

Inhalt

| | Seite |
|--|-------|
| Nationales Vorwort | 2 |
| Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten | 3 |
| Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise | 3 |
| 1 Anwendungsbereich | 11 |
| 2 Normative Verweisungen | 11 |
| 3 Begriffe und Abkürzungen | 12 |
| 3.1 Begriffe | 12 |
| 3.2 Abkürzungen | 12 |
| 4 Allgemeines | 13 |
| 5 Prüf- und Betriebsbedingungen | 15 |
| 5.1 Stromversorgung und Umgebungsbedingungen | 15 |
| 5.2 Zu prüfende Betriebsarten | 15 |
| 5.2.1 Allgemeines | 15 |
| 5.2.2 Konfiguration des Sende-Empfangsgeräts für den Normalbetrieb | 15 |
| 5.2.3 Konfiguration des Sende-Empfangsgeräts für den Betrieb mit geringer Leistungsaufnahme | 16 |
| 5.3 Definition von BIN | 16 |
| 5.4 Prüfkonfiguration | 17 |
| 5.4.1 Allgemeine Konfiguration für Sende-Empfangsgeräte-Netzwerk | 17 |
| 5.4.2 Allgemeine Konfiguration für einzelne Sende-Empfangsgeräte | 19 |
| 5.4.3 Prüfungen von Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken – Koppelstecker und -netzwerke | 20 |
| 5.4.4 Prüfungen einzelner Sende-Empfangsgeräte – Koppelstecker und Kopplungsnetzwerke | 22 |
| 5.5 Prüfkommunikation und -signale | 24 |
| 5.5.1 Allgemeines | 24 |
| 5.5.2 Prüfsignale für den Normalbetrieb | 24 |
| 5.5.3 Prüfsignale für den Betrieb mit geringer Leistungsaufnahme | 24 |
| 5.6 Bewertungskriterien | 24 |
| 5.6.1 Allgemeines | 24 |
| 5.6.2 Bewertungskriterien für aktive Betriebsarten | 24 |
| 5.6.3 Bewertungskriterien im Zustand ohne Stromversorgung nach Belastung mit Störgrößen | 25 |
| 5.6.4 Zustands-Klassen | 26 |
| 5.7 DUT-spezifische Informationen | 26 |
| 6 Prüfung und Messung | 27 |
| 6.1 Aussendung von HF-Störungen | 27 |
| 6.1.1 Prüfverfahren | 27 |
| 6.1.2 Prüfaufbau | 27 |
| 6.1.3 Prüfverfahren und -parameter | 28 |
| 6.2 Störfestigkeit gegen HF-Störungen | 28 |

| | Seite |
|-----------------------|---|
| 6.2.1 | Prüfverfahren..... 28 |
| 6.2.2 | Prüfaufbau 28 |
| 6.2.3 | Prüfverfahren und -parameter 30 |
| 6.3 | Störfestigkeit gegen Impulse 32 |
| 6.3.1 | Prüfverfahren..... 32 |
| 6.3.2 | Prüfaufbau 32 |
| 6.3.3 | Prüfverfahren und -parameter 33 |
| 6.4 | Elektrostatische Entladung (ESD) 35 |
| 6.4.1 | Prüfverfahren..... 35 |
| 6.4.2 | Prüfaufbau 36 |
| 6.4.3 | Prüfverfahren und -parameter 41 |
| 7 | Prüfbericht 43 |
| Anhang A (normativ) | Ethernet-Prüfschaltungen..... 44 |
| A.1 | Allgemeines 44 |
| A.2 | Prüfschaltung für Ethernet-Sende-Empfangsgeräte für Funktionsprüfungen 44 |
| A.3 | Prüfschaltung für Ethernet-Sende-Empfangsgeräte für ESD-Prüfungen..... 47 |
| Anhang B (normativ) | Prüfleiterplatten..... 50 |
| B.1 | Prüfleiterplatte für die Konfiguration des Sende-Empfangsgeräte-Netzwerks..... 50 |
| B.2 | Prüfleiterplatte für die Konfiguration eines einzelnen Sende-Empfangsgeräts..... 52 |
| Anhang C (informativ) | Beispiele für Prüfgrenzwerte für Ethernet-Sende-Empfangsgeräte in der automobilen Anwendung 54 |
| C.1 | Allgemeines 54 |
| C.2 | Aussendung von HF-Störungen 54 |
| C.3 | Störfestigkeit gegen HF-Störungen 55 |
| C.4 | Störfestigkeit gegen Impulse 59 |
| C.5 | Elektrostatische Entladung (ESD) 59 |
| Anhang D (informativ) | Charakterisierung von Drosseln zur Gleichtaktunterdrückung für Ethernet- Bus-Schnittstellen..... 61 |
| D.1 | Allgemeines 61 |
| D.2 | CMC-Prüfung..... 61 |
| D.2.1 | Allgemeines 61 |
| D.4.2 | Mixed-Mode-Übertragung für S-Parameter-Messung..... 62 |
| D.2.3 | ESD-Schaden..... 68 |
| D.4.4 | Sättigungsprüfung bei HF-Störungen..... 72 |
| D.2.5 | TDR-Messung einer Gegentaktimpedanz..... 74 |
| Anhang E (informativ) | Charakterisierung von Bauelementen zur ESD-Unterdrückung für Ethernet- Bus-Schnittstellen 76 |
| E.1 | Allgemeines 76 |
| E.2 | Prüfung 76 |
| E.2.1 | Allgemeines 76 |

| | Seite |
|--|-------|
| E.2.2 Mixed-Mode-Übertragung für S-Parameter-Messung..... | 77 |
| E.2.3 ESD-Schaden..... | 83 |
| E.2.4 ESD-Entladestrommessung..... | 87 |
| E.2.5 Prüfung unerwünschter Klemmeffekte bei HF-Störfestigkeitsprüfungen..... | 90 |
| Literaturhinweise | 95 |
| Bilder | |
| Bild 1 – Minimales MDI-Schnittstellenprüfnetzwerk (Min-BIN)..... | 16 |
| Bild 2 – MDI-Standardschnittstellennetzwerk (Std-BIN)..... | 17 |
| Bild 3 – Optimiertes MDI-Schnittstellenprüfnetzwerk (Opt-BIN)..... | 17 |
| Bild 4 – Allgemeine Prüfkonfiguration für Prüfungen in Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken | 18 |
| Bild 5 – Allgemeine Prüfkonfiguration für die ESD-Prüfung ohne Stromversorgung | 19 |
| Bild 6 – Prüfungen von Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken – Koppelstecker und Kopplungsnetzwerke | 20 |
| Bild 7 – Koppelstecker und Kopplungsnetzwerke für ESD-Prüfungen ohne Stromversorgung..... | 23 |
| Bild 8 – Grundlegende Zeichnung der maximalen Abweichung auf einer I/U-Kennlinie | 26 |
| Bild 9 – Prüfaufbau für die Messung von HF-Störungen..... | 27 |
| Bild 10 – Prüfaufbau für DPI-Prüfungen..... | 29 |
| Bild 11 – Prüfaufbau für Prüfungen der Störfestigkeit gegen Impulse | 33 |
| Bild 12 – Prüfaufbau für ESD-Prüfungen mit Stromversorgung – Grundanordnung | 36 |
| Bild 13 – Prüfaufbau für ESD-Prüfungen mit Stromversorgung – Anregung und Überwachung..... | 37 |
| Bild 14 – Prüfaufbau für ESD-Prüfungen ohne Stromversorgung – Grundanordnung | 38 |
| Bild 15 – Prüfaufbau für ESD-Prüfungen ohne Stromversorgung – Anregung und Überwachung | 40 |
| Bild A.1 – Allgemeines Schaltbild eines Prüfnetzwerks für Ethernet-Sende-Empfangsgeräte 100BASE-T1 und 1000BASE-T1 für die Funktionsprüfung | 45 |
| Bild A.2 – Allgemeines Schaltbild eines Prüfnetzwerks für Ethernet-Sende-Empfangsgeräte 100BASE-T1 und 1000BASE-T1 für die Funktionsprüfung | 46 |
| Bild A.3 – Allgemeines Schaltbild für ESD-Prüfungen von Ethernet-Sende-Empfangsgeräten ohne Stromversorgung..... | 47 |
| Bild A.4 – Allgemeines Schaltbild für ESD-Prüfungen von Ethernet-Sende-Empfangsgeräten ohne Stromversorgung..... | 48 |
| Bild B.1 – Beispiel einer Funktionsprüfleiterplatte für ICs für Ethernet-Sende-Empfangsgeräten (100BASE-T1)..... | 50 |
| Bild B.2 – Beispiel einer ESD-Prüfleiterplatte mit Stromversorgung für Ethernet-Sende- Empfangsgeräte (100BASE-T1) | 51 |
| Bild B.3 – Beispiel einer ESD-Prüfleiterplatte ohne Stromversorgung für Ethernet-Sende- Empfangsgeräte (100BASE-T1), obere Schicht | 52 |
| Bild B.4 – Beispiel einer ESD-Prüfleiterplatte ohne Stromversorgung für Ethernet-Sende- Empfangsgeräte (100BASE-T1), untere Schicht | 52 |
| Bild C.1 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Aussendung – MDI-Opt-BIN, andere globale Anschlussstifte | 54 |
| Bild C.2 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Aussendung – lokale Betriebsmittel..... | 55 |
| Bild C.3 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Störfestigkeit der Funktionszustands-Klasse A _{IC} – MDI- Opt-BIN | 56 |
| Bild C.4 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Störfestigkeit der Funktionszustands-Klasse A _{IC} – andere globale Anschlussstifte..... | 56 |
| Bild C.5 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Störfestigkeit der Funktionszustands-Klasse C _{IC} oder D _{IC} | |

| | Seite |
|--|-------|
| – MDI-Opt-BIN..... | 58 |
| Bild C6 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Störfestigkeit der Funktionszustands-Klassen C_{IC} oder D_{IC} – andere globale Anschlussstifte..... | 58 |
| Bild D.1 – Allgemeines Schaltbild einer CMC..... | 61 |
| Bild D.2 – Prüfaufbau für S-Parameter-Messungen an CMC..... | 62 |
| Bild D.3 – Beispiel für eine Prüfleiterplatte zur Vier-Port-S-Parameter-Messung an CMC – Mixed- Mode-Übertagung, obere Schicht | 63 |
| Bild D.4 – Beispiel für eine Prüfleiterplatte zur Drei-Port-S-Parameter-Messung an CMC – unsymmetrisch, obere Schicht | 63 |
| Bild D.5 – Empfohlene Kennwerte für S_{dd11} , S_{dd22} (RL) für CMC | 66 |
| Bild D.6 – Empfohlene Kennwerte für S_{dd21} (IL) für CMC..... | 67 |
| Bild D.7 – Empfohlener Kennwert für S_{cc21} (CMR) für CMC..... | 67 |
| Bild D.8 – Empfohlener Kennwert für S_{sd21} , S_{sd12} (DCMR) and S_{ds21} , S_{ds12} (CDMR) für CMC | 68 |
| Bild D.9 – Prüfaufbau für Prüfungen auf ESD-Schäden an CMC | 69 |
| Bild D.10 – Beispiel einer ESD-Prüfleiterplatte für CMC, obere Schicht..... | 70 |
| Bild D.11 – Prüfaufbau für HF-Sättigungsmessungen an CMC | 72 |
| Bild D.12 – Beispiel einer Prüfleiterplatte für HF-Sättigung/S-Parameter für CMC, obere Schicht | 73 |
| Bild D.13 – Prüfaufbau für TDR-Messungen an CMC..... | 74 |
| Bild E.1 – Anordnung eines Bauelements zur ESD-Unterdrückung in der 100BASE-T1- und 1000BASE-T1-MDI-Schnittstelle | 77 |
| Bild E.2 – Prüfaufbau für S-Parameter-Messungen am Bauelement zur ESD-Unterdrückung | 78 |
| Bild E.3 – Beispiel einer Prüfleiterplatte zur Vier-Port-S-Parameter-Messung für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung – Mixed Mode, obere Schicht | 79 |
| Bild E.4 – Beispiel einer Prüfleiterplatte zur Drei-Port-S-Parameter-Messung für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung – unsymmetrisch, obere Schicht..... | 79 |
| Bild E.5 – Empfohlene Kennwerte für S_{dd11} (RL) für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung..... | 82 |
| Bild E.6 – Empfohlene Kennwerte für S_{dd21} (IL) für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung | 82 |
| Bild E.7 – Empfohlener Kennwert für S_{sd21} (DCMR) für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung..... | 83 |
| Bild E.8 – Prüfaufbau für Prüfungen auf ESD-Schäden am Bauelement zur ESD-Unterdrückung | 84 |
| Bild E.9 – Beispiel einer ESD-Prüfleiterplatte für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung, obere Schicht..... | 85 |
| Bild E.10 – Prüfaufbau für ESD-Entladestrommessungen am Bauelement zur ESD-Unterdrückung..... | 87 |
| Bild E.11 – Beispiel einer ESD-Prüfleiterplatte für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung, obere Schicht..... | 88 |
| Bild E.12 – Empfohlene Grenzwerte für den restlichen ESD-Entladestrom nach dem MDI- Prüfnetzwerk für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung..... | 90 |
| Bild E.13 – Prüfaufbau für HF-Klemmprüfung am Bauelement zur ESD-Unterdrückung | 91 |
| Bild E.14 – Beispiel einer Klemmprüfung der Prüfleiterplatte an einem Unterdrückungsbaulement, obere Schicht..... | 92 |
| Bild E.15 – Empfohlene Prüfleistungspegel für HF-Klemmprüfung an einem Bauelement zur ESD- Unterdrückung | 94 |

Tabellen

| | |
|--|----|
| Tabelle 1 – Überblick über Messungen und Prüfungen | 14 |
| Tabelle 2 – Stromversorgung und Umgebungsbedingungen für den aktiven Betrieb..... | 15 |
| Tabelle 3 – Definition für die Konfiguration des Sende-Empfangsgeräts für den Normalbetrieb..... | 16 |

| | |
|--|----|
| Tabelle 4 – Definition für die Konfiguration der Betriebsart des Sende-Empfangsgeräts für den Betrieb mit geringer Leistungsaufnahme | 16 |
| Tabelle 5 – Auswahlempfehlung für MII-Schnittstellen für die Konfiguration von Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken..... | 19 |
| Tabelle 6 – Prüfungen von Sende-Empfangsgeräte-Netzwerken – Wertedefinitionen für Bauteile von Koppelsteckern und Kopplungsnetzwerken | 21 |
| Tabelle 7 – Definitionen der Koppelstecker für ESD-Prüfungen ohne Stromversorgung | 23 |
| Tabelle 8 – Definition für die Konfiguration der Betriebsart des Sende-Empfangsgeräts für den Normalbetrieb | 24 |
| Tabelle 9 – Bewertungskriterien für Ethernet-Sende-Empfangsgeräte | 25 |
| Tabelle 10 – Definition von Funktionszustands-Klassen..... | 26 |
| Tabelle 11 – Einstellungen der HF-Messeinrichtung | 28 |
| Tabelle 12 – Aussendungsmessungen | 28 |
| Tabelle 13 – Festlegungen für DPI-Prüfungen..... | 30 |
| Tabelle 14 – DPI-Prüfungen für die Bewertung der Funktionszustands-Klasse A _{IC} von Ethernet-Sende-Empfangsgeräten | 31 |
| Tabelle 15 – Die DPI-Prüfungen für die Bewertung der Funktionszustands-Klasse C _{IC} oder D _{IC} von Ethernet-Sende-Empfangsgeräten | 32 |
| Tabelle 16 – Festlegungen für Prüfungen der Störfestigkeit gegen Impulse | 34 |
| Tabelle 17 – Parameter für die Prüfung der Störfestigkeit gegen Impulse | 34 |
| Tabelle 18 – Prüfungen der Störfestigkeit gegen Impulse für die Bewertung der Funktionszustands-Klasse A _{IC} von Ethernet-Sende-Empfangsgeräten | 35 |
| Tabelle 19 – Prüfungen der Störfestigkeit gegen Impulse für die Bewertung der Funktionszustands-Klasse C _{IC} oder D _{IC} von Ethernet-Sende-Empfangsgeräten | 35 |
| Tabelle 20 – Festlegungen für ESD-Prüfungen | 41 |
| Tabelle 21 – ESD-Prüfungen mit Stromversorgung für die Bewertung von Ethernet-Sende-Empfangsgeräten der Funktionszustands-Klassen A _{IC} , C _{IC} und D _{IC} | 42 |
| Tabelle 22 –ESD-Prüfungen ohne Stromversorgung für die Bewertung von ICs für Ethernet-Sende-Empfangsgeräten der Funktionszustands-Klassen D _{IC} | 43 |
| Tabelle B.1 – Parameter der ESD-Prüfleiterplatte | 53 |
| Tabelle C.1 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Aussendung – Prüffälle mit empfohlenen Grenzwertklassen..... | 55 |
| Tabelle C.2 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Störfestigkeit– Prüffälle mit empfohlenen Grenzwertklassen für Funktionszustands-Klasse A _{IC} | 57 |
| Tabelle C.3 – Beispiel für Grenzwerte für HF-Störfestigkeit – Prüffälle mit empfohlenen Grenzwertklassen für Funktionszustands-Klasse C _{IC} oder D _{IC} | 59 |
| Tabelle C.4 – Beispiel für Grenzwerte für die Störfestigkeit gegen Impulse – Klasse III | 59 |
| Tabelle C.5 – Beispiel für Grenzwerte für Störfestigkeit gegen Impulse – Prüffälle mit empfohlenen Grenzwertklassen für Funktionszustands-Klasse C _{IC} oder D _{IC} | 59 |
| Tabelle C.6 – Beispiel für Grenzwerte für ESD-Prüfungen – Prüffälle mit empfohlenen Grenzwerten für Funktionszustands-Klasse A1 _{IC} , A2 _{IC} , A3 _{IC} , C _{IC} oder D _{IC} | 60 |
| Tabelle D.1 – Prüfverfahren und -parameter für Charakterisierung von Drei-Port-Prüfleiterplatten für CMC | 64 |
| Tabelle D.2 – Prüfverfahren und -parameter für S-Parameter-Messungen an CMC..... | 65 |
| Tabelle D.3 – Erforderliche S-Parameter-Messungen für CMC..... | 66 |
| Tabelle D.4 – Prüfparameter für Prüfungen auf ESD-Schäden an CMC..... | 71 |

| | Seite |
|--|-------|
| Tabelle D.5 – Erforderliche ESD-Prüfungen auf Schäden für CMC..... | 71 |
| Tabelle D.6 – Prüfverfahren und -parameter für HF-Sättigungsprüfungen an CMC..... | 73 |
| Tabelle D.7 – Erforderliche HF-Sättigungsprüfungen für CMC..... | 74 |
| Tabelle D.8 – Prüfverfahren und -parameter für TDR-Messung an CMC..... | 75 |
| Tabelle D.9 – Erforderliche TDR-Messungen für CMC..... | 75 |
| Tabelle E.1 – Spezifikation des Bauelements zur ESD-Unterdrückung..... | 76 |
| Tabelle E.2 – Prüfverfahren und -parameter für die Charakterisierung einer Drei-Port- Prüfleiterplatten für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung..... | 80 |
| Tabelle E.3 – Prüfverfahren und -parameter für S-Parameter-Messungen an einem Bauelement zur ESD-Unterdrückung..... | 81 |
| Tabelle E.4 – Erforderliche S-Parameter-Messung für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung..... | 81 |
| Tabelle E.5 – Prüfparameter für Prüfungen auf ESD-Schäden am Bauelement zur ESD- Unterdrückung..... | 86 |
| Tabelle E.6 – Erforderliche ESD-Prüfungen auf Schäden für ein Bauelement zur ESD- Unterdrückung..... | 86 |
| Tabelle E.7 – Prüfparameter für ESD-Entladestrommessungen am Bauelement zur ESD- Unterdrückung..... | 89 |
| Tabelle E.8 – Erforderliche Strommessung für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung..... | 90 |
| Tabelle E.9 – Prüfverfahren und -parameter für HF-Klemmprüfungen an einem Bauelement zur ESD-Unterdrückung..... | 93 |
| Tabelle E.10 – Erforderliche HF-Klemmprüfungen für ein Bauelement zur ESD-Unterdrückung..... | 94 |