

Deutsche Fassung

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren –
Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität**

Inhalt

| | Seite |
|---|-------|
| Einleitung..... | 4 |
| 1 Anwendungsbereich | 5 |
| 2 Normative Verweisungen..... | 5 |
| 3 Begriffe..... | 5 |
| 4 Allgemeines..... | 8 |
| 5 Prüfschärfegrade | 8 |
| 6 Prüfgenerator | 9 |
| 6.1 Eigenschaften und Leistungsmerkmale des ESD-Generators | 10 |
| 6.2 Nachweis der Funktionsfähigkeit des ESD-Prüfaufbaus | 13 |
| 7 Prüfaufbau..... | 13 |
| 7.1 Prüfaufbau für Prüfungen im Labor | 13 |
| 7.2 Prüfaufbau für Prüfungen am Aufstellungsort nach erfolgter Installation | 20 |
| 8 Prüfverfahren | 21 |
| 8.1 Bezugsbedingungen im Labor | 21 |
| 8.2 Prüfprogramme | 22 |
| 8.3 Durchführung der Prüfung | 22 |
| 9 Bewertung der Prüfergebnisse | 25 |
| 10 Prüfbericht..... | 25 |
| Anhang A (informativ) Erläuterungen..... | 26 |
| A.1 Allgemeine Betrachtungen..... | 26 |
| A.2 Einfluss der Umgebungsbedingungen auf die Höhe der Aufladung..... | 26 |
| A.3 Zusammenhang zwischen den Umgebungsbedingungen und dem Entladestrom | 27 |
| A.4 Auswahl der Prüfschärfegrade (Prüfpegel)..... | 28 |
| A.5 Auswahl der Prüfpunkte..... | 28 |
| A.6 Technische Begründung für die Anwendung des Verfahrens der Kontaktentladung..... | 29 |
| A.7 Auswahl der Komponenten des ESD-Generators | 29 |
| A.8 Begründung für die Festlegungen für den ESD-Generator | 29 |
| Anhang B (normativ) Kalibrierung des Systems zur Strommessung und Messung des Entladestroms | 31 |
| B.1 Spezifikation für die Kalibrierlast für den Strom – Eingangsimpedanz | 31 |
| B.2 Spezifikation für die Kalibrierlast für den Strom – Einfügungsdämpfung | 31 |
| B.2.1 Anpassleitung der Kalibrierlast | 32 |
| B.2.2 Bestimmung der Einfügungsdämpfung der aus Strom-Kalibrierlast, Dämpfungsglied und Kabel bestehenden Messkette..... | 33 |

| | Seite |
|---|-------|
| B.3 Bestimmung der Transferimpedanz der aus Kalibrierlast, Dämpfungsglied und Kabel bestehenden Übertragungskette im Niederfrequenzbereich | 33 |
| B.4 Kalibrierung des ESD-Generators..... | 34 |
| B.4.1 Für die Kalibrierung des ESD-Generators erforderliche Prüfeinrichtung..... | 35 |
| B.4.2 Kalibrierverfahren für den Generator für Kontaktentladung..... | 35 |
| Anhang C (informativ) Beispiel für eine Kalibrierlast, die die Anforderungen des Anhangs B erfüllt..... | 38 |
| Anhang D (informativ) Gestrahlte Felder aus Entladungen Mensch – Metall und aus ESD-Generatoren | 44 |
| D.1 Übersicht über die Vorgänge, die gewünschte und unerwünschte Felder erzeugen | 44 |
| D.1.1 ESD vom Menschen | 44 |
| D.1.2 ESD-Generator..... | 45 |
| D.2 Reaktion des Prüflings auf ESD-Prüfungen..... | 46 |
| D.3 Transiente Felder des ESD-Bezugsereignisses | 47 |
| D.4 In einer kleinen Stromschleife induzierte Spannung..... | 48 |
| D.5 Messung von abgestrahlten Feldern, die von einer Entladung statischer Elektrizität verursacht werden, unter Verwendung von auf dem Markt erhältlichen Feldsonden und ESD-Generatoren..... | 50 |
| D.6 Ein einfaches Verfahren zur Abschätzung der von ESD-Generatoren erzeugten abgestrahlten Felder und Induktionsspannungen..... | 52 |
| Anhang E (informativ) Betrachtungen zur Messunsicherheit (<i>MU</i>)..... | 54 |
| E.1 Einleitung..... | 54 |
| E.1.1 Kategorien der Messunsicherheit..... | 54 |
| E.1.2 Grenzen (der Bestimmung der Messunsicherheitsbilanz) | 55 |
| E.1.3 Berechnung der Unsicherheit des Typs B | 55 |
| E.1.4 Zusammenstellung einer Unsicherheitsbilanz | 56 |
| E.1.5 Beiträge des ESD-Vorgangs zur Unsicherheit..... | 56 |
| E.2 Unsicherheit von Kalibrierergebnissen | 57 |
| E.3 Anwendung der Unsicherheiten als Abnahmekriterium für ESD-Generatoren..... | 60 |
| Anhang F (informativ) Streuungen in den Prüfergebnissen und Eskalationsstrategie..... | 61 |
| F.1 Streuungen in den Prüfergebnissen | 61 |
| F.2 Eskalationsstrategie | 61 |
| Bilder | |
| Bild 1 – Prinzipschaltbild des ESD-Generators | 9 |
| Bild 2 – Ideale Kurvenform des Stromimpulses für Kontaktentladung bei 4 kV..... | 11 |
| Bild 3 – Entladeelektroden des ESD-Generators..... | 12 |
| Bild 4 – Beispiel für den Prüfaufbau für Tischgeräte, Prüfung im Labor | 15 |
| Bild 5 – Beispiel für den Prüfaufbau für Standgeräte, Prüfung im Labor | 16 |
| Bild 6 – Beispiel für einen Prüfaufbau für ungeerdete Tischgeräte..... | 18 |
| Bild 7 – Beispiel für einen Prüfaufbau für ungeerdete Standgeräte | 19 |
| Bild 8 – Beispiel für den Prüfaufbau für Standgeräte, Prüfung nach erfolgter Installation am Aufstellungsort..... | 21 |

| | |
|--|----|
| Bild A.1 – Höchstwerte elektrostatischer Spannungen, auf die eine Bedienperson aufgeladen werden kann, während diese mit den im Abschnitt A.2 genannten Materialien Kontakt hat..... | 27 |
| Bild B.1 – Beispiel für eine Anpassleitung, die mit der Strom-Kalibrierlast verbunden ist..... | 32 |
| Bild B.2 – Beispiel für die Stirnseitenansicht einer Strom-Kalibrierlast..... | 32 |
| Bild B.3 – Beispiel für die Messung der Einfügungsdämpfung der aus Strom-Kalibrierlast, Dämpfungsglied und Kabel bestehenden Messkette | 33 |
| Bild B.4 – Schaltbild zur Bestimmung der niederfrequenten System-Transferimpedanz | 34 |
| Bild B.5 – Typische Anordnung zur Kalibrierung des Betriebsverhaltens eines ESD-Generators | 36 |
| Bild C.1 – Technische Zeichnung für eine koaxiale Kalibrierlast (Darstellung 1 aus 5) | 39 |
| Bild C.2 – Technische Zeichnung für eine koaxiale Kalibrierlast (Darstellung 2 aus 5) | 40 |
| Bild C.3 – Technische Zeichnung für eine koaxiale Kalibrierlast (Darstellung 3 aus 5) | 41 |
| Bild C.4 – Technische Zeichnung für eine koaxiale Kalibrierlast (Darstellung 4 aus 5) | 42 |
| Bild C.5 – Technische Zeichnung für eine koaxiale Kalibrierlast (Darstellung 5 aus 5) | 43 |
| Bild D.1 – Elektrisches Feld eines realen Menschen, der ein Metallstück hält und mit 5 kV aufgeladen ist, gemessen in einem Abstand von 0,1 m und bei einer Lichtbogenlänge von 0,7 mm | 47 |
| Bild D.2 – Magnetisches Feld eines realen Menschen, der ein Metallstück hält und mit 5 kV aufgeladen ist, gemessen in einem Abstand von 0,1 m und bei einer Lichtbogenlänge von 0,5 mm | 48 |
| Bild D.3 – Halbe Stromschleife auf der Bezugsmasseplatte | 49 |
| Bild D.4 – In eine halbe Stromschleife induzierte Spannungen..... | 49 |
| Bild D.5 – Beispiel für den Prüfaufbau zur Messung von abgestrahlten Feldern, die von einer Entladung statischer Elektrizität verursacht werden..... | 50 |
| Bild D.6 – Vergleich des gemessenen (durchgezogene Linie) und berechneten numerischen (gepunktete Linie) Spannungsabfalls an der Stromschleife für einen Abstand zur Entladung von 45 cm..... | 51 |
| Bild D.7 – Vergleich des aus den Messdaten berechneten H -Felds (durchgezogene Linie) und des mittels numerischer Simulation berechneten H -Felds (gepunktete Linie) für einen Abstand zur Entladung von 45 cm | 51 |
| Bild D.8 – Abgestrahlten Feldern ausgesetzte Struktur und dazugehörige äquivalente Schaltung | 52 |
| Bild D.9 – Abgestrahltes H -Feld in einer Entfernung von $r = 45$ cm vom Entladungspunkt | 53 |
| Tabellen | |
| Tabelle 1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel) | 9 |
| Tabelle 2 – Allgemeine Festlegungen..... | 10 |
| Tabelle 3 – Kennwerte der Kurvenform für den Stromimpuls für Kontaktentladung | 11 |
| Tabelle A.1 – Anleitung für die Auswahl der Prüfschärfegrade (Prüfpegel) | 28 |
| Tabelle B.1 – Kalibrierverfahren für die Kontaktentladung | 36 |
| Tabelle E.1a – Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für die Kalibrierung der Anstiegszeit des ESD-Entladestroms | 58 |
| Tabelle E.1b – Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für die Kalibrierung des Spitzenwerts des ESD-Entladestroms | 59 |
| Tabelle E.1c – Beispiel einer Unsicherheitsbilanz für die Kalibrierung der I_{30} - und I_{60} -Werte des ESD-Entladestroms | 60 |