

	DIN EN 60143-1 (VDE 0560 Teil 42)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung 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.	VDE
ICS 31.060.70 Ersatz für DIN EN 60143-1 (VDE 0560 Teil 42):1995-01 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Reihenkondensatoren für Starkstromanlagen – Teil 1: Allgemeines (IEC 60143-1:2004); Deutsche Fassung EN 60143-1:2004 Series capacitors for power systems – Part 1: General (IEC 60143-1:2004); German version EN 60143-1:2004 Condensateurs série destinés à être installés sur des réseaux – Partie 1: Généralités (CEI 60143-1:2004); Version allemande EN 60143-1:2004 Gesamtumfang 62 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2004-03-01 angenommene EN 60143-1 gilt als DIN-Norm ab 2004-12-01.

Daneben darf **DIN EN 60143-1 (VDE 0560 Teil 42):1995-01** noch bis 2007-03-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60143-1 (VDE 0560 Teil 42):2001-10.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 341 „Leistungskondensatoren zur Blindstromkompensation, Kondensatoren zur induktiven Wärmezeugung, Glättungskondensatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 33 „Power capacitors“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2011 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60143-1 (VDE 0560 Teil 42):1995-01** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normtext komplett überarbeitet;
- b) Hauptabschnitt 3: Begriffe überarbeitet und neue Begriffe hinzugefügt;
- c) 4.3: Beispiele für unübliche Betriebsbedingungen ergänzt;
- d) 4.4: Unübliche Bedingungen der Starkstromanlage festgelegt;
- e) 5.1.3: Abschnitt überarbeitet und Anforderungen an Überspannungsschutzeinrichtung neu festgelegt;
- f) 5.1.4: Anforderungen an Dauerprüfung ergänzt;
- g) Hauptabschnitt 6: Isolationspegel überarbeitet;
- h) Hauptabschnitt 7: Anforderungen an Betriebsstrom einer Reihenkondensatorbank neu festgelegt;
- i) Hauptabschnitt 9: Kennzeichnungen und Bedienungshandbücher überarbeitet,
- j) 9.3: Angaben zu Bedienungshandbuch festgelegt;
- k) Hauptabschnitt 10: Richtlinie für die Auswahl von Bemessungsdaten komplett überarbeitet;
- l) Informative Anhänge B und C hinzugefügt;
- m) Anhang D: Schaltbilder überarbeitet;
- n) Literaturhinweise ergänzt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60143-1:1995-01

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 nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 588.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989 + Corr.:1990	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432 Teil 1):1994-06	VDE 0432 Teil 1
EN 60071-1:1995	IEC 60071-1:1993	DIN EN 60071-1 (VDE 0111 Teil 1):1996-07	VDE 0111 Teil 1
EN 60071-2:1997	IEC 60071-2:1996	DIN EN 60071-2 (VDE 0111 Teil 2):1997-09	VDE 0111 Teil 2
EN 60143-2:1994	IEC 60143-2:1994	DIN EN 60143-2 (VDE 0560 Teil 43):1995-12	VDE 0560 Teil 43
EN 60143-3:1998	IEC 60143-3:1998	DIN EN 60143-3 (VDE 0560 Teil 44):1999-03	VDE 0560 Teil 44
–	IEC 60549:1976	–	–
–	IEC 60815:1986	–	–
–	IEC 60871-2:1999	–	–
–	IEEE Std. 693:1993	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432 Teil 1), Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen (IEC 60060-1:1989 + Corrigendum März 1990); Deutsche Fassung HD 588.1 S1:1991.

DIN EN 60071-1 (VDE 0111 Teil 1), Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen (IEC 60071-1:1993); Deutsche Fassung EN 60071-1:1995.

DIN EN 60071-2 (VDE 0111 Teil 2), Isolationskoordination – Teil 2: Anwendungsrichtlinie (IEC 60071-2:1996); Deutsche Fassung EN 60071-2:1997.

DIN EN 60143-2 (VDE 0560 Teil 43), Reihenkontensatoren für Starkstromanlagen – Teil 2: Schutzeinrichtungen für Reihenkontensatorbatterien (IEC 60143-2:1994); Deutsche Fassung EN 60143-2:1994.

DIN EN 60143-3 (VDE 0560 Teil 44), Reihenkontensatoren für Starkstromanlagen – Teil 3: Eingebaute Sicherungen (IEC 60143-3:1998); Deutsche Fassung EN 60143-3:1998.

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Reihenkondensatoren für Starkstromanlagen
Teil 1: Allgemeines
(IEC 60143-1:2004)

Series capacitors for power systems
Part 1: General
(IEC 60143-1:2004)

Condensateurs série destinés à être installés
sur des réseaux
Partie 1: Généralités
(CEI 60143-1:2004)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2004-03-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2004 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60143-1:2004 D

AVA Documents
Document Sharing Hub

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 33/400/FDIS, zukünftige 4. Ausgabe von IEC 60143-1, ausgearbeitet von dem IEC TC 33 „Power capacitors“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2004-03-01 als EN 60143-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60143-1:1993 + Corrigendum October 1994.

Die wesentlichen Änderungen bezüglich der vorherigen Ausgabe betreffen insbesondere den früheren Abschnitt 3 „Isolationspegel“, der wesentlich modifiziert wurde. Der Unterabschnitt 6.3 „Luftstrecken“ wurde neu hinzugefügt. Zusätzlich wurden viele technische Änderungen bezüglich Prüfungen und Betrieb im gesamten Text eingeführt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2004-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2007-03-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60143-1:2004 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60273	ANMERKUNG	Harmonisiert als HD 578 S1:1992 (nicht modifiziert).
IEC 60060-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60060-2:1994 (nicht modifiziert).
IEC 60721-2-6	ANMERKUNG	Harmonisiert als HD 478.2.6 S1:1993 (nicht modifiziert).
IEC 60110-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60110-1:1998 (nicht modifiziert).
IEC 60252-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60252-1:2001 (nicht modifiziert).
IEC 61048	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61048:1993 (modifiziert).
IEC 61049	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61049:1993 (modifiziert).
IEC 61071	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 61071 (teilweise modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Betriebsbedingungen.....	12
4.1 Bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen	12
4.2 Umgebungslufttemperaturklassen.....	13
4.3 Unübliche Betriebsbedingungen.....	13
4.4 Unübliche Bedingungen der Starkstromanlage.....	14
5 Qualitätsanforderungen und Prüfungen	14
5.1 Prüfanforderungen für Kondensatoreinheiten	14
5.2 Klassifikation von Prüfungen	16
5.3 Kapazitätsmessung (Stückprüfung).....	17
5.4 Kondensatorverlustmessung (Stückprüfung)	18
5.5 Spannungsprüfung zwischen Anschlussklemmen (Stückprüfung)	19
5.6 Wechsellspannungsprüfung zwischen Anschlussklemmen und Behälter (Stückprüfung).....	19
5.7 Prüfung an der inneren Entladungseinrichtung (Stückprüfung)	19
5.8 Dichtheitsprüfung (Stückprüfung)	19
5.9 Wärmebeständigkeitsprüfung (Typprüfung)	19
5.10 Wechsellspannungsprüfung zwischen Anschlussklemmen und Behälter (Typprüfung).....	21
5.11 Blitzstoßspannungsprüfung zwischen Anschlussklemmen und Behälter (Typprüfung).....	21
5.12 Kaltbetriebsprüfung (Typprüfung).....	21
5.13 Entladestromprüfung (Typprüfung)	23
5.14 Dauerprüfung (Wahlprüfung).....	23
6 Isolationspegel.....	23
6.1 Isolationsspannungen.....	23
6.2 Kriechstrecke	29
6.3 Luftstrecken	30
7 Überlastungen, Überspannungen und Arbeitszyklen	34
7.1 Betriebsströme.....	34
7.2 Transiente Überspannungen	34
7.3 Arbeitszyklen	35
8 Sicherheitsanforderungen	35
8.1 Entladungseinrichtung	35
8.2 Behälteranschluss	35
8.3 Umweltschutz	36
8.4 Sonstige Sicherheitsanforderungen	36
9 Kennzeichnungen und Bedienungshandbücher.....	36

	Seite
9.1 Kennzeichnungen der Kondensatoreinheit.....	36
9.2 Kennzeichnungen der Bank.....	37
9.3 Bedienungshandbuch	37
10 Leitfaden für die Auswahl von Bemessungswerten sowie für Installation und Betrieb	38
10.1 Allgemeines	38
10.2 Blindwiderstand je Leitung, Bemessungsblindwiderstand je Kondensatorbank und Anzahl der Baugruppen je Kondensatorbank.....	38
10.3 Bemessungsströme für die Kondensatorbank.....	40
10.4 Anforderungen an den Überspannungsschutz	42
10.5 Spannungsbegrenzung bei Störungen der Starkstromanlage	43
10.6 Schutz- und Schalteinrichtungen	44
10.7 Wahl des Isolationspegels	44
10.8 Sonstige Überlegungen zur Anwendung	45
Anhang A (normativ) Prüfanforderungen und Anwendungsrichtlinie für äußere Sicherungen und Einheiten, die außen abzusichern sind.....	48
Anhang B (informativ) Ökonomische Bewertung der Verluste von Reihenkondensatorbänken	51
Anhang C (informativ) Sicherungen für Kondensatorbänke und Anordnung von Kondensatoreinheiten	52
Anhang D (informativ) Einige Beispiele für typische Schaltbilder von großen Reihenkondensatoranlagen für Übertragungsleitungen	55
Anhang E (informativ) Vorsichtsmaßnahmen, die zur Vermeidung von Umweltverschmutzungen durch Polychlorbiphenyl zu treffen sind	56
Literaturhinweise	57
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	58
 Bild 1 – Terminologie einer typische Reihenkondensatoranlage.....	 10
Bild 2 – Einteilung von Überspannungsschutzeinrichtungen.....	15
Bild 3 – Grenzwerte für Zeit und Amplitude für eine Überspannungsbelastung.....	22
Bild 4 – Luftstrecke in Abhängigkeit der Stehwechselspannung	34
Bild 5 – Typisches Strom-Zeit-Profil einer eingeschalteten Kondensatorbank nach einer Störung und Freischaltung der Parallelleitung	41
Bild C.1 – Typische Verbindungen zwischen Kondensatoreinheiten in einem Segment oder in einer Phasenbank.....	53
Bild C.2 – Typische Anschlüsse zwischen Elementen innerhalb einer Kondensatoreinheit	54
 Tabelle 1 – Buchstabensymbole für den oberen Grenzwert des Temperaturbereichs	 13
Tabelle 2 – Umgebungslufttemperatur bei der Wärmebeständigkeitsprüfung	20
Tabelle 3 – Normisolationspegel für Bereich I ($1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$)	27
Tabelle 4 – Normisolationspegel für Bereich II ($U_m > 245 \text{ kV}$)	28
Tabelle 5 – Übliche Isolationspegel für Isolatoren zwischen Gerüst und Erde.....	29
Tabelle 6 – Spezifische Kriechstrecken	30

	Seite
Tabelle 7 – Zuordnung von genormten Blitzstoßstehspannungen zu Mindestluftstrecken.....	31
Tabelle 8 – Zuordnung zwischen genormten Schaltstoßstehspannungen zu Mindestluftstrecken Außenleiter gegen Erde.....	32
Tabelle 9 – Zuordnung zwischen genormten Schaltstoßstehspannungen zu Mindestluftstrecken Außenleiter gegen Außenleiter.....	33
Tabelle 10 – Typisches Überlastungsvermögen und Pendelstromvermögen der Kondensatorbank	41

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60143 gilt für Kondensatoreinheiten sowie Kondensatorbänke, die in Reihenschaltung mit einer Wechselspannungs-Übertragungs- oder -Verteilungsleitung oder einer Schaltung, die Teil eines Wechselspannungsnetzes mit einer Frequenz von 15 Hz bis 60 Hz ist, angewendet werden.

Das Hauptthema dieser Norm sind Anwendungen an Übertragungsleitungen.

Die Reihenkondensatoreinheiten und -bänke sind üblicherweise für Hochspannungsnetze vorgesehen. Die vorliegende Norm gilt für den gesamten Spannungsbereich.

Diese Norm gilt nicht für selbstheilende Kondensatoren mit metallisiertem Dielektrikum.

Folgende Kondensatoren sind von dieser Norm ausgeschlossen, auch wenn sie in Reihe mit einer Schaltung geschaltet sind:

- Kondensatoren für induktive Wärmeerzeugungsanlagen (IEC 60110-1);
- Kondensatoren für Motoren und dergleichen (IEC 60252-1);
- Kondensatoren für den Einsatz in Schaltungen der Leistungselektronik (IEC 61071);
- Kondensatoren für Entladungslampen (IEC 61048 und IEC 61049).

Zubehör der Normalausführung wie Isolatoren, Lastschalter, Messwandler, äußere Sicherungen usw. sollten der zutreffenden IEC-Norm entsprechen.

ANMERKUNG 1 Zusätzliche Anforderungen an Kondensatoren, die durch interne Sicherungen zu schützen sind, sowie Anforderungen an interne Sicherungen sind in IEC 60143-3 enthalten.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Anforderungen an Kondensatoren, die durch äußere Sicherungen zu schützen sind, sowie Anforderungen an äußere Sicherungen sind in Anhang A enthalten.

ANMERKUNG 3 IEC 60143-2 wurde 1994 als gesonderte Norm für das Zubehör von Reihenkondensatoren (Funkenstrecken, nichtlineare Widerstände, Entladungsdrosseln, strombegrenzende Dämpfungsdrosseln, Dämpfungswiderstände, Leistungsschalter usw.) veröffentlicht. IEC 60143-3 (früher IEC 60595) wurde als gesonderte Norm für interne Sicherungen für Reihenkondensatoren überarbeitet und 1998 veröffentlicht.

Der Zweck dieser Norm ist

- einheitliche Regeln hinsichtlich des Betriebsverhaltens, der Prüfung und der Bemessung aufzustellen;
- spezielle Sicherheitsregeln aufzustellen;
- als Leitfaden für die Installation und den Betrieb zu dienen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ANMERKUNG Wenn es einen Widerspruch zwischen dieser Norm und einer nachfolgend aufgeführten Norm gibt, dann hat die Prüfung nach IEC 60143-1 Vorrang.

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60071-2:1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 60143-2:1994, *Series capacitors for power systems – Part 2: Protective equipment for series capacitor banks*

IEC 60143-3:1998, *Series capacitors for power systems – Part 3: Internal fuses*

IEC 60549:1976, *High-voltage fuses for the external protection of shunt power capacitors*

IEC 60815:1986, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

IEC 60871-2:1999, *Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1000 V – Part 2: Endurance testing*

IEEE Std. 693:1997, *IEEE Recommended Practices for Seismic Design of Substations*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Bestimmte Begriffe wurden IEC 60050(436) oder IEC 60050(604) entnommen, und wo dies der Fall ist, wird die Nummer des Begriffs aus diesem Schriftstück in eckigen Klammern nach der Begriffsdefinition angegeben.

3.1

Umgebungslufttemperatur (für Kondensatoren)

Lufttemperatur an der vorgesehenen Stelle, an der der Kondensator installiert wird

3.2

Überbrückungsschalter

Einrichtung in Form eines Schalters oder Leistungsschalters, die parallel zum Reihenkondensator und dessen Überspannungsschutzeinrichtung benutzt wird, um den Leitungsstrom für eine festgelegte Dauer oder dauerhaft über einen Parallelzweig zu führen

ANMERKUNG Diese Einrichtung muss auch in der Lage sein, den Kondensator in eine Schaltung, die einen festgelegten Strom führt, einzuschalten bzw. diesen zu überbrücken.

3.3

Kondensator

Benennung, die verwendet wird, wenn keine Unterscheidung zwischen den unterschiedlichen Begriffen Kondensatoreinheit und der Zusammenschaltung von Kondensatoren, die zu einem Segment gehören, erforderlich ist

3.4

Kondensatoreinheit

Einheit

Anordnung von einem oder mehreren Kondensatorelement(en) in einem Behälter mit herausgeführten Anschlussklemmen.

[IEC 60050, 436-01-04]

3.5

Kondensatorelement (oder Element)

Bauelement, das im Wesentlichen aus zwei Elektroden besteht, die durch ein Dielektrikum getrennt sind

[IEC 60050, 436-01-03]

3.6

Kondensatorverluste

Wirkleistung, die in dem Kondensator umgesetzt wird

[IEC 60050, 436-04-10]

ANMERKUNG Es sollten alle Verlust erzeugenden Bauteile einbezogen werden. Bei einer Einheit umfasst dies Verluste aus Dielektrikum, Entladungseinrichtungen, internen Sicherungen (soweit vorhanden) und inneren Verbindungen. Bei einer Bank umfasst dies Verluste aus den Einheiten, äußeren Sicherungen (soweit vorhanden) und Sammelschienen. Weitere Erläuterungen siehe [Anhang B](#).

3.7

Kühllufttemperatur

Temperatur der Kühlluft, gemessen an der wärmsten Stelle in der Zusammenschaltung von Kondensatoren eines Segments bei Bemessungsstrom und im eingeschwungenen Zustand mitten zwischen zwei Einheiten. Wenn nur eine Einheit vorhanden ist, wird die Temperatur an einer Stelle gemessen, die etwa 0,1 m vom Kondensatorbehälter entfernt ist und sich in zwei Dritteln seiner Höhe von der Grundfläche aus befindet.

3.8

Kompensationsgrad

k

der Grad der Reihenkompensation k (eines Leitungsabschnitts) beträgt:

$$k = 100(X_c / X_L) \%$$

Dabei ist:

X_c der Blindwiderstand des Reihenkondensators und

X_L der gesamte induktive Blindwiderstand des Mitsystems des Abschnitts der Übertragungsleitung, an den der Reihenkondensator angeschlossen ist.

3.9

Entladungseinrichtung (eines Kondensators)

Einrichtung, die parallel zu den Anschlussklemmen des Kondensators angeschlossen oder in die Kondensatoreinheit eingebaut ist, und die in der Lage ist, die am Kondensator anstehende Restspannung auf praktisch null zu verringern, nachdem der Kondensator von der Versorgungsspannung abgeschaltet wurde

[IEC 60050, 436-03-15, modifiziert]

ANMERKUNG Weitere Anforderungen an die Größe der Entladungseinrichtung sind in [8.1](#) enthalten.

3.10

äußere Sicherung (eines Kondensators)

in Reihe mit einer Kondensatoreinheit oder einer Gruppe paralleler Einheiten geschaltete Sicherung

3.11

Kondensatorbank ohne Sicherungen

Kondensatorbank ohne innere oder äußere Sicherungen, die aus parallelen Ketten von Kondensatoreinheiten besteht. Jede Kette besteht aus in Reihe geschalteten Kondensatoreinheiten.

ANMERKUNG Zur Erläuterung des Begriffs „Kette“ siehe [Anhang C](#).

3.12

höchste Spannung eines Dreiphasennetzes

höchster Effektivwert der Außenleiterspannung, der bei bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen jederzeit und an jeder Stelle des Netzes auftritt

ANMERKUNG Ausgeschlossen sind transiente Spannungen (aufgrund von Schaltvorgängen im Netz) und vorübergehende Spannungsschwankungen aufgrund unüblicher Netzzustände (aufgrund von Störungen oder plötzlicher Abschaltung großer Lasten).

3.13

höchste Spannung für Betriebsmittel

U_m

Effektivwert der höchsten Außenleiterspannung, für die ein Betriebsmittel im Hinblick auf seine Isolation und andere Eigenschaften, die sich in den entsprechenden Gerätebestimmungen auf diese Spannung beziehen, zu bemessen ist

[IEC 60050, 604-03-01]

ANMERKUNG Diese Spannung ist der Höchstwert der Spannung des Netzes, für die das Betriebsmittel verwendet werden darf.

3.14**Isolationspegel** U_i

die nicht gleichzeitige Kombination von Prüfspannungen (betriebsfrequente (U_{ipf}) oder Schalt- und Blitz-Stoßspannung), die die Isolation des Kondensators hinsichtlich der Eigenschaft kennzeichnet, elektrischen Beanspruchungen zwischen Anschlussklemmen und Erde, zwischen Außenleitern sowie zwischen Anschlussklemmen und Metallteilen (z. B. Gerüst) ohne Erdpotential standzuhalten

3.15**interne Sicherung eines Kondensators**

Sicherung, die innerhalb einer Kondensatoreinheit in Reihe mit einem Element oder einer Gruppe von Elementen geschaltet ist

[IEC 60050, 436-03-16]

3.16**Grenzspannung** U_{lim}

höchster Scheitelwert der betriebsfrequenten Spannung, die unmittelbar vor oder während des Ansprechens der Überspannungsschutzeinrichtung zwischen den Anschlussklemmen der Kondensatoreinheit auftritt, geteilt durch $\sqrt{2}$ (siehe 2.1.4)

3.17**Leitungsanschlussklemme**

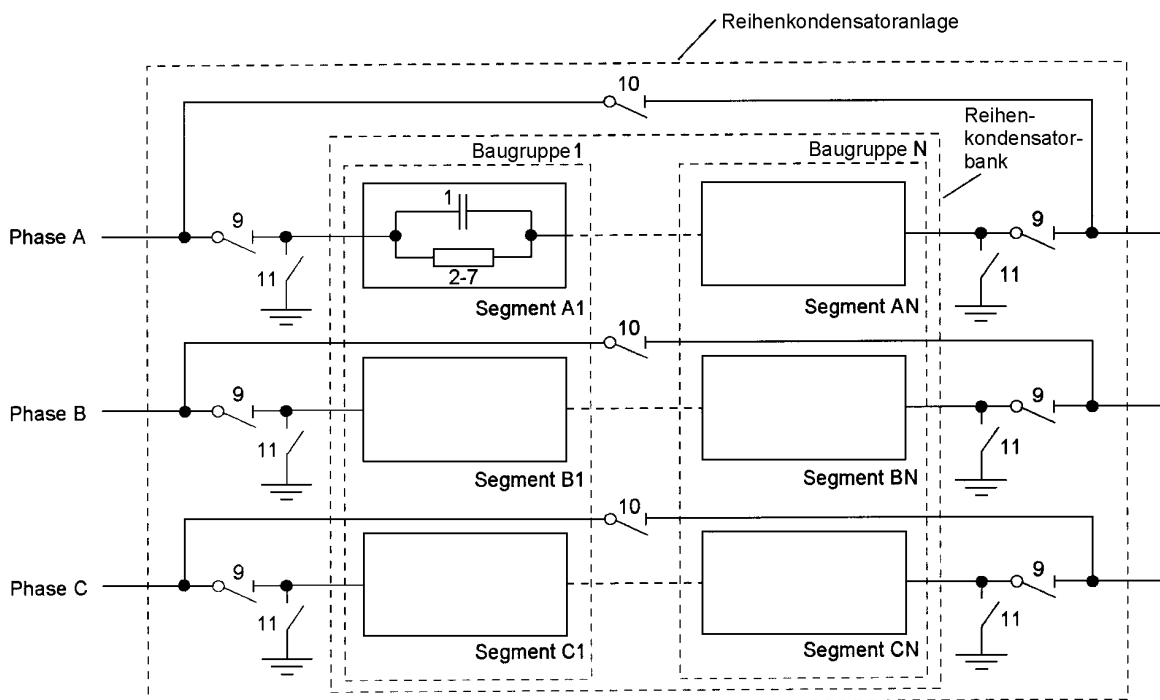
Anschlussklemme zum Anschluss an das Starkstromnetz

[IEC 60050, 436-03-01, modifiziert]

3.18**Baugruppe (eines Reihenkondensators)**

schaltbare Stufe eines Reihenkondensators, die aus identischen Segmenten in jeder Phasenbank besteht (siehe [Bild 1](#)) und die außerdem an jedem dieser Segmente mit Vorrichtungen für eine gemeinsame Betätigung des Überbrückungsschalters ausgerüstet ist

ANMERKUNG Der Überbrückungsschalter einer Baugruppe wird im Normalfall für alle drei Phasenbänke betätigt. Bei einigen Anwendungen für Schutzzwecke ist es jedoch erforderlich, dass der Überbrückungsschalter zeitweise für eine einzige Phasenbank betätigt wird.



- 1 Zusammenschaltung von Kondensatoreinheiten
- 2-7 Hauptschutzeinrichtung (Bild 2/M2 und Anhang D)
- 9 Trennschalter
- 10 Überbrückungsschalter
- 11 Erdungsschalter

Bild 1 – Terminologie einer typischen Reihen-kondensator-anlage

3.19

Überspannungsschutzeinrichtung (eines Reihen-kondensators)

schnell wirkende Einrichtung, die die Spannung über dem Kondensator auf einen zulässigen Wert begrenzt, sofern dieser Wert andernfalls im Ergebnis einer Störung in der Schaltung oder sonstiger unüblicher Netzbedingungen überschritten werden würde

[IEC 60050, 436-03-14, modifiziert]

3.20

betriebsfrequente Stehspannung

U_{ipf}

betriebsfrequente Stehspannung von Spannungsdurchführungen und Isolatoren (nass)

3.21

Schutzpegel

U_{pl}

Größe der betriebsfrequenten Scheitelspannung, die bei einer Netzstörung über der Überspannungsschutzeinrichtung anliegt

ANMERKUNG Der Schutzpegel kann als tatsächliche Scheitelspannung über einem Segment oder als auf den Scheitelwert der Bemessungsspannung bezogener Wert angegeben werden (siehe 5.1.4, 10.4 und 10.5)

3.22**Bemessungskapazität (eines Kondensators)** C_N

Kapazitätswert, für den der Kondensator bemessen wurde

[IEC 60050, 436-01-12, modifiziert]

3.23**Bemessungsstrom (eines Kondensators)** I_N

Effektivwert des Wechselstroms, für den der Kondensator bemessen wurde

[IEC 60050, 436-01-13]

3.24**Bemessungsfrequenz (eines Kondensators)** f_N

Frequenz des Netzes, in dem der Kondensator eingesetzt werden soll

[IEC 60050, 436-01-14, modifiziert]

3.25**Bemessungsleistung (eines Kondensators)** Q_N

vom Bemessungsblindwiderstand und Bemessungsstrom abgeleitete Blindleistung

[IEC 60050, 436-01-16, modifiziert]

ANMERKUNG Für die Kondensatorbank wird der Bemessungswert der Dreiphasenblindleistung (Q_N) in Mvar mit folgender Gleichung definiert:

$$Q_N = 3 \times I_N^2 \times X_N$$

Dabei ist:

 I_N der Bemessungsstrom in kA; X_N der Bemessungswert des Blindwiderstands in Ohm.**3.26****Bemessungsblindwiderstand (eines Kondensators)** X_N

Blindwiderstand jeder Phasenbank des Reihenkondensators bei Bemessungsfrequenz und einer Temperatur des Dielektrikums von 20 °C

3.27**Bemessungsspannung (der Bank)**

Außenleiterspannung des Netzes, für die das Isolationssystem zwischen Außenleiter und Erde bemessen wurde

3.28**Bemessungsspannung (eines Kondensators)** U_N vom Bemessungsblindwiderstand und dem Bemessungsstrom abgeleiteter Effektivwert der Spannung zwischen den Anschlussklemmen $U_N = X_N \times I_N$

[IEC 60050, 436-01-15, modifiziert]

3.29**Restspannung (eines Kondensators)**

Spannung, die zwischen den Anschlussklemmen eines Kondensators zu einer gegebenen Zeit nach erfolgter Abschaltung der Spannungsversorgung bestehen bleibt

3.30

Segment (eines Reihenkondensators)

wenn jede Phasenbank in eine oder mehrere in Reihe geschaltete Teile unterteilt ist, von denen jeder Teil seine eigene Zusammenschaltung von Kondensatoreinheiten, Überspannungsschutzeinrichtungen, Schutzfunktionen und Überbrückungsschalter enthält, wird jedes dieser vollständigen Teile als Segment bezeichnet (siehe Bild 1).

ANMERKUNG Segmente werden üblicherweise nicht durch Trennschalter getrennt. Auf demselben isolierten Gerüst kann sich mehr als ein Segment befinden.

3.31

Reihenkondensatorbank (oder Bank)

Dreiphasenzusammenschaltung von Kondensatoren mit den zugehörigen Schutzeinrichtungen und Stützisolatoren

ANMERKUNG Die Bank kann eine oder mehrere Baugruppe(n) enthalten (siehe Bild 1).

3.32

Reihenkondensatoranlage

Reihenkondensatorbank und ihr Zubehör einschließlich Überbrückungs- und Trennschaltern

[IEC 60050, 436-01-07, modifiziert]

3.33

eingeschwungener Zustand

vom Kondensator bei konstanter Ausgangsleistung und konstanter Umgebungslufttemperatur erreichtes thermisches Gleichgewicht

3.34

Teilsegment

wenn ein Segment in mehr als einen in Reihe geschalteten Teil unterteilt ist und jeder Teil eine Zusammenschaltung von Kondensatoren mit einer Überspannungsschutzeinrichtung und ausgewählten Schutzfunktionen umfasst, wird jedes dieser Teile als Teilsegment bezeichnet.

ANMERKUNG Ein Teilsegment hat keinen eigenen Überbrückungsschalter.

3.35

Tangens des Verlustwinkels (eines Kondensators)

$\tan \delta$

Verhältnis zwischen dem Ersatzreihenwiderstand und dem kapazitiven Blindwiderstand eines Kondensators bei festgelegter sinusförmiger Wechselspannung und Frequenz

ANMERKUNG Der Tangens des Verlustwinkels kann auch als Kondensatorverluste geteilt durch die Blindleistung des Kondensators angegeben werden.

3.36

Varistorsteuerstrom

Größe des Varistorstroms für den Schutzpegel

ANMERKUNG Es wird angenommen, dass die Wellenform des Varistorsteuerstroms eine Stirnzeit von 30 µs bis 50 µs besitzt. Die Rückseite der Wellenform ist unbedeutend für die Bereitstellung der Schutzpegelspannung.

4 Betriebsbedingungen

4.1 Bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen

Reihenkondensatorbänke müssen für den Betrieb mit den festgelegten Bemessungswerten für Strom, Spannung und Frequenz und den festgelegten Störungsfolgen unter den folgenden Bedingungen geeignet sein:

- a) Die Höhenlage überschreitet nicht 1000 m über dem Meeresspiegel.

- b) Die Umgebungstemperaturen in Gebäuden und im Freien liegen innerhalb der vom Käufer festgelegten Grenzwerte.
- c) Die Eislast überschreitet nicht 19 mm (soweit zutreffend).
- d) Die Windgeschwindigkeit beträgt höchstens 128 km/h.
- e) Die horizontale seismische Beschleunigung (soweit zutreffend) des Betriebsmittels überschreitet nicht 0,2 g und die vertikale Beschleunigung überschreitet nicht 0,16 g, wenn diese gleichzeitig am Fuß der Stützisolatoren anliegen. Für die Anwendung dieser Anforderung werden die Beschleunigungswerte als statisch betrachtet.

ANMERKUNG Dabei handelt es sich um die „niedrige seismische Qualifizierungsebene“ nach IEEE-Norm 693. Es wird nicht angenommen, dass die seismische Beschleunigung und der stärkste Wind gleichzeitig auftreten.

- f) Die Schneehöhe (soweit zutreffend) steigt nicht über das Fundament für das Gerüst der Stützisolatoren. (Ein üblicher Höchstwert für die Schneehöhe beträgt 1 m.)
- g) Die solare Bestrahlungsstärke überschreitet nicht 1000 W/m².

4.2 Umgebungslufttemperaturklassen

Kondensatoren sind in Temperaturklassen eingeteilt, jede Klasse wird durch eine Zahl, gefolgt von einem Buchstaben, gekennzeichnet. Die Zahl stellt die tiefste Umgebungslufttemperatur dar, bei der der Kondensator betrieben werden darf. Der Buchstabe stellt den oberen Grenzwert des Temperaturänderungsbereichs dar, dessen Höchstwert in Tabelle 1 festgelegt ist.

Tabelle 1 – Buchstabensymbole für den oberen Grenzwert des Temperaturbereichs

Symbol	Umgebungslufttemperatur °C		
	Höchstwert	Höchster Mittelwert über einen Zeitraum von	
		24 h	1 Jahr
A	40	30	20
B	45	35	25
C	50	40	30
D	55	45	35

Die Temperaturklassen umfassen einen Gesamttemperaturbereich von –50 °C bis +55 °C. Die tiefste Umgebungslufttemperatur, bei der der Kondensator betrieben werden darf, sollte aus den fünf Vorzugswerten +5 °C, –5 °C, –25 °C, –40 °C, –50 °C ausgewählt werden.

Für die Normaltemperaturklasse eines Kondensators kann jede Kombination der tiefsten und höchsten Werte gewählt werden, z. B. –40/A oder –5/C.

Tabelle 1 beruht auf Betriebsbedingungen, unter denen der Kondensator die Umgebungslufttemperatur nicht beeinflusst (z. B. Freiluftinstallation). Wenn der Kondensator die Lufttemperatur beeinflusst, muss die Belüftung und/oder die Wahl des Kondensators so erfolgen, dass die Grenzwerte der Tabelle 1 eingehalten werden. Die Kühllufttemperaturen in solchen Installationen dürfen die Temperaturgrenzwerte der Tabelle 1 um höchstens 5 °C überschreiten.

ANMERKUNG Die Temperaturwerte nach Tabelle 1 können den meteorologischen Temperatortabellen entnommen werden, die für den Einsatzort gelten.

4.3 Unübliche Betriebsbedingungen

Die Anwendung von Reihen Kondensatorbänken unter anderen als bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen muss als Sonderfall betrachtet werden und sollte in den Festlegungen des Käufers angegeben sein. Beispiele für derartige Bedingungen sind:

- a) andere als die in 4.1 aufgeführten Betriebsbedingungen;
- b) Einwirkung von übermäßig schleifendem und leitendem Staub;
- c) Einwirkung von Salz, schädigenden Rauchgasen oder Dämpfen;
- d) Insektenschwärme;
- e) Vogelschwärme;
- f) Bedingungen, die eine übermäßige Isolation oder zusätzliche Kriechstrecken an Isolatoren erfordern;
- g) seismische Beschleunigungen auf „mäßiger oder hoher seismischer Qualifizierungsebene“ nach IEEE-Norm 693.

4.4 Unübliche Bedingungen der Starkstromanlage

Unübliche Bedingungen der Starkstromanlage umfassen:

- a) Oberschwingungsdauerströme in der Starkstromanlage.
- b) Die Übertragungsleitung, an der sich die Reihenkondensatorbank befindet, besitzt keine Phasenkreuzungen, so dass die Blindwiderstände jeder Phasenbank der Leitung nicht annähernd gleich sind.

5 Qualitätsanforderungen und Prüfungen

5.1 Prüfanforderungen für Kondensatoreinheiten

5.1.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt enthält die Prüfanforderungen für Kondensatoreinheiten.

ANMERKUNG Prüfanforderungen für andere Betriebsmittel sind in IEC 60143-2, IEC 60143-3 und Anhang A dieser Norm angegeben.

Stützisolatoren, Lastschalter, Messwandler, äußere Sicherungen usw. müssen der zutreffenden IEC-Norm entsprechen.

5.1.2 Prüfbedingungen

Wenn nichts anderes für eine bestimmte Prüfung oder Messung festgelegt worden ist, muss die Temperatur des Kondensatordielektrikums im Bereich von +5 °C bis +35 °C liegen. Wenn eine Korrektur vorzunehmen ist, muss die verwendete Bezugstemperatur +20 °C betragen, sofern nichts anderes zwischen Hersteller und Käufer vereinbart worden ist. Es darf vorausgesetzt werden, dass die Temperatur des Dielektrikums der Kondensatoreinheit der Umgebungslufttemperatur entspricht, vorausgesetzt, dass der Kondensator in ausgeschaltetem Zustand für einen angemessenen Zeitraum bei konstanter Umgebungslufttemperatur belassen wurde.

Wenn nichts anderes festgelegt worden ist, müssen die Wechselstromprüfungen und -messungen unabhängig von der Bemessungsfrequenz des Kondensators bei einer Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz ausgeführt werden.

5.1.3 Spannungsgrenzwerte, die von der Überspannungsschutzeinrichtung bestimmt werden

a) Zweck

Die Überspannungsschutzeinrichtung ist eine schnell wirkende Einrichtung, die die Spannung über dem Reihenkondensator auf einen zulässigen Wert begrenzt, sofern dieser Wert andernfalls im Ergebnis einer Störung in der Schaltung oder sonstiger unüblicher Netzbedingungen überschritten werden würde.

b) Einteilung

Nachfolgend werden vier übliche Alternativen aufgeführt (siehe Bild 2).

- einzelne Schutzfunkenstrecke (Typ K1);

- zwei unterschiedliche Systeme einzelner Schutzfunkenstrecken, die eine Doppelfunkenstrecke bilden (Typ K2);
- nichtlinearer Widerstand (Typ M1);
- nichtlinearer Widerstand mit Überbrückungsfunkenstrecke (Typ M2).

ANMERKUNG 1 Wenn die Überschlagsspannung einer Überspannungsschutzeinrichtung von der Luftdichte abhängt, entspricht U_{pl} den Bedingungen, die die höchste Überschlagsspannung ergeben, d. h. dem höchsten Luftdruck und der niedrigsten Temperatur. Bei der Ermittlung von U_{pl} sollte auch die Toleranz der Überschlagsspannung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 2 Für Typ K2 (Doppelfunkenstrecke) sollte U_{pl} und damit alle Prüfspannungen und Isolationspegel mit dem System mit der größten Funkenstrecke ermittelt werden.

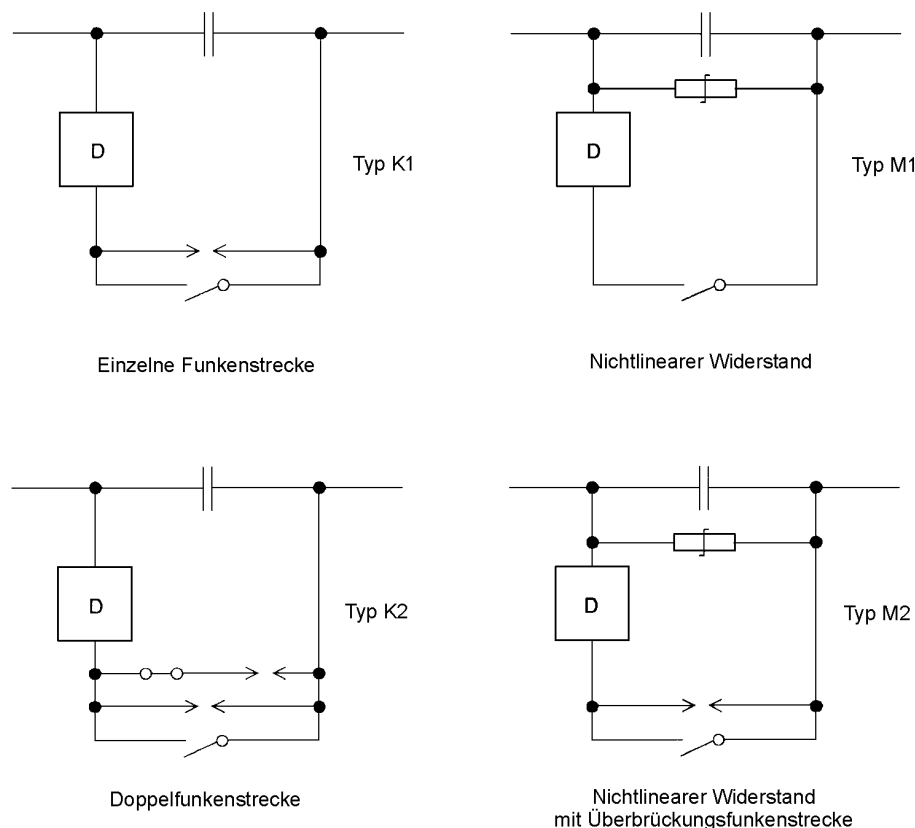


Bild 2 – Einteilung von Überspannungsschutzeinrichtungen

5.1.3.1 Überspannungsschutzeinrichtung Typ K

Wenn die Funkenstrecke infolge eines übermäßigen Leitungsstroms, der durch eine Netzstörung verursacht wurde, anspricht, bleibt der Lichtbogen so lange stehen, bis die Leitung abgeschaltet oder ein Überbrückungsschalter geschlossen wird.

Während des Lichtbogenüberschlags an der Funkenstrecke ist der Kondensator einer Spannungsspitze ausgesetzt, deren Wert U_{pl} nicht überschreiten darf. Der Kondensator wird bei jedem Ansprechen der Funkenstrecke nur einem Entladungsausgleichsvorgang ausgesetzt.