DEUTSCHE NORM *Entwurf* Februar 2019

DIN EN IEC 62271-113 (VDE 0671-113)

DIN

VDE

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 29.130.10

Einsprüche bis 2019-03-25

Entwurf

Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 113: Leistungsschalter mit beabsichtigtem Ungleichlauf zwischen den Hauptkontakten (IEC 17A/1188/CD:2018); Text Deutsch und Englisch

High-voltage switchgear and controlgear –
Alternating current circuit-breakers with intentionally non-simultaneous pole operation
(IEC 17A/1188/CD:2018);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-01-25 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 140 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort ... 7
1 Anwendungsbereich ... 8
2 Normative Verweisungen ... 8
2.1 Allgemeines ... 8
3 Allgemeine Begriffe ... 8
3.1 Allgemeine Begriffe ... 8
3.2 Schaltgerätekombinationen ... 9
3.3 Teile von Schaltgerätekombinationen ... 9
3.4 Schaltgeräte ... 9
3.5 Teile von Leistungsschaltern ... 9
3.6 Betätigung ... 9
3.7 Kenngrößen ... 10
4 Normale und besondere Betriebsbedingungen ... 11
5 Bemessungsgrößen ... 11
5.1 Allgemeines ... 11
5.2 Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom (I_{sc}) ... 11
5.3 Bemessungswert der mechanischen Streuung ... 12
6 Konstruktion und Bau ... 12
6.1 Allgemeines ... 12
6.2 Hilfseinrichtungen ... 12
6.3 Unabhängige Handbetätigung ... 12
6.4 Steuerstromkreis ... 13
6.5 Leistungsschilder ... 13
6.6 Gleichlauf der Pole bei einzelnen Schließ- oder Öffnungsvorgängen ... 13
7 Prüfungen zum Nachweis des Leistungsverhaltens und Prüfungen zur Definition der Parameter ... 14
7.1 Allgemeines ... 14
7.2 Kurzzeitstrom -und Stoßstromprüfungen ... 15
7.3 Mechanische Prüfungen und Klimaprüfungen ... 15
7.4 Verschiedene Bestimmungen für Ein- und Ausschaltprüfungen ... 23
7.5 Prüfungen des kapazitiven Schaltvermögens ... 26
7.6 Bestimmung der RDDS ... 27
7.7 Bestimmung des wiederzündungsfreien Fensters für das Schalten von Drosselspulen ... 28
7.8 Prüfung des gesteuerten Schließens ... 29
8 Stückprüfungen ... 31

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Seite

8.1 Allgemeines 31
9 Auswahl von Leistungsschaltern für den Betrieb (informativ) 31
9.1 Allgemeines 31
9.2 Spannungsfaktoren auf Grundlage der Netzkonfiguration 31
9.3 Berücksichtigung der RDDS und der mechanischen Streuung bei der Bestimmung der Zielzeitpunkte 31
10 Angaben in Anfragen, Angeboten und Bestellungen (informativ) 31
10.1 Allgemeines 31
11 Transport, Lagerung, Aufstellung, Betriebsanleitungen und Instandhaltung 32
11.1 Allgemeines 32
11.2 Inbetriebnahme von Leistungsschaltern für gesteuertes Schalten 32
11.3 Instandhaltung zur Wahrung der Präzision beim gesteuerten Schalten 32
12 Sicherheit 32
13 Durch das Produkt verursachte Umwelteinflüsse 32
Anhang A (informativ) Informationen zum maximalen zeitlichen Unterschied zwischen den Zeitpunkten der Kontaktberührung/Kontakttrennung von Ausschaltelementen des gleichen Pols für Leistungsschalter, die für gesteuertes Schalten vorgesehen sind 33
A.1 Allgemeines 33
A.2 Gesteuertes Schließen 33
A.3 Gesteuertes Öffnen 35
A.4 Messung und Grenzwerte des Elementversatzes 37
Anhang B (informativ) Hinweise zur Interpretation des Ergebnisses der Prüfungen zur Definition der Parameter 38
B.1 Allgemeines 38
B.2 Abgrenzung der mechanischen Streuung 38
B.3 Prüfungen zur Definition der Parameter (Tabelle 2) 39
B.4 Prüfungen mit dem Steuergerät 40
Anhang C (informativ) Beispiele zur Untermauerung des Vorgehens, verschiedene Betriebsbedingungen unabhängig voneinander zu betrachten 41
C.1 Variation der Einschalteigenzeit mit den Betriebsbedingungen bei einem federbetriebenen Gasleistungsschalter 41
C.2 Variation der Ausschalteigenzeit mit den Betriebsbedingungen bei einem pneumatisch betriebenen Gasleistungsschalter 43
Anhang D (normativ) Zusammenfassender Prüfbericht der Parameterprüfungen 45
D.1 Allgemeines 45
D.2 In den zusammenfassenden Prüfbericht aufzunehmende Informationen 45
Anhang E (informativ) Einfluss von RDDS und mechanischer Streuung auf das Erreichen der Spannungs-Zielzeitpunkte 47
E.1 Einschalten beim Spannungsnulldurchgang 47
E.2 Reduktion der dielektrischen Festigkeit (RDDS) 47
E.3 Standardabweichung der Einschalteigenzeit 48
E.4 Optimiertes gesteuertes Schließen (RDDS ≥ 1 p.u.) 51

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Seite

E.5 Tangentenverfahren (RDDS ≤ 1 p.u.) ... 52
E.6 Einschalten beim Scheitelwert der Spannung ... 57
E.7 Einschalten bei variablem Winkel ... 62
E.8 Überlegungen zu Gleichstrom-Restladungen ... 62
E.9 Einschaltspannung beim Schließen auf eine Gleichstrom-Restladung ... 65
E.10 Oszillatorische Restladung ... 70
E.11 Zusammenfassung ... 71
Literaturhinweise ... 73

Bilder

Bild A.1 – RDDS versus Spannung für das Schließen ohne Elementversatz und mit einer mechanischen Streuung von ±1,0 ms ... 34
Bild A.2 – RDDS versus Spannung für das Schließen mit einem Elementversatz von 1/8 Periode und mit einer mechanischen Streuung von ±1,0 ms ... 35
Bild A.3 – RRDS versus wiederkehrende Spannung ohne Elementversatz und mit einer mechanischen Streuung von ± 1,0 ms ... 36
Bild A.4 – RRDS versus wiederkehrende Spannung mit einem Elementversatz von 2,5 ms und mit einer mechanischen Streuung von ± 1,0 ms ... 36
Bild C.1 – Abhängigkeit der Einschalteigenzeit von externen Variablen bei federbetriebenen Gasleistungsschaltern ... 42
Bild C.2 – Abhängigkeit der Ausschalteigenzeit von externen Variablen bei pneumatisch betriebenen Gasleistungsschaltern ... 44
Bild E.1 – Darstellung einer Vorzündung in einem Leistungsschalter mit schwacher RDDS – relativ lange Vorzündzeit ... 48
Bild E.2 – Darstellung einer Vorzündung in einem Leistungsschalter mit hoher RDDS – Vorzündzeit beinahe null ... 48
Bild E.3 – Spannungsnulldurchgang als Zielzeitpunkt mit einem Vorzündungs-Grenzwert von 0,3 p.u. für einen Leistungsschalter mit einer RDDS von 1 p.u. und 3 Sigma von 1 ms ... 48
Bild E.4 – Spannungsnulldurchgang als Zielzeitpunkt mit einem Vorzündungs-Grenzwert von 0,3 p.u. für einen Leistungsschalter mit einer RDDS von 0,8 p.u. und 3 Sigma von 0,7 ms[N4] ... 49
Bild E.5 – Größte Einschaltspannung als Funktion der RDDS und der mechanischen Streuung (60 Hz) ... 49
Bild E.6 – Größte Einschaltspannung als Funktion der RDDS und der mechanischen Streuung (50 Hz) ... 50
Bild E.7 – Kennlinien des Leistungsschalters (CB) für das Schließen beim Spannungsnulldurchgang – Einfluss der RDDS ... 52
Bild E.8 – Einfluss der Streuung der Einschalteigenzeit des Leistungsschalters (CB) auf die Vorzündungs-Kennlinien ... 52
Bild E.9 – Optimiertes gesteuertes Schließen ... 52
Bild E.10 – Optimiertes gesteuertes Schließen – Vergleich einer RDDS von 1 p.u. und 2 p.u. ... 52
Bild E.11 – Einschalten beim Spannungsnulldurchgang mit einer RDDS < 1 ... 53
Bild E.12 – Kurven für die Leistungsschalterauswahl für das Einschalten beim Spannungsnulldurchgang (ungünstigster Fall bei 50 Hz) ... 55
Bild E.13 – Kurven für die Leistungsschalterauswahl für das Einschalten beim Spannungsnulldurchgang (ungünstigster Fall bei 60 Hz) ... 56

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Seite

Bild E.14 – Vergleich der Vorzündspannung – „Vorzündausgleichs“- und „Tangenten“-Verfahren 57
Bild E.15 – Gesteuertes Schalten bei Scheitelspannung – Ausgleichsansatz 57
Bild E.16 – Optimiertes Einschalten bei Scheitelspannung – Vergleich einer RRDS von 0,7 p.u. und 2 p.u. 58
Bild E.17 – Gesteuertes Schalten bei Scheitelspannung – Ausgleichsansatz mit Einschaltung bei der darauffolgenden Spannungshalbschwingung 58
Bild E.18 – Gesteuertes Schalten bei Scheitelspannung – Maximalwinkelansatz 59
Bild E.19 – Kurven für die Leistungsschalterauswahl für das Einschalten bei Scheitelspannung (50 Hz) 60
Bild E.20 – Kurven für die Leistungsschalterauswahl für das Einschalten bei Scheitelspannung (60 Hz) 60
Bild E.21 – Einfluss der RDDS auf die Vorzündzeit beim Einschalten bei Scheitelspannung 61
Bild E.22 – Vergleich der Einschaltfenster – „Vorzündausgleichs“- und „Tangenten“-Verfahren (50 Hz)[N5] 61
Bild E.23 – Einschalten bei einem beliebigen Winkel 62
Bild E.24 – Erforderliche Mindest-RDDS für das Einschalten bei einem beliebigen Winkel (Tangentenverfahren) 62
Bild E.25 – Einschalten auf eine Gleichstrom-Restladung (q = 0,4 p.u. – RDDS = 1 p.u. – 3σ = 1 ms) 63
Bild E.26 – Einschalten auf eine Gleichstrom-Restladung (q = 0,8 p.u. – RDDS = 1 p.u. – 3σ = 3 ms) 64
Bild E.27 – Einschalten auf eine Gleichstrom-Restladung (q = 0,8 p.u. – RDDS = 0,7 p.u. – 3σ = 3 ms) 64
Bild E.28 – Einschalten auf eine Gleichstrom-Restladung (q = 0,2 p.u. – RDDS = 0,7 p.u. – 3σ = 3 ms) 65
Bild E.29 – Wiedereinschalten auf oszillatorische Restladung 71

Tabellen

Tabelle 1 – Geforderte Kurzschluss-Einschaltstoßstromfaktoren für Leistungsschalter mit nicht simultanem Schließen der Pole für die Verwendung in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung 12
Tabelle 2 – Prüfungen für Leistungsschalter, die für die Point-on-Wave-Steuerung vorgesehen sind 15
Tabelle 3 – Prüfungen zur Ermittlung des Einflusses der Steuerspannung 18
Tabelle 4 – Parameter der letzten Teilschwingung des Stroms bei dreiphasigen Prüfungen und bei einphasigen Prüfungen als Ersatz für dreiphasige Prüfungen in Bezug auf die Kurzschluss-Prüfschaltfolge T100a – Prüfungen für 50-Hz-Betrieb 24
Tabelle 5 – Parameter der letzten Teilschwingung des Stroms bei dreiphasigen Prüfungen und bei einphasigen Prüfungen als Ersatz für dreiphasige Prüfungen in Bezug auf die Kurzschluss-Prüfschaltfolge T100a – Prüfungen für 60-Hz-Betrieb 25
Tabelle 6 – Spannungsfaktoren für geerdete und ungeerdete Netze 31
Tabelle E.1 – Größte Einschaltspannung als Funktion der RDDS und der mechanischen Streuung (60 Hz) 50
Tabelle E.2 – Größte Einschaltspannung als Funktion der RDDS und der mechanischen Streuung (50 Hz) 51
Tabelle E.3 – Verhalten beim gesteuerten Schließen mit dem Spannungsnulldurchgang als Zielzeitpunkt (50 Hz) 54

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Seite

Tabelle E.4 – Verhalten beim gesteuerten Schließen mit dem Spannungsnulldurchgang als Zielzeitpunkt (60 Hz) 54
Tabelle E.5 – Kleinster Einschaltwinkel als Funktion der RDDS und der mechanischen Streuung beim Spannungsscheitel als Zielzeitpunkt (50 Hz) 59
Tabelle E.6 – Kleinster Einschaltwinkel als Funktion der RDDS und der mechanischen Streuung beim Spannungsscheitel als Zielzeitpunkt (60 Hz) 60
Tabelle E.7 – Einschaltspannung beim Schließen auf eine Gleichstrom-Restladung (50 Hz) 66
Tabelle E.8 – Einschaltspannung beim Schließen auf eine Gleichstrom-Restladung (60 Hz) 68
Tabelle E.9 – Zielzeitpunkt für gesteuertes Schließen 72

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 17A/1188/CD:2018 „High-voltage switchgear and controlgear – Alternating current circuit-breakers with intentionally non-simultaneous pole operation“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 17A „Switching devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 432.1 „Hochspannungs-Schaltgeräte“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder und Tabellen in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder und Tabellen in der originalen Farbdarstellung.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 113: Leistungsschalter mit beabsichtigtem Ungleichlauf zwischen den Hauptkontakten

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62271 bietet Hilfestellung bei dem Entwurf, der Konstruktion, der Spezifikation und dem Prüfen von Leistungsschaltern mit beabsichtigtem Ungleichlauf der Pole, die nicht in den Anwendungsbereich von IEC 62271-100 [2] fallen. In allen anderen Belangen ist der Anwendungsbereich dieser Norm identisch mit dem von IEC 62271-100 [2]. Diese Norm enthält zusätzliche Informationen und Anleitungen für diesen Typ von Leistungsschaltern und ist für die gemeinsame Verwendung mit IEC 62271-100 [2] vorgesehen.

Das Schalten mit beabsichtigtem Ungleichlauf der Pole kann mit mechanischen oder elektrischen Mitteln erzielt werden und beide Verfahren fallen in den Anwendungsbereich dieser Norm. Wenn die Umsetzung mit rein elektrischen Mitteln erfolgt, beispielsweise bei Leistungsschaltern mit unabhängiger Polbetätigung, sind bei der Anwendung geeignete Vorkehrungen zu treffen, um den Betrieb außerhalb des nachgewiesenen Leistungsvermögens des Leistungsschalters zu verhindern.

Leistungsschalter mit beabsichtigtem Ungleichlauf der Pole werden in erster Linie für die Umsetzung von gesteuertem Schalten verwendet und diese Norm behandelt vorrangig die Anforderungen an Leistungsschalter in solchen Anwendungen. Weitergehende Informationen zur Anwendung von gesteuertem Schalten können CIGRE Electra 183 [5] und 185 [6] und den CIGRE Technical Brochures 262 [7], 263 [8] und 264 [9] entnommen werden. Die CIGRE WG A3.35 wird zudem eine neue Technical Brochure veröffentlichen [10].

Die Anforderungen an zugehörige Steuergeräte werden in dieser Norm nicht behandelt, auch dann nicht, wenn diese integraler Bestandteil des Leistungsschalters sind.

Dieser Norm wurde die Annahme zugrunde gelegt, dass es keine signifikante Wechselwirkung zwischen den Effekten der verschiedenen Parameter (z. B. Umgebungstemperatur, Steuerspannung usw.) gibt, welche das mechanische Verhalten des Leistungsschalters beeinträchtigen. Dies wurde nicht für alle Kombinationen nachgewiesen, allerdings legt die Betriebserfahrung mit gesteuertem Schalten nahe, dass diese Annahme in der Praxis für die meisten gängigen Antriebstechnologien korrekt ist. Anhang C enthält einige Beispiele, die diese Annahme stützen.

2 Normative Verweisungen

2.1 Allgemeines

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.. Es gelten die normativen Verweisungen nach IEC 62271-100 [2], die nach Bedarf verwendet werden, um die hierin enthaltenen Informationen zu ergänzen.

3 Allgemeine Begriffe

3.1 Allgemeine Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 62271-100 [2] und die folgenden Begriffe.

3.1.1
Stillstandzeit
Zeit zwischen aufeinanderfolgenden Schaltungen (Schließen oder Öffnen) eines Leistungsschalters, während der der Leistungsschalter in einem statischen Zustand bleibt

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

3.1.2
Kompensation
auf Vorhersagen basierende Korrektur von Änderungen der Schaltzeit unter Berücksichtigung der Umgebungs-, Antriebs- und Versorgungsbedingungen

3.1.3
adaptive Korrektur
auf vergangenen Schaltmustern beruhende Korrektur von Änderungen der Schaltzeit

3.2 Schaltgerätekombinationen

3.2.1
System für gesteuertes Schalten
für gesteuertes Schalten erforderliche Kombination aus Leistungsschalter, Steuergerät und den benötigten Sensoren und Hilfseinrichtungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Mit „benötigten Sensoren" sind jene Sensoren gemeint, die erforderlich sind, um das gesteuerte System mit Eingaben zu versorgen, hierzu können Spannungswandler, Stromwandler, Temperaturfühler usw. gehören.

3.3 Teile von Schaltgerätekombinationen

Keine besonderen Definitionen.

3.4 Schaltgeräte

Keine besonderen Definitionen.

3.5 Teile von Leistungsschaltern

Keine besonderen Definitionen.

3.6 Betätigung

3.6.1
gesteuertes Schalten
Schalten eines Leistungsschalters bei einem bestimmten vordefinierten Punkt in Bezug auf den betriebsfrequenten Strom oder die betriebsfrequente Spannung

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Englischen sind auch die Begriffe „point-on-wave switching" und „point-on-cycle switching" für die Beschreibung von gesteuertem Schalten verbreitet.

3.6.2
Schalten mit beabsichtigtem Ungleichlauf der Pole
Betätigen eines Leistungsschalters mit einer/mehreren bestimmten, vordefinierten Zeitverzögerung(en) zwischen dem Schalten der einzelnen Pole

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messung und Angabe des Ungleichlaufs erfolgt typischerweise in Millisekunden oder elektrischen Grad bezogen auf die als Referenz fungierende Phase, z. B. 0 ms, 0 ms, 5 ms oder 0°, 0°, 90°.

3.6.3
mechanisch verzögerter Leistungsschalter
Leistungsschalter mit festem, mechanisch realisiertem Ungleichlauf der Pole

3.6.4
Steuergerät
intelligentes Gerät, das dazu dient, den Zeitschaltpunkt eines Leistungsschalters zu definieren und die einzelnen Pole auf Grundlage einer vordefinierten Abfolge unabhängig voneinander zu betätigen

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

3.7 Kenngrößen

Bei der Interpretation der Begriffe 3.7.133 (Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit), 3.7.136 (Einschalteigenzeit/Schließzeit) und 3.7.137 (Einschaltzeit) nach IEC 62271-100 [2] werden durch das Steuergerät eingebrachte Verzögerungen bei der Bewertung dieser Kenngrößen unberücksichtigt gelassen.

3.7.1
Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit [IEC 62271-100 [2], 3.7.133, modifiziert]
Zusätzliche Anmerkungen:

a) Die Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit schließt die Eigenzeit aller Hilfseinrichtungen ein, die zum Öffnen des Leistungsschalters erforderlich sind und die integraler Bestandteil des Leistungsschalters sind. Durch Steuergeräte eingebrachte Verzögerungen sind in der Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit nicht enthalten.

b) Bei Leistungsschaltern mit mechanisch verzögerten Polen muss für jeden Pol eine eigene Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit angegeben werden.

3.7.2
Einschalteigenzeit/Schließzeit [IEC 62271-100 [2], 3.7.136, modifiziert]
Zusätzliche Anmerkungen:

a) Die Einschalteigenzeit/Schließzeit schließt die Eigenzeit aller Hilfseinrichtungen ein, die zum Schließen des Leistungsschalters erforderlich sind und die integraler Bestandteil des Leistungsschalters sind. Durch Steuergeräte eingebrachte Verzögerungen sind in der Einschalteigenzeit/Schließzeit nicht enthalten.

b) Bei Leistungsschaltern mit mechanisch verzögerten Polen muss für jeden Pol eine eigene Einschalteigenzeit/Schließzeit angegeben werden.

3.7.3
Einschaltzeit [IEC 62271-100 [2], 3.7.137, modifiziert]
Zusätzliche Anmerkungen:

a) Die Einschaltzeit schließt die Eigenzeit aller Hilfseinrichtungen ein, die zum Schließen des Leistungsschalters erforderlich und integraler Bestandteil des Leistungsschalters sind. Durch Steuergeräte eingebrachte Verzögerungen sind in der Einschaltzeit nicht enthalten.

b) Die Einschaltzeit kann sich ändern, z. B. aufgrund von Schwankungen der Vorzündzeit.

3.7.4
Mechanische Streuung
statistische Zufallsvariable der mechanischen Schaltzeit eines Leistungsschalters ohne den Einfluss externer Variablen und die Auswirkungen langfristigen Verschleißes und/oder langfristiger Veränderungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Zwecke dieser Definition umfasst der Begriff „externe Variablen“ alle Variablen, die einen systematischen Einfluss auf die Schaltzeit haben können, z. B. die Umgebungstemperatur, der Betriebsdruck und die Steuerspannung.

3.7.5
Reduktion der dielektrischen Festigkeit
(en: rate-of-decrease of dielectric strength; RDDS)
Abnahme der Spannungsfestigkeit als Funktion der Zeit oder des Kontaktabstandes während des Schließens eines Leistungsschalters

3.7.6
Zunahme der dielektrischen Festigkeit
(en: rate-of-rise of dielectric strength; RRDS)
Zunahme der Spannungsfestigkeit als Funktion der Zeit oder des Kontaktabstandes während des Öffnens eines Leistungsschalters

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

3.7.7
Ziel-Schließzeitpunkt
unbeeinflusster Zeitpunkt der Berührung der Lichtbogenkontakte während eines gesteuerten Einschaltvorgangs

3.7.8
Ziel-Einschaltzeitpunkt
unbeeinflusster Zeitpunkt der Stromeinschaltung während eines gesteuerten Einschaltvorgangs

3.7.9
Ziel-Öffnungszeitpunkt
unbeeinflusster Zeitpunkt des Trennens der Lichtbogenkontakte während eines gesteuerten Öffnungsvorgangs

3.7.10
Einschaltfenster
Zeitintervall um den Ziel-Einschaltzeitpunkt herum

Anmerkung 1 zum Begriff Das Einschalten innerhalb eines korrekt gewählten Einschaltfensters führt zu einer vordefinierten Einschaltspannung. Bei RDDS-Werten aus der Praxis stimmt der Mittelpunkt des Einschaltfensters möglicherweise nicht mit dem Ziel-Einschaltzeitpunkt überein.

3.7.11
Schließfenster
Zeitintervall um den Ziel-Schließzeitpunkt herum

3.7.12
Einschaltspannung
Spannung, bei der es während des Einschaltvorgangs eines Leistungsschalters zum Einschalten des Stroms kommt

3.7.13
Delta c, Stellungs-Hilfskontakte (Δc_{aux})
zeitlicher Unterschied zwischen dem Schalten der Lichtbogenkontakte und dem Schalten der Hilfskontakte oder Stellungssensoren

4 Normale und besondere Betriebsbedingungen

Es gilt IEC 62271-100 [2], Abschnitt 4.

5 Bemessungsgrößen

5.1 Allgemeines

Es gilt IEC 62271-100 [2], Abschnitt 5, mit den folgenden Ergänzungen:

Für Leistungsschalter für das Schalten mit beabsichtigtem Ungleichlauf der Pole anzugebende Bemessungskenngrößen

5.2 Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstrom (I_{sc})

Leistungsschalter, die für ein nicht-simultanes Schließen der Pole in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung vorgesehen sind, werden im Falle des Einschaltens auf einen dreiphasigen Fehler möglicherweise höheren Spitzenwerten der Einschaltbedingungen ausgesetzt, als dies bei simultanem Schließen der Fall wäre. Bei der Definition des Bemessungs-Kurzschlusseinschaltstroms muss der Ungleichlauf berücksichtigt werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Als Beispiel sind in Tabelle 1 die Bedingungen für das Schließen beim Nulldurchgang der Spannung in einem Netz mit nicht-effektiver Sternpunkterdung dargestellt. Die geplanten Schaltwinkel betragen 0, 0 und +90 elektrische Grad (nachfolgend bezeichnet mit °) für die drei Pole. In diesem Fall ist der Bemessungswert für die Kurzschlusseinschaltung des Leistungsschalters, der für nicht-simultanes Schließen vorgesehen ist, unter Berücksichtigung der Bemessungsfrequenz und der festgelegten Gleichstrom-Zeitkonstante aus Tabelle 1 auszuwählen.

Tabelle 1 – Geforderte Kurzschluss-Einschaltstoßstromfaktoren für Leistungsschalter mit nicht simultanem Schließen der Pole für die Verwendung in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung

X/R-*Wert*		Zeitkonstante (ms)	Einschaltstoßfaktor	
50 Hz	60 Hz		50 Hz	60 Hz
14	17	45	3,0	3,0
19	23	60	3,0	3,1
24	28	75	3,1	3,1
38	45	120	3,2	3,2

ANMERKUNG 1 Bei Leistungsschaltern, die für das Schließen beim Nulldurchgang der Spannung in Netzen mit effektiver Sternpunkterdung vorgesehen sind, tritt kein verstärkter Einschaltstrom auf, allerdings entwickelt sich in jeder Phase eine vollständige Asymmetrie, wenn auf einen bereits bestehenden Fehler eingeschaltet wird.

ANMERKUNG 2 Zu dem Leistungsschalter in Reihe geschaltete Einrichtungen werden etwaigen verstärkten Stoßströmen ebenfalls ausgesetzt.

5.3 Bemessungswert der mechanischen Streuung

Der Bemessungswert der mechanischen Streuung ist das Intervall von ± 3 s, das der jeweilige Leistungsschalter unter Bemessungsbedingungen erreicht. Die Vorzugswerte lauten wie folgt: ± 0,5 ms, ± 1 ms und ± 1,5 ms.

6 Konstruktion und Bau

6.1 Allgemeines

Es gilt IEC 62271-100 [2], Abschnitt 6, mit den folgenden Ergänzungen:

6.2 Hilfseinrichtungen

Hilfseinrichtungen, die dem gesteuerten Schalten dienen, dürfen den Betrieb der Wiedereinschaltfunktion nicht beeinträchtigen.

Die durch das Steuergerät eingebrachte Verzögerung darf die Einstellung der Poldiskrepanz nicht beeinflussen.

6.3 Unabhängige Handbetätigung

Nach dieser Norm geprüfte Leistungsschalter, die für die Verwendung mit einem Steuergerät vorgesehen sind, müssen in der Lage sein, gelegentlich unter Bedingungen zu arbeiten, in denen das Steuergerät überbrückt wird, d. h. ungesteuerte Schaltungen auszuführen, ohne dabei Schaden zu nehmen. Derartige Schaltungen haben jedoch möglicherweise nicht hinnehmbare Konsequenzen für das Netz.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

6.4 Steuerstromkreis

Der Steuerstromkreis des Leistungsschalters darf die in dem Steuergerät programmierte Schaltfolge nicht beeinflussen.

6.5 Leistungsschilder

Auf den Leistungsschildern von mechanisch verzögerten Leistungsschaltern, die für das Schalten mit Ungleichlauf der Pole vorgesehen sind, muss die Zeitverzögerung zwischen den Polen für das Öffnen und/oder Schließen angegeben werden.

Auf den Leistungsschildern von Leistungsschaltern, die für gesteuertes Schließen vorgesehen sind, müssen die RDDS und der Bemessungswert der mechanischen Streuung angegeben werden.

Auf den Leistungsschildern von nach dieser Norm geprüften Leistungsschaltern muss explizit auf die vorliegende Norm verwiesen werden.

6.6 Gleichlauf der Pole bei einzelnen Schließ- oder Öffnungsvorgängen

6.6.1 Einpolig betätigte Leistungsschalter, die für gesteuertes Schalten vorgesehen sind

Für einpolig betätigte Leistungsschalter, die für gesteuertes Schalten vorgesehen sind, gelten die gleichen Anforderungen an den Polversatz wie für Leistungsschalter, die nicht für gesteuertes Schalten vorgesehen sind, da der beabsichtigte Ungleichlauf elektronisch durch das Steuergerät eingeführt wird.

Für Leistungsschalter, die für gesteuertes Schließen vorgesehen sind, muss der beabsichtigte Ungleichlauf beim Schließen, welcher durch das Steuergerät erzielt wird, für die Bestimmung der Bedingungen für die Kurzschluss-Einschaltprüfungen herangezogen werden.

Für Leistungsschalter, die für die gesteuerte Ausschaltung von Kondensatorbatterien unter Verwendung entsprechender Einstellungen zur Senkung der Rückzündungswahrscheinlichkeit vorgesehen sind, gelten die Spannungsmultiplikatoren nach 7.5.1.

6.6.2 Dreipolig betätigte Leistungsschalter, die für gesteuertes Schalten vorgesehen sind

Der Hersteller muss die beabsichtigte Pol-Schaltfolge des Leistungsschalters für das Öffnen und Schließen angeben. Der beabsichtigte Ungleichlauf sowie die zugehörigen Toleranzen müssen angegeben werden.

Der angegebene Ungleichlauf für das Schließen muss für die Bestimmung der Bedingungen für die Kurzschluss-Einschaltprüfungen herangezogen werden.

Für Leistungsschalter, die für die gesteuerte Ausschaltung von Kondensatorbatterien unter Verwendung entsprechender Einstellungen zur Senkung der Rückzündungswahrscheinlichkeit vorgesehen sind, gelten die Spannungsmultiplikatoren nach 7.5.1.

6.6.3 Zeitlicher Versatz zwischen den Ausschaltelementen eines Pols

Wenn der Leistungsschalter aus mehr als einem Ausschaltelement je Pol besteht, muss der größte zeitliche Unterschied zwischen den Elementen beim Schließen und/oder Öffnen angegeben und bei der Bestimmung der Gesamt-RDDS und damit der Zielzeitpunkte berücksichtigt werden. Der Ungleichlauf der einzelnen Elemente darf ein Sechzehntel (6,25 %) einer Periode der Bemessungsfrequenz nicht überschreiten.

ANMERKUNG Auch Leistungsschalter mit einem stärkeren Ungleichlauf zwischen den Elementen eines Pols können für das gesteuerte Schalten geeignet sein, in solchen Fällen werden die annehmbaren Parameter (z. B. RDDS) zwischen Hersteller und Anwender vereinbart.

Weitere Informationen zu den Auswirkungen eines zeitlichen Unterschiedes zwischen den Elementen eines Pols können Anhang A entnommen werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

7 Prüfungen zum Nachweis des Leistungsverhaltens und Prüfungen zur Definition der Parameter

7.1 Allgemeines

Es gilt IEC 62271-100 [2], Abschnitt 7, mit den folgenden Ergänzungen:

Die speziellen Prüfungen für Leistungsschalter mit beabsichtigtem Ungleichlauf der Pole sind in Tabelle 2 aufgeführt. Diese Prüfungen sind in Prüfungen zum Nachweis des Leistungsverhaltens, Prüfungen zur Definition der Parameter und Prüfungen zur Definition optionaler Parameter unterteilt.

Prüfungen zum Nachweis des Leistungsverhaltens dienen der Überprüfung von Bedingungen, die durch das nicht simultane Schalten der Pole herbeigeführt werden, die nicht in den Anwendungsbereich von IEC 62271-100 [2] fallen.

In den Prüfungen zur Definition der Parameter wird ein Intervall für einen statistisch signifikanten Wert aufgestellt, das für den Betrieb des Leistungsschalters erwartet wird. Die Prüfergebnisse sind in dem zusammenfassenden Prüfbericht über die Parameterprüfungen (siehe Anhang D) aufzuführen, der dem Anwender auf Anfrage zur Verfügung zu stellen ist.

Die Prüfungen zur Definition optionaler Parameter sind bauartspezifische Überprüfungen, für die es keine klar definierten Kriterien für das Bestehen oder Nichtbestehen gibt, die jedoch Daten produzieren, die zur Beschreibung des Leistungsschalters verwendet werden können. Sofern zutreffend sind die Prüfergebnisse in dem zusammenfassenden Prüfbericht über die Parameterprüfungen (siehe Anhang D) aufzuführen, der dem Anwender auf Anfrage zur Verfügung zu stellen ist.

Weiterführende Informationen zur Interpretation der Ergebnisse der Prüfungen zur Definition der Parameter können Anhang C entnommen werden.

ANMERKUNG Ziel dieser Norm ist es nicht, wiederholte Prüfungen zur Definition der Parameter zu fordern. Folglich dürfen die Prüfungen zur Definition der Parameter entfallen, sofern die erforderlichen Informationen auf zuverlässige Art und Weise aus anderen Quellen abgeleitet werden können (d. h. aus bereits durchgeführten Typprüfungen, aus ausführlich dokumentierten empirischen Beobachtungen oder aus Stückprüfungen).

Die Anwender müssen dafür sorgen, dass sie die Möglichkeiten der Prüfungen zur Definition der Parameter im Hinblick auf die technischen Bewertungen voll ausschöpfen. Demzufolge ist in den meisten Fällen, wenn neue Systeme für gesteuertes Schalten von einem gemeinsamem Hersteller geliefert werden, das in Tabelle 2 dargestellte Vorgehen mit getrennter Bewertung der Kompensationsfähigkeiten und der Kompatibilität des Steuergeräts zu befolgen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Tabelle 2 – Prüfungen für Leistungsschalter, die für die Point-on-Wave-Steuerung vorgesehen sind

Prüfungen zum Nachweis des Leistungsverhaltens, die von der Anwendung, den Bemessungswerten oder der Konstruktion abhängen	Bedingung, unter der eine Prüfung zum Nachweis des Leistungsverhaltens erforderlich ist	Unterabschnitt
Prüfschaltfolge T100a	Gesteuertes Schließen beim Spannungsnulldurchgang und darauffolgende Unterbrechung von asymmetrischem Strom in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung	7.4.2
Kurzschlusseinschaltstrom	Gesteuertes Schließen beim Spannungsnulldurchgang in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung	7.4.3
Prüfungen des kapazitiven Schaltvermögens	Schalten kapazitiver Ströme in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung	7.5
Prüfung des gesteuerten Schließens	Kombination aus RDDS und mechanischer Streuung führt zu einem Einschaltfenster nahe der Grenzwerte	7.8
Bestimmung des wiederzündungsfreien Fensters	Bemessungswert für das Schalten von Drosselspulen zugewiesen	7.7
Prüfungen zur Definition der Parameter		**Unterabschnitt**
Messung der mechanischen Streuung		7.3.2.1
Bestimmung der RDDS		7.6
Prüfungen zur Definition optionaler Parameter		
Einfluss der Steuerspannung		7.3.2.4
Einfluss einer niedrigen Temperatur		7.3.2.5
Einfluss einer hohen Temperatur		7.3.2.6
Einfluss des Pegels der gespeicherten Energie		7.3.2.7
Einfluss der Stillstandzeit		7.3.2.8
Einfluss der Gasdichte		7.3.2.9

7.2 Kurzzeitstrom -und Stoßstromprüfungen

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.6, mit der folgenden Ergänzung.

Verstärkte Stoßströme, die sich aus gesteuertem Schließen in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung ergeben können, beeinflussen auch die Einrichtungen, die in Reihe zu dem Leistungsschalter geschaltet sind.

7.3 Mechanische Prüfungen und Klimaprüfungen

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.101, mit den folgenden Ergänzungen.

7.3.1 Bezugskennlinie der mechanischen Bewegung

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.101.1.1, mit der folgenden Ergänzung:

Bei mechanisch verzögerten Leistungsschaltern können sich die Bezugskennlinien der mechanischen Bewegung der einzelnen Pole unterscheiden. In diesen Fällen muss die Bezugskennlinie der mechanischen Bewegung für jeden Pol einzeln gemessen werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

7.3.2 Messung des mechanischen Leistungsverhaltens des Leistungsschalters

Die Ein- und Ausschalteigenzeiten und ihre Veränderung als Funktion der Umgebungstemperatur, der Stillstandzeit, der Steuerspannung, der Gasdichte und des Pegels der gespeicherten Energie (sofern zutreffend) sind zu ermitteln. Während einer Prüffolge ist stets nur die gerade untersuchte Variable zu variieren. Alle anderen Variablen sind für die Dauer der Prüffolge auf einem stabilen Wert zu halten.

Für die Bestimmung der Zieleinstellungen für das gesteuerte Schalten ist es wichtig, die mechanischen Schaltzeiten mit einer Messunsicherheit von höchstens 0,1 ms zu messen. Dynamische Effekte wie Kontaktprellen können eine Rolle spielen und es wird empfohlen, das Messsignal nicht zu „filtern“. Durch ein solches Filtern des Signals kann der früheste Zeitpunkt der Kontaktberührung/-trennung herausgefiltert werden, so dass eine falsche Kennlinie der Ausschalt-/Einschalteigenzeit entsteht.

7.3.2.1 Messung der mechanischen Streuung der Hauptkontakte, Hilfskontakte und Stellungssensoren

Leistungsschalter-Hauptkontakte, -Hilfskontakte und -Stellungssensoren, die der Rückmeldung der Stellung bei gesteuerten Schaltungen dienen, sind im Hinblick auf ihre Präzision und Wiederholpräzision zu prüfen. Die mechanische Streuung ist ausschließlich eine zufällige Funktion des Leistungsschalters und kann nicht durch ein Steuergerät kompensiert werden. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass die Streuung des Steuergeräts im Vergleich zur Streuung des Leistungsschalters vernachlässigbar ist. Vor diesem Hintergrund sind die Prüfungen dieses Abschnitts stets nur an dem Leistungsschalter oder an dem Leistungsschalter bei deaktiviertem Steuergerät durchzuführen.

ANMERKUNG Wenn das Steuergerät ein integraler Bestandteil des Leistungsschalters ist und nicht deaktiviert werden kann, dürfen diese Prüfungen auch mit aktiviertem Steuergerät durchgeführt werden.

Die Messung der mechanischen Streuung muss bei stabilen Werten aller Einflussvariablen (wie Temperatur, Steuerspannung, Gasdichte und Pegel der gespeicherten Energie) stattfinden.

Die Messung der mechanischen Streuung des Leistungsschalters und der Schaltzeit des Hilfsschalters und des Sensors muss mit der Prüffolge für normale mechanische Betätigungen nach IEC 62271-100 [2], 7.101.2, kombiniert werden.

Wenn keine speziellen Hilfskontakte für gesteuertes Schalten als solche gekennzeichnet sind, muss die Prüfung an mindestens drei Hilfskontakten (Schließern) durchgeführt werden, die so ausgewählt werden, dass sie die Anfangs-, End- und Zwischenstellung der Hilfskontaktanordnung repräsentieren. Wenn ein speziell dafür vorgesehener Schalter oder Sensor verwendet wird, so braucht nur dieser geprüft zu werden.

Die Steuerspannung muss auf ± 3 % des festgelegten Wertes geregelt werden und der während der Prüfung an den Anschlüssen der Spule gemessene Spannungsfall darf höchstens 5 % des Bemessungswertes betragen.

Die Gasdichte (sofern zutreffend) muss dem Bemessungswert entsprechen. Für Leistungsschalter, die über mehrere Bemessungswerte für die Gasdichte verfügen, ist die Prüfung mit einem Wert ausreichend, um alle Fälle abzudecken.

ANMERKUNG 1 Es wird davon ausgegangen, dass Änderungen der Bemessungsgasdichte die Streuung des Leistungsschalters nicht signifikant beeinflussen.

Sofern relevant, ist der Pegel der gespeicherten Energie für jede Prüfbetätigung im Prüfbericht aufzuführen.

Die Prüffolge ist wie folgt aufgebaut:

a) Der Leistungsschalter ist 100-mal bei der Bemessungssteuerspannung und dem Bemessungsantriebsdruck zu betätigen und das Schalten des Hauptkontaktes ist mit einem geeigneten Transientenrekorder aufzuzeichnen. Für jede Betätigung ist Δc_{aux} jedes Hilfskontaktes zu messen und aufzuzeichnen. Diese Folge ist sowohl für Schließ- als auch für Öffnungsvorgänge zu wiederholen.

a) Die Folge (a) ist mit einer Steuerspannung zu wiederholen, die nicht größer ist als die kleinste Bemessungsspulenspannung (Anmerkung 2).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

b) Sofern zutreffend, ist die Folge (a) mit dem kleinsten Pegel der gespeicherten Energie für einen Schließvorgang zu wiederholen.

ANMERKUNG 2 Es wird davon ausgegangen, dass die kleinste Bemessungsspannung für Steuereinrichtungen der kleinsten Bemessungsspannung für Einschaltspulen entspricht. Deshalb ist es nicht nötig, die mechanische Präzision des Leistungsschalters bei geringeren Spannungen wie zum Beispiel der kleinsten Ausschaltspannung zu prüfen.

ANMERKUNG 3 Es wird davon ausgegangen, dass externe Variablen wie die Temperatur den Wert von Δc_{aux} nicht signifikant beeinflussen und dass während der anderen in dieser Norm definierten Prüffolgen kein weiteres Prüfen dieses Parameters erforderlich ist.

Die Prüffolgen sind zu Beginn und am Ende der mechanischen Betätigungsprüfung an dem Leistungsschalter durchzuführen, zusätzliche Betätigungen sind dabei nicht erforderlich.

Die kleinsten, größten und mittleren Messwerte der Schaltzeiten der Hauptkontakte unter jeder Prüfbedingung sowie die zugehörigen Standardabweichungen (σ) sind tabellarisch zu erfassen und aufzuzeichnen.

Das anhand der Prüfergebnisse bewertete Intervall von $\pm 3\sigma$ ist zur Bestimmung des Bemessungswertes der mechanischen Streuung zu verwenden. Das anhand der Prüfergebnisse bewertete Intervall von $\pm 3\sigma$ ist außerdem für die Ausschalteigenzeit aufzuzeichnen. Dies ist im zusammenfassenden Prüfbericht über die Prüfungen zur Definition der Parameter anzugeben.

Für jeden geprüften Hilfskontakt ist der größte, der kleinste und der mittlere Wert von Δc_{aux} über 100 Betätigungen zu ermitteln und aufzuzeichnen.

Diese Daten können im Rahmen der Prüfung der mechanischen Lebensdauer erhoben werden (Koordinationstabelle hinzufügen).

7.3.2.2 Messung des Einflusses von elektrischem Verschleiß auf die Präzision der Hilfskontakte und Stellungssensoren

Die zeitliche Verschiebung zwischen den Haupt- und den Hilfskontakten ist vor und nach mindestens 3 Kurzschlussunterbrechungen bei einem Strom zu messen, der mindestens dem zutreffenden T60-Wert entspricht. Diese Prüfung darf in die RDDS-Prüfung nach 7.6 integriert werden, sie darf aber auch als Teil der normalen Kurzschlussprüfungen oder Prüfungen des Schaltens kapazitiver Ströme durchgeführt werden, wenn eine Vorbehandlung erforderlich ist.

Die Ergebnisse sind in tabellarischer Form im zusammenfassenden Prüfbericht über die Prüfungen zur Definition der Parameter anzugeben.

7.3.2.3 Messung der Verschiebung der Elemente

Die zeitliche Verschiebung zwischen den einzelnen Elementen eines mehrelementigen Leistungsschalterpols ist an einem Leistungsschalter im Neuzustand zu messen.

Die Ergebnisse sind in tabellarischer Form im Stückprüfungsbericht anzugeben.

Informationen zu den Auswirkungen eines Versatzes zwischen den Elementen können Anhang A entnommen werden.

ANMERKUNG Bei Leistungsschaltern mit einem einzigen Antrieb je Pol wird nicht mit einem erheblichen Versatz zwischen den Elementen gerechnet, wenn mehrere Antriebe verwendet werden, kann es jedoch zu signifikanten Unterschieden kommen.

7.3.2.4 Einfluss der Steuerspannung

Der Einfluss der Steuerspannung darf an einem Leistungsschalter (Prüfung zur Definition der Parameter) auf Grundlage von IEC 62271-100 [2], 7.101, ermittelt werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

7.3.2.4.1 Prüfverfahren

Die Messung des Einflusses der Steuerspannung auf die Schaltzeit ist unter stabilen Bedingungen im Hinblick auf alle anderen Einflussvariablen wie Temperatur und Antriebsdruck (sofern anpassbar) vorzunehmen. Zur Vereinfachung des Prüfablaufs wird empfohlen, diese Messungen gemeinsam mit den mechanischen Betätigungsprüfungen des Leistungsschalters nach Definition in IEC 62271-100 [2] durchzuführen.

Die an den Leistungsschalter angelegte Steuerspannung ist zwischen ihrem festgelegten Höchst- und Mindestwert (Tabelle 4) zu variieren. Die charakteristische Schaltzeit zu jedem Prüfspannungspegel ist der Mittelwert der gemessenen Werte.

Tabelle 3 – Prüfungen zur Ermittlung des Einflusses der Steuerspannung

Art der Schaltung	Spannungspegel	Anzahl der Schaltungen
öffnend	Mindestwert der Steuerspannung (70 %)	30 aufeinanderfolgende Schaltungen
	Bemessungswert der Steuerspannung (100 %)	30 aufeinanderfolgende Schaltungen
	Höchstwert der Steuerspannung (110 %)	30 aufeinanderfolgende Schaltungen
	zusätzlicher Pegel (85 %)	30 zusätzliche Schaltungen
schließend	Mindestwert der Steuerspannung (85 %)	30 aufeinanderfolgende Schaltungen
	Bemessungswert der Steuerspannung (100 %)	30 aufeinanderfolgende Schaltungen
	Höchstwert der Steuerspannung (110 %)	30 aufeinanderfolgende Schaltungen
	zusätzlicher Pegel (93 %)	30 zusätzliche Schaltungen

Der Mittelwert der Schaltzeiten für jedes Ausschaltelement muss auf der Grundlage von mindestens 30 aufeinanderfolgenden Schaltungen bei jedem Spannungspegel (Mindest-, Bemessungs- und Höchstwert) aus der Standardprüfung der mechanischen Lebensdauer berechnet werden.

Die Steuerspannung muss auf ± 3 % des festgelegten Wertes geregelt werden und der während der Prüfung an den Anschlüssen der Spule gemessene Spannungsfall darf höchstens 5 % des Bemessungswertes betragen.

Die Spannung ist an den Anschlüssen des Antriebs oder, sofern dies aufgrund der Bauart nicht möglich ist, so nahe wie praktisch sinnvollerweise möglich an dem Antrieb zu messen.

7.3.2.4.2 Prüfergebnisse

Die kleinsten, größten und mittleren Messwerte der Schaltzeiten unter jeder Prüfbedingung sowie die zugehörigen Standardabweichungen sind tabellarisch zu erfassen und in dem zusammenfassenden Prüfbericht der Prüfung zur Definition der Parameter aufzuzeichnen.

7.3.2.5 Einfluss einer niedrigen Temperatur

Der Einfluss einer niedrigen Temperatur darf an einem Leistungsschalter (Prüfung zur Definition der Parameter) oder an einem Leistungsschalter auf Grundlage des in 7.101.2.5.1 beschriebenen Prüfverfahrens ermittelt werden.

7.3.2.5.1 Prüfverfahren

Für die Stabilitätsprüfung bei unterer Grenztemperatur gilt IEC 62271-100 [2], 7.101.3.3, mit der zusätzlichen Bedingung, dass die Prüfungen bei Leistungsschaltern, deren Pole zum Erreichen des beabsichtigten Ungleichlaufs verzögert sind, an einem Leistungsschalter durchgeführt werden dürfen, der über eine ähnliche Konstruktion ohne Verzögerung verfügt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Die Umgebungstemperatur ist auf den entsprechenden Mindestwert für die vorgesehenen Betriebsbedingungen des Leistungsschalters abzusenken.

Falls die Prüfung bei unterer Grenztemperatur unmittelbar nach jener bei oberer Grenztemperatur nach IEC 62271-100 [2], 7.101.3.4, durchgeführt wird, entfallen die unten aufgeführten Punkte a) und b).

a) Der zu prüfende Leistungsschalter muss nach den Angaben des Herstellers eingestellt werden.

b) Die Öffnungs- und Schließzeiten müssen während 10 Öffnungs- und 10 Schließvorgängen bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C ± 5 °C (T_A) aufgezeichnet werden. Die charakteristischen Schaltzeiten für das Öffnen und Schließen bei dieser Umgebungstemperatur sind als der Mittelwert dieser Schaltungen zu berechnen.

c) Bei geschlossenem Leistungsschalter wird die Umgebungstemperatur in Schritten von ≤ 15 °C bis auf die entsprechende Mindest-Umgebungstemperatur (TL) abgesenkt. Bei jedem Temperaturschritt muss der Leistungsschalter so lange in der geschlossenen Stellung verbleiben, bis er sich thermisch stabilisiert hat. Bei Messungen bei der Mindesttemperatur dürfen die Versorgungseinrichtungen der Heizung nicht ausgeschaltet werden.

d) Bei jedem Temperaturschritt müssen 10 Öffnungs- und 10 Schließvorgänge ausgeführt und die Schaltzeiten aufgezeichnet werden. Die charakteristischen Schaltzeiten für jeden Temperaturschritt für das Öffnen und Schließen sind als der Mittelwert dieser Schaltungen zu berechnen.

e) Die Lufttemperatur muss auf die Umgebungstemperatur T_A erhöht werden.

f) Nachdem sich der Leistungsschalter der Umgebungstemperatur T_A thermisch angeglichen hat, sind die Betriebskenngrößen des Leistungsschalters entsprechend Punkt b) zum Vergleich mit den am Anfang ermittelten Werten erneut zu überprüfen.

Die erste Schaltung bei jeder Temperaturstufe ist aus der Berechnung der charakteristischen Schaltzeit auszunehmen, damit keine Stillstandzeit-Effekte in diese Berechnung mit einfließen.

ANMERKUNG Dass lediglich 10 Schaltungen für die Ermittlung der Betriebskenngrößen verwendet werden, schränkt die statistische Validität ein, die Anzahl wird jedoch als ausreichend angesehen, um den Zusammenhang zwischen der Schaltzeit und der Umgebungstemperatur zu ermitteln. In Zweifelsfällen dürfen mehr Schaltungen durchgeführt werden, um die statistische Validität zu verbessern.

7.3.2.5.2 Prüfergebnisse

Die kleinsten, größten und mittleren Messwerte der Schaltzeiten unter jeder Prüfbedingung sowie die zugehörigen Standardabweichungen sind tabellarisch zu erfassen und in dem zusammenfassenden Prüfbericht der Prüfung zur Definition der Parameter aufzuzeichnen.

7.3.2.6 Einfluss einer hohen Temperatur

Der Einfluss einer hohen Temperatur darf an einem Leistungsschalter (Prüfung zur Definition der Parameter) oder an einem Leistungsschalter mit zugehörigem Steuergerät (Kombinationsprüfung) durchgeführt werden. In beiden Fällen stimmt das grundlegende Prüfverfahren mit dem in 7.101.2.6.1 beschriebenen überein.

7.3.2.6.1 Prüfverfahren

Für die Stabilitätsprüfungen bei oberer Grenztemperatur gilt IEC 62271-100 [2], 7.101.3.4, mit der zusätzlichen Bedingung, dass die Prüfungen bei Leistungsschaltern, deren Pole zum Erreichen des beabsichtigten Ungleichlaufs verzögert sind, an einem Leistungsschalter durchgeführt werden dürfen, der über eine ähnliche Konstruktion ohne Verzögerung verfügt.

Zur Vereinfachung des Prüfablaufs kann die Stabilitätsprüfung bei oberer Grenztemperatur im Rahmen der „ungesteuerten“ Phase des Erwärmens (n) der in IEC 62271-100 [2], 7.101.3.4, beschriebenen Prüfungen bei oberer Grenztemperatur durchgeführt werden.

Falls die Prüfung bei oberer Grenztemperatur unmittelbar nach jener bei unterer Grenztemperatur nach IEC 62271-100 [2], 7.101.3.3, durchgeführt wird, entfallen die unten aufgeführten Punkte a) und b).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

a) Der zu prüfende Leistungsschalter muss nach den Angaben des Herstellers eingestellt werden.

b) Die Öffnungs- und Schließzeiten müssen während 10 Öffnungs- und 10 Schließvorgängen bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C ± 5 °C (T_A) aufgezeichnet werden. Die charakteristischen Schaltzeiten für das Öffnen und Schließen bei dieser Umgebungstemperatur sind als der Mittelwert dieser Schaltungen zu berechnen.

c) Bei geschlossenem Leistungsschalter wird die Umgebungstemperatur in Schritten von ≤ 15 °C bis auf die entsprechende höchste Umgebungstemperatur (T_H) angehoben, entsprechend dem oberen Grenzwert der Lufttemperatur. Bei jedem Temperaturschritt muss der Leistungsschalter so lange in der geschlossenen Stellung verbleiben, bis er sich thermisch stabilisiert hat.

d) Es müssen 10 Öffnungs- und 10 Schließvorgänge ausgeführt und die Schaltzeiten aufgezeichnet werden. Die charakteristischen Schaltzeiten für jeden Temperaturschritt für das Öffnen und Schließen sind als der Mittelwert dieser Schaltungen zu berechnen.

e) Die Lufttemperatur muss auf die Umgebungstemperatur T_A abgesenkt werden.

f) Nachdem sich der Leistungsschalter der Umgebungstemperatur T_A thermisch angeglichen hat, sind die Betriebskenngrößen des Leistungsschalters entsprechend Punkt b) zum Vergleich mit den am Anfang ermittelten Werten erneut zu überprüfen.

Die erste Schaltung bei jeder Temperaturstufe ist aus der Berechnung der charakteristischen Schaltzeit auszunehmen, damit keine Stillstandzeit-Effekte in diese Berechnung mit einfließen.

ANMERKUNG 1 Dass lediglich 10 Schaltungen für die Ermittlung der Betriebskenngrößen verwendet werden, schränkt die statistische Validität ein, die Anzahl wird jedoch als ausreichend angesehen, um den Zusammenhang zwischen der Schaltzeit und der Umgebungstemperatur zu ermitteln. In Zweifelsfällen dürfen mehr Schaltungen durchgeführt werden, um die statistische Validität zu verbessern.

ANMERKUNG 2 Wenn nachgewiesen wurde, dass Temperaturschwankungen keinen Einfluss auf die jeweilige Leistungsschalter-Bauart haben, d. h. die einzige Veränderung bei den beiden Temperaturgrenzwerten in der zufälligen mechanischen Streuung besteht, so darf der schrittweise Nachweis nach den Punkten c) und d) entfallen.

7.3.2.6.2 Ergebnisse der Prüfung zur Definition der Parameter

Die kleinsten, größten und mittleren Messwerte der Schaltzeiten unter jeder Prüfbedingung sowie die zugehörigen Standardabweichungen sind tabellarisch zu erfassen und in dem zusammenfassenden Prüfbericht der Prüfung zur Definition der Parameter aufzuzeichnen.

7.3.2.7 Einfluss des Pegels der gespeicherten Energie für die Betätigung

Der Einfluss der gespeicherten Energie darf an einem Leistungsschalter (Prüfung zur Definition der Parameter) auf Grundlage des in 7.101.2.7.1 beschriebenen Prüfverfahrens ermittelt werden.

7.3.2.7.1 Prüfverfahren

Die Messung des Einflusses des Pegels der gespeicherten Energie ist unter stabilen Bedingungen im Hinblick auf alle anderen Einflussvariablen wie Temperatur und Steuerspannung vorzunehmen.

Bei Antrieben, die über einen Bereich verschiedener Bedingungen der gespeicherten Energie hinweg schalten können, z. B. Antriebe auf Basis unter Druck stehender Fluide, muss der Einfluss von Schwankungen des Pegels der gespeicherten Energie gemessen werden.

Der Pegel der gespeicherten Energie des Leistungsschalterantriebs ist zwischen seinem Höchst- und Mindestwert in mindestens 5 gleichen Schritten zu variieren. Bei jedem Pegel muss die Schaltzeit des Leistungsschalters während 30 Öffnungs- und 30 Schließvorgängen gemessen werden. Die charakteristische Schaltzeit zu jedem Prüfdruck ist der Mittelwert der gemessenen Werte.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

7.3.2.7.2 Prüfergebnisse

Die kleinsten, größten und mittleren Messwerte der Schaltzeiten unter jeder Prüfbedingung sowie die zugehörigen Standardabweichungen sind tabellarisch zu erfassen und in dem zusammenfassenden Prüfbericht der Prüfung zur Definition der Parameter aufzuzeichnen.

7.3.2.8 Einfluss der Stillstandzeit

Der Einfluss der Stillstandzeit darf an einem Leistungsschalter (Prüfung zur Definition der Parameter) auf Grundlage des in 6.3.2.8.1 beschriebenen Prüfverfahrens ermittelt werden.

Der Einfluss der Stillstandzeit auf die Schaltzeiten (Ausschalt- und Einschalteigenzeit) des Leistungsschalters muss gemessen werden, indem eine Folge von Leerschaltungen unter Bemessungsbedingungen der Hilfsversorgungsspannung, des Betriebsdrucks des Löschmediums sowie der Nennantriebsenergie (Pegel der gespeicherten Energie) für Betätigung (sofern zutreffend) ausgeführt wird.

Der Prüfling muss die kleinste unteilbare betriebsfähige Einheit des Leistungsschalters darstellen, z. B. einen Einzelpol eines Leistungsschalters mit unabhängiger Polbetätigung oder eine vollständige dreiphasige Baugruppe eines Leistungsschalters mit gekoppelter Betätigung. Die Verwendung alternativer Leistungsschalteranordnungen ist zulässig, sofern die einschlägigen Bedingungen aus IEC 62271-100 [2], 7.101.3.1, erfüllt werden.

ANMERKUNG 1 Es ist bekannt, dass es schwierig ist, zwischen kleineren Stillstandzeit-Effekten und üblicher mechanischer Streuung zu unterscheiden. Nichtsdestotrotz muss das vorgeschlagene Prüfverfahren ausreichen, um größere Stillstandzeit-Effekte zu identifizieren, die einen Einfluss auf die zufriedenstellende Umsetzung von gesteuertem Schalten haben können.

In dem Prüfverfahren werden Stillstandzeiten bis einschließlich einer Woche (168 h) berücksichtigt. Dies wird als die längste Zeit angesehen, für die ein „herkömmlich betätigter“ Leistungsschalter im normalen Betrieb betriebsfrei belassen wird.

Für erfolgreiches gesteuertes Schalten ist es wichtig, einen Sättigungswert der maximalen Stillstandzeit zu finden. Leistungsschalter, die für gesteuertes, aber nur seltenes Schalten vorgesehen sind, sind einem erweiterten Prüfverfahren zu unterziehen, das zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden muss.

ANMERKUNG 2 Im Hinblick auf erfolgreiches gesteuertes Schalten wird empfohlen, einen Sättigungswert der maximalen Stillstandzeit zu finden.

Hilfseinrichtungen für die Konditionierung wie Heizungen sind wie im normalen Betrieb zu betreiben.

Der Einfluss der Stillstandzeit muss für die Öffnungs- und Schließvorgänge getrennt bewertet werden. Zur Vereinfachung des Prüfablaufs werden die Reihenfolge der Stillstandzeitperioden und die Reihenfolge der geforderten Schaltungen (Schließ- und Öffnungsvorgänge) nach jeder Stillstandzeitperiode nicht vorgegeben. Zwischen einer Schaltung, die im Hinblick auf die Stillstandzeit geprüft wird, und der darauffolgenden Schaltung muss eine Minute liegen. Wenn beispielsweise die Stillstandzeit beim Schließen geprüft wird, so muss der Öffnungsvorgang eine Minute nach dem letzten Schließvorgang dieser Stillstandzeitperiode erfolgen.

Zu Beginn der Prüfung werden die mittleren Schaltzeiten des Leistungsschalters anhand des nachfolgend beschriebenen Prüfverfahrens bewertet. Der Leistungsschalter muss für die folgenden Stillstandzeitperioden (ungefähre Werte) in der offenen Stellung sowie in einem getrennten Vorgang in der geschlossenen Stellung verbleiben: 168 h; 64 h; 32 h, 16 h; 8 h; 4 h; 2 h und 1 h.

Nach jeder Stillstandzeitperiode muss der Leistungsschalter betätigt werden (Öffnen oder Schließen) und die Schaltzeit der ersten Betätigung muss gemessen und aufgezeichnet werden. Anschließend müssen fünf weitere Schaltspiele (Schließen und Öffnen) durchgeführt und die Schaltzeiten gemessen und aufgezeichnet werden. Hierzu dürfen mehrere Prüflinge verwendet werden, um die Gesamtprüfzeit zu verkürzen.

Bei einpolig betätigten Leistungsschaltern müssen mindestens zwei verschiedene Pole und bei dreipolig betätigten Leistungsschaltern müssen mindestens zwei verschiedene Leistungsschalter verwendet werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

7.3.2.8.1 Prüfverfahren

Nachfolgend wird ein schrittweises Prüfverfahren für die Bewertung des Einflusses der Stillstandzeit bei Schließ- und Öffnungsvorgängen beschrieben. Dieses Verfahren muss einmal für das Schließen und ein weiteres Mal für das Öffnen ausgeführt werden.

a) Die Vorbehandlung des Leistungsschalters mehrere Schaltungen im Abstand von jeweils einer Minute ist so lange fortzuführen, bis die Schaltzeiten stabil sind. Die Durchschnittswerte der letzten drei stabilen Öffnungs- bzw. Schließvorgänge in ms bilden die Referenz-Schaltzeit t_{ref}.

ANMERKUNG 1 Der Abstand von einer Minute kann je nach der erforderlichen Zeit zum Wiederaufladen des Antriebs auf den Nenn-Energiepegel verlängert werden.

b) Auf Grundlage einer gewählten Stillstandzeitperiode erfolgt eine erste Betätigung. Die Stillstandzeit für das Öffnen wird anhand des letzten Öffnungsvorgangs und die Stillstandzeit für das Schließen anhand des letzten Schließvorgangs berechnet.

c) Nach jeder Stillstandzeitperiode muss der Leistungsschalter mehrmals im Abstand von jeweils einer Minute betätigt werden, bis die Schaltzeiten gleich t_{ref} sind oder nahe bei diesem Wert liegen. Anschließend ist eine zweite Stillstandzeitperiode nach b) zu prüfen.

d) Schritt c) ist so lange zu wiederholen, bis insgesamt 6 Schaltungen für jede oben definierte Stillstandzeitperiode und für jeden Öffnungs- und Schließvorgang durchgeführt wurden.

Wenn für eine bestimmte Stillstandzeit der Nachweis erbracht wurde, dass diese keinen signifikanten Einfluss hat, so gilt dieser Nachweis auch als Nachweis dafür, dass alle kürzeren Stillstandzeiten ebenfalls keinen signifikanten Einfluss haben; wenn beispielsweise in einer Prüffolge mit einer Stillstandzeit von 168 h gezeigt wird, dass kein Einfluss vorliegt, so ist damit die gesamte Prüffolge abgedeckt und es müssen keine Prüfungen bei kürzeren Stillstandzeiten vorgenommen werden. Es wird daher empfohlen, die Prüffolge bei der längsten Stillstandzeitperiode, also bei 168 h, zu beginnen.

Die folgende Bedingung muss für alle einzelnen Prüflinge erfüllt werden, damit der Leistungsschalter als unbeeinflusst von einer gegebenen Stillstandzeit gelten kann.

a) Der Einfluss einer bestimmten nach Schritt d) bewerteten Stillstandzeit liegt bei allen 6 Schaltungen bei den jeweiligen Umgebungsbedingungen innerhalb der erwarteten mechanischen Streuung des Leistungsschalters.

Die durchschnittlichen Schaltzeiten für jeden Satz aus 6 Schaltungen verglichen mit t_{ref} repräsentieren den Einfluss der Stillstandzeit.

ANMERKUNG 2 Die Stillstandzeit der einzelnen Prüflinge muss in den zusammenfassenden Bericht aufgenommen werden.

ANMERKUNG 3 Gegebenenfalls ist es hilfreich, die Kontaktgeschwindigkeit und das Zeitverhalten der Hilfskontakte zu messen, um zwischen Verklinkungseffekten zu Beginn der Bewegung und Veränderungen der Bewegungskennlinie zu unterscheiden.

7.3.2.8.2 Prüfergebnisse

Die kleinsten, größten und mittleren Messwerte der Schaltzeiten unter jeder Prüfbedingung sowie die zugehörigen Standardabweichungen sind tabellarisch zu erfassen und in dem zusammenfassenden Prüfbericht der Prüfung zur Definition der Parameter aufzuzeichnen.

7.3.2.9 Einfluss der Gasdichte für Unterbrechung

Der Einfluss der Gasdichte darf an einem Leistungsschalter (Prüfung zur Definition der Parameter) auf Grundlage des in 7.101.2.9.1 beschriebenen grundlegenden Prüfverfahrens ermittelt werden.

7.3.2.9.1 Prüfverfahren

Der Einfluss von Veränderungen der Gasdichte auf die Schaltzeit des Leistungsschalters ist unter stabilen Bedingungen aller anderen Einflussvariablen zu bewerten.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Die Prüfung ist unter Verwendung des für den Betrieb vorgesehenen Gases durchzuführen und es ist darauf zu achten, dass ein thermisches Angleichen des Gases zwischen der Befüllung und den anschließenden Prüfungen ermöglicht wird.

Es sind 30 mechanische Leerschaltungen (Öffnungs- und Schließvorgänge) bei mindestens drei gleich weit voneinander entfernten Gasdichtewerten, einschließlich des Mindest- und des Bemessungswertes, durchzuführen. Die Steuerspannung und die gespeicherte Energie (sofern zutreffend) müssen jeweils bei ihrem Bemessungswert liegen.

7.3.2.9.2 Prüfergebnisse

Die kleinsten, größten und mittleren Messwerte der Schaltzeiten unter jeder Prüfbedingung sowie die zugehörigen Standardabweichungen sind tabellarisch zu erfassen und in dem zusammenfassenden Prüfbericht der Prüfung zur Definition der Parameter aufzuzeichnen.

7.4 Verschiedene Bestimmungen für Ein- und Ausschaltprüfungen

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.102, mit den folgenden Ergänzungen:

7.4.1 Identischer Aufbau der Elemente

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.102.4.2.1, mit Ausnahme der Punktes a).

7.4.2 Prüfschaltfolge T100a

Es gelten IEC 62271-100 [2], 7.102.10.2.2 und 7.102.10.3.3, mit der folgenden Ergänzung:

Bei dreiphasigen Prüfungen oder einphasigen Prüfungen als Ersatz für dreiphasige Bedingungen eines einpolig betätigten Leistungsschalters mit Ungleichlauf der Pole, der für den Betrieb in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung vorgesehen ist, wird davon ausgegangen, dass der Kurzschluss beim Spannungsnulldurchgang der Leiter-Leiter-Spannung von zwei Phasen und dem darauffolgenden Spannungsnulldurchgang der dritten Phase (90° später) eingeleitet wird.

Die kürzeste Ausschaltzeit wird auf die letzteinschaltende Phase bezogen und muss durch den Polversatz korrigiert werden.

In Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung ist die kürzeste Ausschaltzeit wie folgt definiert:

Kürzeste Schutzrelaiszeit (halbe Periode) + kürzeste Ausschalteigenzeit während einer Ein-Aus-Schaltung (siehe Anmerkung) + kürzeste Lichtbogenzeit (T100s) − kleinster Polversatz (90°).

Das Prüfverfahren folgt IEC 62271-100 [2] mit Ausnahme der geforderten unbeeinflussten Werte des Scheitelwertes des Kurzschlussstroms und der Dauer der Stromteilschwingung, die bei der letzten großen Teilschwingung vor Stromunterbrechung erreicht werden müssen. Diese Werte sind in Tabelle 4 und 5 dieser Norm angegeben.

T100a-Prüfungen nach IEC 62271-100 [2], 7.102.10.2.2, decken möglicherweise die geforderten Asymmetriekriterien nach Tabelle 4 oder 5 ab, z. B. aus Prüfungen mit höheren Bemessungs-Kurzschlussausschaltströmen oder höheren Gleichstrom-Zeitkonstanten. IEC TR 62271-306 [3] und Anhang A bieten Hilfestellung bei diesen Berechnungen.

Für dreiphasige Prüfungen eines dreipolig betätigten Leistungsschalters mit Ungleichlauf der Pole, der für den Einsatz in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung vorgesehen ist, muss das Verfahren zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden.

Für Netze mit effektiver Sternpunkterdung (kpp = 1,3) sind die Werte für simultanes und verzögertes Einschalten gleich und in Übereinstimmung mit IEC 62271-100 [2]. Allerdings kann sich in solchen Netzen eine vollständige Asymmetrie in allen drei Phasen für eine 60°-Schließverzögerung zwischen den Phasen entwickeln.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

In Netzen mit effektiver Sternpunkterdung ist die kürzeste Ausschaltzeit wie folgt definiert:

Kürzeste Schutzrelaiszeit (halbe Periode) + kürzeste Ausschalteigenzeit während einer Ein-Aus-Schaltung (siehe Anmerkung) + kürzeste Lichtbogenzeit (T100s) − kleinster Polversatz (120°).

ANMERKUNG Leistungsschalter einiger Bauarten weisen möglicherweise bei einer CO-Schaltung eine längere kürzeste Ausschalteigenzeit auf als bei einer einzelnen O-Schaltung. Bei solchen Bauarten ist die kürzeste Ausschalteigenzeit bei einer CO-Schaltung für die Ermittlung des Bereichs der kürzesten Ausschaltzeit und der zugehörigen Parameter der letzten Stromteilschwingung zu verwenden. Die T100a-Prüfung ist unter den ungünstigsten Bedingungen entsprechend den Prüfparametern nach IEC 62271-113 (unter Verwendung der kürzesten Ausschalteigenzeit bei einer CO-Schaltung) oder den Prüfparametern nach IEC 62271-100 [2] (unter Verwendung der kürzesten Ausschalteigenzeit bei einer einzelnen O-Schaltung) durchzuführen.

Tabelle 4 – Parameter der letzten Teilschwingung des Stroms bei dreiphasigen Prüfungen und bei einphasigen Prüfungen als Ersatz für dreiphasige Prüfungen in Bezug auf die Kurzschluss-Prüfschaltfolge T100a – Prüfungen für 50-Hz-Betrieb

τ	Kürzeste Ausschaltzeit	$\hat{I}$	k_{pp} = 1,5			
			Δt_1	Δt_{a1}	Δt_2	Δt_{a2}
ms	Ms	p.u.	ms	ms	ms	ms
45	5,0 < t ≤ 23,0	1,71	15,3	4,9	16,9	12,4
	23,0 < t ≤ 43,5	1,45	13,1	4,3	14,7	10,8
	43,5 < t ≤ 64,0	1,29	11,9	4,0	13,6	9,9
	64,0 < t ≤ 84,5	1,19	11,2	3,8	12,9	9,3
60	5,0 < t ≤ 23,0	1,83	14,4	5,3	18,5	13,3
	23,0 < t ≤ 43,0	1,60	14,1	4,7	15,8	11,7
	43,0 < t ≤ 64,0	1,43	12,8	4,3	14,5	10,7
	64,0 < t ≤ 84,0	1,31	12,0	4,1	13,7	10,1
	84,0 < t ≤ 104,5	1,22	11,4	3,9	13,1	9,6
75	5,0 < t ≤ 22,0	kein Nulldurchgang zwischen ersten beiden großen Teilschwingungen				
	22,0 < t ≤ 43,0	1,70	15,1	5,1	16,7	12,5
	43,0 < t ≤ 63,5	1,54	13,7	4,6	15,3	11,4
	63,5 < t ≤ 84,0	1,41	12,7	4,2	14,4	10,7
	84,0 < t ≤ 104,0	1,32	12,1	4,0	13,7	10,2
	104,0 < t ≤ 124,5	1,24	11,6	3,9	13,2	9,7
120	5,0 < t ≤ 22,0	kein Nulldurchgang zwischen ersten beiden großen Teilschwingungen				
	22,0 < t ≤ 43,0	1,90	17,5	5,8	19,1	14,0
	43,0 < t ≤ 63,0	1,76	15,6	5,3	17,2	12,9
	63,0 < t ≤ 83,5	1,65	14,5	4,9	16,0	12,0
	83,5 < t ≤ 103,5	1,55	13,7	4,7	15,4	11,5
	103,5 < t ≤ 124,0	1,45	13,1	4,4	14,7	11,0
	124,0 < t ≤ 144,0	1,39	12,6	4,3	14,2	10,5

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Tabelle 5 – Parameter der letzten Teilschwingung des Stroms bei dreiphasigen Prüfungen und bei einphasigen Prüfungen als Ersatz für dreiphasige Prüfungen in Bezug auf die Kurzschluss-Prüfschaltfolge T100a – Prüfungen für 60-Hz-Betrieb

τ	Kürzeste Ausschaltzeit	$\hat{I}$	k_{pp} = 1,5			
			Δt_1	Δt_{a1}	Δt_2	Δt_{a2}
ms	ms	p.u.	ms	ms	ms	ms
45	4,2 < t ≤ 19,0	1,79	13,5	4,4	14,9	10,9
	19,0 < t ≤ 36,0	1,55	11,4	3,7	12,8	9,5
	36,0 < t ≤ 53,0	1,38	10,4	3,4	11,8	8,6
	53,0 < t ≤ 70,0	1,26	9,7	3,2	11,1	8,1
60	4,2 < t ≤ 18,5	kein Nulldurchgang zwischen ersten beiden großen Teilschwingungen				
	18,5 < t ≤ 36,0	1,69	12,4	4,1	13,8	10,2
	36,0 < t ≤ 53,0	1,52	11,3	3,7	12,6	9,3
	53,0 < t ≤ 70,0	1,39	10,5	3,6	11,9	8,7
	70,0 < t ≤ 87,0	1,30	9,9	3,3	11,3	8,3
	87,0 < t ≤ 103,5	1,23	9,5	3,1	10,9	8,0
75	4,2 < t ≤ 18,5	kein Nulldurchgang zwischen ersten beiden großen Teilschwingungen				
	18,5 < t ≤ 35,5	1,79	13,2	4,4	14,6	10,7
	35,5 < t ≤ 52,5	1,63	12,0	4,0	13,4	9,8
	52,5 < t ≤ 69,5	1,50	11,1	3,7	12,5	9,3
	69,5 < t · 86,5	1,40	10,5	3,6	11,9	8,8
	86,5 < t ≤ 103,5	1,32	10,1	3,4	11,5	8,4
	103,5 < t ≤ 120,0	1,26	9,7	3,2	11,1	8,1
120	4,2 < t ≤ 18,0	kein Nulldurchgang zwischen ersten drei großen Teilschwingungen				
	18,0 < t ≤ 35,0	kein Nulldurchgang zwischen ersten drei großen Teilschwingungen				
	35,0 < t ≤ 52,0	1,84	13,7	4,7	15,1	11,2
	52,0 < t ≤ 69,0	1,73	12,7	4,3	14,1	10,5
	69,0 < t ≤ 86,0	1,64	12,0	4,1	13,4	10,0
	86,0 < t ≤ 103,0	1,56	11,5	3,9	12,8	9,5
	103,0 < t ≤ 120,0	1,48	11,0	3,8	12,4	9,2

7.4.3 Kurzschlusseinschaltstrom

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.104.2, mit der folgenden Ergänzung:

Der beabsichtigte Ungleichlauf für das Schließen und die Anwendung müssen für die Bestimmung der Bedingungen für die Kurzschluss-Einschaltprüfungen herangezogen werden.

7.4.3.1 Dreiphasige Prüfungen

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.104.2.2.1, mit der folgenden Ergänzung:

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Bei dreipolig betätigten Leistungsschaltern, die für das Schließen beim Spannungsnulldurchgang in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung vorgesehen sind, darf eine einzelne Einschaltprüfung mit Quellenspannungen, die von der Nennspannung abweichen, durchgeführt werden, um das Einschalt- und Verklinkungsvermögen der Bauart nachzuweisen.

Diese Prüfung darf entfallen, wenn das erhöhte Kurzschlusseinschaltvermögen bereits im Rahmen einer vorangegangenen Prüfreihe an einer gleichwertigen, nicht verzögerten Bauart gezeigt wurde.

7.4.3.2 Einphasige Prüfungen

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.104.2.2.2, mit der folgenden Ergänzung:

Bei einpolig betätigten Leistungsschaltern, die für das Schließen beim Spannungsnulldurchgang in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung vorgesehen sind, darf eine einzelne Einschaltprüfung mit Quellenspannungen, die von der Nennspannung abweichen, durchgeführt werden, um das Einschalt- und Verklinkungsvermögen der Bauart nachzuweisen. Der Einschaltstoßstrom muss der Definition in Tabelle 1 entsprechen.

Diese Prüfung darf entfallen, wenn das erhöhte Kurzschlusseinschaltvermögen bereits im Rahmen einer vorangegangenen Prüfreihe für simultane Betätigung gezeigt wurde.

7.5 Prüfungen des kapazitiven Schaltvermögens

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.111, mit der folgenden Ergänzung:

7.5.1 Prüfspannung

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.111.7, mit der folgenden Ergänzung:

Es sind Vorkehrungen zu treffen, um die korrekte Spannungsbeanspruchung am geprüften Pol im Hinblick auf den vom Hersteller definierten beabsichtigten Ungleichlauf der Pole beim Öffnen zu erreichen.

Bei direkten einphasigen Prüfungen im Prüffeld darf die unmittelbar vor dem Öffnen am Leistungsschalter gemessene Spannung nicht kleiner sein als das Produkt aus $U_r/\sqrt{3}$ und dem folgenden kapazitiven Spannungsfaktor k_c:

1,5 für Prüfungen, die folgenden Bedingungen entsprechen:

– Ausschalten unter normalen Betriebsbedingungen in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung mit einem Ungleichlauf der verschiedenen Pole bei der Kontakttrennung beim Öffnen von mehr als einem Sechstel der Periode der Bemessungsfrequenz.

– Ausschalten von Kondensatorbatterien mit nicht-effektiv geerdetem Sternpunkt mit einem Ungleichlauf der verschiedenen Pole bei der Kontakttrennung beim Öffnen von mehr als einem Sechstel der Periode der Bemessungsfrequenz.

Bei Elementprüfungen muss die Prüfspannung so gewählt werden, dass sie der Spannung am höchstbeanspruchten Element des Leistungsschalterpols entspricht.

Bei mechanisch verzögerten Leistungsschaltern muss der sich ergebende vom Hersteller definierte Ungleichlauf beim Öffnen für die Bestimmung des Spannungsmultiplikators für direkte einphasige Prüfungen zum Schalten kapazitiver Ströme verwendet werden.

7.5.2 Prüfschaltfolgen

Es gilt IEC 62271-100 [2], 7.111.9, mit der folgenden Ergänzung:

Es ist bekannt, dass Leistungsschalter, die für gesteuertes Schließen (beim Spannungsnulldurchgang) von kapazitiven Lasten vorgesehen sind, nur dann signifikanten Einschaltbedingungen der Kondensatorbatterie ausgesetzt werden, wenn eine Zielverfehlung vorliegt. Aus diesem Grund wird eine geringere Anzahl an Kondensatorbatterieeinschaltungen als in IEC 62271-100 [2] festgelegt. Insbesondere sind mindestens 10 % der in IEC 62271-100 [2] festgelegten Kondensatorbatterieeinschaltungen in einem Bereich von 25° um den

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Scheitelwert der anstehenden Spannung herum (in einer Phase bei dreiphasigen Prüfungen) durchzuführen. Sofern zutreffend, muss der Einschaltstrom wenigstens gleich dem Bemessungs-Kondensatorparallel-einschaltstrom sein.

Es ist zu beachten, dass Leistungsschalter, die mit der hier definierten geringeren Anzahl an Einschaltungen geprüft wurden, nicht für die wiederholte Einschaltung der Kondensatorbatterie ohne Unterstützung durch ein geeignetes Steuergerät verwendet werden dürfen. In solchen Fällen ist die jeweilige Klasse des kapazitiven Schaltens (C1/C2) auf dem Leistungsschild des Leistungsschalters anzugeben und die Formulierung „mit Unterstützung durch gesteuertes Schalten“ o. Ä. beizufügen. Wenn wiederholte ungesteuerte Schaltungen erforderlich sind, z. B., um einen Ausfall oder die Abschaltung des Steuergeräts abdecken zu können, muss die komplette Prüfreihe nach IEC 62271-100 [2] durchgeführt werden.

Für das gesteuerte Ausschalten kapazitiver Lasten mit Einstellungen, die dafür vorgesehen sind, eine möglichst geringe Rückzündungswahrscheinlichkeit zu erzielen, gelten die Anforderungen nach IEC 62271-100 mit der Ausnahme, dass die Lichtbogenzeit durch die vom Hersteller festgelegte beabsichtigte Lichtbogenzeit definiert wird. Allerdings sind mindestens 10 % der geforderten Prüfschaltungen oder Prüfschaltspiele bei der kürzesten Lichtbogenzeit und den Bemessungsbedingungen des Leistungsschalters durchzuführen.

Die Reihenfolge der Prüfschaltungen ist nicht vorgeschrieben.

ANMERKUNG Das Durchführen von 10 % der Schaltungen unter nicht optimalen Bedingungen für gesteuertes Schalten kann nicht mit einem Ausfall des Steuergeräts in 10 % der Schaltungen gleichgesetzt werden. Diese Schaltungen dienen dem Nachweis, dass eine geringe Anzahl von Zielverfehlungen im Verlauf der Betriebslebensdauer des Leistungsschalters dessen grundsätzliches Leistungsverhalten nicht beeinträchtigt.

7.6 Bestimmung der RDDS

7.6.1 Anwendungsfall

Prüfungen mit einer Messung der RDDS kommen dann zur Anwendung, wenn der Leistungsschalter für gesteuertes Schließen bei einem vordefinierten Zielzeitpunkt vorgesehen ist. Typische Anwendungen sind die Zuschaltung von Kondensatorbatterien, Drosselspulen, Leitungen und Transformatoren.

7.6.2 Allgemeine Anforderungen

Die Prüfung darf bei 50 Hz oder 60 Hz und unter Anwendung der in IEC 62271-100 [2] ausgeführten üblichen Toleranzen durchgeführt werden.

ANMERKUNG Es ist bekannt, dass die Frequenz, bei der die Prüfung durchgeführt wird, die Ergebnisse beeinflussen kann, und insbesondere dass keine absolute Vergleichpräzision zwischen Prüfverfahren mit Gleichspannung und Wechselspannungsprüfungen gegeben ist. Wenngleich mit der entsprechenden Vorsicht vorgegangen werden muss, wenn Prüfungen bei einer Frequenz für Anwendungen mit einer anderen Frequenz herangezogen werden, wird doch davon ausgegangen, dass die Unterschiede zwischen 50 Hz und 60 Hz so klein sind, dass sie in der Praxis keine Konsequenzen haben.

Die Amplitude der Prüfspannung darf bei Leistungsschaltern, die für die Verwendung in Netzen mit effektiver Sternpunkterdung vorgesehen sind, nicht kleiner als die Leiter-Erde-Spannung sein und bei Leistungsschaltern, die für die Verwendung in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung vorgesehen sind, nicht kleiner als das 1,5-Fache der Leiter-Erde-Spannung sein. In einigen Anwendungen sind möglicherweise höhere Prüfspannungen erforderlich, die dann mit dem Endanwender abgestimmt werden dürfen, z. B. eine Prüfspannung, die dem 1,73-fachen Wert der Leiter-Erde-Spannung entspricht, wenn die ersten beiden Pole in Anwendungen mit nicht-effektiv geerdeten Kondensatorbatterien mit Ungleichlauf schließen.

Der Prüfstrom darf nicht größer sein als der Vorzugswert des Bemessungswertes des kapazitiven Stroms; bevorzugt wird ein Wert über 10 A.

Die Versorgungsspannung der Ein- und Ausschaltvorrichtungen muss ihren Bemessungswert aufweisen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Die Prüfungen mit RDDS-Messung sind an einem Leistungsschalter im Neuzustand unter Bemessungsbetriebsbedingungen sowie an einem vorbehandelten Leistungsschalter im Verriegelungszustand durchzuführen. Sofern umsetzbar, ist die Prüfanordnung so zu gestalten, dass zwischen den Prüfreihen keine Maßnahmen am Leistungsschalter erforderlich sind. Ist dies nicht möglich, so sind die Maßnahmen so geringfügig wie möglich zu gestalten.

Für die RDDS-Prüfreihen im neuen und im vorbehandelten Zustand dürfen verschiedene Pole verwendet werden.

Die Prüfungen mit Vorbehandlung müssen IEC 62271-100 [2], 7.111.9.4.1, entsprechen.

7.6.3 Messungen

Während der RDDS-Prüfungen sind die folgenden Parameter aufzuzeichnen.

- Zeitpunkt der Kontaktberührung;
- Zeitpunkt der Vorzündung;
- Vorzündspannung.

Der Zeitpunkt der Kontaktberührung in jeder Prüfung wird aus Messungen bei Leerlaufeinschaltungen vor den Prüfungen mit RDDS-Messung sowie aus dem während der Prüfung aufgezeichneten Bewegungsverlauf abgeleitet.

7.6.4 Bevorzugtes Prüfverfahren

Die Prüfungen mit RDDS-Messung umfassen einen „Kreis“ von Schaltungen, die nach dem unten beschriebenen Verfahren durchgeführt werden können:

a) Durchführen von 4 Einschaltungen so nahe wie möglich am Scheitelpunkt der Spannung;

b) Verzögern des Schließimpulses um 15° und Durchführen von weiteren 4 Einschaltungen;

c) Wiederholen von Schritt b) 22-mal, so dass die gesamte Spannungsperiode (360°) geprüft wurde;

d) Wiederholen von Schritt a), um nachzuweisen, dass sich die Kenngrößen des Leistungsschalters im Vergleich zu den Anfangsbedingungen nicht geändert haben.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, die Prüfung so nahe wie möglich am Spannungsscheitel zu beginnen, dies ist jedoch nicht obligatorisch, da die gesamte Spannungsperiode (360°) in der Prüfung abgedeckt wird.

7.6.5 Alternatives Prüfverfahren

Das folgende Prüfverfahren darf angewendet werden, wenn in dem Prüffeld kein gesteuertes Schalten möglich ist, z. B., wenn die RDDS-Prüfungen in einem Hochspannungs-Prüffeld durchgeführt werden. Aufgrund der Zufälligkeit dieses Prüfverfahrens sind hierbei wahrscheinlich deutlich mehr Prüfschaltungen erforderlich, als mindestens gefordert werden (108).

Jede halbe Periode der Spannung (Spannungsteilschwingung) ist in 6 gleich große Fenster von 30° zu unterteilen. Es sind zufällige Einschaltungen durchzuführen, bis mindestens neun Vorzündungen in jedem Fenster vorliegen.

7.7 Bestimmung des wiederzündungsfreien Fensters für das Schalten von Drosselspulen

Die optimale Lichtbogenzeit-Kennlinie eines Leistungsschalters wird aus normierten Prüfungen nach IEC 62271-110 [4] abgeleitet. Die Eignung des gesteuerten Öffnens wird anhand des Vergleichs des wiederzündungsfreien Fensters mit der erwarteten mechanischen Streuung und dem Alterungsverhalten des Leistungsschalters beurteilt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

7.8 Prüfung des gesteuerten Schließens

7.8.1 Anwendungsfall

Je nach den Anforderungen des Systems muss gegebenenfalls diese Prüfung durchgeführt werden, wenn die Kennlinien der RDDS und der mechanischen Streuung nicht ausreichen, um das entsprechende Leistungsverhalten nachzuweisen.

Dieses Prüfverfahren dient dem Nachweis der Fähigkeit des Leistungsschalters, Strom zuverlässig innerhalb eines vordefinierten Einschaltfensters einzuschalten. Das Prüfen mit dem Spannungsnulldurchgang als Zielzeitpunkt stellt unabhängig von der Anwendung stets die anspruchsvollste Bedingung dar und reicht deshalb aus, um die Fähigkeiten des Leistungsschalters für alle Zielzeitpunkte nachzuweisen. Der Hersteller und der Anwender dürfen für einzelne Anwendungen andere Zielzeitpunkte für die Prüfung (z. B. Spannungsscheitel) vereinbaren.

Es ist bekannt, dass Bemessungs-Prüfspannungen üblicherweise höher sind als tatsächliche Netzspannungen, so dass sich beim Prüfen ein anderer optimaler Zielzeitpunkt und ein anderes optimales Einschaltfenster ergeben als für die Anwendung vor Ort. Diese Prüfung dient deshalb lediglich der Ermittlung der Wiederholpräzision des Leistungsschalters im Hinblick auf einen vordefinierten Zielzeitpunkt bzw. ein vordefiniertes Einschaltfenster.

Diese Prüfung ist obligatorisch für alle Leistungsschalter, die für gesteuertes Schließen vorgesehen sind, wenn diese Kennlinie durch keine andere Prüfung zuverlässig überprüft werden kann. Diese Prüfung wird bei Bemessungsspannung durchgeführt und kann in Kombination mit der RDDS-Prüfung durchgeführt werden.

7.8.2 Allgemeine Anforderungen

Es wird ein vordefiniertes Einschaltfenster entsprechend den Anforderungen der Anwendung ausgewählt. Die bevorzugten Prüfwerte sind: 1,0 ms; 1,5 ms; 2,0 ms; 2,5 ms und 3 ms. Das Prüfen nach diesem Abschnitt darf in Übereinstimmung mit Tabelle 2 dieser Norm erfolgen. Wenn in Übereinstimmung mit Tabelle 2 geprüft wird, repräsentiert die Verwendung eines Prüffeld-Steuergeräts das bestmögliche Leistungsverhalten, das von einem Leistungsschalter in einem „idealen“ System für gesteuertes Schalten erwartet werden kann. Die Prüfung darf auch mit dem Steuergerät durchgeführt werden, das integraler Bestandteil des Leistungsschalters ist. Kompensationsfunktionen wie die Temperatur, die Steuerspannung oder die Stillstandzeit dürfen während der Prüfung aufrechterhalten werden.

Der Auslöse-Steuerstromkreis des Prüffeldes (einschließlich der Synchronisierausrüstung des Prüffeldes) muss hinreichend genau sein, um die Prüfergebnisse nicht signifikant zu beeinflussen.

7.8.3 Bestimmung des optimalen Zielzeitpunktes

Der Hersteller muss den optimalen Zielzeitpunkt für die Prüfung des gesteuerten Schaltens angeben. Vor Beginn der Prüfung des gesteuerten Schließens sind Leerschaltungen (O und C) durchzuführen und Einzelheiten der Betriebskenngrößen des Leistungsschalters aufzunehmen.

Da die RDDS-Kennlinie eines Leistungsschalters von einer Polarität zur anderen variieren kann, darf der Leistungsschalter bei der günstigsten Polarität geprüft werden, sofern diese in einer bestimmten Anwendung gewählt werden kann.

7.8.4 Eigenschaften des betriebsfrequenten Speisekreises

Die Prüfspannung darf bei Leistungsschaltern, die für die Verwendung in Netzen mit effektiver Sternpunkterdung vorgesehen sind, nicht kleiner als die Leiter-Erde-Spannung sein und bei Leistungsschaltern, die für die Verwendung in Netzen mit nicht-effektiver Sternpunkterdung vorgesehen sind, nicht kleiner als das 1,5-Fache (je nach Anwendung) der Leiter-Erde-Spannung sein. Bei einigen Anwendungen sind möglicherweise höhere Prüfspannungen erforderlich, z. B. beim Schalten ungeerdeter Kondensatorbatterien oder dem Wiedereinschalten von Leitungen. Bei Elementprüfungen muss die Prüfspannung so gewählt werden, dass sie der Spannung am höchstbeanspruchten Element des Leistungsschalterpols entspricht.

Der Prüfkreis muss die folgenden Kriterien erfüllen:

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

a) Die Schwankung der betriebsfrequenten Spannung der Quelle muss weniger als 2 % betragen;

b) der Prüfstrom darf nicht größer sein als der Vorzugswert des Bemessungswertes des kapazitiven Stroms; bevorzugt wird ein Wert über 10 A;

c) die Prüfung muss bei Bemessungsfrequenz durchgeführt werden.

7.8.5 Prüfverfahren

Die Prüfung des gesteuerten Schließens umfasst eine Reihe von Einschaltungen unter Bemessungsbetriebsbedingungen an einem Leistungsschalter im Neuzustand und eine Reihe von Einschaltungen an einem vorbehandelten Leistungsschalter im Verriegelungszustand.

Die Prüfungen müssen bei der Spannungspolarität durchgeführt werden, die die geringste RDDS ergibt (siehe 7.6). Wenn diese Information nicht bekannt ist, muss die Prüfung des gesteuerten Schließens bei jeder Polarität durchgeführt werden.

ANMERKUNG Das Prüfen bei der größten RDDS kann zulässig sein, wenn die Polarität beim Schließen gewählt werden kann.

Die Anforderungen an die Vorbehandlung sind identisch mit den Anforderungen unter 1.4.2. Sofern umsetzbar, ist die Prüfanordnung so zu gestalten, dass zwischen den Prüfreihen keine Maßnahmen am Leistungsschalter erforderlich sind. Ist dies nicht möglich, so sind die Maßnahmen so geringfügig wie möglich zu gestalten. Falls die örtlichen Sicherheitsbestimmungen fordern, vor dem Zugang zum Standort des Leistungsschalters den Druck zu verringern, ist es gestattet, den Druck zu verringern, vorausgesetzt, das Gas wird beim erneuten Befüllen des Leistungsschalters wiederverwendet.

Für die Prüfreihen im neuen und im vorbehandelten Zustand dürfen verschiedene Pole verwendet werden.

Der Leistungsschalter muss die Prüfungen in 1.6.5.1 und 1.6.5.2 bestehen.

7.4.5.1 Prüfverfahren für Leistungsschalter im Neuzustand

Es müssen 20 Einschaltungen durchgeführt werden, bei denen das Schließen beim optimalen Zielzeitpunkt angestrebt wird.

Der Leistungsschalter hat die Prüfung bestanden, wenn alle 20 Schaltungen zum Einleiten des Stroms innerhalb des Einschaltfensters des Leistungsschalters führen. Wenn eine einzelne Einschaltung aus der Folge der 20 Schaltungen außerhalb des Einschaltfensters erfolgt, müssen weitere 20 Einschaltungen durchgeführt werden. Der Leistungsschalter hat die Prüfung bestanden, wenn der Strom bei mindestens 19 Einschaltungen aus der zweiten Folge von 20 Einschaltungen innerhalb des Einschaltfensters eingeleitet wird.

7.4.5.2 Prüfverfahren für vorbehandelte Leistungsschalter

Es müssen 20 Einschaltungen durchgeführt werden, bei denen das Schließen beim optimalen Zielzeitpunkt angestrebt wird.

Der Leistungsschalter hat die Prüfung bestanden, wenn mindestens 18 der 20 Schaltungen zum Einleiten des Stroms innerhalb des Einschaltfensters des Leistungsschalters führen. Wenn eine dritte Einschaltung aus der Folge der 20 Schaltungen außerhalb des Einschaltfensters erfolgt, müssen weitere 20 Einschaltungen durchgeführt werden. Der Leistungsschalter hat die Prüfung bestanden, wenn der Strom bei mindestens 18 Einschaltungen aus der zweiten Folge von 20 Einschaltungen innerhalb des Einschaltfensters eingeleitet wird.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

8 Stückprüfungen

8.1 Allgemeines

Es gilt IEC 62271-100 [2], Abschnitt 8, mit den folgenden Ergänzungen:

Besondere Aufmerksamkeit ist etwaigen Wandlern oder Hilfsschaltern zu schenken, die für Anwendungen mit gesteuertem Schalten benötigt werden. Die Präzision dieser Betriebsmittel ist zu überprüfen, aufzuzeichnen und im Hinblick auf die Übereinstimmung mit den vom Hersteller festgelegten Toleranzen zu untersuchen.

Es sind mindestens 30 Schaltungen bei Bemessungsbedingungen durchzuführen, um die erforderlichen Eigenschaften des Leistungsschalters für das gesteuerte Schalten nachzuweisen.

Die Anforderungen an die zeitliche Präzision aus IEC 62271-100 [2], 8.1, gelten auch für Stückprüfungen.

9 Auswahl von Leistungsschaltern für den Betrieb (informativ)

9.1 Allgemeines

Es gilt IEC 62271-100 [2], Abschnitt 9, mit den folgenden Ergänzungen:

9.2 Spannungsfaktoren auf Grundlage der Netzkonfiguration

Bei der Auswahl eines Leistungsschalters für nicht simultanes gesteuertes Schließen müssen die folgenden Spannungsfaktoren berücksichtigt werden:

Tabelle 6 – Spannungsfaktoren für geerdete und ungeerdete Netze

	Spannungsfaktor (p.u.)	
	Netz mit effektiver Sternpunkterdung	Netz mit nicht-effektiver Sternpunkterdung
erstschließender Pol	1,0	1,0
zweitschließender Pol	1,0	1,73
drittschließender Pol	1,0	1,5

9.3 Berücksichtigung der RDDS und der mechanischen Streuung bei der Bestimmung der Zielzeitpunkte

Die RDDS und die mechanische Streuung sind die beiden wichtigsten Kenngrößen des Leistungsschalters im Hinblick auf das gesteuerte Schalten.

Hilfestellung bei der Bestimmung der Zielzeitpunkte für verschiedene Anwendungen in Abhängigkeit von der RDDS und der mechanischen Streuung bietet ANHANG E.

10 Angaben in Anfragen, Angeboten und Bestellungen (informativ)

10.1 Allgemeines

Es gilt IEC 62271-100 [2], Abschnitt 10, mit der folgenden Ergänzung.

Auf Anfrage muss ein zusammenfassender Prüfbericht der Parameterprüfungen (siehe ANHANG D) zur Verfügung gestellt werden.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

11 Transport, Lagerung, Aufstellung, Betriebsanleitungen und Instandhaltung

11.1 Allgemeines

Es gilt IEC 62271-100 [2], Abschnitt 11, mit den folgenden Ergänzungen:

11.2 Inbetriebnahme von Leistungsschaltern für gesteuertes Schalten

Um Netzstörungen weitestgehend zu vermeiden und die Anzahl von Schaltungen nach der Einschaltung des Leistungsschalters zu begrenzen, sind die folgenden Empfehlungen für Prüfungen vor Ort zu berücksichtigen:

- Durchführen von Leerschaltungen an dem gesamten System für gesteuertes Schalten
- Aufstellen eines klar definierten Prüfverfahrens entsprechend der Anwendung des Systems (vor und nach der Einschaltung)
- Durchführen von Live-Prüfungen, um nachzuweisen, dass die Zielzeitpunkte erreicht werden
- Überprüfen der Kenngrößen des Leistungsschalters wie der RDDS anhand der Daten des Steuergeräts

11.3 Instandhaltung zur Wahrung der Präzision beim gesteuerten Schalten

Der Konstrukteur des Systems für gesteuertes Schalten muss Empfehlungen hinsichtlich der Mindestanforderungen an die Instandhaltung bereitstellen, damit sichergestellt werden kann, dass die festgelegte Präzision über die gesamte Lebensdauer der Aufstellung hinweg gewahrt werden kann.

Der Anwender muss über alle potenziellen Alterungseffekte einschließlich besonderer Anforderungen an die Instandhaltung zur Wahrung des geforderten Leistungsvermögens des Leistungsschalters informiert werden.

Durch adaptive Regelung können sowohl elektrische als auch mechanische Abweichungen hinsichtlich der Zeit kompensiert werden, sofern ein geeignetes Rückmeldesystem verwendet wird.

12 Sicherheit

Es gilt IEC 62271-100 [2], Abschnitt 11.

13 Durch das Produkt verursachte Umwelteinflüsse

Es gilt IEC 62271-100 [2], Abschnitt 11.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Anhang A
(informativ)

Informationen zum maximalen zeitlichen Unterschied zwischen den Zeitpunkten der Kontaktberührung/Kontakttrennung von Ausschaltelementen des gleichen Pols für Leistungsschalter, die für gesteuertes Schalten vorgesehen sind

A.1 Allgemeines

Für Leistungsschalter für allgemeine Anwendungen, die nicht speziell für gesteuertes Schalten vorgesehen sind, definiert IEC 62271-100 [2] einen maximalen Elementversatz von 1/6 Periode beim Öffnen als oberen Grenzwert. IEC 62271-100 [2] definiert keine Anforderungen an den Elementversatz beim Schließen.

Um sicherzustellen, dass beim gesteuerten Schalten das beabsichtigte Leistungsverhalten erzielt wird, ist es wichtig, dass in Reihe geschaltete Ausschaltelemente des gleichen Pols mechanisch simultan und mit gleichen dynamischen dielektrischen Eigenschaften arbeiten. Dem mechanischen Ungleichlauf kann bei der Einstellung der Zielzeitpunkte Rechnung getragen werden, grundsätzlich muss dieser für ein optimales Erreichen der Zielzeitpunkte jedoch so gering wie möglich sein.

A.2 Gesteuertes Schließen

Das folgende Beispiel illustriert die Auswirkungen eines zeitlichen Versatzes der Elemente für den Fall der einphasigen Einschaltung einer Kondensatorbatterie bei 50 Hz mit einem zweielementigen Leistungsschalter.

Für die Zwecke des Beispiels werden die folgenden Annahmen gemacht:

- Die Gesamt-RDDS ($RDDS_{tot}$) der beiden Elemente, $RDDS_1$ und $RDDS_2$, bei simultaner Betätigung ist gleich dem Wert $(du/dt)_{max}$, der beim Spannungsnulldurchgang der anstehenden Spannung auftritt;
- es wird angenommen, dass die RDDS der einzelnen Elemente linear verläuft;
- es liegt kein dynamischer dielektrischer Versatz vor;
- die Spannung ist gleichmäßig auf die Elemente verteilt (bei Berücksichtigung von eingesetzten Steuerkondensatoren);
- der Elementversatz ist einheitlich und weist keine Streuung auf.

Bild A.1 zeigt den Fall eines Leistungsschalters mit einer mechanischen Streuung von ±1,0 ms ohne Elementversatz. Unter Berücksichtigung dieser mechanischen Streuung wird $RDDS_{tot}$ so zentriert, dass die Vorzündspannung am unteren Extremwert (kleinste Einschalteigenzeit) und am oberen Extremwert (größte Einschalteigenzeit) gleich ist. Dies ergibt einen optimierten Ziel-Schließzeitpunkt, der im Verhältnis zum Spannungsnulldurchgang leicht verzögert ist.

In Bild A.2 ist die äquivalente Situation für einen Leistungsschalter mit einem mechanischen Elementversatz von 1/8 Periode (2,5 ms bei 50 Hz) beim Schließen dargestellt. Durch das „frühe“ Schließen eines der Elemente wird $RDDS_{tot}$ zu einer nichtlinearen Funktion mit einer Wertänderung an dem Punkt, an dem die erste Schaltkammer leitend wird. Die Auswirkung des Elementversatzes auf $RDDS_{tot}$ führt zu einer größeren Zielverfehlung, die wiederum von verschiedenen Bedingungen wie der Spannungsverteilung über den Elementen, dem Verhältnis zwischen RDDS und anstehender Spannung, der Linearität der RDDS, dem Gesamtwert der mechanischen Streuung und dem tatsächlich beabsichtigten Zielzeitpunkt abhängt.

Der Elementversatz kann dazu führen, dass der Ziel-Schließzeitpunkt zusätzlich verzögert werden muss. Um bei einem Elementversatz von 2,5 ms einer mechanischen Streuung von ± 1,0 ms Rechnung zu tragen, muss der Ziel-Schließzeitpunkt des letztschließenden Elements um 2,25 ms vom Spannungsnulldurchgang ver-

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

zögert werden; selbst dann wird sich jedoch eine maximale Vorzündspannung ergeben, die größer ist als die maximale Vorzündspannung unter der Annahme nicht versetzter Elemente. Den Zielbereich so zu zentrieren, dass die Vorzündspannung auf der ansteigenden und der abfallenden Spannungsflanke gleich ist, ist gegebenenfalls nicht mehr möglich.

Dies ist ein vereinfachtes Beispiel, in der Realität hängt die Situation von der Wechselwirkung zwischen dem elektrischen Verhalten der Elemente ab. Da diese Art von Leistungsschaltern aufgrund der gleichmäßigen Spannungsverteilung über Steuerkondensatoren elektrisch gekoppelt sind, hat das erstschließende Element einen wesentlichen Einfluss auf die Strategie zum Erreichen der Zielzeitpunkte. Um derartige Komplexitäten zu vermeiden, sind für Leistungsschalter für gesteuertes Schließen niedrige Werte des Elementversatzes festzulegen, wie in dieser Norm beschrieben.

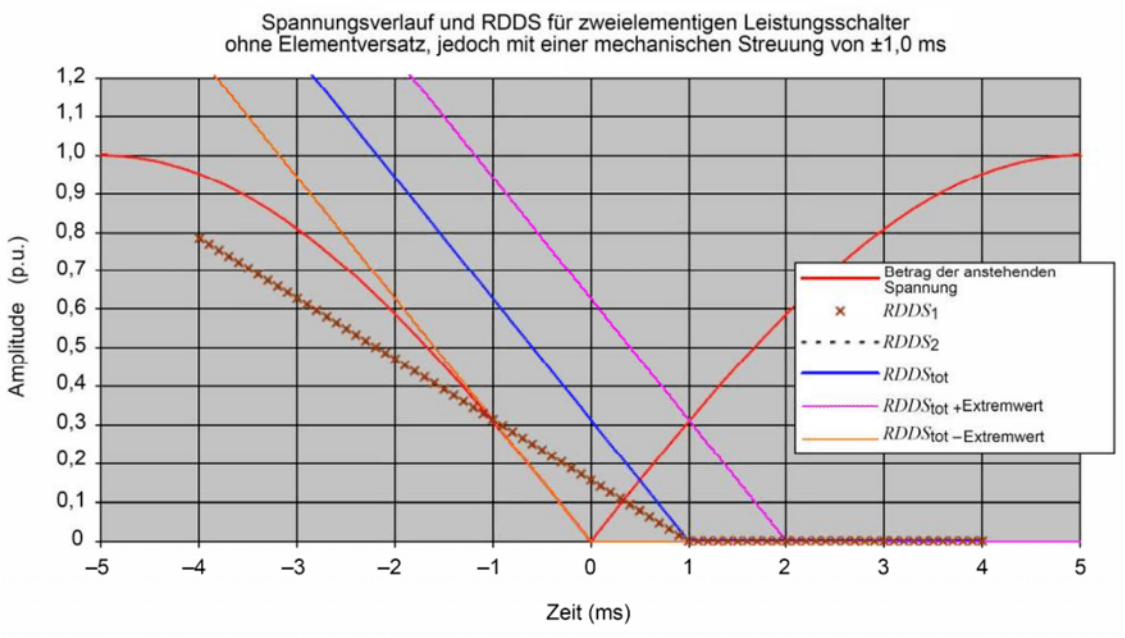

Bild A.1 – RDDS versus Spannung für das Schließen ohne Elementversatz und mit einer mechanischen Streuung von ±1,0 ms

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

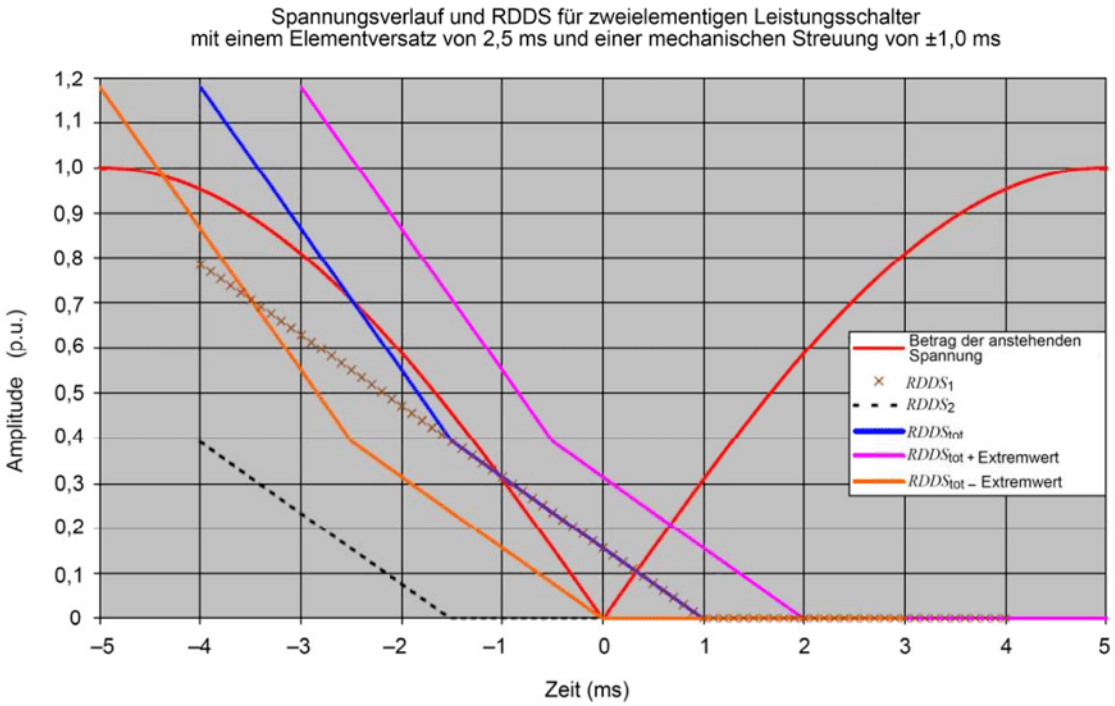

Bild A.2 – RDDS versus Spannung für das Schließen mit einem Elementversatz von 1/8 Periode und mit einer mechanischen Streuung von ±1,0 ms

A.3 Gesteuertes Öffnen

Die Auswirkungen des Elementversatzes beim Öffnen werden anhand des Beispiels eines gesteuerten Abschaltens einer Drosselspule bei 50 Hz gezeigt, mit dem eine wiederzündungsfreie Unterbrechung erreicht werden soll; die Abschaltung erfolgt mithilfe eines zweielementigen Leistungsschalters mit einem maximalen Elementversatz von 1/8 Periode.

Für die Zwecke des Beispiels werden die folgenden Annahmen gemacht:

- Die Gesamt-RRDS ($RRDS_{tot}$) der beiden Elemente bei simultaner Schaltung führt zu einer kleinsten wiederzündungsfreien Lichtbogenzeit, die einer viertel Periode der Wiederkehr-Kenngrößen in dem Beispiel entspricht [Text muss überarbeitet werden, wenn die RRDS entfernt wird];
- es wird angenommen, dass die RRDS der einzelnen Elemente linear verläuft;
- es liegt kein dynamischer dielektrischer Versatz vor;
- die Spannung ist gleichmäßig auf die Elemente verteilt;
- der Elementversatz ist unveränderlich und weist keine Streuung auf;
- eine steigende wiederkehrende Spannung aufgrund einer steigenden Lichtbogenzeit und damit verbundenen Überspannungen bei einem Stromabriss wurde nicht berücksichtigt.

In Bild A.3 ist die Situation für einen Leistungsschalter mit einer mechanischen Streuung von ±1,0 ms ohne Elementversatz dargestellt ($RRDS_1 = RRDS_2 = 0{,}5 \times RRDS_{tot}$). Der Zielzeitpunkt für die Abschaltung wird so zentriert, dass die kürzeste Lichtbogenzeit für eine wiederzündungsfreie Unterbrechung dem oberen Extremwert des Bereichs der mechanischen Streuung entspricht.

Bild A.4 zeigt den äquivalenten Fall mit einem Elementversatz von 2,5 ms. Wie in dem oben dargestellten Fall des Schließens führt der Elementversatz zu einem Umbruchpunkt in der Kennlinie von $RDDS_{tot}$[N1]. Um

[N1] Nationale Fußnote: Hier liegt ein Fehler in der englischen Originalausgabe vor; anstelle von „RDDStot“ müsste es „RRDStot“ lauten.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

ein zuverlässiges wiederzündungsfreies Leistungsverhalten zu erreichen, muss im Verhältnis zu dem Fall ohne Elementversatz ein früherer Ziel-Öffnungszeitpunkt gewählt werden. In diesem speziellen Beispiel ist ein Vorziehen um etwa 1,3 ms erforderlich, so dass sich der neue zentrierte Ziel-Öffnungszeitpunkt bei 7,3 ms vor dem Stromnulldurchgang befindet.

Daraus folgt, dass der Ziel-Öffnungszeitpunkt unter Berücksichtigung des Elementversatzes beim Öffnen angepasst werden muss. Wie die Einstellung der Kontakttrennung bei einem bestimmten Elementversatz angepasst werden muss, hängt von der Steilheit der RRDS im Verhältnis zum Scheitelwert der wiederkehrenden Spannung ab. Die Zielverfehlung wird von der Spannungsverteilung über den Elementen, dem erwarteten Elementversatz und dem tatsächlichen Zusammenhang zwischen der wiederkehrenden Spannung, den Überspannungen durch Stromabriss und der RRDS bestimmt.

Um derartige Komplexitäten zu vermeiden, sind für Leistungsschalter für gesteuertes Öffnen niedrige Werte des Elementversatzes festzulegen, wie in dieser Norm beschrieben.

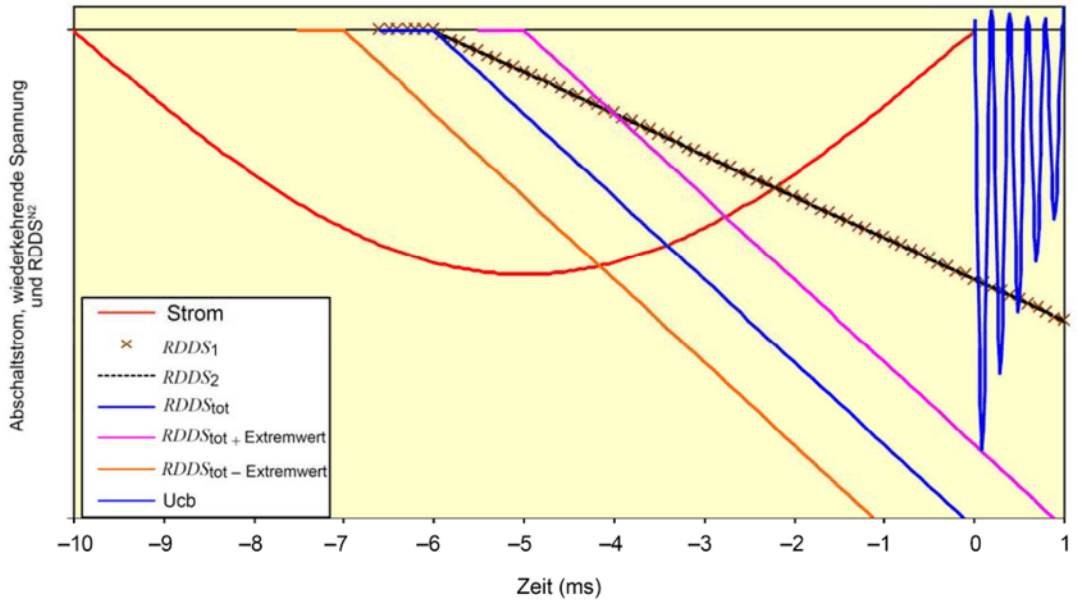

Bild A.3 – RRDS versus wiederkehrende Spannung ohne Elementversatz und mit einer mechanischen Streuung von ± 1,0 ms

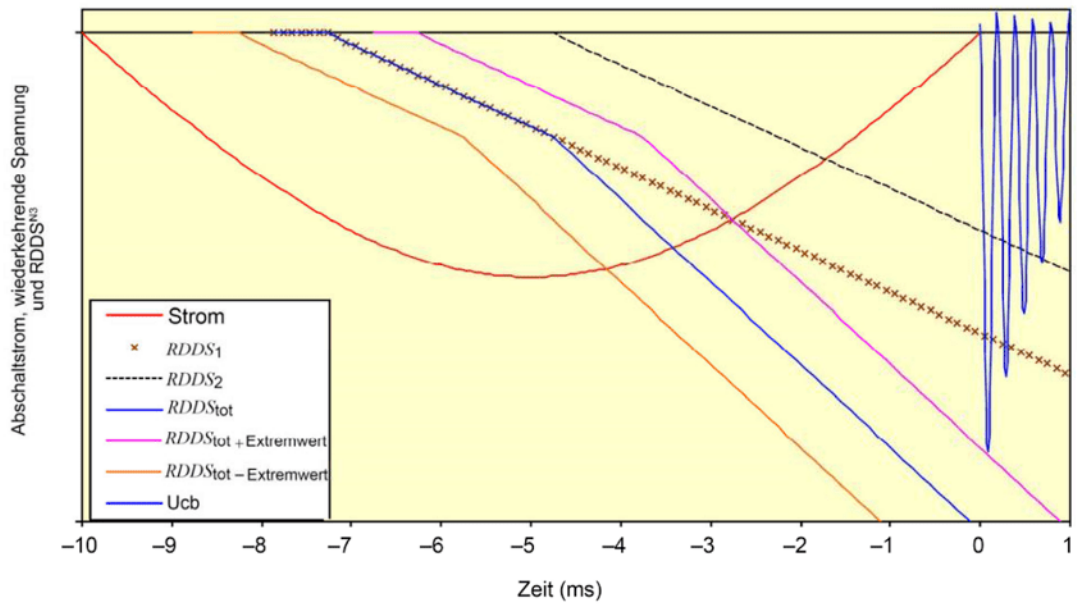

Bild A.4 – RRDS versus wiederkehrende Spannung mit einem Elementversatz von 2,5 ms und mit einer mechanischen Streuung von ± 1,0 ms

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

A.4 Messung und Grenzwerte des Elementversatzes

Die Einschalteigenzeit/Schließzeit nach Definition in IEC 62271-100 [2], 3.7.136, ist die Zeit von dem Impuls bis zur Kontaktberührung im gesamten Pol, d. h., sie kann zum Messen des letztschließenden Elements herangezogen werden.

Die Ausschalteigenzeit/Öffnungszeit nach Definition in IEC 62271-100 [2], 3.7.133, ist die Zeit von dem Impuls bis zur Kontakttrennung im gesamten Pol, d. h., sie kann zum Messen des erstöffnenden Elements herangezogen werden.

Diese Begriffe sind für die meisten Zwecke sachdienlich und berücksichtigen, dass beispielsweise bei mehrelementigen Leistungsschaltern gasisolierter Schaltanlagen gegebenenfalls keine geeignete Möglichkeit zum Messen der Betriebskenngrößen der einzelnen Elemente besteht.

Wie vorstehend gezeigt, sind die vorliegenden Begriffe der Einschalt- und Ausschalteigenzeiten nicht für alle Anwendungen gesteuerten Schaltens uneingeschränkt geeignet, in denen der Elementversatz, d. h. die Diskrepanz zwischen dem Schalten des erstschaltenden und des letztschaltenden Elements, von Bedeutung sein kann. Wenn der Elementversatz nicht bekannt ist und nur die „Gesamt-Einschalteigenzeit“ oder die „Gesamt-Ausschalteigenzeit“ berücksichtigt wird, kann dies zum Verfehlen der beabsichtigten Zielzeitpunkte führen. Das erstschließende Element bestimmt den (unteren) Grenzwert für die früheste Vorzündung, während das letztöffnende Element den unteren Grenzwert für das Stehvermögen bestimmt. Diese Informationen sind jedoch bereits in der RDDS enthalten und können aus dieser abgeleitet werden.

Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, den Elementversatz von Leistungsschaltern, die für gesteuertes Schalten vorgesehen sind, bei den Prüfungen des Zeitverhaltens sowie als kombinierte elektrische Kenngröße in Form der RDDS oder der RRDS eng zu steuern und zu messen, und zwar insbesondere vor der Inbetriebnahme.

Der obere Grenzwert des Elementversatzes hängt von der Steilheit der RDDS und der RRDS im Zusammenhang mit der erwarteten mechanischen Streuung ab. Um komplexe, Schaltaufgaben-spezifische Bewertungen zu vermeiden, wird empfohlen, dafür zu sorgen, dass Leistungsschalter für gesteuertes Schalten einen möglichst geringen Elementversatz aufweisen, d. h., dass die Elemente eines Pols im Wesentlichen simultan arbeiten. Um sicherzustellen, dass das beabsichtigte gesteuerte Schaltverhalten erreicht wird, darf der größte Unterschied zwischen den Zeitpunkten der Kontaktberührung/-trennung der in Reihe geschalteten Schaltkammereinheiten ein Sechzehntel (6,25 %) einer Periode der Bemessungsfrequenz nicht überschreiten.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Anhang B
(informativ)

Hinweise zur Interpretation des Ergebnisses der Prüfungen zur Definition der Parameter

B.1 Allgemeines

Die Prüfungen zur Definition der Parameter liefern Informationen über die erreichbare Präzision des Prüflings. Da diese Prüfungen einzeln für jeden betrachteten Parameter durchgeführt werden, erfordert die Ermittlung der erreichbaren Gesamtleistung des Systems eine weitergehende Analyse der Prüfergebnisse. Dieser Anhang enthält Anleitungen, anhand derer auf Grundlage der Einzeldaten aus den in dieser Norm definierten Prüfungen eine Einschätzung der Gesamtleistung vorgenommen werden kann. Diese Anleitungen beruhen auf Parametervariationen, die eine Normal- oder Gauß-Verteilung aufweisen; ein ähnlicher Ansatz könnte jedoch auch auf andere Verteilungen angewendet werden.

B.2 Abgrenzung der mechanischen Streuung

In 7.3.2.1 wird die mechanische Streuung anhand der mittleren, größten und kleinsten Schaltzeit sowie den zugehörigen Standardabweichungen bestimmt. Die Ergebnisse der Prüfungen zur Definition anderer Parameter, wie des Einflusses der Steuerspannung, hoher Temperaturen usw., setzen sich, wenn die Aufzeichnung auf der gleichen Grundlage erfolgt, sowohl aus Effekten der mechanischen Streuung als auch aus tatsächlich auf die Variation des jeweiligen Parameters zurückzuführenden Effekten zusammen. Wenn die Gesamtleistung berechnet und dabei sichergestellt werden soll, dass die Effekte der mechanischen Streuung nicht mehrfach aufgenommen werden, muss die mechanische Streuung demzufolge aus den Ergebnissen der einzelnen Prüfungen herausgerechnet werden. Dies lässt sich wie folgt erreichen.

Betrachtet werden n unabhängige Parameter X_i, die alle durch das Steuergerät kompensiert werden können.

S_t ist definiert als die Standardabweichung in einer Kombinationsprüfung, in der alle diese n Parameter variieren und Effekte haben, die unabhängig voneinander sind. S_t^2 ist der zugehörige Wert der Varianz, der für einzelne Verteilungen aufsummiert werden kann.

Wenn X_m der Parameter der mechanischen Streuung ist, kann die folgende Gleichung aufgestellt werden:

$$S_t^2 = S^2(X_1,\ldots,X_n,X_m)$$

Da alle diese Parameter als unabhängig angesehen werden, gilt

$$S_t^2 = S^2(X_1)+\ldots+S^2(X_n)+S^2(X_m)$$

Unter Berücksichtigung der in diesem technischen Bericht beschriebenen Prüfverfahren kann aus jeder Prüfung zur Definition der Parameter $S^2_{im}(X_i,X_m)$ ermittelt werden. Aus der Prüfung der mechanischen Lebensdauer kann auch $S^2(X_m)$ ermittelt werden.

Aufgrund der Unabhängigkeit der Variablen gilt

$$S^2_{im}(X_iX_m) = S^2(X_i)+S^2(X_m)$$

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

und damit

$$S^2(X_i) = S^2{}_{im}(X_i, X_m) - S^2(X_m)$$

Aus der Anwendung dieses Prinzips auf S_t ergibt sich Folgendes:

$$S_t^2 = \sum_{i=1}^{i=n} [S_{im}^2(X_i, X_m) - S^2(X_m)] + S^2(X_m)$$

Die Gesamtvarianz der Parameterprüfungen ist damit gegeben durch:

$$S_t^2 = \sum_{i=1}^{i=n} [S_{im}^2(X_i, X_m) + (1-n) \times S^2(X_m) \quad \text{(B.1)}$$

Aus dieser Gesamtvarianz kann die Leistungsfähigkeit des geprüften Systems im Hinblick auf sein Bemessungs-Einschaltfenster abgeleitet werden.

B.3 Prüfungen zur Definition der Parameter (Tabelle 2)

In diesem Falle umfasst der Prüfling lediglich den Leistungsschalter. Bei jeder Hauptprüfung zur Definition eines Parameters können die geprüften Werte in Form der mittleren, größten und kleinsten Schaltzeit sowie den zugehörigen Standardabweichungen erfasst werden. In den folgenden Abschnitten wird das Verfahren beschrieben, anhand dessen diese Informationen genutzt werden können, um das erreichbare Bemessungs-Einschaltfenster des Leistungsschalters zu ermitteln. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Möglichkeit besteht, systematische Veränderungen des Mittelwertes zu kompensieren, d. h., eine „perfekte“ Kompensation vorzunehmen.

Die mechanische Streuung der Hauptkontakte wird aus den Prüfungen nach 7.3.2.1 abgeleitet. Gefordert wird eine Prüffolge aus mindestens 2×100 Einschaltungen und 2×100 Ausschaltungen mit zusätzlichen 100 Aus- und 100 Einschaltungen für fluidbasierte Antriebe mit variablem Antriebsdruck. Jede Folge aus 100 Schaltungen kann durch ihren Mittelwert und ihre Standardabweichung definiert werden. Da für die Definition der Parameter kein Zielzeitpunkt angegeben werden kann, ist nur die Standardabweichung von Interesse. Die Gesamtstandardabweichung für alle Einschaltungen sollte getrennt von der Gesamtstandardabweichung für alle Ausschaltungen ermittelt werden. Diese Werte sind $S(X_m)$, wie oben definiert.

Der Einfluss der Steuerspannung wird aus 7.3.2.4 abgeleitet. Die Gesamtstandardabweichung für alle Einschaltungen sollte getrennt von der Gesamtstandardabweichung für alle Ausschaltungen ermittelt werden. Dieser Wert ist $S_{1m}(X_1, X_m)$.

Für andere Variablen können äquivalente Werte abgeleitet werden, zum Beispiel:

Temperatur, $S(X_2)$;

– Pegel der gespeicherten Energie, $S(X_3)$;

– Stillstandzeit, $S(X_4)$;

– Gasdichte, $S(X_5)$.

Mithilfe der Gleichung B.1 kann dann die Gesamtstandardabweichung S_t, in der alle Parametervariationen berücksichtigt sind, abgeleitet werden. Unter der Annahme einer Normalverteilung entsprechen ± 3 Standardabweichungen einem Konfidenzniveau von 99,7 % und ± 2 Standardabweichungen einem Konfidenzniveau von 95 %.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

B.4 Prüfungen mit dem Steuergerät

Das Verfahren für diesen Fall ähnelt dem im vorherigen Abschnitt beschriebenen Verfahren. Allerdings ermöglicht die Einbindung des Steuergeräts in das geprüfte System die Definition einer beabsichtigten Ziel-Schaltzeit des geprüften Systems für jede Prüfbedingung und diese Werte sollten vom Lieferanten zum Zeitpunkt der Prüfung angegeben werden. Dabei ist sowohl die Standardabweichung um den geprüften Mittelwert als auch die Differenz zwischen dem geprüften Mittelwert und dem angegebenen Wert von Interesse.

Wenn keine signifikanten Abweichungen der angegebenen Zielwerte von dem geprüften Mittelwert vorliegen, kann das gleiche Verfahren wie oben angewandt werden.

Signifikante Abweichungen des angegebenen Zielwertes von dem gemessenen Mittelwert einer Prüfung deuten auf eine unzureichende oder falsche Kompensation des jeweiligen Parameters hin. In solchen Fällen können sich komplexe Wahrscheinlichkeitsverteilungen ergeben (als Summe der Normalverteilungen mit unterschiedlichen Mittelwerten), deren Analyse aufwendiger ist. Es wird vorgeschlagen, zunächst die Gesamtstandardabweichung genauso abzuleiten wie für den obigen Fall (B.3). Es sollte eine zusätzliche Toleranz gleich der Gesamtstreuung der Mittelwerte hinzuaddiert werden, so dass das erreichbare Zielfenster ± 3 Standardabweichungen + die Streuung der Mittelwerte beträgt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

Anhang C
(informativ)

Beispiele zur Untermauerung des Vorgehens, verschiedene Betriebsbedingungen unabhängig voneinander zu betrachten

C.1 Variation der Einschalteigenzeit mit den Betriebsbedingungen bei einem federbetriebenen Gasleistungsschalter

Die Variation der Schaltzeit hängt von den Betriebsbedingungen wie Steuerspannung, Umgebungstemperatur, Betriebsdruck und Stillstandzeit ab. Diese Kenngrößen hängen eng mit der Bauart des Leistungsschalters zusammen. Einige Bauarten sind beispielsweise empfindlich gegenüber Änderungen der Freigabekraft einer spulenbetätigten Klinke, bei der die Bewegung des Verklinkungsmechanismus hauptsächlich von der Steuerspannung und dem Spulenstrom abhängt. Auch die Umgebungstemperatur hat Auswirkungen, da der Widerstand der Spule mit steigender Temperatur ebenfalls ansteigt.

In ähnlicher Weise hängt die mechanische Bewegung beweglicher Teile in einer Schaltkammer hauptsächlich von dem mechanischen Druck und der Reibung der gleitenden Teile ab, welche von Faktoren wie der Umgebungstemperatur und der Stillstandzeit beeinflusst werden können.

In dieser Norm wurde die Annahme zugrunde gelegt, dass Variationen der Schaltzeit annäherungsweise ausgedrückt werden können, indem die Effekte der Variablen unabhängig voneinander betrachtet werden. Das folgende Beispiel stützt diese Annahme. Es wird angenommen, dass die Bewegung in zwei Intervalle unterteilt werden kann, während derer die Schaltzeit jeweils nur durch eine einzige Hauptvariable über einen gegebenen Temperaturbereich variiert wird.

Es wird ein typisches Beispiel einer ausführlichen Untersuchung des Schließverhaltens eines Hochspannungs-Gasleistungsschalters beschrieben. Bild F.1 enthält eine schematische Darstellung des Bewegungsverlaufs und des Spulenstroms. Die Einschalteigenzeit (T_{close}) kann in zwei Intervalle unterteilt werden, einmal vom Einleiten des Spulenstroms bis zum Zeitpunkt der Freigabe der Klinke ($T_{latch\text{-}release}$) und einmal vom Zeitpunkt der Freigabe der Klinke bis zum Zeitpunkt der Kontaktberührung ($T_{cont\text{-}touch}$). In dem Bild sind typische Messungen der Abhängigkeit von $T_{latch\text{-}release}$ und $T_{cont\text{-}touch}$ von der Umgebungstemperatur T_{em} und der Steuerspannung $V_{control}$ dargestellt. Die Variation der Einschalteigenzeit (ΔT_{close}) hängt im Allgemeinen in erster Linie von diesen beiden Variablen, T_{em} und $V_{control}$, ab.

$$T_{close} = T_{latch\text{-}release} + T_{cont\text{-}touch}$$

$$\Delta T_{close} = \Delta T_{latch\text{-}release} + \Delta T_{cont\text{-}touch} = f_1(T_{em}, V_{control})$$

Im Falle von $T_{latch\text{-}release}$ kann die Variation anhand von $V_{control}$ bei einem festen Wert von T_{em} bestimmt werden und es kann außerdem davon ausgegangen werden, dass sie mit einer steigenden T_{em} bei einer anderen $V_{control}$ mit einer bestimmten Geschwindigkeit zunimmt. Deshalb gilt näherungsweise Folgendes:

$$\Delta T_{latch\text{-}release} = f_2(T_{em}) + f_3(V_{control})$$

Andererseits kann die Variation von $T_{cont\text{-}touch}$ ausschließlich anhand von T_{em} bestimmt werden, da sie von einer Änderung von $V_{control}$ nicht beeinflusst wird.

$$\Delta T_{cont\text{-}touch} = f_4(T_{em})$$

Das bedeutet, dass die Variation der Einschalteigenzeit des federbetriebenen Gasleistungsschalters als zwei unabhängige Funktionen mit jeweils einer Variable für T_{em} bzw. $V_{control}$ ausgedrückt werden kann:

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02

$$\Delta T_{\text{close}} = \Delta T_{\text{latch-release}} + \Delta T_{\text{cont-touch}} = f_3(V_{\text{control}}) + f_5(T_{\text{em}})$$

Selbstverständlich kann die Abweichung der Schaltzeit auch als Funktion mit zwei kombinierten Variablen in dem Steuergerät programmiert werden, um die Abhängigkeit der Schaltzeit von externen Variablen zu kompensieren und so eine präzisere Vorhersage zu formulieren:

$$\Delta T_{\text{close}} = \Delta T_{\text{latch-release}} + \Delta T_{\text{cont-touch}} = f_6(T_{\text{em}}, V_{\text{control}})$$

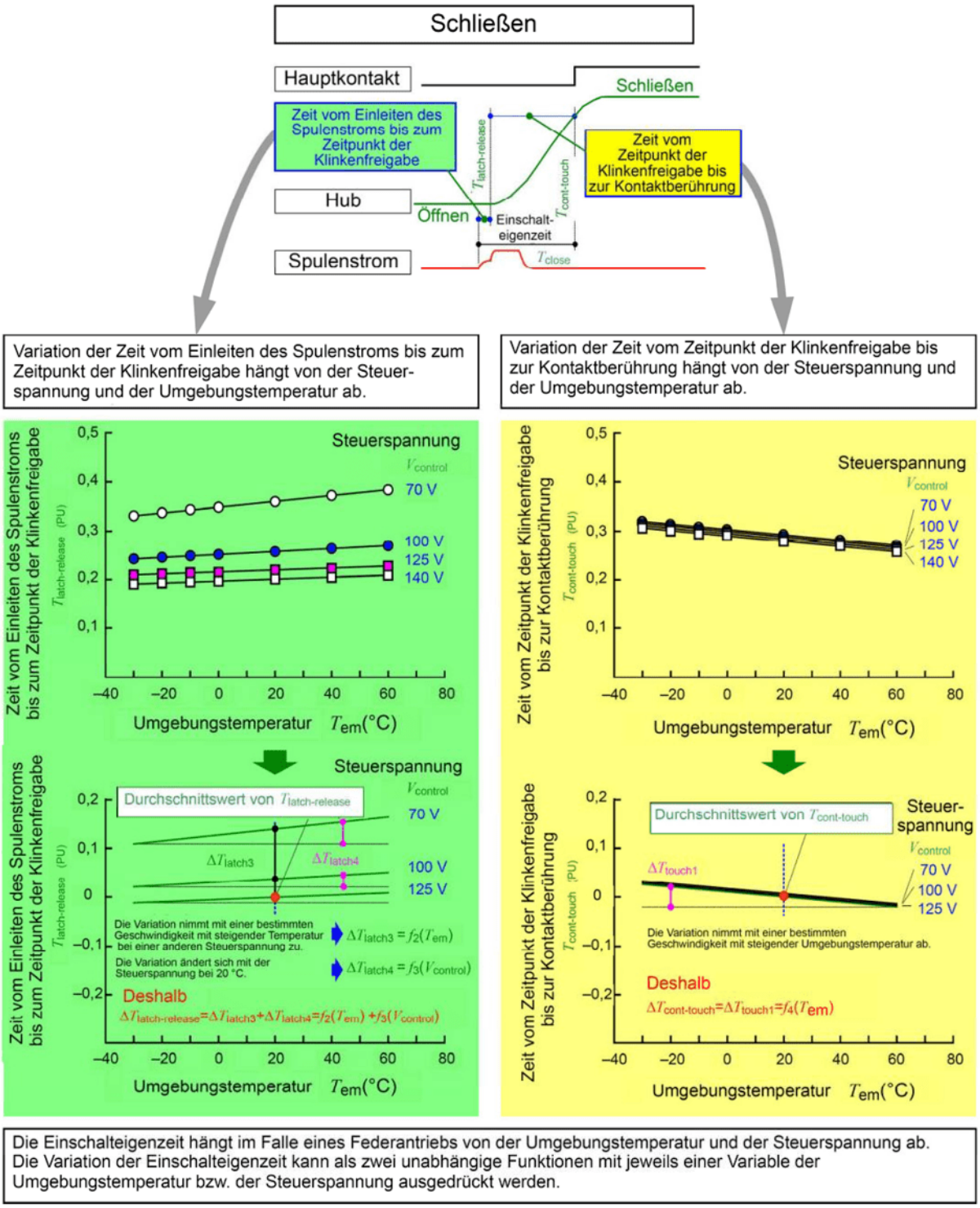

Bild C.1 – Abhängigkeit der Einschalteigenzeit von externen Variablen bei federbetriebenen Gasleistungsschaltern

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN IEC 62271-113:2019-02