DIN IEC/IEEE 60076-57-1202 (VDE 0532-76-57-1202)

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 29.180

Einsprüche bis 2021-05-12

Entwurf

Leistungstransformatoren – Teil 57-1202: Ölgefüllte Phasenschieber (IEC/IEEE 60076-57-1202:2017)

Power transformers –
Part 57-1202: Liquid immersed phase-shifting transformers
(IEC/IEEE 60076-57-1202:2017)

Transformateurs de puissance –
Partie 57-1202: Transformateurs déphaseurs immergés dans un liquide
(IEC/IEEE 60076-57-1202:2017)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-03-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 49 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort ... 6
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten ... 7
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise ... 8
1 Anwendungsbereich ... 9
2 Normative Verweisungen ... 9
2.1 IEC Verweisungen ... 9
2.2 IEEE Verweisungen ... 9
3 Terms and definitions ... 10
4 Anwendung der normativen Verweisungen ... 13
5 Betriebsbedingungen ... 13
5.1 Allgemeines ... 13
5.2 Übliche Betriebsbedingungen ... 13
5.2.1 Schaltanordnung ... 13
5.2.2 Leistungsfluss ... 13
5.2.3 Betrieb mit zwei oder mehr PST in Reihen- oder Parallelschaltung ... 14
5.2.4 Phasenunsymmetrie ... 14
5.2.5 Überspannungsschutz ... 14
6 Bemessungsdaten und allgemeine Anforderungen ... 14
6.1 Bemessungsleistung ... 14
6.2 Belastung bei anderen als Bemessungsbedingungen ... 14
6.3 Festlegung des Leistungsvermögens im Rückwärtsbetrieb ... 14
6.4 Kühlungsarten ... 15
6.5 Kurzschlussimpedanz und Phasenwinkelfähigkeit unter Last ... 15
6.5.1 Festlegung ... 15
6.5.2 Kurzschlussimpedanz für unsymmetrische Ausführungen ... 15
6.6 Neutralpunkterdung ... 15
6.7 Bemessungsspannung ... 16
6.8 Spannungsänderung und unsymmetrische Ausführung ... 16
6.9 Bemessungsfrequenz ... 16
6.10 Betrieb bei einer höheren Spannung als der Bemessungsspannung und/oder bei einer anderen als der Bemessungsfrequenz ... 16
6.11 Höchste Spannung für Betriebsmittel und dielektrische Prüfpegel ... 16
6.12 Anzapfungen ... 16
6.13 Geräuschpegel ... 16
6.14 Transport ... 17
7 Aufbau ... 17

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

7.1 Allgemeines ... 17
7.2 Flüssigkeitsgefüllte Verbindungen zwischen Kesseln ... 17
7.3 Flüssigkeits-Isolationssystem und -Ausdehnungssystem ... 17
7.4 Ausrichtung zwischen Kesseln ... 18
7.5 Kern- und Kernrahmen-Erdungsanlage ... 18
7.6 Prüfschaltungen ... 18
8 Kurzschlussvermögen ... 19
9 Kurzzeichen für Schaltung und Phasenlage ... 19
9.1 Allgemeines ... 19
9.2 Besondere Kurzzeichen für PST ... 19
9.3 Stundenzahl-Schreibweise ... 19
9.4 Beispiele ... 20
9.4.1 Phasenschieber-Transformatoren mit einem Kern ... 20
9.4.2 Phasenschieber-Transformatoren mit zwei Kernen ... 22
9.4.3 Transformatoren, die ein Element zum Phasenschieben beinhalten ... 23
10 Typenschilder (Leistungsschilder) ... 24
11 Klemmenbezeichnungen und Phasenlage ... 25
12 Vom Hersteller bereitzustellende Informationen ... 26
13 Prüfungen ... 26
13.1 Allgemeines ... 26
13.2 Stückprüfungen ... 26
13.3 Typprüfungen (Bauartprüfungen) ... 26
13.4 Sonderprüfungen ... 27
13.5 Wicklungswiderstand ... 27
13.6 Messung des Übersetzungsverhältnisses, des Phasenwinkels und Überprüfung der Phasenlage ... 27
13.7 Messung der Kurzschlussimpedanz und der Kurzschlussverluste ... 27
13.8 Erwärmungsprüfung ... 28
13.9 Messung der Leerlaufverluste und des Leerlaufstroms ... 29
13.10 Ermittlung des Schallpegels ... 29
13.10.1 Allgemeines ... 29
13.10.2 Für PST mit einem kombinierten Kühlsystem ... 29
13.10.3 Für PST mit getrennten Kühlsystemen für die Erreger- und die Reiheneinheit ... 29
13.11 Messung der Nullimpedanz ... 29
13.12 Spannungsprüfungen ... 30
13.12.1 Allgemeines ... 30
13.12.2 Induzierte Spannungsprüfung mit Teilentladungsmessung (IVPD) ... 30
13.12.3 Schaltstoßspannungsprüfung (SI) ... 30
13.12.4 Blitzstoßspannungsprüfung ... 31
13.12.5 Gleichzeitige Prüfung mehrerer Leiteranschlüsse mit Blitzstoßspannung (LIMT) ... 32
13.13 Prüfungen an Stufenschaltern – Funktionsprüfung ... 32

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

13.14 Dichtheitsprüfung mit Überdruck....33
13.15 Durchbiegungsprüfung bei Vakuum....33
13.16 Durchbiegungsprüfung bei Überdruck....33
14 Grenzabweichungen....33
14.1 Allgemeines....33
14.2 Grenzabweichungen für Impedanz und Phasenwinkel....33
Anhang A (informativ) Prüfliste der Angaben, die bei Anfrage und Auftrag bereitzustellen sind....35
A.1 Bemessungsdaten und allgemeine Daten....35
A.1.1 Übliche Angaben....35
A.1.2 Besondere Angaben....36
A.2 Parallelbetrieb....38
Anhang B (informativ) Verhalten eines Phasenschieber-Transformators bei unsymmetrischen Fehlerströmen....39
Anhang C (informativ) Beispiel einer Festlegung für das Rückwärtsbetriebsvermögen....41
Anhang D (informativ) Zusätzliche Geräuschmessungen....42
Anhang E (informativ) Berechnung des Phasenwinkels unter Last....44
Anhang F (informativ) Zusätzliche Informationen zum Advance-Retard-Switch....48
F.1 Kurzbeschreibung....48
F.2 Klassifizierung innerhalb des Systems internationaler Normung....48
F.3 Anforderungen entsprechend IEC 60214-10500045 und IEEE Std C57.131....48
Literaturhinweise....49

Tabellen

Seite
Tabelle NA.1....7
Tabelle C.1 – Gefordertes Leistungsvermögen des PST im Rückwärtsbetrieb....41
Tabelle D.1 – Zur Nachbildung unterschiedlicher Lastbedingungen erforderliche Kombinationen von Schallpegelmessungen....43

Bilder

Seite
Bild 1 – Beispiel A: D S0-3/9....20
Bild 2 – Beispiel B: P S0-3/9....21
Bild 3 – Beispiel C: D A0-3....21
Bild 4 – Beispiel D: YNyn/IIId S0-3/9....22
Bild 5 – Beispiel E: YNyn+d/IIId A0-3/9....23
Bild 6 – Beispiel F: YNa0yn/dIII A0-3/9....23
Bild 7 – Beispiel G: V A0-2/8....24
Bild B.1 – PST mit Einphasen-Fehlerstromschutz und -Überspannungsschutz....40
Bild E.1 – Phasenwinkeldiagramm für einen PST unter Last, mit $\alpha_0 > 0$ und $\varphi_L < 0$....44
Bild E.2 – Phasenwinkeldiagramm für einen PST unter Last, mit $\alpha_0 < 0$ und $\varphi_L < 0$....44

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

Bild E.3 – Phasenwinkeldiagramm für einen PST unter Last, mit $\alpha_0 > 0$ and $\varphi_L > 0$..... 45
Bild E.4 – Phasenwinkeldiagramm für einen PST unter Last, mit $\alpha_0 < 0$ and $\varphi_L > 0$..... 45

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

Nationales Vorwort

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 321 „Transformatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC/IEEE-Publikation wurde vom IEC/TC 14 „Power Transformers“ in Zusammenarbeit mit dem Transformatorenkomitee von IEEE Power & Energy Society im Rahmen des IEC/IEEE Dual Logo Agreement erarbeitet.

Das IEC-Komitee und das IEEE-Komitee haben 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.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass die Annahme dieser IEC/IEEE-Publikation die Anwendung von Unterlagen erfordert, die Patentrechte berühren können. Durch Veröffentlichung dieser Norm wird kein Zusammenhang in Bezug auf das Vorhandensein oder die Gültigkeit jeglicher Patentrechte hergestellt. IEC und/oder IEEE sind nicht dafür verantwortlich, wesentliche Patentansprüche, für die eine Lizenz erforderlich sein kann, zu identifizieren, Untersuchungen zur Rechtsgültigkeit oder zum Anwendungsbereich von Patentansprüchen durchzuführen oder festzustellen, ob Lizenzbestimmungen im Zusammenhang mit einem „Letter of Assurance“, falls vorhanden, oder in anderen Lizenzvereinbarungen angemessen und nicht-diskriminierend sind. Anwender dieser Norm werden ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Bestimmung der Gültigkeit jeglicher Patentrechte und das Risiko des Verstoßes gegen derartige Rechte ausschließlich in ihrer Verantwortung liegt.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

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
–	IEC 60050-421	[a]	–
EN 60076-1	IEC 60076-1	DIN EN 60076-1 (VDE 0532-76-1)	VDE 0532-76-1
EN 60076-2	IEC 60076-2	DIN EN 60076-2 (VDE 0532-76-2)	VDE 0532-76-2
EN 60076-3	IEC 60076-3	DIN EN 60076-3 (VDE 0532-76-3)	VDE 0532-76-3
EN 60076-5	IEC 60076-5	DIN EN 60076-5 (VDE 0532-76-5)	VDE 0532-76-5
EN 60076-7	IEC 60076-7	DIN EN 60076-7 (VDE 0532-76-7)	VDE 0532-76-7
EN 60076-10	IEC 60076-10	DIN EN 60076-10 (VDE 0532-76-10)	VDE 0532-76-10
EN 60076-18	IEC 60076-18	DIN EN 60076-18 (VDE 0532-76-18)	VDE 0532-76-18
EN 60214-1:2014	IEC 60214-1:2014	DIN EN 60214-1 (VDE 0532-214-1):2015-04	VDE 0532-214-1
–	IEC 62032	–	–

[a] „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

Nationaler Anhang NB
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60076-1 (VDE 0532-76-1), *Leistungstransformatoren – Teil 1: Allgemeines*

DIN EN 60076-2 (VDE 0532-76-2), *Leistungstransformatoren – Teil 2: Übertemperaturen für flüssigkeitsgefüllte Transformatoren*

DIN EN 60076-3 (VDE 0532-76-3), *Leistungstransformatoren – Teil 3: Isolationspegel, Spannungsprüfungen und äußere Abstände in Luft*

DIN EN 60076-5 (VDE 0532-76-5), *Leistungstransformatoren – Teil 5: Kurzschlussfestigkeit*

DIN EN 60076-7 (VDE 0532-76-7), *Leistungstransformatoren – Teil 7: Leitfaden für die Belastung von ölgefüllten Leistungstransformatoren*

DIN EN 60076-10 (VDE 0532-76-10), *Leistungstransformatoren – Teil 10: Bestimmung der Geräuschpegel*

DIN EN 60076-18 (VDE 0532-76-18), *Leistungstransformatoren – Teil 18: Messung des Frequenzübertragungsverhaltens*

DIN EN 60214-1 (VDE 0532-214-1):2015-04, *Stufenschalter - Teil 1: Leistungsanforderungen und Prüfverfahren*

Leistungstransformatoren – Teil 57-1202: Ölgefüllte Phasenschieber

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60076 enthält die Anforderungen an Phasenschieber-Transformatoren aller Typen. Der Anwendungsbereich schließt Transformatoren mit einer ungeregelten Phasenverschiebung aus.

Dieses Dokument ist begrenzt auf spezifische Belange von Phasenschieber-Transformatoren, und behandelt keine Belange, die sich auf allgemeine Anforderungen an Leistungstransformatoren beziehen, die durch existierende Normen der Normenreihe IEC 60076 oder durch IEEE Std C57.12.00™ und IEEE Std C57.12.10™ abgedeckt sind.

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).

2.1 IEC Verweisungen

IEC 60050-421, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 421: Power transformers and reactors* (available at: www.electropedia.org)

IEC 60076-1, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-2, *Power transformers – Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers*

IEC 60076-3, *Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air*

IEC 60076-5, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit*

IEC 60076-10, *Power transformers – Part 10: Determination of sound levels*

IEC 60076-18, *Power transformers – Part 18: Measurement of frequency response*

ISO 2178, *Non-magnetic coatings on magnetic substrates – Measurement of coating thickness – Magnetic method*

ISO 2409, *Paints and varnishes – Cross-cut test*

2.2 IEEE Verweisungen

IEEE Std C57.12.00™, *IEEE Standard for General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*

IEEE Std C57.12.10™, *IEEE Standard Requirements for Liquid-Immersed Power Transformers*

IEEE Std C57.12.70™, *IEEE Standard for Standard Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers*

IEEE Std C57.12.80™, *IEEE Standard Terminology for Power and Distribution Transformers*

IEEE Std C57.12.90™, *IEEE Standard Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers*

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

3 Terms and definitions

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter http://www.electropedia.org/
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter http://www.iso.org/obp

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-421 und IEC 60076-1 für Phasenschiebertransformatoren nach IEC. Für Phasenschiebertransformatoren nach IEEE gelten die Begriffe nach IEEE Std C57.12.80. Für alle Phasenschiebertransformatoren gelten vorrangig die folgende Begriffe.

3.1
Phasenschieber-Transformator
PST, en: phase-shifting transformer
Transformator (oder Kombination aus Transformatoren, ausgelegt um zusammen betrieben zu werden) mit zwei Sätzen Leiteranschlüssen (S und L), der dazu geeignet ist, das Spannungs-Phasenwinkel-Verhältnis zwischen den S- und L-Anschlüssen zu verändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bemessungsspannung der S- und L-Anschlüssen kann gleich oder unterschiedlich sein. Zusätzlich kann der PST auch dazu geeignet sein, die Spannung in der Phase zu verändern.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

3.2
S-Anschluss
Anschluss, der als fester Bezugspunkt benutzt wird, um den Phasenwinkel der Spannung eines Phasenschieber-Transformators zu messen

3.3
L-Anschluss
Anschluss, der benutzt wird, um den Phasenwinkel der Spannung im Vergleich zum S-Anschluss des Phasenschieber-Transformators zu messen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bezeichnungen S und L für die Anschlüsse implizieren keine bestimmte Leistungsflussrichtung.

3.4
Anzapfungsstellung der Null-Grad-Phasenverschiebung
Anzapfungsstellung, bei welcher der Leerlauf-Phasenwinkel der Spannung Null ist

3.5
Bemessungsleistung
Ausgangsleistung bei Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz, die am L-Anschluss dauerhaft geliefert werden kann, ohne dass die festgelegte Erwärmung überschritten wird

3.6
Erregungswicklung
Wicklung eines Phasenschieber-Transformators (PST), die Leistung aus der Einspeiseseite zieht, um den PST zu erregen

3.7
erregte Wicklung
Wicklung der Reiheneinheit (Reihenwicklung), die von der Erregerwicklung erregt wird

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

3.8
Querregler
Phasenschieber-Transformator mit unsymmetrischer Ausführung, bei dem die Erregungswicklung mit dem S-Anschluss verbunden ist

3.9
symmetrische Ausführung
Phasenschieber-Transformator, bei dem das Leerlauf-Spannungsverhältnis zwischen S-und L-Anschlüssen konstant ist

3.10
unsymmetrische Ausführung
Phasenschieber-Transformator, bei dem sich das Leerlauf-Spannungsverhältnis zwischen S- und L-Anschlüssen mit der Anzapfungsstellung zur Änderung des Phasenwinkels verändert

3.11
PST mit einem Kern
Phasenschieber-Transformator, bei dem alle Wicklungen auf einem einzigen Kern angeordnet sind

3.12
PST mit zwei Kernen
Phasenschieber-Transformator, bestehend aus einer Reiheneinheit und einer Erregereinheit, angeordnet auf zwei separaten Kernen

3.13
äußerste Anzapfung
Anzapfung für den höchsten Absolutwert des Leerlauf-Phasenwinkels in der Voreil- und der Nacheil-Richtung

3.14
Phasenwinkel
elektrischer Phasenwinkel, ausgedrückt in Grad, zwischen den S- und L-Anschlüssen mit einem solchen Vorzeichen, dass der Winkel positiv ist wenn die Spannung an den L-Anschlüssen der Spannung an den S-Anschlüssen voreilt

3.15
Vorwärtsbetrieb
Betrieb, bei dem der PST den Energiefluss im Stromkreis erhöht

3.16
Rückwärtsbetrieb
Betrieb, bei dem der PST den Energiefluss im Stromkreis verringert oder umdreht

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Beispiel wird in derselben Anzapfungsstellung im nacheilenden Betrieb der Last-Phasenwinkel zwischen den S- und L-Anschlüssen relativ zum Leerlauf-Phasenwinkel im Rückwärtsbetrieb negativer, weil beide, der Leerlauf-Phasenwinkel und die Phasenwinkeländerung durch die Last, negativ sind (siehe Anhang E).

3.17
voreilend
Betriebsart, bei der die Leerlaufspannung an dem L-Anschluss der Leerlaufspannung an dem S-Anschluss voreilt (es stellt sich ein positiver Leerlauf-Phasenwinkel ein)

3.18
nacheilend
Betriebsart, bei der die Leerlaufspannung an dem L-Anschluss der Leerlaufspannung an dem S-Anschluss nacheilt (es stellt sich ein negativer Leerlauf-Phasenwinkel ein)

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

3.19
Bemessungsspannung
Leerlauf-Außenleiterspannung (verkettete Spannung) in der Anzapfungsstellung der Null-Grad-Phasenverschiebung, auf welche die Betriebs- und Leistungseigenschaften bezogen werden.

3.20
Anzapfungsspannung des S-Anschlusses
(für unsymmetrische Ausführung) Leerlauf-Außenleiterspannung (verkettete Spannung), basierend auf dem Übersetzungsverhältnis, die am S-Anschluss auftritt, wenn bei einer bestimmten Anzapfungsstellung Spannung am L-Anschluss angelegt wird.

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einer unsymmetrischen Ausführung ist die Spannung an Anzapfungen, die nicht der Anzapfung der Null-Grad-Phasenverschiebung entsprechen, am S-Anschluss geringer als am L-Anschluss. Diese Definition wird benutzt, damit der Bemessungsstrom der Reiheneinheit bei einer Anzapfungsstellung, die mit den Bemessungsdaten der angeschlossenen Energieversorgungsnetze zusammenpasst, konstant ist.

3.21
Reihenwicklung
Wicklung, die zwischen den S- und L-Anschlüssen angeschlossen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff Reihenwicklung bezieht sich auf jede beliebige Wicklung oder Reihe von Wicklungen, die zwischen den S- und L-Anschlüssen angeschlossen werden kann. Zum Beispiel verweist der Begriff auf die Stufenwicklung eines Phasenschieber-Transformators mit einem Kern, bei dem die Wicklung zwischen den S- und L-Anschlüssen angeschlossen ist. Falls der PST mit einem Transformator oder einen Spartransformator kombiniert ist, kann die Reihenwicklung des PST indirekt über die Reihenwicklung des Transformators oder Spartransformators mit dem S- oder L-Anschluss verbunden werden (siehe Beispiel 9.4.3.1).

3.22
Reiheneinheit
Kern und Wicklungen eines PST mit zwei Kernen, welche die Reihenwicklung enthalten

3.23
Erregereinheit
Kern und Wicklungen eines PST mit zwei Kernen, die die Erregung für die Reiheneinheit bereitstellen

3.24
Erregerwicklung
Wicklung eines PST mit einem Kern oder der Erregereinheit eines PST mit zwei Kernen, die die nötige Spannung liefert, um den Phasenwinkel zu verändern

3.25
Stufenwicklung
Wicklung mit Anzapfung
Wicklung, bei der Anzapfungen gewechselt werden, um den Phasenwinkel zu verändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Stufenwicklung wird in manchen Ländern auch als Regelwicklung bezeichnet.

3.26
Auslegungswert
erwarteter Wert, der im Falle des Übersetzungsverhältnisses oder des Leerlauf-Phasenwinkels durch die Anzahl der Windungen der Auslegung bestimmt ist, oder im Falle der Impedanz, des Leerlaufstromes oder anderer Parameter anhand der Auslegung berechnet wird.

3.27
Advance-Retard-Switch
ARS
Schalter, getrennt von jeglichem zum Laststufenschalter gehörenden Vorwähler, der es bei einem Leerlauf-Phasenwinkel von Null ermöglicht, ohne Unterbrechung des Laststroms oder des Spannungsfreischaltens des PST vom voreilenden zum nacheilenden Betrieb oder vom nacheilenden zum voreilenden Betrieb zu wechseln.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Anhang F.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Anmerkung gilt nur für die französische Sprachfassung.

4 Anwendung der normativen Verweisungen

Diese Norm kann entweder mit Verweisungen auf IEC-Normen oder IEEE-Normen angewendet werden, jedoch dürfen die normativen Verweisungen nicht vermischt werden. Der Käufer muss in seiner Anfrage und Bestellung aufnehmen, welche normativen Verweisungen zu verwenden sind. Wenn die Auswahl der normativen Verweisungen nicht festgelegt ist, müssen die IEC-Normen verwendet werden, außer bei PST, die zur Installation in Nord-Amerika vorgesehen sind, wo die IEEE-Normen verwendet werden müssen.

5 Betriebsbedingungen

5.1 Allgemeines

Sofern nicht durch den Käufer anders festgelegt, müssen bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen gelten, wie in IEC 60076-1 oder IEEE Std C57.12.00 angegeben.

5.2 Übliche Betriebsbedingungen

5.2.1 Schaltanordnung

Sofern nicht anders festgelegt, muss der PST für die Verwendung mit einem Lastüberbrückungsschalter ausgelegt sein, welcher die L-Anschlüsse und die S-Anschlüsse verbindet, die im Betrieb nur geschlossen sind, wenn sich der PST in der Null-Grad-Phasenverschiebung befindet, für die Zeit, die für eine Schaltsequenz benötigt wird, um den PST in oder außer Betrieb zu setzen.

Falls der PST niemals mit verbundenen L- und S-Anschlüssen benutzt wird (kein Lastüberbrückungsschalter), kann dies festgelegt werden und die Stoßspannungsprüfung an beiden Enden darf entfallen (siehe 13.12.5).

Falls der PST in dem Zustand benutzt werden soll, in dem der PST sowohl vom S-Anschluss als auch vom L-Anschluss erregt wird und der Lastüberbrückungsschalter während des Betriebes länger geschlossen ist als für das Schalten benötigt wird, muss dies festgelegt werden.

Sofern nicht anders festgelegt, darf der PST außer in der Anzapfungsstellung der Null-Grad-Phasenverschiebung nicht mit verbundenen L- und S-Anschlüssen erregt oder betrieben werden. Wenn es erforderlich ist, dass der PST auch in anderen als der Anzapfungsstellung der Null-Grad-Phasenverschiebung überbrückt wird, muss dies vom Käufer in der Anfrage deutlich angegeben werden.

Der PST muss geeignet sein, in jeder beliebigen Anzapfungsstellung sowohl von den S- als auch den L-Anschlüssen erregt zu werden.

5.2.2 Leistungsfluss

Sofern nicht anders festgelegt, muss der PST in der Lage sein, die Bemessungsleistung in jede Richtung zu übertragen, unter der Voraussetzung, dass der Phasenwinkel zwischen den S- und L-Anschlüssen den größten Leerlauf-Phasenwinkel nicht überschreitet.

ANMERKUNG Falls die Wirkung des PST ist, den Leistungsfluss im Netzwerk zu reduzieren oder umzukehren, übersteigt der Phasenwinkel den Leerlauf-Phasenwinkel, und sofern nicht anders festgelegt, ist keine Leistungsflussfähigkeit unter diesen Bedingungen in den äußersten Anzapfungsstellungen vorhanden. Wenn diese Fähigkeit erforderlich ist, dann siehe Abschnitt 6.3.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

5.2.3 Betrieb mit zwei oder mehr PST in Reihen- oder Parallelschaltung

Sofern nicht anders festgelegt, darf angenommen werden, dass der PST nicht Parallel- oder Reihenschaltung mit einem anderen PST installiert wird, der mit demselben Netzwerk verbunden ist. Falls ein Reihen- oder Parallelbetrieb gefordert ist, muss dies durch den Käufer in der Anfrage und dem Vertrag angegeben werden und es müssen Einzelheiten zum PST in Reihen- oder Parallelschaltung bereitgestellt werden.

ANMERKUNG Bei Parallelbetrieb von PST sollte berücksichtigt werden, dass bei PST mit niedriger Impedanz in oder nahe der Anzapfungsstellung der Null-Grad-Phasenverschiebung, während den Schaltzyklen des Stufenschalters ein Kurzschluss oder ein extrem hoher Ausgleichstrom auftreten kann. Siehe IEC 62032 [1] oder IEEE Std C57.135 [2] [2]

5.2.4 Phasenunsymmetrie

PST sind vorgesehen für den Gebrauch in einem System, in dem die Spannungen und Ströme in den drei Phasen unter bestimmungsgemäßen Bedingungen im Wesentlichen ausgeglichen sind (siehe IEC 60076-1 oder IEEE C57.12.00 für bestimmungsgemäße Pegel der Spannungssymmetrie). Falls der PST in einem Netzwerk betrieben werden soll, dass eine Stromunsymmetrie von mehr als 5 % aufweist, muss die erwartete Unsymmetrie vom Käufer in Anfrage und Bestellung angegeben werden.

5.2.5 Überspannungsschutz

Der PST muss unabhängig von der Charakteristik des angeschlossenen Netzwerks sowohl an den S- als auch den L-Anschlüssen mit einem geeigneten Überspannungsschutz ausgerüstet werden. Sofern nicht anders festgelegt, liegt dies in der Verantwortung des Käufers.

ANMERKUNG Ein Durchgangs-Kurzschlussstrom in einer Phase wird voraussichtlich induzierte Spannungen, höher als die Prüfspannungen, in den anderen Phasen verursachen, siehe Anhang B.

6 Bemessungsdaten und allgemeine Anforderungen

6.1 Bemessungsleistung

Die Bemessungsleistung muss vom Auftraggeber festgelegt werden und muss für die Anzapfungsstellung der Null-Grad-Phasenverschiebung und alle Anzapfstellungen im Vorwärtsbetrieb gelten, aber für die Bemessungsleistung im Rückwärtsbetrieb siehe 6.3.

6.2 Belastung bei anderen als Bemessungsbedingungen

Jegliche Anforderungen für Lasten außerhalb der Bemessungsleistung oder unter anderen als Bemessungsbedingungen müssen vom Auftraggeber festgelegt werden. Siehe IEC 60076-7 [3] oder IEEE Std C57.12.00, und IEEE Std C57.91 [6]. Siehe auch 6.3.

ANMERKUNG PST haben Lastbeschränkungen aufgrund thermischer Betrachtungen, Betrachtungen zur magnetischen Flussdichte und zu Stufenschaltern.

6.3 Festlegung des Leistungsvermögens im Rückwärtsbetrieb

Falls der Rückwärtsbetrieb des PST gefordert ist, muss die geforderte Mindestleistung in jeder Anzapfungsstellung unter Lastbedingungen im Rückwärtsbetrieb inklusive jeglicher Überlast festgelegt werden. Wenn nicht anders festgelegt, müssen Leistungsfaktor Eins, Bemessungsfrequenz und Bemessungsspannung an den L- und S-Anschlüssen für die Berechnung des PST Leistungsvermögens vorausgesetzt werden. Ein Beispiel einer solchen Festlegung ist in Anhang C angegeben.

Wenn die geforderte Mindestleistung in jeder Anzapfungsstellung unter den Lastbedingungen im Rückwärtsbetrieb nicht festgelegt ist, hat entsprechend 5.2.2 der PST unter Last kein Leistungsvermögen im

[2] Nummern in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04

Rückwärtsbetrieb in der äußersten Anzapfungsstellung. Ein gewisses Leistungsvermögen im Rückwärtsbetrieb (unterhalb der Bemessungsleistung) in den anderen Anzapfungsstellungen wird abhängig vom Leerlauf-Phasenwinkel und der Impedanz an dieser Anzapfung vorhanden sein, aber jegliches Leistungsvermögen wird durch den Hersteller festgelegt.

Die Impedanz, die für die Bewertung des Leistungsvermögens im Rückwärtsbetrieb benutzt wird, muss der größte garantierte Wert (ohne Grenzabweichung) in dieser einzelnen Anzapfungsstellung werden. Dieser Wert darf niedriger sein als der Höchstwert der Impedanz, muss jedoch höher sein als der vom Hersteller festgelegte Mindestwert der Impedanz sein.

6.4 Kühlungsarten

Anforderungen für Kühlungsarten und Mindestleistung bei verschiedenen Kühlungsarten, sofern vorhanden, müssen in Anfrage und Bestellung angegeben werden. Siehe IEC 60076-1 oder IEEE C57.12.00.

6.5 Kurzschlussimpedanz und Phasenwinkelfähigkeit unter Last

6.5.1 Festlegung

Der Käufer muss die Phasenwinkelfähigkeit des PST unter Last in einer der folgenden Weisen festlegen:

- den Höchstwert und den Mindestwert der Impedanz in den äußersten Anzapfungen und den Mindestwert des absoluten Leerlauf-Phasenwinkels in den äußersten Anzapfungen;
- den Mindestwert des absoluten Vorwärts- und/oder Rückwärts-Phasenwinkels bei Bemessungsleistung. In diesem Fall muss der Hersteller den Leerlauf-Phasenwinkel und die Impedanz bestimmen, um diese Anforderung zu erfüllen. Der Käufer muss außerdem entweder der Höchstwert der Impedanz oder den Spannungsabfall (Regelung) festlegen, sofern erforderlich.

Sofern nicht anders festgelegt, müssen Leistungsfaktor Eins, Bemessungsfrequenz und Bemessungsspannung an den L- und S-Anschlüssen für die Berechnung des PST Leistungsvermögens angenommen werden.

ANMERKUNG Im Falle bestimmter unsymmetrischer Ausführungen mit sowohl Spannungs- als auch Phasenwinkeländerung kann es günstiger sein, zu vereinbaren, das Leistungsvermögen auf den S-Anschluss zu beziehen, um eine offensichtliche Beeinflussung zwischen der Phasenwinkel-Anzapfungsstellung und dem Spannungsänderungsbereich zu vermeiden.

Wenn es eine Mindestanforderung für die Impedanz in der Anzapfungsstellung der Null-Grad-Phasenverschiebung gibt, muss diese durch den Auftraggeber festgelegt werden. Ansonsten liegt der Mindestwert der Impedanz in der Anzapfungsstellung der Null-Grad-Phasenverschiebung im Ermessen des Herstellers.

Wenn der Käufer bestimmte Grenzwerte für die Nullimpedanz fordert, z. B. um Reihenresonanzbedingungen zu verhindern, muss dies in der Anfrage und der Bestellung angegeben werden.

6.5.2 Kurzschlussimpedanz für unsymmetrische Ausführungen

Im Falle einer unsymmetrischen Ausführung ändert sich das Spannungsverhältnis zwischen dem S-Anschluss und dem L-Anschluss und somit die Anzapfungsspannung mit der Anzapfungsstellung. Sofern nicht anders vereinbart, muss sich die Impedanz an jeder Anzapfung auf die Bemessungsspannung und die Bemessungsleistung des L-Anschlusses beziehen.

6.6 Neutralpunkterdung

Der Auftraggeber muss die Neutralpunkterdung für jeden Neutralpunktanschluss festlegen; ob direkt geerdet, über eine Impedanz geerdet oder nicht geerdet.

Jeder Zwischenkreis oder Kreise, die sonst keine galvanische Verbindung zu den S-, L- oder Neutralpunktanschlüssen haben würden, müssen mit Erde verbunden werden. Sofern nicht anders vereinbart

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN IEC/IEEE 60076-57-1202:2021-04