sup> The content of the inspection subgroups is described in Clause 2 of the relevant blank detail specification.

<sup>c)</sup> The vibration, bump and shock tests in this subgroup are required to be carried out every 12 months only.

**NOTE** The sampling sizes corresponding to inspection levels should be selected from IEC 61193-2, Table 2

## 4 Test and measurement procedures

This clause supplements the information given in Clause 4 of IEC 60384-1.

~~AC tests performed at 50 Hz can be considered valid up to 100 Hz.~~ **AC tests carried out at a frequency between 50 Hz and 100 Hz are considered valid for any nominal frequency between 50 Hz and 100 Hz. In case of doubt, 50 Hz shall be the reference frequency for measurements.**

### 4.1 Visual examination and check of dimensions

See 4.4 of IEC 60384-1 with the following additional details.

#### 4.1.1 Creepage distances and clearances

Creepage distances and clearances on the outside of the capacitor between live parts of different polarity or between live parts and a metal case shall be not less than the appropriate values given in Table 9.

~~This table is extracted from the table in Clause 29 of IEC 60335-1. Further information may be obtained by reference to the full table.~~ Table 9 is based on IEC 60664-1, but equipment safety standards IEC 60335-1, IEC 60065 and IEC 60950-1 have been considered, also. Further information may be obtained from IEC 60664-1.

**Table 9 is generated using following environmental conditions as main guideline:**

**Pollution degree 2, altitude  $\leq 2000$  m and CTI (Comparative Tracking Index) of materials  $\geq 100$ .**

**The creepage distances smaller than those in the Table 9 can be used, if rules given in IEC 60664-1 for CTI of materials in components allow that. Creepage distance must anyhow always be larger or equal to clearance distance from this table. Equipment standards may require large distances than given here.**

Compliance shall be checked by measurement according to the rules laid down in ~~IEC 60335-1~~ **IEC 60664-1** for measurements on the outside of the capacitor. Additional requirements may be necessary, for example ~~for drip-proof and splash-proof capacitors.~~ **for capacitors intended to be used in other environments than pollution degree 2 (e.g. drip-proof and splash-proof capacitors) or for the use of capacitors in altitudes higher than 2000 m. See IEC 60664-1 for guidance.**

Table 9 – Creepage distances and clearances

Points of measurement	Rated voltage (r.m.s.)									
	$U_R \leq 130 \text{ V}$		$130 \text{ V} < U_R \leq 250 \text{ V}$		$250 \text{ V} < U_R \leq 500 \text{ V}$		$500 \text{ V} < U_R \leq 760 \text{ V}$		$760 \text{ V} < U_R \leq 1000 \text{ V}$	
	Creepage distance mm	Clearance mm	Creepage distance mm	Clearance mm	Creepage distance mm	Clearance mm	Creepage distance mm	Clearance mm	Creepage distance mm	Clearance mm
Between live parts of different polarity (functional insulation) <sup>a)</sup>	2,0	1,5	3,0	2,5	4,0	3,0	6,3	5,5	8,0	5,5
Between live parts and other metal parts over basic insulation <sup>b)</sup>	2,0	1,5	4,0	3,0	6,3	5,5	6,3	5,5	8,0	7,5
Between live parts and other metal parts over reinforced insulation <sup>c)</sup>	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0/12,6	8,0	12,6	11	16	11

<sup>a)</sup> These limits shall be used for measurements between terminals of an X-capacitor.

<sup>b)</sup> These limits shall be used for measurements between either each terminal and the metal case of an X-capacitor and for measurements between terminals or between either each terminal and the metal case of a Y2-, Y3- or Y4-capacitor.

<sup>c)</sup> These limits shall be used for measurements between the terminals of a Y1- capacitor (up to 500 V).

(Convenor: 60384-14 has been originally based on household equipment standard 60335-1, where the voltage is limited to 300 V a.c.. When in earlier edition additional voltages have been added, the requirements in 60664-1 have not been considered properly, and e.g. the environmental conditions, or more accurately the material classes based on CTI, have not been given. Most of the values are following the Material class III values, but it is well known that in practise the CTI values of the materials used in real life capacitors fulfill at least class II requirements. Also the equipment standards do not always exactly follow the 60664-1 suggestions. This is visible in Table 9 in last column, which gives a little bit smaller distances than 60664-1. Main sources have been table 16/60335-1 and F2/60664-1 for Clearance, and Tables 17 and 18/60335-1 and F4/60664-1 for Creepage. Especially for clearance safety margins in Table 9 are quite large (maybe unnecessarily large), and the distances could be reduced (in F2/60664-1 min Clearance for 4 kV (X1) is 3,0mm, for 5 kV 4,0mm and for 8 kV 8,0mm). There is also a rule that for reinforced insulation the Creepage should be at least double to that of basic insulation. This is followed here and 12,6 mm instead of 8 mm is proposed for ≤ 500V class.

Because UL 60384-14 has just been published in line with the Ed. 3 of 60384-14 it is anyhow proposed to keep this table unchanged (or at least not to decrease the distances) for those values, which are from Ed. 3.

60384-14 is based on rated peak voltage maximum of 4 kV. This gives considerable limitations for overvoltage categories when mains voltage is increasing. We may want to add in later stage new classes for capacitors designed for rated impulse voltages of 6 kV, 8 kV or 12 kV.

IT IS RECOMMENDED TO GIVE A SHORT MAINTENANCE CYCLE FOR THIS DOCUMENT AND START IMMEDIATELY WITH TEST HOUSES A WORK TO MAKE A HARMONIZED TABLE 9 AND TAKE THE INFLUENCE OF OVERVOLTAGE CATEGORIES INTO CONSIDERATION

I recommend that for clearance and creepage distances the test house specialists in each country are consulted.)

## 4.2 Electrical tests

### 4.2.1 Voltage proof

See 4.6 of IEC 60384-1 with the following details.

#### 4.2.1.1 Test circuit for d.c. tests

Omit the capacitor  $C_1$  if the capacitor under test, or a section of it, is a metallized film or metallized paper capacitor.

The product of  $R_1$  and  $(C_1 + C_X)$  shall be less than, or equal to, 1 s and greater than 0,01 s.

$R_1$  includes the internal resistance of the power supply.

$R_2$  shall limit the discharge current to a value equal to, or less than, 0,05 A.

#### 4.2.1.2 Test circuit and method for a.c. tests

When for qualification approval and periodic tests a 50/60 Hz voltage is applied, the voltage shall be supplied from a transformer fed from a variable auto-transformer, and the voltage shall be raised from near zero to the test voltage at a rate not exceeding 150 V/s. The test time shall be counted from the time the test voltage is reached. At the end of the test time the test voltage shall be reduced to near zero and the capacitor discharged through a suitable resistor.

For lot-by-lot and 100 % testing, the voltage shall be applied directly at the full test voltage, but care should be taken to avoid overvoltage peaks.

#### 4.2.1.3 Applied voltage

The voltages of Table 10 shall be applied between the respective measuring points shown in Table 3 of IEC 60384-1 for a period of 1 min for qualification approval and periodic testing and for a period of not less than 1 s for lot-by-lot quality conformance testing, with the following details:

- the test according to 2C. of Table 3 of IEC 60384-1 shall not be carried out;
- for encapsulated units with a non-metallic case, a voltage proof test such as Test C shall be carried out only for qualification approval tests and periodic tests;
- the method of applying the test voltage for Test C shall be given in the detail specification. For qualification testing, the foil method given in 4.5.3.1 of IEC 60384-1 shall be used, unless otherwise specified in the detail specification;

**NOTE This test is applicable only to insulated capacitors in non-metallic case or in insulated metallic case. See IEC 60384-1, 4.6.2.3.**

- for testing during a period between 1 s and 2 s, the voltage of Table 10 shall be increased as indicated in Figure 6.

Attention is drawn to the fact that repetition of the voltage proof test by the user may damage the capacitor. **If repetition of the voltage proof test is made by the user, the applied voltage should not be greater than 66 % of the test voltage specified in Table 10.**

**Table 10 – Voltage proof**

Classes	Range of rated voltages	Test A	Test B or test C
X1 X2 <del>X3</del>	$\leq 7601000$ V	$4,3 U_R$ (d.c.)	$2 U_R + 1 500$ V (a.c.) with a minimum of 2 000 V (a.c.) <sup>a)</sup>

Y1	$\leq 500$ V	4 000 V (a.c.)	4 000 V (a.c.)
Y2	$\geq 150$ V $\leq 300$ V	$1.5 U_R + 1200$ V (a.c.) with a minimum of 1500 V (a.c.) <sup>b)</sup>	$2 U_R + 1500$ V (a.c.) with a minimum of 2 000 V (a.c.) <sup>b)</sup>
Y3	$\geq 150$ V $\leq 250$ V	$1.5 U_R + 1200$ V (a.c.) <sup>b)</sup>	
Y4	$< 150$ V	900 V (a.c.) <sup>b)</sup>	900 V (a.c.) <sup>b)</sup>

<sup>a)</sup> For delta and T-connected capacitor units according to Figures 5b and 5c, the test voltage for terminals to case shall be the appropriate test voltage for the Y-capacitors.

<sup>b)</sup> For lot-by-lot tests of Class Y2-, Y3- and Y4-capacitors, the a.c. test voltage may be replaced by a d.c. voltage of 1,5 times the prescribed a.c. voltage.

**(Convenor: For Y2 capacitors over 300V the test voltage must be increased following 60664-1 (see comment FI 32))**

#### 4.2.1.4 Requirement

There shall be no permanent breakdown or flashover during the test period.

**NOTE : The occurrence of self-healing breakdowns during the application of the test voltages on metalized film capacitors is allowed.**

#### 4.2.2 Capacitance

See 4.7 of IEC 60384-1 with the following details.

##### 4.2.2.1 Measuring conditions

The capacitance measured shall be the series equivalent capacitance.

The measuring frequency shall be 1 kHz, but, only for ceramic capacitors with  $C_N \leq 100$  pF (class 2) and  $C_N \leq 1000$  pF (class 1), the measuring frequency shall be 1 MHz.

The measuring temperature shall be in accordance with 4.2.1 of IEC 60384-1.

The measuring voltage shall not exceed the rated voltage. For ceramic capacitors the measuring voltage shall be  $1,0 \text{ V} \pm 0,2 \text{ V}$ .

As the nominal capacitance of ceramic capacitors, as measured above, is the small-signal capacitance, the manufacturer shall supply the following information for ceramic capacitors:

- the maximum expected 50/60 Hz current through the capacitor at rated voltage taking into account capacitance tolerance and temperature characteristic of capacitance;
- the minimum expected capacitance taking into account capacitance tolerance and temperature characteristic of capacitance.

##### 4.2.2.2 Requirements

The capacitance value shall be within the specified tolerance.

##### 4.2.3 Tangent of loss angle

This test is normally required for metallized and ceramic capacitors only.

See 4.8 of IEC 60384-1 with the following details:

The measuring frequency shall be 10 kHz for  $C_N \leq 1 \mu\text{F}$  and 1 kHz for  $C_N > 1 \mu\text{F}$ . For ceramic capacitors measuring frequency shall be 1kHz, but for capacitors with  $C_N \leq 100$  pF (class 2) and  $C_N \leq 1000$  pF (class 1), the measuring frequency shall be 1 MHz.

**4.2.4 Resistance (Equivalent Series Resistance (ESR)) (for RC units only)**

The ESR shall be measured in a series equivalent circuit at the following frequency:

- 100 kHz for  $R_N \times C_N < 50 \mu\text{s}$ ;
- 1 kHz for  $R_N \times C_N \geq 50 \mu\text{s}$ .

where

$R_N$  is the **rated nominal** resistance in ohms, and

$C_N$  is the **rated nominal** capacitance in farads.

**4.2.5 Insulation resistance**

See 4.5 of IEC 60384-1 with the following details.

In lot-by-lot quality conformance testing the measuring may be interrupted at the time that the value of the insulation resistance exceeds the limits of Tables 11 or 12, which can be shorter than 60 s.

**4.2.5.1 Temperature correction**

When prescribed in the detail specification the temperature at which the measurement is made shall be noted. If this temperature differs from 20 °C, a correction shall be made to the measured value by multiplying it by the appropriate correction factor prescribed in the sectional specification for the relevant dielectric, or given in the detail specification.

**4.2.5.2 Requirements**

The insulation resistance shall exceed the values of Tables 11 or 12 as appropriate.

**Table 11 – Insulation resistance – Safety tests only**

Test A		Test B or Test C
When $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ $RC_N$ in s	When $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ $R$ in $M\Omega$	$R$ in $M\Omega$
2 000 <sup>b)</sup>	6 000	6 000
NOTE See Table 12.		

**Table 12 – Insulation resistance – Safety and performance tests**

Dielectric	Test A		Test B or Test C
	When $C_N > 0,33 \mu\text{F}$ $RC_N$ in s	When $C_N \leq 0,33 \mu\text{F}$ $R$ in $M\Omega$	$R$ in $M\Omega$
Paper <sup>a), b)</sup>	2 000	6 000	6 000
Plastic	5 000	15 000	30 000
Ceramic	–	6 000	3 000

a) Also for mixed plastic/paper dielectrics.

b) For capacitors with ester-impregnated paper dielectric, the values in the last three columns of the table shall be replaced respectively by the values 500, 1 500 and 2 000.

NOTE 1 In the tables above,  $C_N$  is the rated capacitance and  $R$  the measured insulation resistance.

NOTE 2 Limits more severe and related to the dielectric may be given in the detail specification for performance tests only, where possible by reference to the appropriate IEC Publication.

NOTE 3 For capacitors having one termination connected to the case, the insulation resistance limits for Test A should be used.

NOTE 4 For capacitors with a discharge resistor, measurement should be carried out with the discharge resistor disconnected. If the resistor cannot be disconnected without the capacitor being destroyed, the test should be omitted in Group A; and, for qualification approval and periodic tests, the test should be carried out on half of the specimens in the sample, which should consist of capacitors specially made without discharge resistors.

### 4.3 Robustness of terminations

See 4.13 of IEC 60384-1 with the following details.

The test method and degree of severity to be used shall be specified in the detail specification.

The test for snap-in contacts shall be specified in the detail specification; the test methods and severity shall comply with the applicable parts of IEC 60760.

### 4.4 Resistance to soldering heat

This test is not applicable to capacitors with insulated leads longer than 10 mm, or to capacitors with terminations not intended to be soldered (such as screw and fast-on terminations).

**When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning**

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

See 4.14 of IEC 60384-1 with the following details.

#### 4.4.1 Test conditions

There shall be no pre-drying.

#### 4.4.2 Final inspection, measurements and requirements

The final measurements after this test are the intermediate measurements after the tests of Subgroup 1A and before the remainder of the tests of Group 1. The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 13.

**Table 13 – Resistance to soldering heat – Requirements**

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirement
Visual examination	4.1	No visible damage
Capacitance	4.2.2	The difference between the capacitance measured finally and in <sup>a)</sup> Group 0 of Table 3, or Table 4 shall not exceed 5 %
Resistance (if applicable)	4.2.4	$ \Delta R/R  \leq 5 \%$

a) For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 10 %.

#### **4.5 Solderability**

This test is not applicable to capacitors with terminations not intended for soldering (such as screw terminations and snap-in contacts).

See 4.15 of IEC 60384-1, with the following details.

##### **4.5.1 Test conditions**

No ageing is required.

When Method 2 is used, a soldering iron of size A shall be used.

**4.5.2** The requirements are given in Table 7.

#### **4.6 Rapid change of temperature**

When for fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2 a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

**When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning**

See 4.16 of IEC 60384-1 with the following details.

Number of cycles: 5.

Duration of exposure at the temperature limits: 30 min.

##### **4.6.1 Final inspection**

The capacitors shall be visually examined and there shall be no visible damage.

#### **4.7 Vibration**

See 4.17 of IEC 60384-1 with the following details.

##### **4.7.1 Test conditions**

The following degree of severity of test Fc applies: 0,75 mm displacement or 100 m/s<sup>2</sup>, whichever is the lower amplitude, over one of the following frequency ranges: 10 Hz to 55 Hz, 10 Hz to 500 Hz, 10 Hz to 2 000 Hz. The total duration shall be 6 h.

The detail specification shall prescribe the frequency range and shall also prescribe the mounting method to be used. For capacitors with axial leads which are intended to be mounted by the leads, the distance between the body and the mounting point shall be 6 mm ± 1 mm.

##### **4.7.2 Final inspection**

The capacitors shall be visually examined and there shall be no visible damage.

#### **4.8 Bump**

The detail specification shall state whether the bump or the shock test applies.

See 4.18 of IEC 60384-1, with the following details.

#### 4.8.1 Test conditions

The following are the preferred severities.

Total number of bumps: 1 000 or 4 000

Acceleration: 400 m/s<sup>2</sup>

Pulse duration: 6 ms

The mounting method and the severity shall be specified in the detail specification.

#### 4.8.2 Final inspection, measurements and requirements

The final measurements after this test are the intermediate measurements after the tests of Subgroup 1B and before the remainder of the tests of Group 1.

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the following requirements.

- There shall be no visible damage.  
The change of capacitance compared with the value measured in Group 0 of Table 4 shall not exceed 5 % except for ceramic capacitors where it shall not exceed 10 %.  
The value of  $\tan \delta$  shall not exceed the limit prescribed in the detail specification.  
The change of resistance (if applicable) shall not exceed the limit in Table 14.

**When preconditioning is performed, initial measurements for reference shall be carried out after preconditioning**

#### 4.9 Shock

The detail specification shall state whether the bump or the shock test applies.

See 4.19 of IEC 60384-1, with the following details.

##### 4.9.1 Test conditions

The following severities are preferred.

Pulse-shape: half-sine wave

Peak acceleration m/s <sup>2</sup>	Corresponding duration of the pulse ms
500	11
1 000	6

The mounting method, the severity and the number of shocks along each axis shall be specified in the detail specification.

##### 4.9.2 Final inspection, measurements and requirements

The final measurements after this test are the intermediate measurements after the tests of Subgroup 1B and before the remainder of the tests of Group 1.

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the following requirements.

- There shall be no visible damage.
- The change of capacitance compared with the value measured in Group 0 of Table 4 shall not exceed 5 % except for ceramic capacitors where it shall not exceed 10 %.

- The value of  $\tan \delta$  shall not exceed the limit prescribed in the detail specification.
- The change of resistance (if applicable) shall not exceed the limit in Table 14.

**When preconditioning is performed, initial measurements for reference shall be carried out after preconditioning**

#### **4.10 Container sealing**

This test is applicable only if prescribed in the detail specification.

See 4.20 of IEC 60384-1 with the following details.

##### **4.10.1 Test conditions**

The capacitors shall be subjected to either Test Qc or to Test Qd of IEC 60068-2-17, as appropriate. Unless otherwise specified in the detail specification, Method 1 shall be used when Test Qc is employed.

##### **4.10.2 Requirements**

During or after the test, as applicable, there shall be no evidence of leakage.

#### **4.11 Climatic sequence**

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

See 4.2.1 of IEC 60384-1 with the following details.

##### **4.11.1 Initial measurements**

The initial measurements for the climatic sequence are the measurements made in 4.4.2, 4.8.2 or 4.9.2 as appropriate.

##### **4.11.2 Dry heat**

See 4.21.2 of IEC 60384-1 with the following details.

No measurements are required at the upper category temperature.

##### **4.11.3 Damp heat, cyclic, test Db, first cycle**

See 4.21.3 of IEC 60384-1.

##### **4.11.4 Cold**

See 4.21.4 of IEC 60384-1 with the following details.

No measurements are required at the lower category temperature.

##### **4.11.5 Damp heat, cyclic, test Db, remaining cycles**

See 4.21.6 of IEC 60384-1.

##### **4.11.6 Final inspection, measurements and requirements**

See 4.21.7 of IEC 60384-1, with the following details.

Recovery shall be for 24 h ± 2 h under standard atmospheric conditions for testing.

After recovery, the capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 14.

**Table 14 – Climatic sequence – Requirements**

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirement
Visual examination	4.1	No visible damage The marking shall be legible
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 5 % <sup>a)</sup> of the value measured in 4.4.2, 4.8.2 or 4.9.2 as applicable
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of tan δ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,008 for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 for $C_N > 1 \mu\text{F}$
Resistance (if applicable)	4.2.4	$\left  \frac{\Delta R}{R} \right  \leq 5 \%$
Voltage proof	4.2.1	Test voltage as in Table 10 No permanent breakdown or flashover is permitted
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
<sup>a)</sup> For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 10 %.		

**4.12 Damp heat, steady state**

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

See 4.22 of IEC 60384-1, with the following details.

**4.12.1 Initial measurements**

Initial measurements have been made in Group 0 of Tables 3 or 4.

**When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning**

**4.12.2 Test conditions**

When the test is made on ceramic capacitors, half of the sample shall have the rated voltage applied and the other half shall have no voltage applied.

For all other capacitors, no voltage shall be applied during the test.

**4.12.3 Final inspection, measurements and requirements**

Recovery shall be for 1 h to 2 h under standard atmospheric conditions for testing.

After recovery the capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 15.

Table 15 – Damp heat, steady state – Requirements

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirement
Visual examination	4.1	No visible damage The marking shall be legible
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 5 % <sup>a)</sup> of the value measured in Group 0 of Tables 3 or 4 as applicable
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of $\tan \delta$ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,008 for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ 0,005 for $C_N > 1 \mu\text{F}$
Resistance (if applicable)	4.2.4	$\left  \frac{\Delta R}{R} \right  \leq 5 \%$
Voltage proof	4.2.1	Test voltage as in Table 10 No permanent breakdown or flashover is permitted
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
a) For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 15 %.		

#### 4.13 Impulse voltage

This test is to be carried out as a sequence with the endurance test described in 4.14.

##### 4.13.1 Initial measurements

Initial measurements have been made in Group 0 of Table 3 or Table 4.

When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning

##### 4.13.2 Test conditions

Capacitors except for those of subclasses X3 and Y3, shall be submitted to an impulse voltage test.

Each individual capacitor shall be subjected to a maximum of 24 impulses of the same polarity. The time between impulses shall be not less than 10 s. The peak value of the voltage impulse shall be as given in Table 1 and Table 2.

The rise time,  $t_r$ , is defined as  $t_r = (t_{90} - t_{30}) \times 1,67$  according to 18.1.4 of IEC 60060-1.

For the definition of the decay time  $t_d$  see 18.1.6 of IEC 60060-1.

The waveform will be determined by the test circuit parameters. Details of the test circuit are given in Annex A.

Before use, the functioning of the circuit shall be checked using  $C_X$  values of 0,01  $\mu\text{F}$  and 0,1  $\mu\text{F}$  and the values for the other circuit elements as given in Table A.1. The rise time  $t_r$  and decay time  $t_d$  shall be within 0 % + 50 % ~~± 30 %~~ (Convenor: the requested change (in 1<sup>st</sup> CD) has not been made, i.e. the information has been kept unchanged from Ed.3. See comments in A2) of the values given in Table A.2. The capacitors  $C_X$  used for this check should not be high-permittivity ceramic.

If the waveform from the check shows a damped oscillation, the peak-to-peak value of this oscillation,  $U_{pp}$ , shall be not greater than 10 % of the peak voltage of the impulse  $U_{CR}$  (see Figure 7).

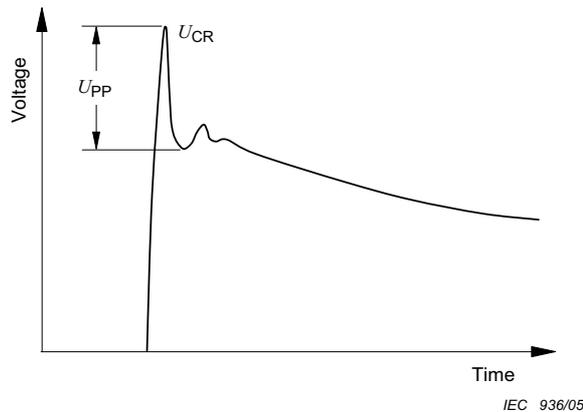


Figure 7 – Impulse wave form

#### 4.13.3 Requirements

There shall be no permanent breakdown or flashover.

If any three successive impulses are shown by the oscilloscope monitor to have had a waveform indicating that no self-healing breakdowns or flashovers have taken place in the capacitor, then no further impulses shall be applied and the capacitor shall be counted as conforming.

If all 24 impulses have been applied to the capacitor and 3 or more of them are of a waveform indicating that no self-healing breakdowns or flashovers have occurred, then the capacitor shall be counted as conforming, but, if less than three impulses are of the required waveform, then the capacitor shall be counted as a nonconforming item.

#### 4.14 Endurance

When, for fixed capacitors of ceramic dielectric Class 2, a precise measurement of capacitance drift is required, preconditioning should be performed as advised by the manufacturer (see Annex G).

The endurance test shall be started within one week of the completion of the impulse voltage test. See 4.23 of IEC 60384-1 with the following details.

##### 4.14.1 Test conditions

The capacitors shall be placed in the test chamber in such a manner that no capacitor is within 25 mm of any other capacitor.

As an exception, when the width or diameter of the capacitor is less than 25 mm, then the distance between the capacitors may be reduced to the value of this width or diameter, provided that this causes no extra heating of the capacitors. In case of doubt, the 25 mm spacing shall be used.

The capacitors shall not be heated by direct radiation and the circulation of the air in the chamber shall be adequate to prevent the temperature from exceeding  $\pm 3$  °C of the specified temperature at any point where capacitors are placed.

For non self-healing capacitors, a 1 ampere fuse or larger, if the capacitance value under test so requires, shall be connected in the supply circuit and shall not rupture during the test.

NOTE For self healing capacitors a fuse or other device of suitable sensitivity may be connected in the circuit of each capacitor to indicate if failure occurs.

#### 4.14.1.1

##### Sampling

The sample for the endurance test shall be divided if necessary into two or three parts according to the numbers given in Tables 3, 4 or 5, so that separate tests may be carried out on the X-capacitors, the Y-capacitors and the lead-through arrangements.

For example, when testing delta capacitor units (see 1.5.9), 12 capacitor units shall be tested according to 4.14.3 and another 12 units according to 4.14.4. When testing a Class Y lead-through capacitor (see 1.5.8) 12 capacitors shall be tested according to 4.14.4 and 6 units according to 4.14.5.

#### 4.14.2 Initial measurements

Initial measurements have been made in 4.13.1.

#### 4.14.3 Endurance for Class X capacitors and RC units containing Class X capacitors

For multi-section capacitors, all X-sections shall be tested in parallel, if necessary, by shorting out any Y-sections. For T-connected capacitors (see 1.5.9), the test shall be carried out between the terminals normally connected to line and neutral.

The capacitors shall be submitted to an endurance test of 1 000 h at upper category temperature at a voltage of  $1,25 U_R$  except that once every hour the voltage shall be increased to **1 000 V voltage  $U_S$  r.m.s. for 0,1 s, where  $U_S = 1,5 \times U_R$  or 1000V r.m.s., which ever is higher.** Each of these voltages shall be applied to each capacitor individually through a resistor of  $47 \Omega \pm 5 \%$ . The suitable circuit is shown in Annex B.

NOTE The value of this resistor is chosen to simulate the high-frequency impedance of the supply mains.

The test circuit should be designed so that voltage transients and current surges are avoided during switching. This may be achieved by discharging the capacitor before switching to the new voltage provided that the total time taken to change over to **1 000 V rms  $U_S$  r.m.s.** and back does not exceed 30 s.

#### 4.14.4 Endurance for Class Y capacitors and RC units containing Class Y capacitors

For multi-section capacitors, all Y-sections shall be tested in parallel, if necessary, by shorting out any X-sections. For T-connected capacitors (see 1.5.9) the terminals normally connected to line and neutral shall be shorted and the test shall be carried out between them and the terminal normally connected to earth.

The capacitors shall be submitted to an endurance test of 1 000 h at upper category temperature at a voltage of  $1,7 U_R$ , except that once every hour the voltage shall be increased to **1 000 V voltage  $U_S$  r.m.s. for 0,1 s, where  $U_S = 1,5 \times U_R$  or 1000V r.m.s., which ever is higher.** Each of these voltages shall be applied to each capacitor individually through a resistor of  $47 \Omega \pm 5 \%$ . The test circuit is shown in Annex B. When the

The test circuit should be designed so that voltage transients and current surges are avoided during switching. This may be achieved by discharging the capacitor before switching to the new voltage provided that the total time taken to change over the **1 000 V rms  $U_S$  r.m.s.** and back does not exceed 30 s.

**(Convenor: There are two proposals: To omit the impulse test voltage as in this proposal, or to increase it to stay over the continuously applied test voltage. For the second proposal the Belgian proposal after discussions was modified to be Impulse test voltage  $U_S = 1,5 U_R$  r.m.s. with a minimum of 1000 V r.m.s.)**

The impulse voltage was introduced originally in the endurance test to simulate possible disturbances in normal 230 V mains to prevent possibly dangerous designs of capacitors to be used, mainly such which could cause fire. When the test was created, there was no impulse test for X2-capacitors prior to the endurance test. The 2,5 kV test was introduced later, but the endurance test was not changed. Also at that time there was no active flammability test, which also was introduced later. The important question here is, if the probable disturbances are greater, when mains voltage is greater, and how well the other tests (impulse/active flammability) cover the purpose of this test.

After consultation of test houses the Belgian proposal has been followed here.

Endurance for the lead-through arrangements

In addition to the endurance tests of the capacitors according to 4.14.3 and 4.14.4, the current-carrying capacity of the lead-through arrangements shall be tested. All the lead-through wires shall be connected in series and the capacitors submitted to an endurance test of 1 000 h with a current of 1,1  $I_R$  passing through the lead-through wires. During this test, no voltage is applied to the capacitor dielectric.

The capacitors shall be mounted in the manner specified by the manufacturer, and the oven shall be stabilized at the rated temperature without current passing through the capacitors. The current shall then be switched on and the time counted from this moment.

After thermal stability has been re-established, the case temperature of one of the capacitors shall be measured. It shall not exceed the upper category temperature.

**4.14.5 Test conditions – Combined voltage/current tests**

For some types of capacitor, such as coaxial lead-through capacitors, it is possible without difficulty to apply both test voltage and current to the capacitor at the same time. If prescribed in the detail specification, a combined endurance test of 1 000 h may be carried out instead of the tests of 4.14.3 (or 4.14.4) and 4.14.5 using the number of specimens appropriate for the test of 4.14.3 (or 4.14.4) and 1,1 times the rated current flowing through the lead-through arrangements.

The case temperature of one of the capacitors shall be measured as in 4.14.5. It shall not exceed the upper category temperature.

**4.14.6 Final inspection, measurements and requirements**

The capacitors shall be visually examined and measured in the order given in Table 16.

**Table 16 – Endurance – Requirements**

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirement
Visual examination	4.1	No visible damage
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 10 % <sup>a)</sup> of the value in Group 0 of Tables 3 or 4 as applicable
Tangent of loss angle (metallized capacitors only)	4.2.3	The increase of $\tan \delta$ over the value measured in Group 0 shall not exceed 0,008 for $C_N \leq 1 \mu F$ 0,005 for $C_N > 1 \mu F$
Resistance (if applicable)	4.2.4	$ \Delta R / R  \leq 10 \%$
Voltage proof	4.2.1	Test voltage as in Table 10 No permanent breakdown or flashover is permitted

Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
a) For ceramic capacitors the capacitance difference shall not exceed 20 %.		

#### 4.15 Charge and discharge

This test is applicable only to metallized capacitors, ceramic capacitors and RC units using such capacitors.

See 4.27 of IEC 60384-1 with the following details.

##### 4.15.1 Initial measurements

Initial measurements have been made in Group 0 of Tables 3 or 4. In addition, except for RC units,  $\tan \delta$  shall be measured according to 4.8 of IEC 60384-1 with the following details.

$C_N$ :	$\leq 1 \mu\text{F}$	$C_N$ :	$> 1 \mu\text{F}$
Frequency:	10 kHz	Frequency:	1 kHz
Voltage:	1 V r.m.s. max.	Peak voltage:	$\leq 3 \%$ of rated voltage

**When preconditioning is performed, initial measurements shall be carried out after preconditioning**

##### 4.15.2 Test conditions

The capacitors shall be subjected to 10 000 cycles of charge and discharge at the rate of approximately one operation per second.

Each cycle shall consist of charging and discharging the capacitor. For a.c. rated capacitors, the test voltage shall be  $\sqrt{2} \times U_R$  and for d.c. capacitors the test voltage shall be  $U_R$ .

Each capacitor shall be individually charged by applying the test voltage through a resistor with the value

$$R = \frac{220 \times 10^{-6}}{C_N} \Omega$$

or the value required to limit the charge current to 1 A (or to the higher current value given in the detail specification) whichever resistance value is the greater.

Each capacitor shall be individually discharged through a resistor of such a value that the maximum rate of change of voltage ( $dU/dt$ ) shall be approximately 100 V/ $\mu\text{s}$ .

For RC units, if it is impossible to achieve a discharge rate of 100 V/ $\mu\text{s}$ , the RC unit shall be discharged through a short circuit.

The circuit is given in Annex C.

##### 4.15.3 Final measurements and requirements

The capacitor shall be measured and shall meet the requirements of Table 17.

**Table 17 – Charge and discharge – Requirements**

Inspection or measurement	Inspection or measuring method	Requirement
Capacitance	4.2.2	The final capacitance value shall be within 10 % <sup>a)</sup> of the value in Group 0 of Tables 3 or 4 as applicable
Tan $\delta$ for $C_N \leq 1 \mu\text{F}$ $f = 10 \text{ kHz}$ (if applicable)	4.15.1	The increase of tan $\delta$ over the value measured in 4.15.1 shall not exceed $80 \times 10^{-4}$
Tan $\delta$ for $C_N > 1 \mu\text{F}$ $f = 1 \text{ kHz}$ (if applicable)	4.15.1	The increase of tan $\delta$ over the value measured in 4.15.1 shall not exceed $50 \times 10^{-4}$
Resistance (if applicable)	4.2.4	$ \Delta R / R  \leq 10 \%$
Insulation resistance	4.2.5	Greater than 50 % of the applicable limits of Tables 11 or 12
<sup>a)</sup> For ceramic capacitors, the capacitance difference shall not exceed 20 %.		

#### 4.16 Radiofrequency characteristics

The detail specification may prescribe measuring methods and requirements for one or more of the following radiofrequency characteristics:

- the main resonant frequency of the capacitor;
- insertion loss (the methods of CISPR 17 shall be used where possible);
- resistance at resonant frequency;
- impedance of the capacitor;
- inductance of the capacitor.

#### 4.17 Passive flammability test

##### 4.17.1 Testing according to IEC 60384-1

See 4.38 of IEC 60384-1, with the following details.

**No test according to Group 0 and** no preconditioning is required.

The test shall be carried out on 6 to 18 specimens, depending on the number of case sizes tested. The smallest, a medium (in the case of more than 4 case sizes in the range to be qualified), and the largest case size in the range to be qualified, shall be tested. For each case size, 3 specimens, each of the highest and lowest capacitance values of the range to be qualified, shall be tested.

The flame shall be applied for the period of time specified in the generic specification corresponding to the volume of the specimen and the category of flammability specified in the detail specification.

~~If there is no requirement in a detail specification or other relevant specification, the test shall be carried out as for category C.~~

**The preferred category is category B. If category C is used, it has to be agreed between the component supplier and the customer.**

**Exemption: For components smaller than 1750 mm<sup>3</sup> passive flammability category C is permitted.**

NOTE Passive flammability categories better than C may require flame retardant additives which may be considered to cause environmental impact. These categories should be subject to discussion between manufacturers and customers to find a compromise between safety and environmental requirements.

~~NOTE Passive flammability categories better than C may require flame retardant additives which may cause environmental impact. These categories should be subject to discussion between manufacturers and customers.~~

**For SMD capacitors consisting of ceramic and metal only the passive flammability test can be omitted.**

#### 4.17.1.1 Requirements

The burning time specified in the generic specification shall not be exceeded by any specimen. The tissue paper shall not ignite. No electrical measurements are required.

#### 4.17.2 Alternative passive flammability test

In situations, where the components do not have passive flammability category B, or where category C has not been agreed upon, **and the volume of the capacitor is greater than 1750 mm<sup>3</sup>**, or when the polymeric enclosure materials are not classified V-0 according to IEC 60695-11-10, the following alternative test method can be used.

Three samples of the component are to be subject to three 15 s applications of a test flame, the period between the applications of the flame being 15 s. The component shall not continue to flame for more than 15 s after the first and second applications, and not more than 60 s after the third application.

##### 4.17.2.1 Requirements for the test set-up

For the test, a supply of gas having a heating value of approximately 37,6 MJ/m<sup>3</sup> (1000 Btu/ft<sup>3</sup>) at normal pressure and a 9,5 mm (3/8 inch) diameter Tirril burner are to be used. The test flame is to be 19 mm (3/4 inch) high with the air ports of the burner closed.

##### 4.17.2.2 Requirements for the conduction of the test

Each component is to be mounted in a position that is most conducive to the ignition of the component and that is permitted by the physical construction of the component. The tip of the test flame is to be applied at any location on the body of each component. No electrical measurements are required.

#### 4.18 Active flammability test

4.18.1 This test is not applicable to Y1 capacitors.

4.18.2 The sample of 24 specimens shall contain equal numbers of specimen of the highest, the lowest and an intermediate capacitance value in the range to be qualified. Where there are only two capacitance values in the range, 12 of each value shall be tested; where only 1 capacitance value is involved, 24 capacitors of this value shall be tested.

The specimens shall be individually wrapped in at least 1, but not more than 2, complete layers of cheesecloth. The cheesecloth shall be untreated pure cotton cloth with a mass of 20 g/m<sup>2</sup> to 60 g/m<sup>2</sup> and having a count of between 22 × 27 and 45 × 34 which has been pre-conditioned under standard atmospheric conditions for testing for 24 h.

Each test capacitor shall be mounted by its leads. The free length of the leads shall preferably be at least 25 mm.

Using the test circuit of Figure 8 with the following details:

$$U_{\sim} = U_R \pm 5 \%$$

$$U_i = 5 \text{ kV } +7_0 \% \text{ for capacitors of Class Y2}$$

$$= 4 \text{ kV } +7_0 \% \text{ for capacitors of Class X1}$$

$$= 2,5 \text{ kV } +7_0 \% \text{ for capacitors of Class X2, Y3, Y4}$$

~~$$= 1,2 \text{ kV } +7_0 \% \text{ for capacitance of Class X3}$$~~

each sample shall be subjected to 20 discharges from a tank capacitor, charged to a voltage that, when discharged, places  $U_i$  across the capacitor under test. The interval between successive discharges shall be  $5^{+1}_0$  s.

Throughout the test, the  $U_{\sim}$  shall be applied across the capacitor under test and shall be maintained for  $120^{+10}_0$  s after the last discharge, unless a blown fuse causes an open circuit.

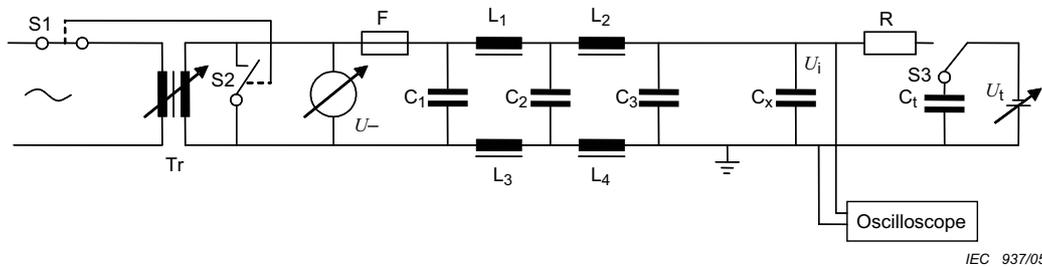


Figure 8 – Typical circuit for pulse loading of capacitors under a.c. voltage

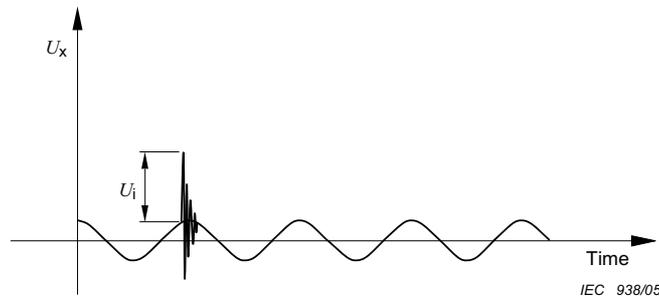


Figure 9 – Fundamental a.c. wave with randomly, not synchronized, superimposed high-voltage pulse

$T_r$  = isolation transformer for blocking with secondary voltage of  $U_{\sim}$ , and a sufficient capacity to supply 16 A to the test circuit at a voltage of  $\geq 0,9 \times U_{\sim}$ ;

$C_1, C_2$  = filter capacitor  $1 \mu\text{F} \pm 10 \%$ ;

$L_1 \dots L_4$  = rod core choke  $1,5 \text{ mH} \pm 20 \%$ , 16 A;

$C_3$  = capacitor  $0,033 \mu\text{F} \pm 5 \%$ ;

$R$  =  $5 \Omega \pm 2 \%$  for  $C_x \geq 1 \mu\text{F}$ ;

=  $10 \Omega \pm 2 \%$  for  $0,22 \mu\text{F} \leq C_x < 1 \mu\text{F}$ ;

=  $40 \Omega \pm 2 \%$  for  $0,068 \mu\text{F} \leq C_x < 0,22 \mu\text{F}$ ;

=  $100 \Omega \pm 2 \%$  for  $C_x < 0,068 \mu\text{F}$ ;

$C_x$  = capacitor under test;

- $U_t$  = voltage to which the tank capacitor  $C_t$  is charged;  
 $C_t$  = tank capacitor is **3 x  $C_x \pm 5\%$  with a minimum of 3  $\mu\text{F} \pm 5\%$** ;  
 $F$  = slow-blow fuse, rated 16 A.

NOTE 1  $C_1$ ,  $C_2$  and  $L_1 \dots L_4$  comprise a mains protection filter; other configurations for these filters are permitted.

NOTE 2  $C_3$  and  $C_t$  should have a suitable voltage compared to the required  $U_t$  during test.

#### 4.18.3 Adjustment of $U_t$

The a.c. voltage shall be switched off by  $S_1$  and the secondary winding of the transformer shall be short-circuited by  $S_2$ . A set-up capacitor of capacitance  $C_x \pm 5\%$  shall be connected in the  $C_x$  position.  $U_t$  shall then be adjusted so that the required peak voltage  $U_i$  appears across capacitor  $C_x$ , as demonstrated by the oscilloscope. The test shall then be conducted on the capacitors under test using this setting of  $U_t$ .

#### 4.18.4 Requirements

The cheesecloth around the capacitor shall not burn with a flame. No electrical measurements are required.

#### 4.19 Component solvent resistance (if applicable)

See 4.31 of IEC 60384-1.

The detail specification shall specify whether tests are required using solvents additional to those specified in the generic specification.

##### 4.19.1 Requirements

The requirements shall be specified in the detail specification.

#### 4.20 Solvent resistance of the marking

See 4.32 of IEC 60384-1.

The detail specification shall specify whether tests are required using solvents additional to those specified in the generic specification.

##### 4.20.1 Requirements

The marking shall be legible.

**Annex A**  
(normative)

**Circuit for the impulse voltage test**

(Convenor: The table A.2 was modified in 1<sup>st</sup> CD based on a request from one test equipment manufacturer. Convenor made a mistake there by changing both of the 0,01 and 0,1  $\mu\text{F}$  rise times to 1,2  $\mu\text{s}$ , when the 0,1  $\mu\text{F}$  value should have been 1,5  $\mu\text{s}$  (pointed out by VDE in their comment). In this 2<sup>nd</sup> CD the values have been returned to 3<sup>rd</sup> Edition values, because a Japanese simulation and actual test shows that with the component values in Figure A.1/Table A.1 the rise time for 0,01  $\mu\text{F}$  capacitor is clearly longer than 1,2  $\mu\text{s}$  +30% or even +50%. For 0,1  $\mu\text{F}$  capacitor either 1,5 or 1,6  $\mu\text{s}$  seems to be OK. Simulation below:

Verification of tolerances

Impulse Wave

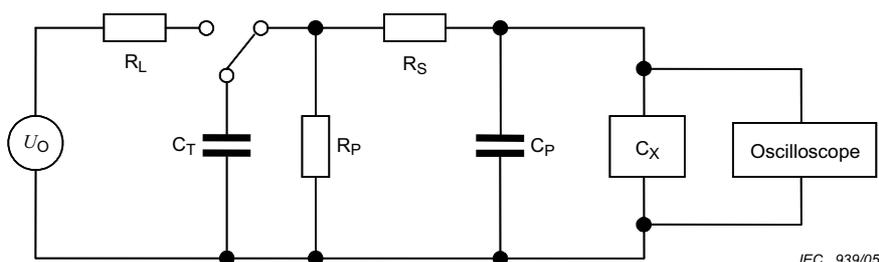
Cx		$t_r$		$t_d$	
		Ed.3	Ed.4 CD	Ed.3	Ed.4 CD
0.01 $\mu\text{F}$	specificati on	1.7 $\mu\text{s}$ (0/+50)% (1.7 – 2.55)	1.2 $\mu\text{s}$ $\pm$ 30% (0.84 – 1.56)	46 $\mu\text{s}$ (0/+50)% (46 – 69)	46 $\mu\text{s}$ $\pm$ 30% (32.2 – 59.8)
	Simulation	2.10 $\mu\text{s}$		47.5 $\mu\text{s}$	
	Actual <sup>1)</sup>	1.86 $\mu\text{s}$		49.4 $\mu\text{s}$	
0.1 $\mu\text{F}$	specificati on	1.6 $\mu\text{s}$ (0/+50)% (1.6 – 2.5)	1.2 $\mu\text{s}$ $\pm$ 30% (0.84 – 1.56)	47 $\mu\text{s}$ (0/+50)% (47 – 70.5)	47 $\mu\text{s}$ $\pm$ 30% (32.9 – 61.1)
	Simulation	2.02 $\mu\text{s}$		45.7 $\mu\text{s}$ <sup>1)</sup>	
	Actual <sup>1)</sup>	2.16 $\mu\text{s}$		49.0 $\mu\text{s}$	

Note <sup>1)</sup> The decay time ( $t_d$ ) does not satisfy the Ed.3 specification at simulation result but it can satisfy by modifying circuit values ( $C_t$  and  $R_p$ ) within the specified tolerances.

The rise times ( $t_r$ ) at simulation is far longer than the Ed.4 specification.  
They cannot satisfy the Ed.4 specification within the specified tolerances of circuit values.)

It has to be pointed out that the 1,2/50 pulse shape in equipment standards e.g. IEC 60065, Annex K and in IEC 60950-1, Annex N is defined under open circuit conditions, and different shape is accepted in under load conditions

The test prescribed in 4.13 shall be carried out using the circuit of Figure A.1.



$C_T$  = charging (or tank) capacitor                       $R_S$  = series resistor, or charging resistor  
 $C_P$  = parallel capacitor                                       $R_P$  = parallel resistor, or discharging resistor  
 $C_X$  = capacitor under test                                   $U_O$  = direct voltage source  
 $R_L$  = loading resistor

**Figure A.1 – Impulse voltage test circuit**

**Table A.1 – Values of  $C_X$ ,  $C_T$ ,  $R_P$ ,  $R_S$ ,  $C_P$**

Nominal value of $C_X$ $\mu\text{F}$	$C_T$ $\pm 10\%$ $\mu\text{F}$	$R_P$ $\pm 10\%$ $\Omega$	$R_S$ $\pm 10\%$ $\Omega$	$C_P$ $\pm 10\%$ $\text{pF}$
$C_X \leq 0,0039$	0,25	234	62	7 800
$0,0039 < C_X \leq 0,012$	0,25	234	45	7 800
$0,012 < C_X \leq 0,018$	0,25	234	27	7 800
$0,018 < C_X \leq 0,027$	0,25	234	27	–
$0,027 < C_X \leq 0,039$	20	3	25	3 300
$0,039 < C_X \leq 0,056$	20	3	13	3 300
$0,056 < C_X \leq 0,082$	20	3	9	3 300
$0,082 < C_X \leq 0,12$	20	3	7	3 300
$0,12 < C_X \leq 0,18$	20	3	5	3 300
$C_X > 0,18$	20	3	3	3 300

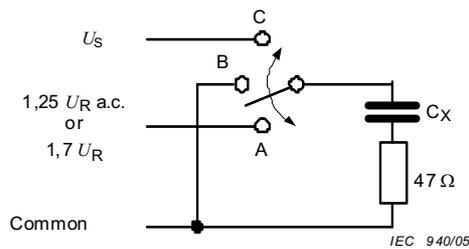
**Table A.2 – Values and tolerances of  $C_X$ ,  $t_r$ ,  $t_d$**

$C_X$ $\pm 2\%$ $\mu\text{F}$	$t_r$ $(0/+50) \pm 30\%$ $\mu\text{s}$	$t_d$ $(0/+50) \pm 30\%$ $\mu\text{s}$
0,01	1,7-4,2	46
0,1	1,6-4,2-4,5	47

**Annex B**  
(normative)

**Circuit for the endurance test**

The test prescribed in 4.14 shall be carried out with the following circuit.



**Figure B.1 – Endurance test circuit**

$C_X$  = capacitor under test.

$U_S = 1,5 \times U_R$  or 1000V r.m.s., which ever is higher

The part of the circuit for discharging the capacitor may be omitted if the switching between the two supplies is arranged to take place at the zero voltage point on the sinusoidal wave.

When the discharging circuit is used, the switching shall be arranged in the following sequence for each occasion when the 1000 V  $U_S$  is applied:

- switch from position A to position B. Time for switching and remaining on position B is  $t_1$ ;
- switch from position B to position C. Time for switching and remaining on position C is  $t_2$ .  
Time on position C is 0,1 s;
- switch from position C to position B. Time for switching and remaining on position B is  $t_3$ ;
- switch from position B to position A. Time for switching is  $t_4$ .

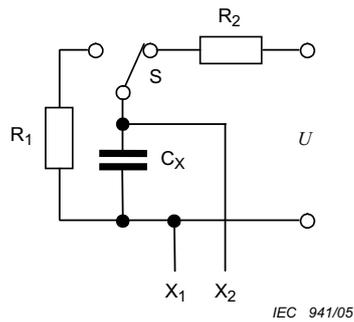
For any capacitor under test, the following condition must be fulfilled:

$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \leq 30 \text{ s.}$$

**Annex C**  
(normative)

**Circuit for the charge and discharge test**

The test prescribed in 4.15 shall be carried out with the following circuit.



**Figure C.1 – Charge and discharge test circuit**

$C_x$  = capacitor under test

$R_1$  = current-limiting resistor (discharge)

$R_2$  = current-limiting resistor (charge)

S = switching device

$U$  = test voltage

$X_1, X_2$  = terminals for oscilloscope connection to observe the maximum rate of change of voltage

**Annex D**  
(normative)

**Declaration of design**  
(confidential to the manufacturer and the certification body)

The purpose of this description is to register essential data and the basic design of the capacitors for which approval is sought. The completed form shall be submitted to the relevant certification body prior to any approval testings; its circulation to the other parties is left to the decision of the manufacturer.

Changes to the declared design are permitted only after notifying the certification body in writing. In this case, the certifying body will decide on necessary steps to be taken. As a maximum, a complete re-qualification may be required.

**Registration number:**  
(to be allocated by the certifying body)

- 1 Applicant**
- 2 Manufacturer**
- 3 Manufacturing site**
- 4 Type designation**
- 5 Class/subclass**
- 6 Circuit diagram**
- 7 Dielectric:**
  - 7.1 Material
  - 7.2 Thickness
  - 7.3 Density (paper only)
  - 7.4 Number of individual layers
- 8 Electrode(s):**
  - 8.1 Material
  - 8.2 Method of production of electrode:  
(for example, foil, evaporated onto film or paper)
- 9 Capacitor element, arrangement of the individual layers:**
- 10 Impregnant** (if applicable)
- 11 Encapsulation:**
  - 11.1 Material(s) for cases, resins etc. (as applicable)
  - 11.2 Material of outer insulation (if applicable)
- 12 Outline dimensions**

\_\_\_\_\_  
Location

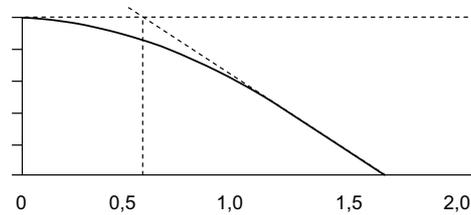
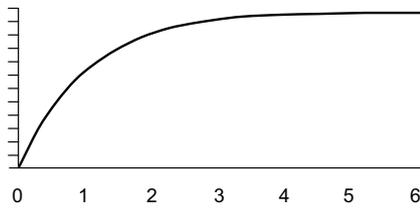
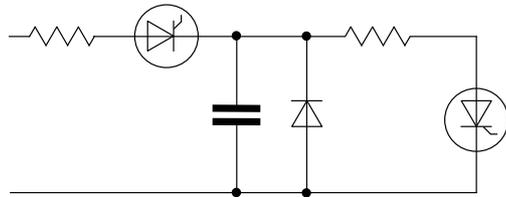
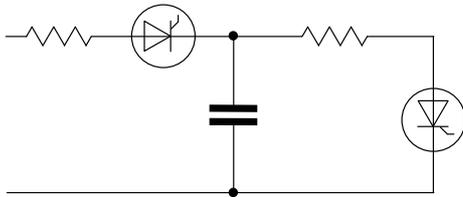
\_\_\_\_\_  
Date

\_\_\_\_\_  
Name

\_\_\_\_\_  
Signature

**Annex E**  
(informative)

**Pulse test circuits**



IEC 942/05

**Charge waveform for both circuits:**

Timescale in units of RC (R is the charge resistor)

The maximum value of  $dU/dt$  is derived as follows:

$Q = CU$  where  $Q$  is the charge on the capacitor and hence

$$I = C \frac{dU}{dt}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{I_{\max}}{C}$$

**Discharge waveform for inductive circuit:**

Time scale in units of  $\sqrt{LC}$

For the inductive circuit, if dissipation is neglected, the inductive energy with the initial capacitive energy:

$$\frac{1}{2} LI_{\max}^2 = \frac{1}{2} CU_0^2$$

$$I_{\max} = U_0 \sqrt{\frac{C}{L}}$$

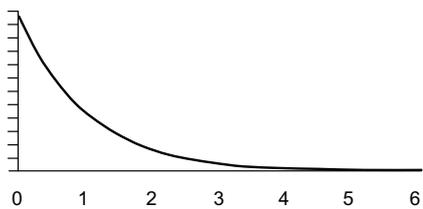
$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{\sqrt{LC}}$$

which occurs at  $t = \pi/2\sqrt{LC}$

Also since

$$U = L \frac{dL}{dt}$$

$$\left. \frac{dL}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{L}$$



IEC 943/05

**Discharge waveform for resistive circuit:**

Time scale in units of  $RC$  ( $R$  is the discharge resistor)

This gives control of  $\left. \frac{dL}{dt} \right|_{\max}$

For the resistive circuit

$$I_{\max} = \frac{U_0}{R}$$

$$\left. \frac{dU}{dt} \right|_{\max} = \frac{U_0}{RC}$$

which occurs at  $t = 0$ .

and thus enables one to avoid exceeding this rating of the switch in the discharge circuit. In the resistive circuit, there is no such control and the rating is liable to be exceeded when trying to achieve peak discharge of a hundred or more amps.

## **Annex F** (normative)

### **Particular requirements for safety test of surface-mounting capacitors**

Surface-mounting capacitors shall, in general, comply with all safety requirements of IEC 60384-14. Design, material and mounting technology make it necessary to introduce new tests and adjust some existing methods and requirements.

#### **F.1 General**

The following paragraphs replace corresponding paragraphs in IEC 60384-14.

##### **1.4.2 Mounting**

According to 4.33 of IEC 60384-1, for the safety test according to Table F.1, the manufacturer shall supply the test house with components unmounted or mounted on individual substrates as indicated in Table F.1. The suitability of a proposed substrate shall be agreed between the manufacturer and the test laboratory. Details of the substrate, or substrates, used for the testing shall be included in the test report. An example of a substrate with conductive tracks is shown in Figure F.1.

##### **1.5.21 Surface-mounting capacitor**

A capacitor whose small dimensions and nature of shape of terminations make it suitable for surface mounting in hybrid circuits and on printed boards.

##### **1.6.1 Marking**

The capacitors shall be clearly marked with a) and b) in 1.6. The capacitors may also be marked with as many of the remaining items as possible taking account of the relative importance of each item. The marking shall be sufficient to enable a clear identification to be made.

#### **F.2 Test and measurement procedures**

The capacitor shall be tested in accordance with Table F.1 with the following deviations.

For an unencapsulated capacitor, test C in 4.2.1 and 4.2.5 shall be omitted.

**4.3 Robustness of terminations** is substituted with 4.34 and 4.35 of IEC 60384-1 and performed before the tests in Group 2 and 3. Measurement of capacitance during the bending test may be omitted.

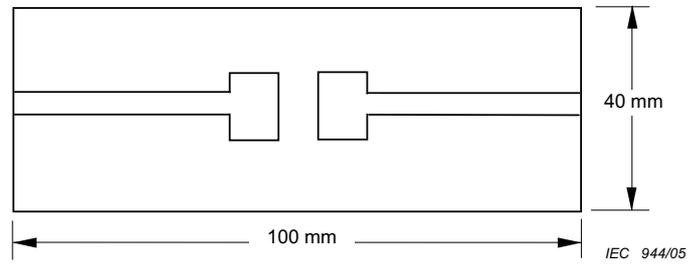
**4.4 Resistance to soldering heat**, if applicable, is performed as a separate test according to 4.14.2 of IEC 60384-1.

##### **4.4.2 Final inspection, measurements and requirements**

The capacitors shall be visually examined and measured and shall meet the requirements of Table 13.

**Table F.1 – Test schedule and sampling plan for safety test of surface-mounting capacitors**

Group	Clause number and test referring to Clause 4	Number of specimens tested per rated voltage and subclass	Permitted number of nonconforming items per rated voltage and subclass	
			Per group	Total
0	4.1 Visual examination <sup>a)</sup> 4.2 .2 Capacitance 4.2 .4 Resistance <sup>#c)</sup> 4.2 .1 Voltage proof 4.2 .5 Insulation resistance Spares	}   28+12 <sup>#d)</sup> + } 6 <sup>f)</sup> + (6-18) <sup>#f)</sup> +   24 } 14+6 <sup>#e)</sup>	}   } 40 <sup>e)</sup>   } }	
1A	4.1.1 Creepage distances and clearances <sup>a)</sup> 4.4 Resistance to soldering heat <sup>a), #c)</sup> 4.20 Solvent resistance of the marking <sup>a)</sup> 4.17 Passive flammability <sup>a)</sup>	} } 6 } 6-18 <sup>#f)</sup>	} } 0 b) <sup>e)</sup> } 0	
Mounting according to 1.4.2		10 + 12 <sup>#d)</sup> + 6 <sup>#e)</sup> + 24		
2	4.34 of IEC 60384-1, Shear test <sup>#g)</sup> 4.35 of IEC 60384-1, Substrate bending test 4.12 Damp heat, steady state	10	0 b) <sup>e)</sup>	
3	4.34 of IEC 60384-1, shear test <sup>#g)</sup> 4.35 of IEC 60384-1, substrate bending test 4.13 Impulse voltage 4.14 Endurance 4.14.3 Class X and RC units 4.14.4 Class Y and RC units 4.14.5 Lead-through	12 <sup>#d)</sup> 12 <sup>#d)</sup> 6 <sup>#e)</sup>	0 b) <sup>e)</sup>	40
4	4.18 Active flammability	24	0	
<p><sup>a)</sup> Samples for 4.1, 4.1.1, 4.4, 4.20 and 4.17 shall not be mounted on substrate during test.</p> <p><sup>b)</sup> If one nonconforming item is obtained, all the tests of the group shall be repeated on a new sample and then no further nonconforming items are permitted. The nonconforming items obtained in the first sample shall be counted for the total nonconforming items permitted in the last column.</p> <p><sup>#c)</sup> For Y-capacitors no permanent short-circuit failures are permitted.</p> <p><sup>#d)</sup> If applicable.</p> <p><sup>#e)</sup> If multi-section capacitors consisting of X- and Y-capacitors are to be tested, 12 specimens shall be taken for the tests on the X-capacitors and 12 other specimens for the tests on the Y-capacitors.</p> <p><sup>#f)</sup> Additional capacitors if lead-through capacitors are tested.</p> <p><sup>#f)</sup> The smallest, a medium (in the case of more than four case sizes), and the largest case size shall be tested. Of each case size, 3 specimens of the maximum capacitance and 3 specimens of the minimum capacitance shall be tested, resulting in 6 specimens per case size.</p> <p><sup>#g)</sup> This test is to be performed alternatively to the substrate bending test, if the detail specification specifies mounting on rigid substrate (for example, alumina) only.</p>				
NOTE Attention is drawn to the option of carrying out a combined voltage/current test as prescribed in 4.14.6.				



**Figure F.1 – Example of test substrate for safety test according to Table F.1**

## Annex G (informative)

### Capacitance ageing of fixed capacitors of ceramic dielectric, Class 2

#### G.1 Introduction

Most ceramic dielectrics, Class 2, used for ceramic capacitors have ferroelectric properties and exhibit a Curie temperature.

Above this temperature, the dielectric has the highly symmetric cubic crystal structure whereas below the Curie temperature the crystal structure is less symmetrical. Although in single crystals this phase transition is very sharp, in practical ceramics it is often spread over a finite temperature range, but, in all cases, it is linked with a peak in the capacitance/temperature curve.

Under the influence of thermal vibration the ions in the crystal lattice continue to move to positions of lower potential energy for a long time after the dielectric has cooled through the Curie temperature. This gives rise to the phenomenon of capacitance ageing, whereby the capacitor continuously decreases its capacitance.

However, if the capacitor is heated to a temperature above the Curie temperature, then de-ageing takes place; i.e. the capacitance lost through ageing is regained, and ageing recommences from the time when the capacitor re-cools.

#### G.2 The law of capacitance ageing

During the first hour after cooling through the Curie temperature, the loss of capacitance is not well defined, but after this time it follows a logarithmic law (see K.W. Plesener, Proc. Phys. Soc., vol. 69B, P1261, 1956) which can be expressed in terms of an ageing constant.

The ageing constant  $k$  is defined as the percentage loss of capacitance due to the ageing process of the dielectric which occurs during a "decade", i.e. a time in which the capacitor increases its age tenfold, for example, from 1 h to 10 h.

As the law of decrease of capacitance is logarithmic, the percentage loss of capacitance will be  $2 \times k$  between 1 h and 100 h age and  $3 \times k$  between 1 h and 1 000 h age. This may be expressed mathematically by the following equation:

$$C_t = C_1 \left( 1 - \frac{k}{100} \times \log t \right)$$

where

$C_t$  = the capacitance  $t$  h after the start of the ageing process;

$C_1$  = the capacitance 1 h after the start of the ageing process;

$k$  = the ageing constant in percent per decade (as defined above);

$t$  = the time in h from the start of the ageing process.

The ageing constant may be declared by the manufacturer for a particular ceramic dielectric, or it may be defined by de-ageing the capacitor and measuring the capacitance at two known times thereafter.

k is then given by the following equation:  $k = \frac{100 \times (C_{t_1} - C_{t_2})}{C_{t_1} \times \log t_2 - C_{t_2} \times \log t_1}$

If capacitance measurements are made three or more times, then it is possible to derive k from the slope of a graph where  $C_t$  is plotted against  $\log t$ .

It is also possible to plot  $\log C$  against  $\log t$ .

During measurements of ageing the capacitor should be maintained at a constant temperature so that capacitance variations due to the temperature characteristic do not mask those due to ageing.

### G.3 Capacitance measurements and capacitance tolerance

Because of ageing, it is necessary to specify a reference age at which the capacitance shall be within the prescribed tolerance. This is fixed at 1 000 h, since, for practical purposes, there is not much further loss of capacitance after this time.

In order to calculate the capacitance  $C_{1\,000}$  after 1 000 h, the ageing constant shall be known or determined as in the previous clause, when the following formula may be used:

$$C_{1\,000} = C_t \left[ 1 - \frac{k}{100} (3 - \log t) \right]$$

For factory measurements the loss of capacitance from the age at time of measurement to 1 000 h age will be known and can be off-set by using asymmetric inspection tolerances.

For example, if it is known that the capacitance loss will be 5 %, then the capacitors may be inspected to limits of +25/–15 % instead of  $\pm 20$  %.

Capacitance is normally declared at 20 °C, and it may be necessary to measure at this temperature or correct the results to this temperature. Errors can also arise from heat from the hands, and capacitors should therefore always be handled with plastic tweezers.

### G.4 Special preconditioning

In many of the tests in this standard, it is required to measure the capacitance change which results from a given conditioning (for example, climatic sequence). In order to avoid the interfering effect of ageing, the capacitor is specially preconditioned before these tests by maintaining it for 1 h at the upper category temperature followed by 24 h at standard atmospheric conditions for testing.

For those capacitors with a Curie temperature below the upper category temperature, this results in de-ageing and the conditioning is also arranged, if possible, to bring the capacitors to an age of 24 h, so that capacitance changes due to ageing are minimized.

If the Curie temperature of the dielectric is above the upper category temperature then the special preconditioning will not completely de-age the capacitor, but it will nevertheless bring it into a state where its capacitance is not so dependent on its previous history. In order to de-age such capacitors completely, a temperature up to 160 °C may be required, and this temperature could be deleterious to the encapsulation. Therefore, in the few cases where complete de-ageing of such capacitors may be required, the detail specification shall be consulted for details and any necessary precautions.