

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Teil 4-9: Prüf- und Messverfahren –
Prüfung der Störfestigkeit gegen impulsförmige Magnetfelder**

Inhalt

	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Abkürzungen	9
4 Allgemeines	9
5 Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	9
6 Prüfeinrichtung	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Kombinations-Impulsgenerator (Hybridgenerator)	10
6.3 Induktionsspule	12
6.4 Kalibrierung des Prüfsystems	13
7 Prüfaufbau	14
7.1 Prüfeinrichtung	14
7.2 Verifizierung der Prüfeinrichtung	14
7.3 Prüfaufbau für die Anwendung von impulsförmigen Magnetfeldern auf Tischgeräte	15
7.4 Prüfaufbau für die Anwendung von impulsförmigen Magnetfeldern auf Standgeräte	16
7.5 Prüfaufbau für die Anwendung von impulsförmigen Magnetfeldern am Aufstellungs- und Betriebsort	18
8 Prüfverfahren	18
8.1 Allgemeines	18
8.2 Bezugsbedingungen im Labor	19
8.3 Durchführung der Prüfung	19
9 Ermittlung der Prüfergebnisse	20
10 Prüfbericht	20
Anhang A (informativ) Eigenschaften von nicht genormten Induktionsspulen	21
A.1 Einführung	21
A.2 Bestimmung des Spulenfaktors	21
A.2.1 Allgemeines	21
A.2.2 Messung des Spulenfaktors	21
A.2.3 Berechnung des Spulenfaktors	22
A.3 Magnetfeldmessung	23
A.4 Verifizierung von nicht genormten Induktionsspulen	23
Anhang B (informativ) Informationen zur Feldverteilung bei genormten Induktionsspulen	24

	Seite
B.1 Allgemeines	24
B.2 (1 m × 1 m)-Induktionsspule	24
B.3 (1 m × 2,6 m)-Induktionsspule mit Bezugsmassefläche	25
B.4 (1 m × 2,6 m)-Induktionsspule ohne Bezugsmassefläche	28
Anhang C (informativ) Auswahl der Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	30
Anhang D (informativ) Betrachtungen zur Messunsicherheit (MU)	32
D.1 Einleitung	32
D.2 Legende	32
D.3 Beiträge zur Unsicherheit der Messung des Stoßstroms und des Magnetfeldimpulses	33
D.4 Unsicherheit der Kalibrierung des Stoßstroms und des Magnetfeldimpulses	33
D.4.1 Allgemeines	33
D.4.2 Stirnzeit des Stoßstroms	33
D.4.3 Scheitelwert des Stoßstroms und des Magnetfelds	35
D.4.4 Dauer des Stromimpulses	36
D.4.5 Weitere Messunsicherheitsbeiträge zu den Zeitmessungen	37
D.4.6 Verzerrung der Anstiegszeit aufgrund der begrenzten Bandbreite des Messsystems	38
D.4.7 Verzerrung des Scheitelwerts des Impulses und der Impulsbreite aufgrund der begrenzten Bandbreite des Messsystems	39
D.5 Anwendung von Unsicherheiten beim Konformitätskriterium für Stoßwellengeneratoren	40
Anhang E (informativ) Mathematische Modellierung von Impulsformen des Stoßstroms	41
E.1 Allgemeines	41
E.2 Normalisierter Stoßstrom im Zeitbereich (8/20 µs)	41
Anhang F (informativ) Eigenschaften bei Verwendung von zwei genormten Induktionsspulen	44
F.1 Einführung	44
F.2 Besondere Anforderungen an die Kalibrierung	44
F.3 Feldverteilung der Anordnung mit Doppel-Induktionsspule	45
Anhang G (informativ) Numerische 3-D-Simulationen	47
G.1 Einleitung	47
G.2 Simulationen	47
G.3 Kommentare	47
Bilder	
Bild 1 – Vereinfachtes Prinzipschaltbild des Kombinations-Impulsgenerators (Hybridgenerators)	11
Bild 2 – Impulsform des Kurzschlussstroms (8/20 µs) am Ausgang des Generators	12
Bild 3 – Beispiel für die Messung des Stroms in genormten Induktionsspulen Übersetzungsliste für die im Bild 3 verwendeten Begriffe	13
Bild 4 – Beispiel für den Prüfaufbau für Tischgeräte, wobei die vertikale orthogonale Ebene gezeigt wird	16
Bild 5 – Beispiel für den Prüfaufbau für Standgeräte, wobei die horizontale orthogonale Ebene gezeigt wird	16
Bild 6 – Beispiel für den Prüfaufbau für Standgeräte, wobei die vertikale orthogonale Ebene gezeigt	

	Seite
wird	17
Bild 7 – Beispiel für den Prüfaufbau bei Verwendung des Näherungsverfahrens	18
Bild A.1 – Rechteckförmige Induktionsspule mit den Seiten $a + b$ und c	22
Bild A.2 – Beispiel eines Aufbaus für die Verifizierung von nicht genormten Induktionsspulen	23
Bild B.1 – + 3-dB- Iso-Linie für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - y -Ebene für die (1 m × 1 m)-Induktionsspule.....	24
Bild B.2 – + 3-dB- und – 3-dB-Iso-Linien für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - z -Ebene für die (1 m × 1 m)-Induktionsspule.....	25
Bild B.3 – + 3-dB- Iso-Linie für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - z -Ebene für die (1 m × 2,6 m) Induktionsspule mit Bezugsmassefläche.....	26
Bild B.4 – + 3-dB- und – 3-dB-Iso-Linien für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - y -Ebene für die (1 m × 2,6 m) Induktionsspule mit Bezugsmassefläche.....	27
Bild B.5 – + 3-dB- Iso-Linie für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - y -Ebene für die (1 m × 2,6 m) Induktionsspule ohne Bezugsmassefläche	28
Bild B.6 – + 3-dB- und – 3-dB-Iso-Linien für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - z -Ebene für die (1 m × 2,6 m) Induktionsspule ohne Bezugsmassefläche	29
Bild E.1 – Normalisierter Stoßstrom (8/20 μ s): zeitliche Impulsbreite T_W	42
Bild E.2 – Normalisierter Stoßstrom (8/20 μ s): Anstiegszeit T_r	43
Bild E.3 – Stoßstrom (8/20 μ s): spektraler Verlauf mit $\Delta f = 10$ kHz	43
Bild F.1 – Beispiel für ein Prüfsystem unter Verwendung von genormten Doppel-Induktionsspulen	44
Bild F.2 – + 3-dB- Iso-Linie für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - y -Ebene für die Anordnung mit Doppel- Induktionsspule (0,8 m Abstand zwischen den Spulen).....	46
Bild F.3 – + 3-dB- und – 3-dB-Iso-Linien für die magnetische Feldstärke (Höhe) in der x - z -Ebene für die Anordnung mit Doppel- Induktionsspule (0,8 m Abstand zwischen den Spulen)	46
Bild G.1 – Strom und H -Feld im Mittelpunkt der (1 m × 1 m)-Induktionsspule (die Amplitude des H_x -Felds in der Schleife ist negativ aufgrund der gewählten Ausrichtung der Sonde).....	48
Bild G.2 – H_x -Feld in A/m entlang der Seite der (1 m × 1 m)-Induktionsspule.....	48
Bild G.3 – H_x -Feld in A/m in der senkrecht auf der Ebene der (1 m × 1 m)-Induktionsspule stehenden Richtung x	49
Bild G.4 – H_x -Feld in dB entlang der Seite der (1 m × 1 m)-Induktionsspule.....	49
Bild G.5 – H_x -Feld in dB entlang der Diagonale bei der (1 m × 1 m)-Induktionsspule.....	50
Bild G.6 – Plot des H_x -Felds in der yz -Ebene für die (1 m × 1 m)-Induktionsspule.....	50
Bild G.7 – Plot des H_x -Felds in der xy -Ebene bei der (1 m × 1 m)-Induktionsspule.....	51
Bild G.8 – H_x -Feld in dB entlang der vertikalen Mittellinie bei der (1 m × 2,6 m)-Induktionsspule	52
Bild G.9 – 2D-Plot des H_x -Felds in der yz -Ebene bei der (1 m × 2,6 m)-Induktionsspule	52
Bild G.10 – 2D-Plot des H -Felds in der xy -Ebene bei $z = 0,5$ m bei der (1 m × 2,6 m)- Induktionsspule	53
Bild G.11 – Helmholtz-Aufbau: H_x -Feld und 2D-Plot für zwei (1 m × 1 m)-Induktionsspulen im Abstand von 0,6 m	54
Bild G.12 – Helmholtz-Aufbau: H_x -Feld und 2D-Plot für zwei (1 m × 1 m)-Induktionsspulen im Abstand von 0,8 m	55

Tabellen

Tabelle 1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	10
Tabelle 2 – Definition der Parameter der Impulsform 8/20 μs	11
Tabelle 3 – Festlegung der zeitlichen Kennwerte der Impulsform für das Prüfsystem	14
Tabelle 4 – Festlegung der zeitlichen Kennwerte der Impulsform für das Prüfsystem	14
Tabelle D.1 – Beispiel für die Unsicherheitsbilanz für die Stirnzeit des Stoßstroms (T_f)	34
Tabelle D.2 – Beispiel für die Unsicherheitsbilanz für den Scheitelwert des Stoßstroms (I_p)	35
Tabelle D.3 – Beispiel für die Unsicherheitsbilanz für die Breite des Stromimpulses (T_d)	37
Tabelle D.4 – α -Faktor in Gleichung (D.10) für unterschiedliche unidirektionale Impulsantworten korrespondierend zur gleichen Bandbreite B des Systems	39
Tabelle D.5 – β -Faktor in Gleichung (D.14) der Standard-Kurvenform des Stoßstroms	40
Tabelle F.1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	45