

	DIN EN 60034-27-3 (VDE 0530-27-3)	
	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.	
ICS 29.160.01 Drehende elektrische Maschinen – Teil 27-3: Messung des dielektrischen Verlustfaktors an der Ständerwicklungsisolierung drehender elektrischer Maschinen (IEC 60034-27-3:2015); Deutsche Fassung EN 60034-27-3:2016 Rotating electrical machines – Part 27-3: Dielectric dissipation factor measurement on stator winding insulation of rotating electrical machines (IEC 60034-27-3:2015); German version EN 60034-27-3:2016 Machines électriques tournantes – Partie 27-3: Mesure du facteur de dissipation diélectrique sur le système d'isolation des enroulements statoriques des machines électriques tournantes (IEC 60034-27-3:2015); Version allemande EN 60034-27-3:2016 Gesamtumfang 30 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-01-20 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2016-12-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC/TS 60034-27-3 (VDE V 0530-27-3):2012-04.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 311 „Drehende elektrische Maschinen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 2 „Rotating machinery“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Diese Norm enthält erstmalig eine umfassende Beschreibung der Messverfahren und der Messtechnik zur Prüfung des dielektrischen Verlustfaktors von Isoliersystemen großer Hochspannungsmaschinen sowie spezifische Anforderungen für Teile von Wicklungen im Neuzustand entsprechend dem fortgeschrittenen Erkenntnisstand. Folgende Gesichtspunkte wurden in dieser Norm berücksichtigt:

- a) Einbezug der digitalen Messung des Verlustfaktors und der Kapazität;
- b) Angabe von Grenzwerten für den Verlustfaktor;
- c) detaillierte Beschreibung der Messverfahren;
- d) Anwendung auf die vollständigen Wicklungen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60060-1	IEC 60060-1	DIN EN 60060-1 (VDE 0432-1)	VDE 0432-1
EN 60060-2	IEC 60060-2	DIN EN 60060-2 (VDE 0432-2)	VDE 0432-2
CLC/TS 60034-27	IEC/TS 60034-27	DIN CLC/TS 60034-27 (VDE V 0530-27)	VDE V 0530-27
–	IEC/TS 60034-27-2	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN 60060-2 (VDE 0432-2), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 2: Messsysteme*

DIN CLC/TS 60034-27 (VDE V 0530-27), *Drehende elektrische Maschinen – Teil 27: Off-line-Teilentladungsmessungen an der Statorwicklungsisolation drehender Maschinen*

**Drehende elektrische Maschinen –
Teil 27-3: Messung des dielektrischen Verlustfaktors an der
Ständerwicklungsisolierung drehender elektrischer Maschinen
(IEC 60034-27-3:2015)**

Rotating electrical machines –
Part 27-3: Dielectric dissipation factor
measurement on stator winding insulation of
rotating electrical machines
(IEC 60034-27-3:2015)

Machines électriques tournantes –
Partie 27-3: Mesure du facteur de dissipation
diélectrique sur le système d'isolation des
enroulements statoriques des machines
électriques tournantes
(IEC 60034-27-3:2015)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-01-20 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

CENELEC

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

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60034-27-3:2016 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 2/1803/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 60034-27-3, erarbeitet vom IEC/TC 2 „Rotating machinery“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60034-27-3:2016 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-12-24
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-06-24

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60034-27-3:2015 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelisteten Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC/TS 60034-27 ANMERKUNG Harmonisiert als **CLC/TS 60034-27**.

Inhalt

Seite

Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Theorie und Messverfahren	7
4.1 Messung des dielektrischen Verlustfaktors	7
4.2 Analoge Schering-Brücke	9
4.3 Transformatorbrücke mit Vergleichszweig	10
4.4 Digitale Messung der Phasenverschiebung	11
5 Prüfverfahren	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Stäbe und Spulen einer Wicklung	14
5.3 Vollständige Wicklungen	16
6 Prüfergebnisse	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Wicklungsstäbe und -spulen	18
6.3 Vollständige Wicklungen	19
7 Prüfbericht	20
7.1 Allgemeines	20
7.2 Spulen, Stäbe und Wicklungen im Neuzustand	20
7.3 Im Betrieb gealterte Wicklungen	21
Anhang A (informativ) Zusammenhang zwischen Leistungsfaktor und Verlustfaktor	23
Literaturhinweise	25
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	26
Bilder	
Bild 1 – Parallelschaltung und Zeigerdiagramm	7
Bild 2 – Reihenschaltung und Zeigerdiagramm	8
Bild 3 – Dielektrische Verluste bei steigender Spannung (schematisch)	9
Bild 4 – Hochspannungs-Schering-Brücke (Prinzipschaltung)	10
Bild 5 – Transformatorbrücke mit Vergleichszweig	11
Bild 6 – Schematische Prüfanordnung eines digitalen Messsystems für den Verlustfaktor mit Prinzip-Darstellung des Stromverlaufes	12
Bild 7 – Beispiel für eine $\tan \delta$ -Kurve in Abhängigkeit vom Spannungsverhältnis U/U_N , gemessen in Spannungsstufen von $0,2 U_N$	13
Bild 8 – Anordnung der Schutzringelektroden auf Prüfobjekten mit isolierendem Spalt (Beispiele für bevorzugte Abmessungen des isolierenden Spaltes und der Schutzringelektroden)	15

	Seite
Bild 9 – Anordnung von Schutzringelectroden auf dem Endenglimmschutz.....	16
Bild A.1 – Vektordiagramm	23
Tabellen	
Tabelle 1 – Höchstwerte des dielektrischen Verlustfaktors von Einzelstäben und Einzelspulen im Neuzustand, gemessen mit Schutzringelectroden für Bemessungsspannungen bis zu $U_N = 21$ kV	18
Tabelle A.1 – Vergleich zwischen entsprechenden Werten des Isolierungs-Leistungsfaktor $\cos \varphi$ und des dielektrischen Verlustfaktors $\tan \delta$ sowie Angabe der Differenz	24

Einleitung

Diese Internationale Norm enthält Leitfäden für die Messung des dielektrischen Verlustfaktors an Ständerstäben oder -spulen mit vorgeformten Elementen und vollständigen Wicklungen.

Der dielektrische Verlustfaktor ist ein Maß für die dielektrischen Verluste in der Ständerwicklungsisolierung. Durch Messung dieses dielektrischen Verlustfaktors kann die Qualität von neuen, aber auch gealterten Ständerwicklungsisolierungen von drehenden elektrischen Maschinen bewertet werden. Insbesondere kann die Einhaltung einer gleichbleibenden Qualität in der Fertigung und das dielektrische Verhalten der ganzen Isolierung überwacht werden. An gealterten Ständerwicklungen liefert der Verlustfaktor Informationen über den Zustand der Isolierung.

Verlustfaktormessungen liefern keine Anhaltspunkte über die Verteilung der Verluste innerhalb der Isolierung und – im Gegensatz zur Off-line-Teilentladungsmessung – ist es nicht möglich, Schwachstellen im Isoliersystem zu lokalisieren.

Kennzeichnendes Prinzip ist die Messung des Verlustfaktors in einem bestimmten Spannungsbereich und die Ableitung verschiedener charakteristischer Parameter für die dielektrischen Verluste als Basis für die Bewertung.

Zur Bewertung der Fertigungsqualität von Ständerwicklungsisolierungen können empirisch ermittelte und in der Praxis bestätigte Grenzwerte benutzt werden. Weiterhin können Trendbewertungen, z. B. im Rahmen von diagnostischen Prüfungen als Bestandteil einer funktionellen Bewertung der Isoliersysteme oder bei der Wartung und Überholung von drehenden Maschinen, Informationen über den Alterungsprozess, notwendige weitere Maßnahmen und zur Zeitplanung von Überholungen liefern. Aus derartigen Trendbewertungen kann jedoch nicht die tatsächliche Zeit bis zum Ausfall der Ständer-Wicklungsisolierung ermittelt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60034 liefert Leitfäden für die Prüfverfahren sowie die Auswertung der Prüfergebnisse für den dielektrischen Verlustfaktor von Ständerwicklungsisolierungen drehender elektrischer Maschinen. Diese Leitfäden gelten üblicherweise für drehende elektrische Maschinen mit Nutteilglimmschutz und Bemessungsspannungen von 6 kV und höher.

Diese Norm gilt für einzelne Ständerstäbe und -spulen mit Wicklungen aus vorgeformten Elementen, die noch nicht in das Blechpaket eingebaut sind, einzelne Ständerstäbe und -spulen, die bereits in das Blechpaket eingebaut sind, und vollständige Ständerwicklungen mit vorgeformten Elementen von Maschinen im Neuzustand oder im gealterten Zustand.

Diese Internationale Norm gilt für alle vakuumimprägnierten oder mit harzreichen Bändern isolierten Stäbe, Spulen und vollständigen Wicklungen. Sie gilt nicht für ungetränkte einzelne Stäbe oder Spulen oder vollständige Wicklungen im ungetränkten Zustand.

Es werden spezielle Kennwertforderungen bezüglich des dielektrischen Verlustfaktors von einzelnen Ständerstäben und -spulen für Wicklungen mit vorgeformten Elementen zur Verwendung in Maschinen mit Bemessungsspannungen von 6 kV und höher angegeben, gültig bei Messung mit 50 Hz oder 60 Hz-Wechselspannung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 60060-2, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Bemessungsspannung

U_N

Spannung oder Spannungsbereich zwischen den Strängen an den Klemmen (auch als Strangspannung bezeichnet), im Allgemeinen vom Hersteller für eine bestimmte Betriebsbedingung der Maschine spezifiziert

3.2

dielektrischer Verlustfaktor

$\tan \delta$

Tangens des dielektrischen Verlustwinkels δ (Komplement zum Leistungsfaktor-Winkel der Isolierung) bei vorgegebenen Werten für die Temperatur, Frequenz und Spannung oder dielektrischer Beanspruchung

Anmerkung 1 zum Begriff: Mitunter werden andere Begriffe, wie Tangens Delta, Tangens der Verluste oder dielektrischer Leistungsfaktor, für diese Eigenschaft verwendet. Zwischen dem dielektrischen Verlustfaktor und dem Leistungsfaktor (Cosinus des Leistungsfaktor-Winkels oder Sinus des dielektrischen Verlustwinkels) besteht ein physikalischer Unterschied, aber die beiden Messergebnisse sind annähernd gleich, wenn der dielektrische Verlustfaktor kleiner als 100×10^{-3} ist (siehe 4.1).

Anmerkung 2 zum Begriff: In dieser Norm wird der dielektrische Verlustfaktor $\tan \delta$ mit Absolutwerten angegeben, in anderen Dokumenten wird er aber auch in Prozentwerten angegeben.