

	DIN EN 60512-29-100 (VDE 0687-512-29-100)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 31.220.10 Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Mess- und Prüfverfahren – Teil 29-100: Signalintegritätsprüfungen bis 500 MHz an Steckverbindern M12 – Prüfungen 29a bis 29g (IEC 60512-29-100:2015); Deutsche Fassung EN 60512-29-100:2015 Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 29-100: Signal integrity tests up to 500 MHz on M12 style connectors – Tests 29a to 29g (IEC 60512-29-100:2015); German version EN 60512-29-100:2015 Connecteurs pour équipements électroniques – Essais et mesures – Partie 29-100: Essais d'intégrité des signaux jusqu'à 500 MHz sur les connecteurs de type M12 – Essais 29a à 29g (IEC 60512-29-100:2015); Version allemande EN 60512-29-100:2015 Gesamtumfang 59 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-04-09 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2016-03-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60512-29-100 (VDE 0687-512-29-100):2011-10.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 651 „Steckverbinder“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 48B „Connectors“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 50289-1-14	–	DIN EN 50289-1-14	–
–	IEC 60050 (alle Teile)	a	–
–	IEC 60050-581	a	–
–	IEC 60169-16 (zurückgezogen)	–	–
EN 60512 (alle Teile)	IEC 60512 (alle Teile)	DIN EN 60512 (alle Teile)	–
EN 60512-1	IEC 60512-1	DIN EN 60512-1	–
EN 60512-26-100 + A1	IEC 60512-26-100 + A1	DIN EN 60512-26-100 (VDE 0687-512-26-100)	VDE 0687-512-26-100
EN 60512-27-100	IEC 60512-27-100	DIN EN 60512-27-100 (VDE 0687-512-27-100)	VDE 0687-512-27-100
EN 61076-1	IEC 61076-1 (zurückgezogen)	DIN EN 61076-1	–
EN 61076-2-101	IEC 61076-2-101	DIN EN 61076-2-101 (VDE 0687-76-2-101)	VDE 0687-76-2-101
EN 61076-2-109	IEC 61076-2-109	DIN EN 61076-2-109 (VDE 0687-76-2-109)	VDE 0687-76-2-109
–	IEC/PAS 61076-2-110	–	–
–	IEC 61156 (alle Teile)	–	–
EN 61169-16	IEC 61169-16	DIN EN 61169-16	–
–	ISO/IEC 11801	–	–
^a Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50289-1-14, *Kommunikationskabel – Spezifikationen für Prüfverfahren – Teil 1-14: Elektrische Prüfverfahren – Kopplungsdämpfung oder Schirmdämpfung für Verbindungstechnik*

DIN EN 60512 (alle Teile), *Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Mess- und Prüfverfahren*

DIN EN 60512-1, *Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Mess- und Prüfverfahren – Teil 1: Allgemeines*

DIN EN 60512-26-100 (VDE 0687-512-26-100), *Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Mess- und Prüfverfahren – Teil 26-100: Messaufbau, Prüf- und Referenzanordnung und Messverfahren für Steckverbinder nach IEC 60603-7 – Prüfungen 26a bis 26g*

DIN EN 60512-27-100 (VDE 0687-512-27-100), *Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Mess- und Prüfverfahren – Teil 27-100: Signalintegritätsprüfungen bis 500 MHz an Steckverbindern der Reihe IEC 60603-7 – Prüfungen 27a bis 27g*

DIN EN 60512-29-100 (VDE 0687-512-29-100):2016-03

DIN EN 61076-1, *Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Produktanforderungen – Teil 1: Fachgrundspezifikation*

DIN EN 61076-2-101 (VDE 0687-76-2-101), *Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Produktanforderungen – Teil 2-101: Rundsteckverbinder – Bauartspezifikation für Steckverbinder M12 mit Schraubverriegelung*

DIN EN 61076-2-109 (VDE 0687-76-2-109), *Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Produktanforderungen – Teil 2-109: Rundsteckverbinder – Bauartspezifikation für Steckverbinder M12 × 1 mit Schraubverriegelung für Datenübertragungen bis 500 MHz*

DIN EN 61169-16, *Hochfrequenz-Steckverbinder – Teil 16: Rahmenspezifikation – Koaxiale Hochfrequenzsteckverbinder mit 7 mm (0,276 in) Innendurchmesser des Außenleiters und Schraubverbindung – Wellenwiderstand 50 Ohm (75 Ohm) (Typ N)*

**Steckverbinder für elektronische Einrichtungen –
Mess- und Prüfverfahren –
Teil 29-100: Signalintegritätsprüfungen bis 500 MHz an Steckverbindern M12 –
Prüfungen 29a bis 29g
(IEC 60512-29-100:2015)**

Connectors for electronic equipment –
Tests and measurements –
Part 29-100: Signal integrity tests up to 500 MHz
on M12 style connectors – Tests 29a to 29g
(IEC 60512-29-100:2015)

Connecteurs pour équipements électroniques –
Essais et mesures –
Partie 29-100: Essais d'intégrité des signaux
jusqu'à 500 MHz sur les connecteurs de type
M12 – Essais 29a à 29g
(IEC 60512-29-100:2015)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2015-04-09 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2015 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60512-29-100:2015 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 48B/2410/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 60512-29-100, erarbeitet vom SC 48B „Connectors“ des IEC/TC 48 „Electromechanical components and mechanical structures for electronic equipment“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60512-29-100:2015 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-03-18
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-04-09

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60512-29-100:2015 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

IEC 60512-27-100 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60512-27-100.

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
1 Anwendungsbereich und Zweck	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe und Abkürzungen.....	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Abkürzungen	9
4 Allgemeine Prüfanordnung.....	10
4.1 Messinstrumente	10
4.2 Koaxialkabel und Messkabel für den Netzwerkanalysator	10
4.3 Maßnahmen zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit der Messung	10
4.4 Bezugskomponenten für die Kalibrierung	13
4.4.1 Referenzabschlusswiderstände für die Kalibrierung.....	13
4.5 Abschlusswiderstände für den Abschluss von Leitungspaaren.....	14
4.5.1 Gegentaktbetrieb.....	14
4.5.2 Abschluss mit Symmetrieübertragern	14
4.5.3 Abschlussarten.....	15
4.6 Anschluss der Schirme	15
4.7 Prüfling und Bezugsebene	15
4.7.1 Allgemeines.....	15
4.7.2 Verbindung zwischen Prüfling und Kalibrierebene	15
4.8 Abschluss des Symmetrieübertragers	17
4.8.1 Allgemeine Anforderungen.....	17
4.8.2 Mittelanzapfung, an Masse angeschlossen	17
4.8.3 Mittelanzapfung, offen.....	17
4.9 Kalibrier- und Messablauf	18
5 Messungen an Steckverbindern bis 100 MHz und bis 500 MHz	22
5.1 Allgemeines.....	22
5.2 Einfügungsdämpfung Prüfung 29a	23
5.2.1 Zweck.....	23
5.2.2 Steckverbinderstecker oder -buchse für die Einfügungsdämpfung	23
5.2.3 Prüfverfahren	23
5.2.4 Prüfaufbau.....	23
5.2.5 Verfahren	23
5.2.6 Prüfbericht.....	24
5.2.7 Messgenauigkeit	24
5.3 Rückflussdämpfung Prüfung 29b	24
5.3.1 Zweck.....	24

5.3.2	Stecker oder Buchse für die Rückflusssdämpfung	24
5.3.3	Prüfverfahren.....	25
5.3.4	Prüfaufbau	25
5.3.5	Verfahren.....	25
5.3.6	Prüfbericht	26
5.3.7	Messunsicherheit.....	26
5.4	Nahnebenschwächung (NEXT) Prüfung 29c	26
5.4.1	Zweck	26
5.4.2	Stecker oder Buchse für NEXT	26
5.4.3	Prüfverfahren.....	26
5.4.4	Prüfaufbau	27
5.4.5	Durchführung.....	27
5.4.6	Prüfbericht	28
5.4.7	Messunsicherheit.....	28
5.5	Fernnebenschwächung (FEXT) Prüfung 29d.....	28
5.5.1	Zweck	28
5.5.2	Stecker oder Buchse für FEXT.....	28
5.5.3	Prüfverfahren.....	28
5.5.4	Prüfaufbau	28
5.5.5	Durchführung.....	29
5.5.6	Prüfbericht	30
5.5.7	Messunsicherheit.....	30
5.6	Transferimpedanz (Z_t) Prüfung 29e.....	30
5.7	Unsymmetrische Dämpfung am nahen Ende (TCL) Prüfung 29f.....	30
5.7.1	Zweck	30
5.7.2	Stecker oder Buchse für TCL	30
5.7.3	Prüfverfahren.....	30
5.7.4	Prüfaufbau	30
5.7.5	Verfahren	31
5.7.6	Prüfbericht	34
5.7.7	Messunsicherheit.....	34
5.8	Unsymmetrische Dämpfung am fernen Ende (TCTL) Prüfung 29g	34
5.8.1	Zweck	34
5.8.2	Stecker oder Buchse für TCTL.....	34
5.8.3	Prüfverfahren.....	34
5.8.4	Prüfaufbau	35
5.8.5	Durchführung.....	35
5.8.6	Prüfbericht	36
5.8.7	Messunsicherheit.....	36

5.9	Kopplungsdämpfung	36
6	Konstruktion und Qualifizierung der direkten Messadapter (DFP und DFJ).....	36
6.1	Allgemeines.....	36
6.2	Direkte Messadapter zur Überprüfung des Prüfsteckverbinders	37
6.2.1	Anforderung an direkte Messadapter bis 100 MHz	37
6.2.2	Anforderung an direkte Messadapter bis 500 MHz	38
	Anhang A (normativ) Impedanzkontrollierter Messadapter.....	40
A.1	Allgemeines.....	40
A.2	Abschlusswiderstand	41
A.3	Zusätzliche Komponenten für den Anschluss an den Netzwerkanalysator	44
A.4	Direkter Messadapter	45
A.5	Messkonfiguration 1 der Anschlusskomponenten	48
A.6	Leiterplatten-Verbindungsblock für die Verbindungen des Prüflings	48
	Anhang B (informativ) Bezugsquelle	49
B.1	Komponenten des Prüfmessadapters.....	49
	Anhang C (informativ) Steckverbinder, auf die Bezug genommen wird	50
	Anhang D (informativ) Schnittstelle zu den Messadaptern	51
	Literaturhinweise	53
	Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	54
Bilder		
Bild 1	– Messstrategien	10
Bild 2	– 180°-Hybridkoppler als Symmetrieübertrager	11
Bild 3	– Messkonfigurationen für die Qualifikation der Prüfsymmetrieübertrager	13
Bild 4	– Kalibrierung der Referenzabschlusswiderstände.....	14
Bild 5	– Abschlusswiderstandsnetzwerk	14
Bild 6	– Festlegung der Bezugsebenen	15
Bild 7	– Symmetrisches Dämpfungsglied für Symmetrieübertrager mit an Masse angeschlossener Mittellanzapfung	17
Bild 8	– Symmetrisches Dämpfungsglied für Symmetrieübertrager mit Mittellanzapfung, offen	18
Bild 9	– Leerlauf-Kalibrierung	18
Bild 10	– Kurzschluss-Kalibrierung.....	19
Bild 11	– Kalibrierung mit abgeschlossener Leitung	19
Bild 12	– Durchgangs-Kalibrierung.....	20
Bild 13	– Messung der Rückflusdämpfung und der Nahnebenseprechdämpfung am Prüfling.....	21
Bild 14	– Messung der Einfügungsdämpfung und der Fernnebenseprechdämpfung am Prüfling	22
Bild 15	– Messaufbau	24
Bild 16	– Messung der Rückflusdämpfung	25
Bild 17	– Messung der Nahnebenseprechdämpfung	27

Bild 18 – Messung der Fernnebenschlehdämpfung mit Gegentakt- und Gleichtakt-Abschluss	29
Bild 19 – TCL-Messung	31
Bild 20 – Dämpfungskalibrierung der Koaxialleitung	31
Bild 21 – Messung der Einfügungsdämpfung an Back-to-back-Symmetrieübertragern	32
Bild 22 – Anordnung für die Symmetrieübertrager-Einfügungsdämpfungskalibrierung für den Gleichtaktbetrieb.....	33
Bild 23 – Schaltbild der Symmetrieübertrager-Einfügungsdämpfungskalibrierung für den Gleichtaktbetrieb.....	33
Bild 24 – TCTL-Messung	35
Bild 25 – Bezugsebenen.....	37
Bild 26 – Steckgesicht eines direkten Messadapters, M12, D-Code.....	37
Bild 27 – Direkter Messadapter, M12, D-Code	38
Bild 28 – Steckgesicht eines direkten Messadapters, M12, X-Code.....	38
Bild 29 – Direkter Messadapter, M12, X-Code	39
Bild A.1 – Messkopf-Baugruppe M12, D-Code mit angeschlossenen Symmetrieübertragern.....	40
Bild A.2 – Messkopf-Baugruppe M12, X-Code mit angeschlossenen Symmetrieübertragern.....	41
Bild A.3 – Messkopf-Baugruppe M12, mit gestecktem Abschlusswiderstand M12.....	42
Bild A.4 – Symmetrieübertrager-Messadapterprüfaufbau mit Abschlusswiderstand M12	42
Bild A.5 – Abschlusswiderstand M12, X-Code	43
Bild A.6 – Abschlusswiderstand M12, D-Code	43
Bild A.7 – Messkopf-Baugruppe mit einer Abschirmung zwischen den Symmetrieübertragern	44
Bild A.8 – Symmetrieübertrager-Messadapterprüfaufbau-Baugruppe	45
Bild A.9 – Direkte Messadapterbuchse M12, D-Code (DFJ) für den Prüfling	45
Bild A.10 – Direkte Messadapterbuchse M12, D-Code (DFJ) für den Prüfling	46
Bild A.11 – Direkte Messadapterbuchse M12, X-Code (DFJ) für den Prüfling	46
Bild A.12 – Querschnitt der direkten Messadapterbuchse M12, X-Code (DFJ) für den Prüfling	47
Bild A.13 – Querschnitt der direkten Messadapterbuchse M12, X-Code (DFJ) für den Prüfling	47
Bild A.14 – Beispiel einer Messkonfiguration der Anschlusskomponenten.....	48
Bild D.1 – Schnittstellenstruktur des Prüfsymmetrieübertragers	51
Bild D.2 – Beispiel für Stift- und Sockel-Abmessungen.....	52
Tabellen	
Tabelle 1 – Charakteristische Eigenschaften bei der Prüfung von Symmetrieübertragern bis 500 MHz	11
Tabelle 2 – Charakteristische Eigenschaften bei der Prüfung von Symmetrieübertragern bis 100 MHz	12
Tabelle 3 – Rückflussdämpfung der Verbindung.....	17
Tabelle 4 – Unsicherheitsbereich der Messung der Rückflussdämpfung bei Frequenzen unterhalb 100 MHz	26
Tabelle 5 – Unsicherheitsbereich der Messung der Rückflussdämpfung bei Frequenzen oberhalb 100 MHz	26
Tabelle 6 – Leistung des direkten Messadapters M12 bis 100 MHz.....	38

Tabelle 7 – Leistung des direkten Messadapters M12 bis 500 MHz	39
Tabelle A.1 – Leistungsparameter bis 500 MHz des Abschlusswiderstands M12.....	43
Tabelle A.2 – Leistungsparameter bis 100 MHz des Abschlusswiderstands M12.....	43
Tabelle C.1 – Steckverbinderbezug	50

1 Anwendungsbereich und Zweck

Dieser Teil der IEC 60512 legt die Prüfverfahren für das Übertragungsverhalten von Steckverbindern M12 bis 500 MHz fest. Er ist ebenfalls zur Prüfung von Steckverbindern für niedrigere Frequenzen geeignet, wenn diese die Anforderungen der einzelnen Spezifikationen und dieser Norm erfüllen.

ANMERKUNG 1 Alle Steckverbinderdarstellungen sind Beispiele nach IEC 61076-2-109.

Die angegebenen Prüfverfahren sind:

- Einfügungsdämpfung, Prüfung 29a;
- Rückflussdämpfung, Prüfung 29b;
- Nahnebensprechen (NEXT), Prüfung 29c;
- Fernnebensprechen (FEXT), Prüfung 29d;
- Unsymmetriedämpfung am nahen Ende (TCL), Prüfung 29f;
- Unsymmetriedämpfung am fernen Ende (TCTL), Prüfung 29g.

Prüfungen der Transferimpedanz (Z_t) siehe IEC 60512-26-100, Prüfung 26e.

Kopplungsdämpfung siehe ISO/IEC 11801.

Alle Prüfverfahren gelten für zwei- und vierpaarige Steckverbinder.

ANMERKUNG 2 Alle Darstellungen für vierpaarige Verkabelungen gelten auch für zweipaarige Verkabelungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050 (alle Teile), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60512-1, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 1: General*

IEC 60512-26-100, *Connectors for electronic equipment – Tests and measurements – Part 26-100: Measurement setup, test and reference arrangements and measurements for connectors according to IEC 60603-7 – Tests 26a to 26g*

IEC 61076-1, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 1: Generic specification*

IEC 61076-2-101, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Circular connectors – Detail specification for M12 connectors with screw-locking*

IEC 61076-2-109, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-109: Circular connectors – Detail specification for connectors with M12 × 1 screw-locking, for data transmission frequencies up to 500 MHz*

IEC 61169-16, *Radio-frequency connectors – Part 16: Sectional specification – RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 7 mm (0,276 in) with screw coupling – Characteristics impedance 50 ohms (75 ohms) (type N)*

ISO/IEC 11801, *Information technology – Generic cabling for customer premises*

EN 50289-1-14, *Kommunikationskabel – Spezifikationen für Prüfverfahren – Teil 1-14: Elektrische Prüfverfahren – Kopplungsdämpfung oder Schirmdämpfung für Verbindungstechnik*

ITU-T Recommendation G.117, *Transmission aspects of unbalance about earth*

ITU-T Recommendation O.9, *Measuring arrangements to assess the degree of unbalance about earth*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-581, IEC 61076-1 und IEC 60512-1 sowie die folgenden Begriffe.

3.1.1

Referenzprüfbuchse

RTJ

als Prüfarfakt ausgelegte Steckverbinderbuchse

3.1.2

Referenzprüfstecker

RTP

als Prüfarfakt ausgelegter Steckverbinderstecker

3.1.3

direkte Messadapterbuchse

DFJ

Schnittstelle, die mit einem Stecker zusammengefügt werden kann

3.1.4

direkter Messadapterstecker

DFP

Schnittstelle, die mit einer Buchse zusammengefügt werden kann

3.2 Abkürzungen

CM	Gleichtaktbetrieb (en: Common mode)
DM	Gegentaktbetrieb (en: Differential mode)
DFJ	direkte Messadapterbuchse (en: Direct Fixture Jack)
DFP	direkter Messadapterstecker (en: Direct Fixture Plug)
DMCM	Gegentakt- und Gleichtaktbetrieb (en: Differential mode plus common mode)
DUT	Prüfling (en: Device under test)
FEXT	Fernnebensprechen (en: Far-end crosstalk)
IDC	Schneidklemmverbindung (en: Insulation displacement connection)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (en: International Electrotechnical Commission)
IL	Einfügdungsämpfung (en: Insertion Loss)
NEXT	Nahnebensprechen (en: Near-end crosstalk)
RL	Rückflussdämpfung (en: Return Loss)
RTJ	Referenzprüfbuchse (en: Reference Test Jack)
RTP	Referenzprüfstecker (en: Reference Test Plug)
TCL	Unsymmetriedämpfung am nahen Ende (en: Transverse conversion loss)
TCTL	Unsymmetriedämpfung am fernen Ende (en: Transverse conversion transfer loss)

4 Allgemeine Prüfanordnung

4.1 Messinstrumente

Alle Messinstrumente müssen für einen Frequenzbereich von 1 MHz bis zu der für den Prüfling festgelegten höchsten Frequenz geeignet sein.

Diese Prüfverfahren erfordern die Anwendung eines Netzwerkanalysators. Dieser sollte eine vollständige 2-Tor-Kalibrierung ermöglichen. Der Analysator muss mindestens einen Frequenzbereich von 1 MHz bis zu der für den Prüfling festgelegten höchsten Frequenz abdecken.

Sofern verwendet, werden mindestens 2 Prüfsymmetrieübertrager benötigt, um die Messungen mit symmetrischen Signalen durchzuführen. Die Anforderungen an die Symmetrieübertrager sind in 4.3 festgelegt.

Für Prüfungen ohne Symmetrieübertrager können wahlweise auch Multitor-Netzwerkanalysatoren verwendet werden.

Für die Kalibrierung des Messaufbaus werden Referenzabschlusswiderstände benötigt. Die Anforderungen an die Referenzabschlusswiderstände sind in 4.5.1 festgelegt.

Für den Abschluss der Leitungspaare, welche nicht durch die Prüfsymmetrieübertrager abgeschlossen werden, sind, unabhängig davon, ob sie verwendet werden, Abschlusswiderstände erforderlich. Die Anforderungen an diese Abschlusswiderstände sind in 4.6 festgelegt.

Für die Messung der Kopplungsdämpfung werden eine Absorbermesszange und Absorberferrite benötigt. Die Anforderungen an diese Komponenten sind in EN 50289-1-14 festgelegt.

Bei den Prüfverfahren sind eigenständige Prüfungen an Steckverbinderstecker und -buchse zulässig. Beide werden in [Abschnitt 5](#) behandelt. In Bild 1 sind die möglichen Messstrategien für die Qualifizierung eines DUT dargestellt.



Bild 1 – Messstrategien

4.2 Koaxialkabel und Messkabel für den Netzwerkanalysator

Die Koaxialkabel zwischen Netzwerkanalysator und Symmetrieübertrager sollten so kurz wie möglich gehalten werden. (Empfehlenswert sind max. 600 mm je Kabel). Die Symmetrieübertrager müssen elektrisch mit einer gemeinsamen Potentialfläche verbunden werden. Für die Messung des Übersprechens wird ein Messadapter eingesetzt, um das Eigen-Übersprechen zu verringern (siehe [Anhang A](#)). Symmetrische Messleitungen und damit verbundene Anschlusskomponenten, welche die Prüfgeräte mit dem Prüflingssteckverbinder verbinden, müssen die in 4.8 festgelegten Anforderungen erfüllen.

4.3 Maßnahmen zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit der Messung

Um einen hohen Zuverlässigkeitsgrad für die Übertragungsmessungen zu erreichen, werden folgende Maßnahmen angewendet:

- Jedes Paar muss während des gesamten Prüfablaufs dauerhaft und stabil mit Symmetrieübertragern und Widerständen abgeschlossen werden.

- b) Einflüsse auf Kabel und Adapter durch physikalische Beeinflussung wie z. B. Biegung, Knicken und Zugbelastung müssen vor, während und nach der Prüfung vermieden werden.
- c) Bei allen Schritten der Qualifizierung der Übertragungseigenschaften sind eine einheitliche Prüfmethode und gleiche Abschlüsse (Symmetrieübertrager oder Abschlusswiderstände) zu verwenden. Die räumliche Anordnung der Leiter innerhalb der Paare muss während des gesamten Prüfablaufs so gut wie möglich erhalten bleiben.
- d) Die Symmetrie der Kabel ist durch eine gleichmäßige Leiterlänge und Fortführung der Aderverdrillung bis zum Leitungsabschluss so weit wie möglich aufrechtzuerhalten.
- e) Die Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen im Prüfaufbau erfordert für diese Messungen bei hohen Frequenzen die Berücksichtigung von Einzelheiten sowohl für den Prüfaufbau als auch für das Verfahren.

Anforderungen an den Symmetrieübertrager

Die Symmetrieübertrager können Symmetrie-Transformatoren sein oder 180°-Hybridkoppler mit eventuell notwendigen zusätzlichen Dämpfungsgliedern zur Verbesserung der Anpassung (siehe Bild 2).

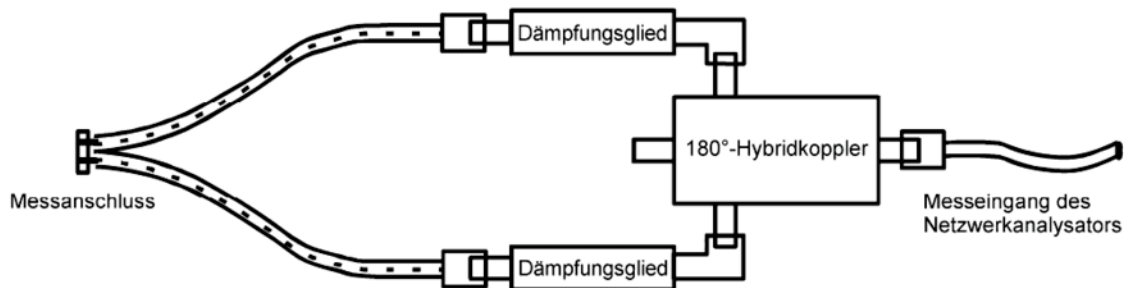


Bild 2 – 180°-Hybridkoppler als Symmetrieübertrager

Die Spezifikationen für Symmetrieübertrager gelten im gesamten genutzten Frequenzbereich. Sie müssen hochfrequenzmäßig geschirmt sein und den Anforderungen entsprechen, wie sie in Tabelle 1 und [Tabelle 2](#) aufgeführt sind.

Tabelle 1 – Charakteristische Eigenschaften bei der Prüfung von Symmetrieübertragern bis 500 MHz

Parameter	Frequenz MHz	Wert
Primärimpedanz ^a	$1 \leq f \leq 500$	50 Ω unsymmetrisch
Sekundärimpedanz	$1 \leq f \leq 500$	100 Ω symmetrisch
Einfügungsdämpfung	$1 \leq f \leq 500$	max. 2,0 dB
Rückflussdämpfung, bidirektional ^b	$1 \leq f < 15$ $15 \leq f \leq 500$	min. 12 dB min. 20 dB
Gleichtakt-Rückflussdämpfung ^b	$1 \leq f < 15$ $15 \leq f < 400$ $400 \leq f \leq 500$	min. 15 dB min. 20 dB min. 15 dB
Leistungsaufnahme	$1 \leq f \leq 500$	min. 0,1 W
Longitudinal-Balance ^b	$1 \leq f \leq 100$ $100 \leq f \leq 500$	min. 60 dB min. 50 dB
Symmetrie des Ausgangssignals ^b	$1 \leq f \leq 500$	min. 50 dB
Gleichtaktunterdrückung ^b	$1 \leq f \leq 500$	min. 50 dB

^a Wenn die Ausgänge des Netzwerkanalysators von 50 Ω abweichen, kann die Primärimpedanz gegebenenfalls eine andere sein.

^b Mit einem mit 50 Ω abgeschlossenen und kalibrierten Netzwerkanalysator nach der ITU-T-Empfehlung G.117 gemessen.

Tabelle 2 – Charakteristische Eigenschaften bei der Prüfung von Symmetrieübertragern bis 100 MHz

Parameter	Frequenz MHz	Wert
Primärimpedanz	$1 \leq f \leq 100$	50 Ω unsymmetrisch
Sekundärimpedanz	$1 \leq f \leq 100$	100 Ω symmetrisch
Einfügungsdämpfung	$1 \leq f \leq 100$	max. 10 dB
Rückflusssdämpfung, symmetrisch	$1 \leq f < 100$	min. 14 dB
Gleichtakt-Rückflusssdämpfung mit Gleichtakt-Abschluss ^a	$1 \leq f < 100$	max. 10 dB
Leistungsaufnahme	$1 \leq f \leq 100$	min. 0,1 W
Longitudinal-Balance ^b	$1 \leq f < 100$	min. 50 dB
Symmetrie des Ausgangssignals ^c	$1 \leq f \leq 100$	min. 50 dB
Gleichtaktunterdrückung ^c	$1 \leq f \leq 100$	min. 50 dB
^a Wird bestimmt durch Verbinden der symmetrischen Ausgangsanschlüsse und Messen der Rückflusssdämpfung. Die Primärseite des Übertragers ist mit seiner Nennimpedanz abzuschließen. Siehe auch den Teil Rückflusssdämpfung-Gleichtaktbetrieb des Bildes 3. ^b Ist anzuwenden bei Symmetrieübertragern, die für Symmetriemessungen verwendet werden. Wird bestimmt durch die Messung der Einfügungsdämpfung zwischen der Primärseite und dem Gleichtaktanschluss der Sekundärseite, wenn die symmetrischen Anschlüsse der Sekundärseite mit 100 Ω abgeschlossen sind. ^c Gemessen nach ITU-T-Empfehlungen G.117 und O.9.		

Um den Anschluss an den Messadapter zu vereinfachen, wird eine Stift-Buchsen-Verbindung mit den in [Anhang D](#) abgebildeten Abmessungen empfohlen. Im [Bild 3](#) werden, entsprechend den Anforderungen aus Tabelle 2, die geeigneten Prüfkfigurationen für die Qualifizierung der Prüfsymmetrieübertrager dargestellt.

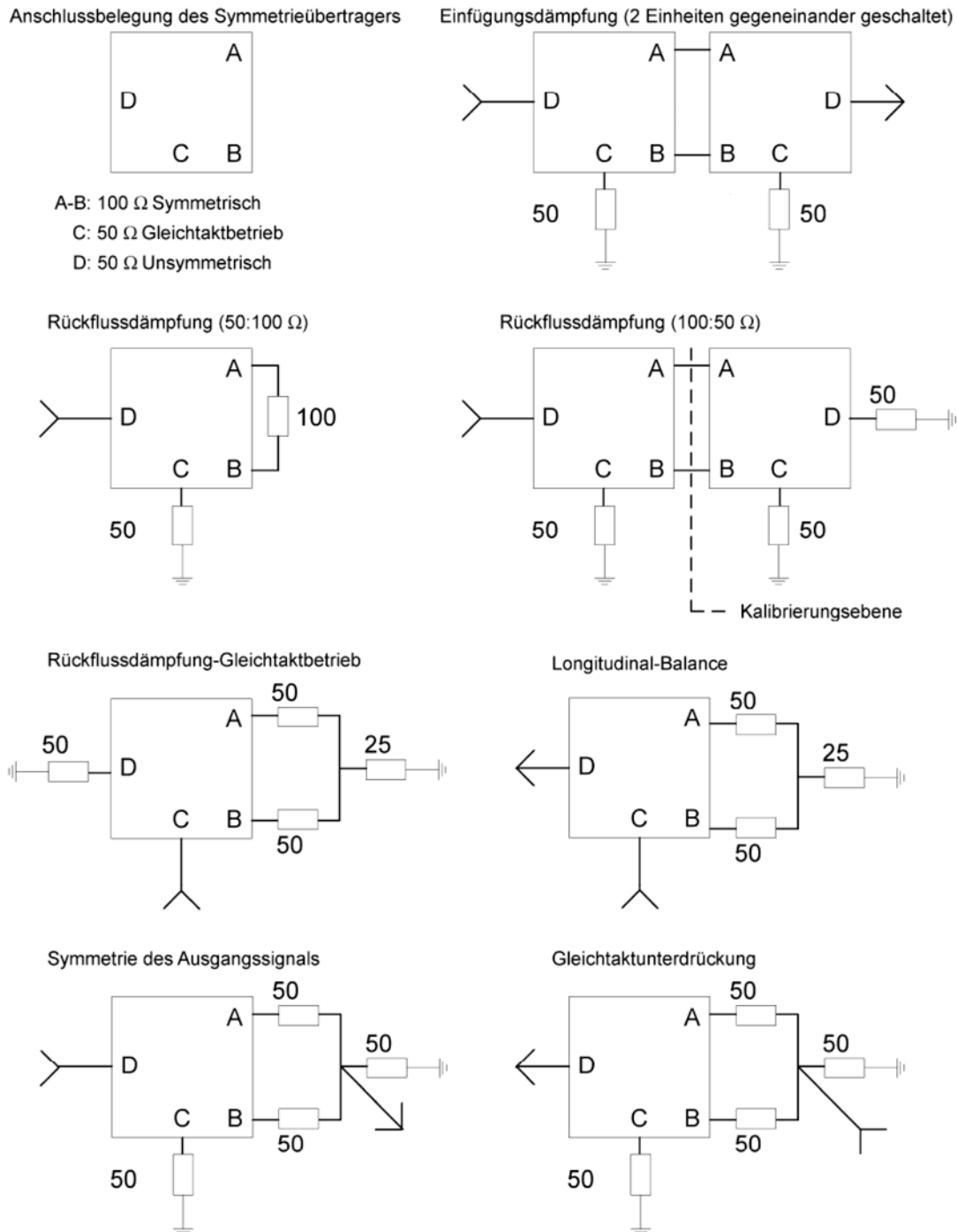


Bild 3 – Messkonfigurationen für die Qualifikation der Prüfsymmetrieübertrager

4.4 Bezugskomponenten für die Kalibrierung

4.4.1 Referenzabschlusswiderstände für die Kalibrierung

Um eine 1-Tor- oder eine 2-Tor-Kalibrierung der Prüfeinrichtung vorzunehmen, werden eine Kurzschluss-schaltung, eine Leerlaufschaltung und ein Referenzabschlusswiderstand benötigt. Diese Kalibriernormalen müssen verwendet werden, um eine Kalibrierung durchzuführen.

Der Referenzabschlusswiderstand muss gegen ein 50- Ω -Kalibriernormal kalibriert werden, welches auf ein internationales Kalibriernormal rückführbar ist. Es sind zwei parallelgeschaltete 100- Ω -Referenzwiderstände gegen das Kalibriernormal zu messen. Die Referenzwiderstände müssen für die Kalibrierung an einen Steck-

verbinder Typ N nach IEC 60169-16, vorgesehen für den Paneleinbau, angeordnet werden, welcher auf der Rückseite plangeschliffen wurde (siehe Bild 4). Die Widerstände müssen gleichmäßig um den Mittelleiter herum an den plangeschliffenen Seitenflächen des Steckverbinders befestigt werden. Der Netzwerkanalysator muss an einem Tor vollständig mit dem Kalibriernormal kalibriert werden. Im Anschluss wird die Rückflussdämpfung der Referenzabschlusswiderstände für die Kalibrierung gemessen. Die verifizierte Rückflussdämpfung muss mindestens 46 dB für Frequenzen bis 100 MHz betragen und mindestens 40 dB für Frequenzen über 100 MHz, bis zum Ende des Bereiches, in dem die Messungen durchgeführt werden müssen.

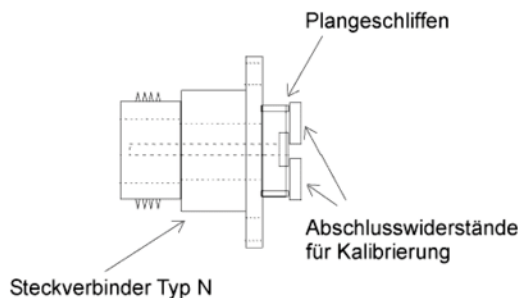


Bild 4 – Kalibrierung der Referenzabschlusswiderstände

4.5 Abschlusswiderstände für den Abschluss von Leitungspaaren

4.5.1 Gegentaktbetrieb

Gegentakt- und Gleichtakt-Abschlüsse, wie links im Bild 5 abgebildet, müssen an allen aktiven Prüflingspaaren verwendet werden, außer bei der Messung der Rückflussdämpfung, wo nur Gegentaktabschlusswiderstände empfohlen werden. Abschlusswiderstände für Gegentakt- und Gleichtaktbetrieb müssen an allen inaktiven Paaren und an den gegenüberliegenden Enden der aktiven Paare für die Prüfung der Nahnebensprechdämpfung und der Fernnebensprechdämpfung verwendet werden. An inaktiven Paaren müssen für die Prüfung der Rückflussdämpfung Gegentaktabslüsse oder Gegentakt- und Gleichtakt-Abschlüsse verwendet werden oder sie bleiben ohne Abschluss. Symmetrieübertragerabschlüsse können am fernen Ende aller inaktiven Paare verwendet werden, vorausgesetzt, dass deren Leistungskennzeichen der Gegentakt- und Gleichtaktbetrieb-Rückflussdämpfung die Mindestanforderungen des festgelegten Widerstandsnetzwerkes erfüllen.

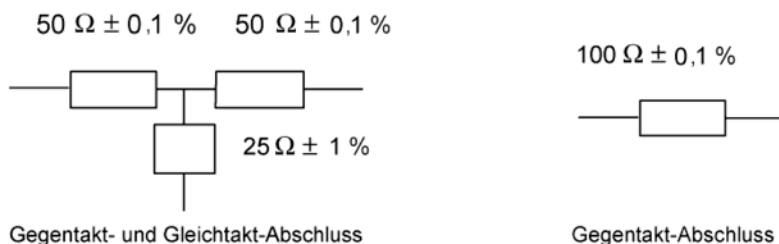


Bild 5 – Abschlusswiderstandsnetzwerk

Für die Konstruktion der Abschlusswiderstände müssen kleine Chipwiderstände verwendet werden. Die zwei 50-Ω-Abschlusswiderstände für Gegentaktbetrieb dürfen bei Gleichstrom maximal um 0,1 % voneinander abweichen. Die Länge der Anschlüsse zu den Impedanzabschlusswiderständen muss auf ein Minimum gebracht werden. Es wird eine Leitungslänge von höchstens 2 mm empfohlen.

4.5.2 Abschluss mit Symmetrieübertragern

Für den Abschluss verwendete Symmetrieübertrager müssen den Anforderungen nach 4.3 entsprechen. Die an dem Gleichtaktanschluss des Symmetrieübertragers eingesetzten Abschlusswiderstände für den Gleichtaktbetrieb müssen 50 Ω ± 1 % betragen.