

Inhalt

	Seite
Vorwort .....	2
Einleitung .....	7
1 Anwendungsbereich .....	8
2 Normative Verweisungen .....	8
3 Begriffe und Abkürzungen .....	8
3.1 Begriffe .....	8
3.2 Abkürzungen .....	12
4 Allgemeines .....	13
4.1 Schaltüberspannungen aus der Stromversorgung .....	13
4.2 Überspannungen durch Blitze .....	13
4.3 Simulation von Transienten .....	13
5 Prüfschärfegrade (Prüfpegel) .....	13
6 Prüfgeräte .....	14
6.1 Allgemeines .....	14
6.2 1,2/50- $\mu$ s-Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator) .....	14
6.3 Koppel-/Entkoppelnetzwerke .....	18
6.4 Kalibrierung von Koppel-/Entkoppelnetzwerken .....	26
7 Prüfaufbau .....	31
7.1 Prüfeinrichtung .....	31
7.2 Verifizierung der Prüfeinrichtung .....	32
7.3 Prüfaufbau für die Anwendung von Stoßwellen auf Stromversorgungsanschlüsse des Prüflings .....	32
7.4 Prüfaufbau für die Anwendung von Stoßwellen auf ungeschirmte, unsymmetrisch betriebene Verbindungsleitungen .....	33
7.5 Prüfaufbau für die Anwendung von Stoßwellen auf ungeschirmte, symmetrisch betriebene Verbindungsleitungen .....	33
7.6 Prüfaufbau für die Anwendung von Stoßwellen auf geschirmte Leitungen .....	33
8 Prüfverfahren .....	34
8.1 Allgemeines .....	34
8.2 Bezugsbedingungen im Labor .....	35
8.3 Durchführung der Prüfung .....	35
9 Ermittlung der Prüfergebnisse .....	36
10 Prüfbericht .....	37
Anhang A (normativ) Stoßwellenprüfungen von ungeschirmten außerhalb von Gebäuden befindlichen symmetrischen Kommunikationsleitungen, die dafür vorgesehen sind, mit weitverzweigten Systemen verbunden zu werden .....	38
A.1 Allgemeines .....	38
A.2 10/700- $\mu$ s-Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator) .....	38
A.3 Koppel-/Entkoppelnetzwerke .....	41
A.4 Kalibrierung von Koppel-/Entkoppelnetzwerken .....	42

	Seite
A.5 Prüfaufbau für die Anwendung von Stoßwellen auf außerhalb von Gebäuden befindliche ungeschirmte symmetrisch betriebene Kommunikationsleitungen .....	44
Anhang B (informativ) Auswahl der Generatoren und Prüfschärfgrade (Prüfpegel) .....	45
B.1 Allgemeines .....	45
B.2 Klassifizierung von Umgebungen .....	45
B.3 Definition von Anschlussarten .....	45
B.4 Arten von Generatoren und Stoßwellen .....	46
B.5 Tabellen .....	46
Anhang C (informativ) Erläuterungen .....	48
C.1 Unterschiedliche Quellenimpedanzen .....	48
C.2 Anwendung der Prüfungen .....	48
C.3 Klassifizierung der Installation .....	49
C.4 Mindest-Störfestigkeitspegel für Anschlüsse, die an das Wechselstrom-/ Gleichstrom-Versorgungsnetz angeschlossen sind .....	51
C.5 Störfestigkeit auf der Geräteebene für Anschlüsse, die an Verbindungsleitungen angeschlossen sind .....	51
Anhang D (informativ) Betrachtungen zur Herstellung der Störfestigkeit für Geräte, die an Niederspannungs-Verteilnetze angeschlossen werden .....	52
Anhang E (informativ) Mathematische Modellierung von Stoßwellen-Kurvenformen .....	54
E.1 Allgemeines .....	54
E.2 Normalisierte Stoßspannung im Zeitbereich (1,2/50 $\mu$ s) .....	55
E.3 Normalisierter Stoßstrom im Zeitbereich (8/20 $\mu$ s) .....	56
E.4 Normalisierte Stoßspannung im Zeitbereich (10/700 $\mu$ s) .....	58
E.5 Normalisierter Stoßstrom im Zeitbereich (5/320 $\mu$ s) .....	60
Anhang F (informativ) Betrachtungen zur Messunsicherheit (MU) .....	63
F.1 Legende .....	63
F.2 Allgemeines .....	63
F.3 Unsicherheitsbeiträge bei Messungen der Unsicherheit bei Stoßwellen .....	64
F.4 Unsicherheit der Kalibrierung von Stoßwellen .....	64
F.5 Anwendung von Unsicherheiten beim Übereinstimmungskriterium für Stoßgeneratoren .....	71
Anhang G (informativ) Verfahren zur Kalibrierung von Impuls-Messsystemen .....	72
G.1 Allgemeines .....	72
G.2 Abschätzung der Antwort des Messsystems mit Hilfe des Faltungsintegrals .....	72
G.3 Impuls-Messsystems für die Leerlaufspannung (1,2/50 $\mu$ s, 10/700 $\mu$ s) .....	73
G.4 Impuls-Messsystems für den Kurzschlussstrom (8/20 $\mu$ s, 5/320 $\mu$ s) .....	73
Anhang H (informativ) Einkopplung von Stoßwellen auf/Entkopplung gegenüber Stoßwellen von Leitungen mit einem Bemessungsstrom oberhalb 200 A .....	75
H.1 Allgemeines .....	75
H.2 Betrachtungen zur Einkopplung und Entkopplung .....	75
H.3 Zusätzliche Vorkehrungen .....	76

	Seite
Literaturhinweise .....	77
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen .....	78
<b>Bilder</b>	
Bild 1 – Vereinfachtes Prinzipschaltbild des Kombinations-Impulsgenerators (Hybridgenerators) .....	15
Bild 2 – Kurvenform der Leerlaufspannung (1,2/50 $\mu$ s) am Ausgang des Generators, wenn kein Koppel-/Entkoppelnetzwerk angeschlossen ist.....	17
Bild 3 – Kurvenform des Kurzschlussstroms (8/20 $\mu$ s) am Ausgang des Generators, wenn kein Koppel-/Entkoppelnetzwerk angeschlossen ist.....	17
Bild 4 – Auswahl des Koppel-/Entkoppelverfahrens .....	19
Bild 5 – Beispiel für ein Koppel- und Entkoppelnetzwerk für die kapazitive Kopplung auf Wechselstrom-/Gleichstrom-Leitungen, Kopplung zwischen Leitung und Leitung.....	21
Bild 6 – Beispiel für ein Koppel- und Entkoppelnetzwerk für die kapazitive Kopplung auf Wechselstrom-/Gleichstrom-Leitungen, Kopplung zwischen Leitung und Erde .....	22
Bild 7 – Beispiel für ein Koppel- und Entkoppelnetzwerk für die kapazitive Kopplung auf Wechselstromleitungen (drei Phasen), Kopplung zwischen Leitung L2 und Leitung L3 .....	22
Bild 8 – Beispiel für ein Koppel- und Entkoppelnetzwerk für die kapazitive Kopplung auf Wechselstromleitungen (drei Phasen), Kopplung zwischen Leitung L3 und Erde .....	23
Bild 9 – Beispiel für ein Koppel- und Entkoppelnetzwerk zur Verwendung bei ungeschirmten unsymmetrisch betriebenen Verbindungsleitungen, Kopplung zwischen Leitung und Leitung und zwischen Leitung und Erde .....	24
Bild 10 – Beispiel für ein Koppel- und Entkoppelnetzwerk zur Verwendung bei ungeschirmten symmetrisch betriebenen Verbindungsleitungen, Kopplung zwischen Leitung und Erde .....	25
Bild 11 – Beispiel für ein Koppel- und Entkoppelnetzwerk zur Verwendung bei ungeschirmten symmetrisch betriebenen Verbindungsleitungen, Kopplung zwischen Leitungen und Erde über Kapazitäten .....	26
Bild 12 – Beispiel für einen Prüfaufbau zur Anwendung von Stoßwellen auf geschirmte Leitungen.....	34
Bild A.1 – Vereinfachtes Schaltbild des Kombinations-Impulsgenerators (Hybridgenerators) (10/700 $\mu$ s / 5/320 $\mu$ s) .....	39
Bild A.2 – Kurvenform der Leerlaufspannung (10/700 $\mu$ s).....	40
Bild A.3 – Kurvenform der Kurzschlussstroms (5/320 $\mu$ s).....	40
Bild A.4 – Beispiel für einen Prüfaufbau für ungeschirmte außerhalb von Gebäuden befindliche symmetrisch betriebene Kommunikationsleitungen, Kopplung zwischen Leitung und Erde, Kopplung über Ableiter (Primärschutz vorhanden).....	42
Bild E.1 – Stoßspannung (1,2/50 $\mu$ s): zeitliche Impulsbreite $T_w$ .....	55
Bild E.2 – Stoßspannung (1,2/50 $\mu$ s): Anstiegszeit $T_r$ .....	56
Bild E.3 – Stoßspannung (1,2/50 $\mu$ s): spektraler Verlauf mit $\Delta f = 3,333$ kHz .....	56
Bild E.4 – Stoßstrom (8/20 $\mu$ s): zeitliche Impulsbreite $T_w$ .....	57
Bild E.5 – Stoßstrom (8/20 $\mu$ s): Anstiegszeit $T_r$ .....	57
Bild E.6 – Stoßstrom (8/20 $\mu$ s): spektraler Verlauf mit $\Delta f = 10$ kHz .....	58
Bild E.7 – Spannungsstoß (10/700 $\mu$ s): zeitliche Impulsbreite $T_w$ .....	59
Bild E.8 – Spannungsstoß (10/700 $\mu$ s): Anstiegszeit $T_r$ .....	59
Bild E.9 – Spannungsstoß (10/700 $\mu$ s): spektraler Verlauf mit $\Delta f = 0,2$ kHz.....	60
Bild E.10 – Stoßstrom (5/320 $\mu$ s): zeitliche Impulsbreite $T_w$ .....	61
Bild E.11 – Stoßstrom (5/320 $\mu$ s): Anstiegszeit $T_r$ .....	61
Bild E.12 – Stoßstrom (5/320 $\mu$ s): spektraler Verlauf mit $\Delta f = 0,4$ kHz .....	62

	Seite
Bild G.1 – Vereinfachtes Schaltbild des Generators zur Erzeugung des Stromsprungs .....	74
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel) .....	14
Tabelle 2 – Definition der Parameter der Impulsformen 1,2/50 $\mu$ s und 8/20 $\mu$ s .....	16
Tabelle 3 – Verhältnis des Scheitelwerts der Leerlaufspannung zum Scheitelwert des Kurzschlussstroms .....	16
Tabelle 4 – Definition der Impulsform der Spannung am Prüflingsanschluss des Koppel-/Entkoppelnetzwerks .....	20
Tabelle 5 – Definition der Impulsform der Stromes am Prüflingsanschluss des Koppel-/Entkoppelnetzwerks .....	20
Tabelle 6 – Verhältnis des Scheitelwerts der Leerlaufspannung zum Scheitelwert des Kurzschlussstroms am Prüflingsanschluss des Koppel-/Entkoppelnetzwerks .....	21
Tabelle 7 – Zusammenfassung des Kalibriervorgangs für Koppel-/Entkoppelnetzwerke zur Verwendung bei unsymmetrisch betriebenen Verbindungsleitungen .....	28
Tabelle 8 – Definition der Impulsform der Stoßwelle am Prüflingsanschluss des Koppel-/Entkoppelnetzwerks für unsymmetrisch betriebene Verbindungsleitungen .....	28
Tabelle 9 – Zusammenfassung des Kalibriervorgangs für Koppel-/Entkoppelnetzwerke zur Verwendung bei symmetrisch betriebenen Verbindungsleitungen .....	30
Tabelle 10 – Definition der Impulsform der Stoßwelle am Prüflingsanschluss des Koppel-/Entkoppelnetzwerks für symmetrisch betriebene Verbindungsleitungen.....	31
Tabelle A.1 – Definition der Parameter der Impulsformen 10/700 $\mu$ s und 5/320 $\mu$ s .....	40
Tabelle A.2 – Verhältnis des Scheitelwerts der Leerlaufspannung zum Scheitelwert des Kurzschlussstroms .....	41
Tabelle A.3 – Zusammenfassung des Kalibriervorgangs für Koppel-/Entkoppelnetzwerke zur Verwendung bei ungeschirmten außerhalb von Gebäuden befindlichen symmetrisch betriebenen Kommunikationsleitungen .....	43
Tabelle A.4 – Definition der Impulsform der Stoßwelle am Prüflingsanschluss des Koppel-/Entkoppelnetzwerks für ungeschirmte im Außenbereich befindliche symmetrisch betriebene Kommunikationsleitungen .....	43
Tabelle B.1 – Stromversorgungsanschlüsse: Auswahl der Prüfschärfegrade (Prüfpegel) (abhängig von der Installationsklasse) .....	46
Tabelle B.2 – Stromkreise/Leitungen: Auswahl der Prüfschärfegrade (Prüfpegel) (abhängig von der Installationsklasse) .....	47
Tabelle F.1 – Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für die Anstiegszeit ( $T_{IV}$ ) der Leerlauf-Spannung .....	65
Tabelle F.2 – Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für den Scheitelwert ( $V_p$ ) der Leerlauf-Stoßspannung .....	67
Tabelle F.3 – Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für die Dauer ( $T_d$ ) der Leerlauf-Stoßspannung.....	68
Tabelle F.4 – $\alpha$ -Faktor (Gleichung (F.5)) für verschiedene unidirektionale Impulsantworten, die mit der gleichen Bandbreite $B$ des Systems korrespondieren .....	70
Tabelle F.5 – $\beta$ -Faktor (Gleichung (F.9)) der Standardkurvenformen der Stoßwelle .....	71
Tabelle H.1 – Empfohlene Induktivitätswerte zur Entkopplung von Leitungen (> 200 A) .....	75