

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Synthetische Prüftechniken und Verfahren für Kurzschluss-Ausschaltprüfungen	10
4.1 Grundlagen und allgemeine Anforderungen für synthetische Ausschaltprüfverfahren.....	10
4.2 Synthetische Prüfkreise und hierauf bezogene wesentliche Anforderungen für Ausschaltprüfungen.....	13
4.3 Dreiphasige synthetische Prüfverfahren	15
5 Synthetische Prüftechniken und Verfahren für Kurzschluss-Einschaltprüfungen	17
5.1 Grundlagen und allgemeine Anforderungen für synthetische Einschaltprüfverfahren.....	17
5.2 Synthetischer Prüfkreis und hierauf bezogene wesentliche Anforderungen für Einschaltprüfungen.....	18
6 Besondere Anforderungen für die Durchführung synthetischer Einschalt- und Ausschaltprüfungen im Hinblick auf die Anforderungen in IEC 62271-100, 6.102 bis 6.111	19
6.106 Standard-Kurzschlussprüfschaltfolgen.....	22
6.108 Einphasige Prüfungen und Prüfungen mit Doppelerdschluss.....	28
6.109 Abstandskurzschlussprüfungen	28
6.110 Einschalt- und Ausschaltprüfungen unter Asynchronbedingungen.....	29
6.111 Prüfungen zum Schalten kapazitiver Ströme	31
Anhang A (informativ) Stromverzerrung	40
Anhang B (informativ) Stromüberlagerungsverfahren	57
Anhang C (informativ) Spannungsüberlagerungsverfahren	62
Anhang D (informativ) Prüfkreis mit Zweifach-Überlagerung (Transformator- oder Skeats-Kreis).....	65
Anhang E (normativ) Angaben für synthetische Prüfungen und Aufzeichnungen der Ergebnisse.....	68
Anhang F (informativ) Besondere Prüfverfahren für Leistungsschalter mit Parallel-Ausschaltwiderständen.....	69
Anhang G (informativ) Synthetische Verfahren zum Schalten kapazitiver Ströme	72
Anhang H (informativ) Fortzündverfahren zur Verlängerung der Lichtbogenzeit.....	84
Anhang I (normativ) Verringerung der Stromsteilheit di/dt und der Einschwingspannung TRV für die Prüfschaltfolge T100a.....	88
Anhang J (informativ) Dreiphasige synthetische Prüfkreise.....	103
Anhang K (normativ) Prüfverfahren mit dreiphasigem Hochstromkreis und einem Hochspannungskreis	111
Anhang L (normativ) Aufteilung der Prüfschaltfolgen in Prüfreiheiten mit der Einschwingspannung je Pol, die der Löschofolge entspricht	130
Anhang M (normativ) Grenzabweichungen von Prüfgrößen für Typprüfungen.....	141
Literaturhinweise.....	144
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	145

	Seite
Bild 1 – Ausschaltvorgang; grundlegende Zeitintervalle	32
Bild 2 – Beispiel des Verlaufs der Wiederkehrspannung	33
Bild 3 – Ersatz-Wellenwiderstand des Hochspannungskreises der Prüfschaltung mit Stromüberlagerung	34
Bild 4 – Einschaltvorgang; grundlegende Zeitintervalle	35
Bild 5 – Typischer synthetischer Einschaltkreis für einphasige Prüfungen	36
Bild 6 – Typischer synthetischer Einschaltkreis für dreiphasige Prüfungen ($k_{pp} = 1,5$)	37
Bild 7 – Vergleich der Einstellungen der Lichtbogenzeiten bei dreiphasigen direkten (links) und dreiphasigen synthetischen Prüfungen (rechts) für T100s mit dem Polfaktor $k_{pp} = 1,5$	38
Bild 8 – Vergleich der Einstellungen der Lichtbogenzeiten bei dreiphasigen direkten (links) und dreiphasigen synthetischen Prüfungen (rechts) für T100a mit dem Polfaktor $k_{pp} = 1,5$	39
Bild A.1 – Direkter Prüfkreis, vereinfachtes Schaltbild	48
Bild A.2 – Unbeeinflusster Kurzschlussstrom	48
Bild A.3 – Verzerrungsstrom	48
Bild A.4 – Verzerrungsstrom	49
Bild A.5 – Prüfkreis, vereinfachtes Schaltbild	50
Bild A.6 – Verlauf des Stromes und der Lichtbogenspannung bei symmetrischem Strom	51
Bild A.7 – Verlauf des Stromes und der Lichtbogenspannung bei unsymmetrischem Strom	52
Bild A.8 – Minderung der Stromamplitude und der Dauer der letzten Stromhalbperiode vor der Löschung	53
Bild A.9 – Minderung der Stromamplitude und der Dauer der letzten Stromhalbperiode vor der Löschung	54
Bild A.10 – Minderung der Stromamplitude und der Dauer der letzten Stromhalbperiode vor der Löschung	55
Bild A.11 – Minderung der Stromamplitude und der Dauer der letzten Stromhalbperiode vor der Löschung	56
Bild B.1 – Typischer Stromüberlagerungskreis mit dem Hochspannungskreis parallel zum Prüfschalter	59
Bild B.2 – Zeitablauf der Stromüberlagerung nach Bild B.1	59
Bild B.3 – Typischer Stromüberlagerungskreis mit dem Hochspannungskreis parallel zum Hilfsschalter	60
Bild B.4 – Zeitablauf der Stromüberlagerung nach Bild B.3	60
Bild B.5 – Beispiele zur Bestimmung des Zeitintervalls der deutlichen Änderung der Lichtbogenspannung aus dem Oszillogramm	61
Bild C.1 – Typischer Spannungsüberlagerungskreis mit dem Hochspannungskreis parallel zum Hilfsschalter (vereinfachtes Schaltbild)	63
Bild C.2 – Verlauf der Einschwingspannung in einem Spannungsüberlagerungskreis mit dem Hochspannungskreis parallel zum Hilfsschalter	64
Bild D.1 – Transformator- oder Skeats-Kreis	66
Bild D.2 – Gesteuerter Transformator- oder Skeats-Kreis	67
Bild G.1 – Kapazitive Stromkreise in Parallelschaltung	75
Bild G.2 – Prüfkreis mit Stromüberlagerung	76

	Seite
Bild G.3 – LC-Schwingkreis	77
Bild G.4 – Induktiver Stromkreis parallel zu einem LC-Schwingkreis.....	78
Bild G.5 – Stromüberlagerungskreis zur Beanspruchung beider Klemmen des Prüfschalters mit der normalen Netzeinschwingspannung	79
Bild G.6 – Synthetischer Prüfkreis in Reihenschaltung zur Beanspruchung beider Seiten des Prüfschalters mit der normalen Netzeinschwingspannung	80
Bild G.7 – Stromüberlagerungskreis zur Beanspruchung beider Seiten des Prüfschalters mit der Netzeinschwingspannung.....	81
Bild G.8 – Prüfkreis für Einschaltungen	82
Bild G.9 – Prüfkreis für kapazitive Einschaltungen	83
Bild H.1 – Typischer Fortzündkreis zur Verlängerung der Lichtbogenzeit	85
Bild H.2 – Kombierter Skeats- und Stromüberlagerungskreis	86
Bild H.3 – Typischer Strom- und Spannungsverlauf einer symmetrischen Prüfung mit dem Prüfkreis nach Bild H.2	87
Bild J.1a – Dreiphasiger synthetischer kombinierter Prüfkreis	105
Bild J.1b – Strom- und Spannungsverläufe (Leiter-Erde und Leiter-Leiter) bei einer dreiphasigen synthetischen Prüfung (T100s; $k_{pp} = 1,5$), die mit dem dreiphasigen synthetischen kombinierten Prüfkreis durchgeführt wurde.....	106
Bild J.2a – Dreiphasiger synthetischer Prüfkreis mit Überlagerung in allen Phasen bei einem Polfaktor von 1,5.....	107
Bild J.2b – Strom- und Spannungsverläufe (Leiter-Erde) bei einer dreiphasigen synthetischen Prüfung (T100s; $k_{pp} = 1,5$), durchgeführt mit dreiphasigem synthetischem Prüfkreis mit Überlagerung in allen Phasen	108
Bild J.3a – Dreiphasiger synthetischer Prüfkreis für Klemmenkurzschlussprüfungen bei einem Polfaktor von $k_{pp} = 1,3$ (Stromüberlagerungsverfahren).....	109
Bild J.3b – Strom- und Spannungsverläufe (Leiter-Erde und Leiter-Leiter) bei einer dreiphasigen synthetischen Prüfung (T100s; $k_{pp} = 1,3$), durchgeführt mit einem dreiphasigen synthetischen Prüfkreis nach Bild J.3a.....	109
Bild J.3c – Verläufe der Einschwingspannungen bei dem in Bild J.3a beschriebenen Prüfkreis.....	110
Bild K.1 – Beispiel eines dreiphasigen Hochstromkreises mit einphasiger Synthetik (Stromüberlagerung)	121
Bild K.2 – Darstellung der Prüfbedingungen nach Tabelle K.1a	122
Bild K.3 – Darstellung der Prüfbedingungen nach Tabelle K.1b	123
Bild K.4 – Darstellung der Prüfbedingungen nach Tabelle K.2a	124
Bild K.5 – Darstellung der Prüfbedingungen nach Tabelle K.2b	125
Bild K.6 – Darstellung der Prüfbedingungen nach Tabelle K.3a	126
Bild K.7 – Darstellung der Prüfbedingungen nach Tabelle K.3b	127
Bild K.8 – Darstellung der Prüfbedingungen nach Tabelle K.4a	128
Bild K.9 – Darstellung der Prüfbedingungen nach Tabelle K.4b	129
Bild L.1 – Grafische Darstellung der Prüfung nach Tabelle L.3.....	136
Bild L.2 – Grafische Darstellung der Prüfung nach Tabelle L.4.....	137

	Seite
Tabelle 1 – Prüfkreise für die Prüfschaltfolgen T100s und T100a.....	16
Tabelle 2 – Prüfschaltfolgen T10, T30, T60 und T100s.....	16
Tabelle 2a – Polfaktor: 1,5 – Prüfparameter bei dreiphasigen Ausschaltungen.....	16
Tabelle 2b – Polfaktor: 1,3 – Prüfparameter bei dreiphasigen Ausschaltungen.....	17
Tabelle 3 – Schaltfolgen für die synthetische Prüfung der Prüfschaltfolgen T10, T30, T60, T100s, T100a, SP, DEF, OP und SLF	30
Tabelle I.1a – Parameter der letzten Stromhalbwellen bei Betrieb mit 50 Hz für die Kurzschluss- Prüfschaltfolge T100a $\tau = 45$ ms	89
Tabelle I.1b – Parameter der letzten Stromhalbwellen bei Betrieb mit 50 Hz für die Kurzschluss- Prüfschaltfolge T100a $\tau = 60$ ms	90
Tabelle I.1c – Parameter der letzten Stromhalbwellen bei Betrieb mit 50 Hz für die Kurzschluss- Prüfschaltfolge T100a $\tau = 75$ ms	91
Tabelle I.1d – Parameter der letzten Stromhalbwellen bei Betrieb mit 50 Hz für die Kurzschluss- Prüfschaltfolge T100a $\tau = 120$ ms	92
Tabelle I.2a – Parameter der letzten Stromhalbwellen bei Betrieb mit 60 Hz für die Kurzschluss- Prüfschaltfolge T100a $\tau = 45$ ms	93
Tabelle I.2b – Parameter der letzten Stromhalbwellen bei Betrieb mit 60 Hz für die Kurzschluss- Prüfschaltfolge T100a $\tau = 60$ ms	94
Tabelle I.2c – Parameter der letzten Stromhalbwellen bei Betrieb mit 60 Hz für die Kurzschluss- Prüfschaltfolge T100a $\tau = 75$ ms	95
Tabelle I.2d – Parameter der letzten Stromhalbwellen bei Betrieb mit 60 Hz für die Kurzschluss- Prüfschaltfolge T100a $\tau = 120$ ms	96
Tabelle I.3a – Verringerung der Stromsteilheit di/dt der letzten Stromhalbwellen für 50 Hz unter dreiphasigen Bedingungen mit dem erstlöschenden Pol in Phase A und der erforderlichen Stromunsymmetrie in Phase C	97
Tabelle I.3b – Verringerung der Stromsteilheit di/dt der letzten Stromhalbwellen für 60 Hz unter dreiphasigen Bedingungen mit dem erstlöschenden Pol in Phase A und der erforderlichen Stromunsymmetrie in Phase C	98
Tabelle I.4a – Korrigierte Werte der Einschwingspannung für $k_{pp} = 1,3$ und $f_r = 50$ Hz	99
Tabelle I.4b – Korrigierte Werte der Einschwingspannung für $k_{pp} = 1,3$ und $f_r = 60$ Hz	100
Tabelle I.4c – Korrigierte Werte der Einschwingspannung für $k_{pp} = 1,5$ und $f_r = 50$ Hz	101
Tabelle I.4d – Korrigierte Werte der Einschwingspannung für $k_{pp} = 1,5$ und $f_r = 60$ Hz	102
Tabelle K.1a – Nachweis der Lichtbogenzeiten für einen Polfaktor von 1,5	112
Tabelle K.1b – Alternativer Nachweis der Lichtbogenzeiten für einen Polfaktor von 1,5	113
Tabelle K.2a – Nachweis der Lichtbogenzeiten für einen Polfaktor von 1,3	114
Tabelle K.2b – Alternativer Nachweis der Lichtbogenzeiten für einen Polfaktor von 1,3	115
Tabelle K.3a – Nachweis der Lichtbogenzeiten für einen Polfaktor von 1,5	117
Tabelle K.3b – Alternativer Nachweis der Lichtbogenzeiten für einen Polfaktor von 1,5	118
Tabelle K.4a – Nachweis der Lichtbogenzeiten für einen Polfaktor von 1,3	119
Tabelle K.4b – Alternativer Nachweis der Lichtbogenzeiten für einen Polfaktor von 1,3	120
Tabelle L.1 – Prüfverfahren für den Polfaktor 1,5.....	131
Tabelle L.2a – Alternativer Nachweis der Lichtbogenzeiten für einen Polfaktor von 1,3	132
Tabelle L.2b – Vereinfachtes Prüfverfahren für einen Polfaktor von 1,3	133

	Seite
Tabelle L.3 – Prüfverfahren für unsymmetrische Ströme bei einem Polfaktor von 1,5	134
Tabelle L.4 – Prüfverfahren für unsymmetrische Ströme bei einem Polfaktor von 1,3	135
Tabelle L.5 – Erforderliches Lichtbogenfenster in ° für unterschiedliche Unsymmetrie – Bedingungen, $f_T = 50$ Hz	138
Tabelle L.6 – Erforderliches Lichtbogenfenster in ° für unterschiedliche Unsymmetrie – Bedingungen, $f_T = 60$ Hz	139
Tabelle M.1 – Grenzabweichungen von Prüfgrößen für Typprüfungen	142