

Leitfaden über den Schutz - Teil 12: Kondensatorschutz

Kondensatorbatterien werden zur Kompensation der von den Lasten im Netz aufgenommenen Blindleistung eingesetzt, und manchmal zum Herstellen von Filtern zur Reduktion der Oberwellenspannungen.

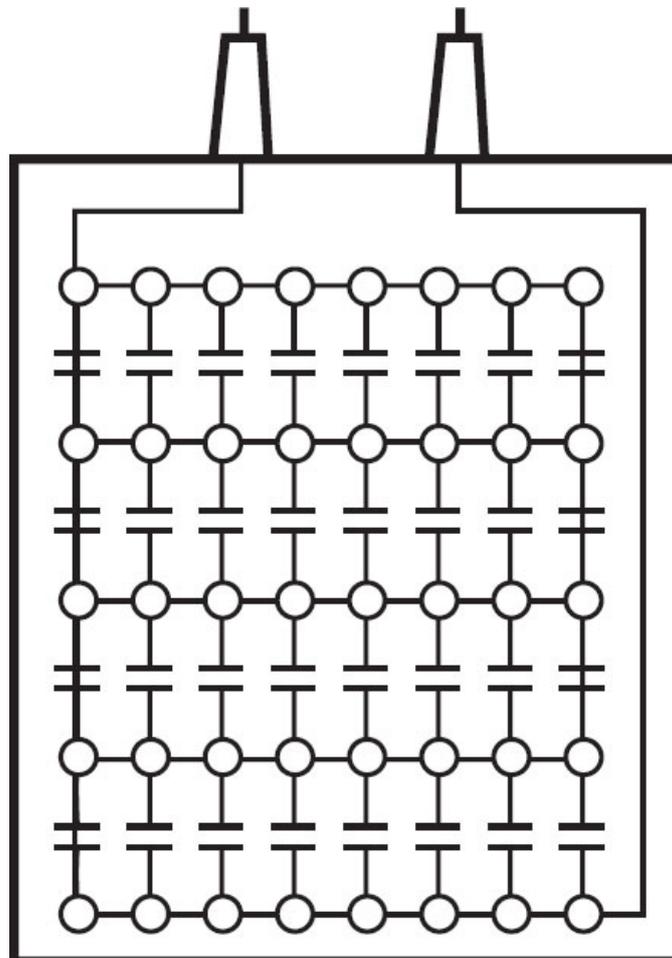
Einleitung

Kondensatorbatterien werden zur Kompensation der von den Lasten im Netz aufgenommenen Blindleistung eingesetzt, und manchmal zum Herstellen von Filtern zur Reduktion der Oberwellenspannungen. Ihre Aufgabe besteht somit darin, die Qualität des Stromnetzes zu verbessern. Sie können je nach dem Spannungsniveau und der installierten Leistung in Stern-, Dreieck- oder Doppelsternschaltung angeordnet werden.,

Ein Kondensator besteht aus einem Gehäuse mit isolierten Anschlussklemmen, das Einzelkondensatoren enthält, deren maximal zulässige Spannung begrenzt ist (zum Beispiel auf 2250 V) und die gruppenweise miteinander verbunden sind, in Serie, um die notwendige Spannungsfestigkeit zu erreichen, und parallel, um die gewünschte Leistung zu erhalten.

Es gibt zwei Arten von Kondensatoren:

1. Kondensatoren ohne inneren Schutz.
2. Kondensatoren mit innerem Schutz, bei denen jeder Einzelkondensator mit einer Sicherung versehen ist.



Fehlerarten

Die wichtigsten Fehler, die eine Kondensatorbatterie in Mitleidenschaft ziehen können, sind:

- Überlast
- Kurzschluss
- Körperschluss
- Kurzschluss eines Kondensatorelementes

Überlast ist die Folge eines kurzzeitigen Überstroms oder eines Dauer-Überstroms. Ein Dauer-Überstrom kann die folgenden Ursachen haben:

- Erhöhung der Speisespannung.
- Fließen eines Oberwellenstroms infolge von nichtlinearen Lasten wie zum Beispiel Stromrichter (Gleichrichter, Regelantriebe), Lichtbogenöfen usw.

Ein kurzzeitiger Überstrom kann mit dem Einschalten einer Kondensatorbatteriestufe verbunden sein. Überlast wirkt sich als eine für das dielektrische Verhalten schädliche Erwärmung aus und führt zu einer vorzeitigen Alterung des Kondensators.

Ein **Kurzschluss** ist ein innerer oder äußerer Fehler zwischen aktiven Leitern, sei es zwischen Phasen oder zwischen Phase und Neutralleiter, je nachdem, ob die Kondensatoren in Dreieck oder Stern geschaltet ist. Die Entwicklung von Gasen im dichten Gehäuse des Kondensators verursacht einen Überdruck, der eine Öffnung des Gehäuses und das Entweichen von Dielektrikum bewirken kann.

Ein Körperschluss ist ein innerer Fehler zwischen einem aktiven Teil des Kondensators und dem vom (aus Gründen des Personenschutzes) geerdeten Metallgehäuse gebildeten Körper.

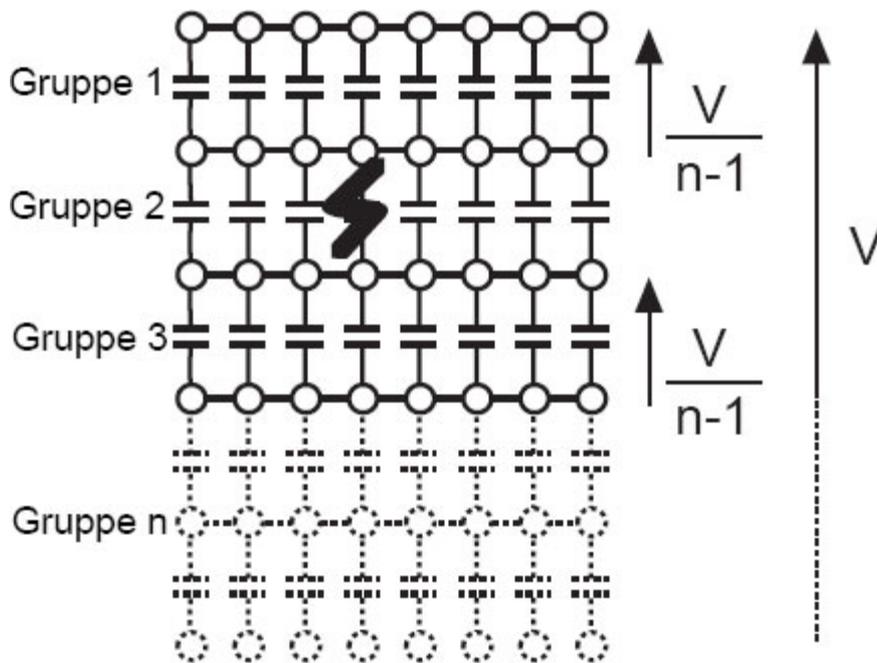
Die Stärke des Fehlerstroms hängt von der Sternpunktbehandlung im Netz und von der Art der Schaltung (Stern oder Dreieck) ab. Wie beim inneren Kurzschluss verursacht die Entwicklung von Gasen im dichten Gehäuse des Kondensators einen Überdruck, der eine Öffnung des Gehäuses und das Entweichen von Dielektrikum bewirken kann.

Ein **Kurzschluss eines Kondensatorelementes** ist die Folge eines Durchschlags eines Einzelkondensators. Ohne inneren Schutz werden dabei die parallelgeschalteten Einzelkondensatoren durch den fehlerhaften Einzelkondensator überbrückt. Die Folgen sind:

- Die Impedanz des Kondensators ändert sich.
- Die angelegte Spannung verteilt sich auf eine Serieschaltung, die aus einer Gruppe weniger besteht.
- Deshalb wird jede Gruppe einer höheren Belastung unterworfen, was zu weiteren Durchschlägen hintereinander bis zum totalen Kurzschluss führen kann (siehe Abb. 1).

Mit innerem Schutz schaltet das Durchbrennen der damit verbundenen Sicherung den fehlerhaften Einzelkondensator ab.

- Mit innerem Schutz schaltet das Durchbrennen der damit verbundenen Sicherung den fehlerhaften Einzelkondensator ab.
- Mit innerem Schutz schaltet das Durchbrennen der damit verbundenen Sicherung den fehlerhaften Einzelkondensator ab.



(Abb. 1)

Schutzeinrichtungen

Kondensatoren dürfen nur unter Spannung gesetzt werden, wenn sie entladen sind. Deshalb muss die Wiedereinschaltung verzögert werden, um transiente Überspannungen zu verhindern. Eine Verzögerung von 10 Minuten genügt für eine normale Entladung. Mit Schnellentladungsdröseln kann diese Zeit verkürzt werden. **Überlast** Lange dauernde Überströme infolge einer Erhöhung der Speisespannung werden mit einem Maximalspannungsschutz verhindert, der die Netzspannung überwacht. Dieser Schutz kann dem Kondensator selbst zugeordnet werden, meistens handelt es sich jedoch um einen Gesamt-Netzschutz. Angesichts der Tatsache, dass ein Kondensator in der Regel eine Spannung von 110% seiner Nennspannung während 12 Stunden im Tag aushalten kann, ist dieser Schutz nicht immer notwendig.

Lange dauernde Überströme infolge des Fließens von Oberwellenströmen werden von einem Überlastschutz einer der folgenden Arten erfasst:

- Thermisches Abbild.
- Verzögerter Maximalstromschutz.

Dies unter der Voraussetzung, dass dieser die Frequenzen der betreffenden Oberwellen berücksichtigt.

Die Stärke kurzzeitiger Überströme infolge des Einschaltens von Kondensatorbatteriestufen wird durch die Installation von Stössdröseln in Serie mit jeder Stufe begrenzt.

Kurzschluss

Ein Kurzschluss wird von einem verzögerten Maximalstromschutz erfasst. Die gewählten Strom- und Verzögerungseinstellungen ermöglichen einen Betrieb mit dem maximal zulässigen Laststrom und die Durchführung von Ein- und Stufenschaltungen.

Körperschluss

Der Schutz hängt von der Sternpunktbehandlung ab. Wenn der Sternpunkt geerdet ist, wird ein verzögerter Maximalerdstromschutz verwendet.

Kurzschluss eines Kondensatorelementes

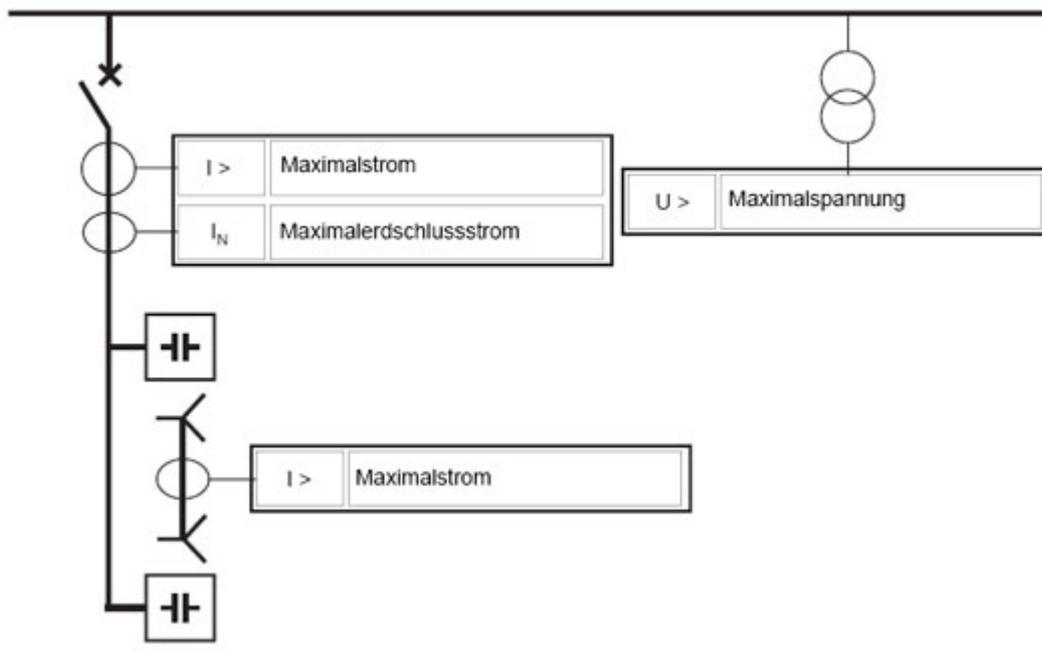
Die Erfassung beruht auf der bewirkten Impedanzänderung

- durch den Kurzschluss des Elements bei einem Kondensator ohne inneren Schutz,
- durch die Abschaltung des fehlerhaften Einzelkondensators bei einem Kondensator mit internen Sicherungen.

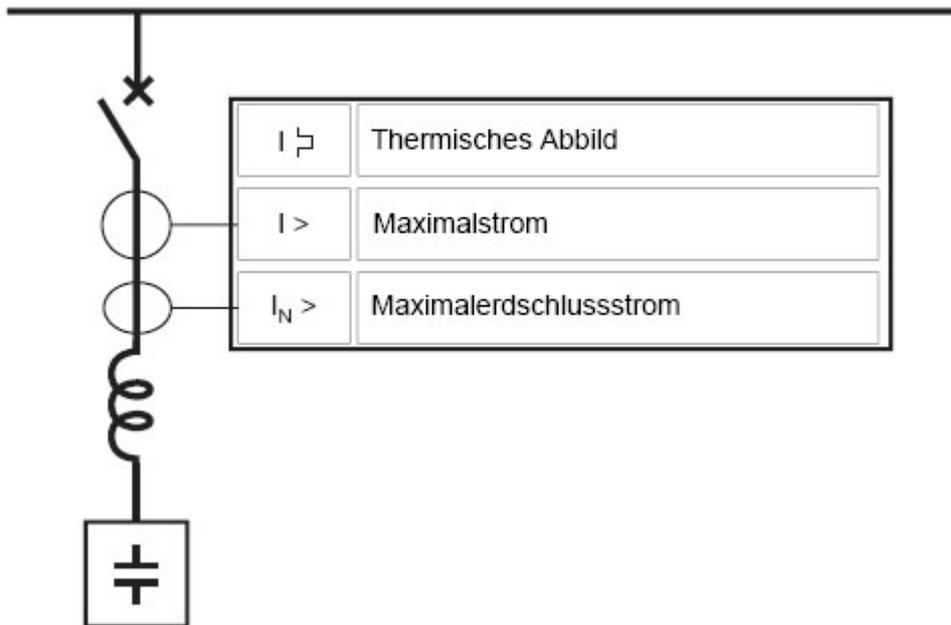
Wenn die Kondensatorbatterie in Doppelsternschaltung ausgeführt ist, bewirkt die Schiefast infolge der Impedanzänderung in einer der Sternschaltungen das Fließen eines Stroms in der Verbindung zwischen den Sternpunkten. Diese Unsymmetrie wird von einem empfindlichen Maximalstromschutz erfasst.

Beispiele von Kondensatorbatterieschutzeinrichtungen

Blindleistungskompensationskondensator in Doppelsternschaltung



Filter



Einstellangaben

Fehlerart

Überlast

Einstellungen

- Maximalspannung.
Einstellung $\leq 110\% V_n$.
- Thermisches Abbild,
Einstellung $\leq 1,3 I_n$
oder Maximalstrom,
Einstellung $\leq 1,3 I_n$.
Stromabhängige Verzögerung oder
stromunabhängige Verzögerung 10 s.

Kurzschluss

- Maximalstrom.
Ansprechwert ungefähr $10 I_n$.
Stromunabhängige Verzögerung,
Verzögerung ungefähr 0,1 s.

Körperschluss

- Maximalerdschlussstrom.
Ansprechwert $\leq 20\%$ des maximalen Erdschlussstroms und
 $\geq 10\%$ der Baugröße der Stromwandler bei Speisung durch
3 Stromwandler. Stromunabhängige Verzögerung,
Verzögerung ungefähr 0,1 s.

Kurzschluss eines Kondensatorelementes

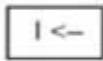
- Maximalstrom..
Ansprechwert < 1 Ampere. Stromunabhängige
Verzögerung, Verzögerung ungefähr 1 s.



Maximalstromschutz



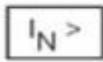
Minimalspannungsschutz



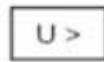
Stromrichtungsschutz



Maximal- und
Minimalfrequenzschutz



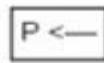
Maximalerdschlussstromschutz



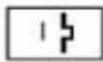
Maximalspannungsschutz



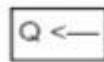
Maximal-
Gegenkomponentenschutz



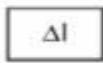
Wirkleistungsrückflussschutz



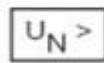
Thermisches Abbild



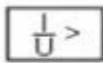
Blindleistungsrückflussschutz



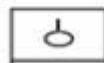
Differentialschutz



Maximalrestspannungsschutz



Maximalstromschutz mit
spannungsabhängigem
Ansprechwert



Buchholz-Schutz

