

**Reihenkondensatoren für Starkstromanlagen –  
Teil 1: Allgemeines**

**Inhalt**

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck .....	5
2 Normative Verweisungen .....	5
3 Begriffe .....	6
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
5.1.1 Allgemeines .....	14
5.1.2 Prüfbedingungen .....	14
5.1.3 Spannungsgrenzwerte, die von der Überspannungsschutzeinrichtung bestimmt werden .....	14
5.1.4 Bestimmung der Schutzpegelspannung $U_{pl}$ und der Grenzspannung $U_{lim}$ .....	16
5.2 Klassifikation von Prüfungen .....	16
5.2.1 Stückprüfungen .....	16
5.2.2 Typprüfungen .....	16
5.2.3 Wahlprüfung (Alterungsprüfung) .....	17
5.3 Kapazitätsmessung (Stückprüfung) .....	17
5.3.1 Messverfahren .....	17
5.3.2 Kapazitätstoleranzen .....	17
5.4 Kondensatorverlustmessung (Stückprüfung) .....	18
5.4.1 Messverfahren .....	18
5.4.2 Verlustanforderungen .....	18
5.4.3 Verluste in äußeren Sicherungen .....	18
5.5 Spannungsprüfung zwischen Anschlussklemmen (Stückprüfung) .....	19
5.6 Wechselspannungsprüfung 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
5.9.1 Messverfahren .....	19
5.9.2 Kondensatorverlustmessung .....	21
5.10 Wechselspannungsprüfung zwischen Anschlussklemmen und Behälter (Typprüfung) .....	21
5.11 Blitzstoßspannungsprüfung zwischen Anschlussklemmen und Behälter (Typprüfung) .....	21

	Seite
5.12 Kaltbetriebsprüfung (Typprüfung).....	22
5.13 Entladestromprüfung (Typprüfung) .....	23
6 Isolationspegel.....	24
6.1 Isolationsspannungen.....	24
6.1.1 Normwerte .....	24
6.1.2 Isolation gegen Erde und zwischen Phasenbänken .....	24
6.1.3 Isolationspegel für Isolatoren und Anlagen auf dem Gerüst .....	24
6.2 Kriechstrecke .....	30
6.3 Luftstrecken .....	31
7 Überlastungen, Überspannungen und Arbeitszyklen.....	35
7.1 Betriebsströme .....	35
7.2 Transiente Überspannungen.....	35
7.3 Arbeitszyklen .....	36
8 Sicherheitsanforderungen .....	36
8.1 Entladungseinrichtung .....	36
8.2 Behälteranschluss .....	36
8.3 Umweltschutz .....	37
8.4 Sonstige Sicherheitsanforderungen .....	37
9 Kennzeichnungen und Bedienungshandbücher .....	37
9.1 Kennzeichnungen der Kondensatoreinheit .....	37
9.1.1 Leistungsschild .....	37
9.1.2 Warnschild.....	38
9.2 Kennzeichnungen der Bank .....	38
9.2.1 Bedienungsblatt oder Leistungsschild.....	38
9.2.2 Warnschild.....	38
9.3 Bedienungshandbuch.....	38
10 Leitfaden für die Auswahl von Bemessungswerten sowie für Installation und Betrieb .....	39
10.1 Allgemeines .....	39
10.2 Blindwiderstand je Leitung, Bemessungsblindwiderstand je Kondensatorbank und Anzahl der Baugruppen je Kondensatorbank.....	40
10.2.1 Kapazitiver Blindwiderstand je Leitung .....	40
10.2.2 Anzahl der Reihenkondensatorbänke in einer Übertragungsleitung.....	40
10.2.3 Anzahl der Baugruppen in einer Kondensatorbank .....	41
10.2.4 Zukünftige Anforderungen an Reihenkondensatoren .....	41
10.3 Bemessungsströme für die Kondensatorbank .....	41
10.3.1 Typisches Überlastungsvermögen und Pendelstromvermögen der Kondensatorbank.....	42
10.3.2 Analyse zur Ermittlung der Bemessungswerte für den Dauerüberlaststrom und den Notüberlaststrom .....	43
10.3.3 Analyse zur Ermittlung der Pendelstrombemessung .....	43

	Seite
10.4 Anforderungen an den Überspannungsschutz .....	43
10.5 Spannungsbegrenzung bei Störungen der Starkstromanlage .....	44
10.5.1 Spannungsbegrenzung, wenn die Induktivität zwischen der primären Überspannungsschutzeinrichtung und den Kondensatoren unwesentlich ist .....	44
10.5.2 Spannungsbegrenzung, wenn die Induktivität zwischen der primären Überspannungsschutzeinrichtung und den Kondensatoren wesentlich ist .....	45
10.6 Schutz- und Schalteinrichtungen .....	45
10.6.1 Kondensatorsicherungen .....	45
10.6.2 Sonstige Einrichtungen .....	45
10.6.3 Schaltbilder .....	45
10.7 Wahl des Isolationspegels .....	45
10.7.1 Normalfälle .....	45
10.7.2 Höhenlagen über 1000 m .....	46
10.8 Korrektur für lange Leitungen .....	46
10.9 Sonstige Überlegungen zur Anwendung .....	47
10.9.1 Allgemeines .....	47
10.9.2 Ferroresonanz .....	47
10.9.3 Untersynchrone Resonanz .....	48
10.9.4 Relaisschutz der Starkstromanlage .....	48
10.9.5 Dämpfung der Trägerfrequenzübertragung .....	48
10.9.6 Nicht gekreuzte Übertragungsleitungen .....	48
10.9.7 Oberschwingungsströme der Starkstromanlage .....	49
10.9.8 Transiente Wiederkehrspannung über Hauptleistungsschaltern .....	49
10.9.9 Verzögerter Nulldurchgang des Leitungsstroms .....	49
10.9.10 Lang andauernder Sekundär-Lichtbogenstrom .....	49
Anhang A (normativ) Prüfanforderungen und Anwendungsrichtlinie für äußere Sicherungen und Einheiten, die außen abzusichern sind .....	51
A.1 Überblick .....	51
A.2 Zweck .....	51
A.3 In Anhang A verwendete Begriffe .....	51
A.4 Anforderungen an das Betriebsverhalten .....	51
A.5 Prüfungen .....	52
A.6 Richtlinie für die Koordinierung des Sicherungsschutzes .....	52
A.7 Auswahl von Sicherungen .....	53
A.8 Für den Benutzer von Sicherungen erforderliche Angaben .....	53
Anhang B (informativ) Ökonomische Bewertung der Verluste von Reihenkondensatorbänken .....	54
Anhang C (informativ) Sicherungen für Kondensatorbänke und Anordnung von Kondensatoreinheiten .....	55
C.1 Kondensatorbank mit internen Sicherungen .....	55
C.2 Kondensatorbank mit äußeren Sicherungen .....	55

	Seite
C.3 Kondensatorbank ohne Sicherungen .....	56
Anhang D (informativ) Einige Beispiele für typische Schaltbilder von großen Reihenkondensatoranlagen für Übertragungsleitungen.....	58
Anhang E (informativ) Vorsichtsmaßnahmen, die zur Vermeidung von Umweltverschmutzungen durch Polychlorbiphenyl zu treffen sind.....	59
Literaturhinweise.....	60
 <b>Bilder</b>	
Bild 1 – Terminologie einer typischen Reihenkondensatoranlage .....	7
Bild 2 – Einteilung von Überspannungsschutzeinrichtungen .....	15
Bild 3 – Grenzwerte für Zeit und Amplitude für eine Überspannungsbelastung .....	23
Bild 4 – Luftstrecke in Abhängigkeit von der Stehwechselfspannung .....	35
Bild 5 – Typisches Strom-Zeit-Profil einer eingeschalteten Kondensatorbank nach einer Störung und Freischaltung der Parallelleitung .....	42
Bild C.1 – Typische Verbindungen zwischen Kondensatoreinheiten in einem Segment oder in einer Phasenbank.....	56
Bild C.2 – Typische Anschlüsse zwischen Elementen innerhalb einer Kondensatoreinheit.....	57
 <b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Buchstabensymbole für den oberen Grenzwert des Temperaturbereichs .....	13
Tabelle 2 – Umgebungslufttemperatur bei der Wärmebeständigkeitsprüfung .....	20
Tabelle 3 – Normisulationspegel für Bereich I ( $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ ) (entnommen aus IEC 60071-1, Tabelle 2).....	27
Tabelle 4 – Normisulationspegel für Bereich II ( $U_m > 245 \text{ kV}$ ) (entnommen aus IEC 60071-1, Tabelle 3).....	28
Tabelle 5 – Übliche Isolationspegel für Isolatoren zwischen Gerüst und Erde (Isolationspegel nach IEEE-Norm C62.82.1-2010) .....	29
Tabelle 6 – Spezifische Kriechstrecken.....	31
Tabelle 7 – Zuordnung von genormten Steh-Blitzstoßspannungen zu Mindestluftstrecken (entnommen aus IEC 60071-2, Tabelle A.1).....	33
Tabelle 8 – Zuordnung zwischen genormten Steh-Schaltstoßspannungen zu Mindestluftstrecken Außenleiter gegen Erde (entnommen aus IEC 60071-2, Tabelle A.2) .....	34
Tabelle 9 – Zuordnung zwischen genormten Steh-Schaltstoßspannungen zu Mindestluftstrecken Außenleiter gegen Außenleiter (entnommen aus IEC 60071-2, Tabelle A.3).....	34
Tabelle 10 – Typisches Überlastungsvermögen und Pendelstromvermögen der Kondensatorbank .....	42