

DIN EN 60958-4-4

ICS 33.160.30

Entwurf

Einsprüche bis 2015-07-22
Vorgesehen als
teilweiser Ersatz für
DIN EN 60958-4:2008-09

**Digitalton-Schnittstelle –
Teil 4-4: Professioneller Gebrauch –
Physikalische und elektrische Eigenschaften
(IEC 100/2454/CDV:2015);
Deutsche Fassung FprEN 60958-4-4:2015**

Digital audio interface –
Part 4-4: Professional applications –
Physical and electrical
(IEC 100/2454/CDV:2015);
German version FprEN 60958-4-4:2015

Interface audionumérique –
Partie 4-4: Applications professionnelles –
Physique et électrique
(CEI 100/2454/CDV:2015);
Version allemande FprEN 60958-4-4:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-05-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 39 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 60958-4-4:2015 „Digitalton-Schnittstelle – Teil 4-4: Professioneller Gebrauch – Physikalische und elektrische Eigenschaften“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 100/2454/CDV:2015 „Digital audio interface – Part 4-4: Professional applications – Physical and electrical“ unverändert in den Entwurf FprEN 60958-4-4:2015 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 742 „Audio-, Video- und Multimediasysteme, -geräte und -komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnietsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60958-4:2008-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Unterstützung für einen breiteren Bereich von physikalischen Medien;
- b) Unterstützung für einen breiteren Bereich von Tonabtastrfrequenzen;
- c) Missbilligung der "minimalen Umsetzung" von Kanalstatusdaten.

**Digitalton-Schnittstelle –
Teil 4-4: Professioneller Gebrauch –
Physikalische und elektrische Eigenschaften**

Inhalt	Seite
Einleitung	3
Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Allgemeine Merkmale	5
5 Jitter	5
Anhang A (informativ) Symbolraten und Einheitsintervall (UI)	8
Anhang B (normativ) Symmetrische Übertragung	9
B.1 Allgemeine Kenngrößen	9
B.2 Kenngrößen des Leitungstreibers	10
B.3 Kenngrößen des Leitungsempfängers	11
B.4 Steckverbinder	12
Anhang C (normativ) Koaxiale Übertragung	14
C.1 Kenngrößen des Leitungstreibers	14
C.2 Kenngrößen der Koaxialleitung	16
C.3 Kenngrößen des Leitungsempfängers	16
C.4 Steckverbinder	17
Anhang D (informativ) Optische Übertragung	18
D.1 Kurzstrecke	18
D.2 Mittelstrecke	18
D.3 Langstrecke	18
Literaturhinweise	19
Bilder	
Bild 1 – Eigenschaft des Jitter-Bewertungsfilters	6
Bild 2 – Kurve der Jitterübertragungsfunktion	6
Bild 3 – Jittertoleranzkurve	7
Bild B.1 – Vereinfachtes Beispiel der (symmetrischen) Schaltungsanordnung	9
Bild B.2 – Augendiagramm, symmetrischer Empfänger	11
Bild B.3 – Vorgeschlagene Frequenzkurve der Entzerrung für einen Empfänger mit einer Rahmenfrequenz von 48 kHz	12
Bild C.1 – Wellenform des Ausgangssignals	15
Bild C.2 – Augendiagramm, koaxialer Empfänger	17
Bild C.3 – Augendiagramm für die Übertragung über große Entfernungen	17

	Seite
Tabellen	
Tabelle A.1 – Gegenüberstellung von Symbolrate und Abtastfrequenz.....	8
Tabelle A.2 – Gegenüberstellung von UI (ns) und Abtastfrequenz	8
Tabelle C.1 – Kenngrößen des Ausgangssignals	15

Einleitung

Die Zweikanal-Digitalton-Schnittstelle wurde bisher in einer Vielzahl von professionellen Tonanwendungen eingesetzt, die weit über die Vision der ursprünglichen Norm hinausgehen. Im Besonderen zählen dazu Anwendungen mit erhöhten Abtastfrequenzen und alternativen physikalischen Medien.

Durch die Aufteilung der Norm in einzelne Teile reicht es künftig aus, Teil 4-4 zu überarbeiten, wenn beispielsweise zusätzliche Übertragungsmedien eingeführt werden sollen, ohne die anderen Teile von IEC 60958-4 anpassen zu müssen. Die Teile umfassen:

Teil 4-1 „Toninhalt“: legt das Format für die Codierung von Ton fest, der für den Toninhalt verwendet wird. Dieser Teil legt die Semantik der Tondaten, einschließlich des Gültigkeitskennzeichens, fest. Er legt ebenfalls die Abtastfrequenz mit Verweis auf AES5 „AES recommended practice for professional digital audio – Preferred sampling frequencies for applications employing pulse-code modulation“ fest.

Teil 4-2 „Metadaten und Subcode“: legt das Format für Informationen, Metadaten oder Subcodes fest, die zusammen mit den Tondaten übertragen werden, d. h. den „Kanalstatus“, aber auch die Anwenderdaten und die Zusatzbits. Anwender werden merken, dass die aktuellen Implementierungsoptionen („Standard“ und „Verbesserte“) beide eine korrekte Implementierung der Statusdaten in konformen Geräten voraussetzen.

Teil 4-4 „Physikalische und elektrische Eigenschaften“: legt die physikalischen Signale fest, die den in IEC 60958-1 festgelegten Bitstrom übertragen. Das Transportformat ist für den Betrieb mit geschirmten, verdrehten, zweiadrigen konventionellen Leitungen über Entfernungen bis zu 100 m mit Rahmenfrequenzen bis zu 50 kHz bestimmt. Größere Längen und höhere Rahmenfrequenzen dürfen nur mit sorgfältig ausgewählten Kabeln und möglicher Empfänger-Entzerrung oder unter Einsatz aktiver Verstärker verwendet werden. In dieser Norm wurden auch Vorkehrungen getroffen, um die symmetrischen Anschlussklemmen so anzupassen, dass sie 75-Ohm-Koaxialleitungen verwenden können. Der Einsatz von Lichtwellenleitern für die Übertragung wird geprüft.

Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60958-4 legt die physikalischen und elektrischen Parameter für verschiedene Medien fest. Er stellt einen von vier Teilen dar, die zusammen eine Schnittstelle für die serielle Digitalübertragung zweier Kanäle periodisch abgetasteter und linear dargestellter Digitaltondaten von einem Sender zu einem Empfänger definieren.

Das in IEC 60958-1 festgelegte Transportformat ist für den Betrieb mit abgeschirmten, verdrehten, zweidrigen konventionellen Leitungen über Entfernungen bis zu 100 m ohne Übertragungsentzerrung oder eine spezielle Entzerrung im Empfänger mit Rahmenfrequenzen bis zu 50 kHz bestimmt. Größere Längen und höhere Rahmenfrequenzen dürfen nur mit sorgfältig ausgewählten Kabeln und möglicher Empfänger-Entzerrung und/oder unter Einsatz aktiver Verstärker verwendet werden. In dieser Norm wurden auch Vorkehrungen getroffen, um die symmetrischen Anschlussklemmen so anzupassen, dass sie 75-Ohm-Koaxialleitungen verwenden können, und der Einsatz von Lichtwellenleitern für die Übertragung wird geprüft. Das Dokument behandelt nicht die Verbindung zu Netzbetreibergeräten. In der vorliegenden Schnittstellenfestlegung findet eine Schnittstelle für den Allgemeingebrauch Erwähnung. Die beiden Schnittstellen sind nicht identisch.

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).

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

International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland

IEC 60169-8, *Radio frequency connectors – Part 8: RF coaxial connectors diameter of outer conductor 6,5 mm with bayonet lock – Characteristic impedance of 50 Ohms (Type BNC)*^{N1)}

International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland

IEC 60268-12, *Sound system equipment – Part 12: Application of connectors for broadcast and similar use*

International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland

IEC 60603-7, *Connectors for frequencies below 3 MHz for use with printed boards – Part 7: Detailed specification for connectors, 8-way, including fixed and free connectors with common features*, mehrteilig

International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland

IEC 60958-1, *Digital audio interface – Part 1: General*

International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland

IEC 60958-3, *Digital audio interface – Part 3: Consumer applications*

International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

^{N1)} Nationale Fußnote: IEC 60169-8 wurde ersetzt durch IEC 61169-8, *Radio-frequency connectors – Part 8: Sectional specification – RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,256 in) with bayonet lock – Characteristic impedance 50 ohm (type BNC)*.

3.1

Einheitsintervall

UI

kürzestes nominelles Zeitintervall in dem Codierungsschema

Anmerkung 1 zum Begriff: In einem Abtastrahmen gibt es 128 UIs. Siehe Anhang B.

3.2

Schnittstellenjitter

Abweichung im Zeitablauf der Übergänge (Nulldurchgänge) an der Schnittstelle im Vergleich mit einem idealen Takt

3.3

Eigenjitter

Ausgangs-Schnittstellenjitter einer Baueinheit, die gegenüber einer jitterfreien Referenz entweder freilaufend oder synchronisiert ist

3.4

Jitterverstärkung

Verhältnis der Amplitude des Jitters am Synchronisationseingang eines Gerätes zum resultierenden Jitter am Ausgang des Gerätes, ausgedrückt in Dezibel

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition berücksichtigt nicht die Auswirkung des Eigenjitters.

3.5

Rahmenfrequenz

Frequenz, mit der Datenrahmen übertragen werden

4 Allgemeine Merkmale

Alle Schnittstellen müssen die in Abschnitt 5 enthaltenen allgemeinen Jitter-Anforderungen erfüllen. Andere Parameter müssen mit der angegebenen Übertragungsart übereinstimmen.

Die Schnittstelle sollte das in Anhang B festgelegte symmetrische Übertragungsformat verwenden. Die Schnittstelle kann auch eines der alternativen Übertragungsformate verwenden, die in den Anhängen zu dieser Norm festgelegt sind.

5 Jitter

5.1 Ausgangs-Schnittstellenjitter

5.1.1 Allgemeines

Der Jitter am Ausgang eines Gerätes ist als Summe des Eigenjitters des Gerätes und des Jitters, der aus dem Zeitbezug des Gerätes kommend weitergegeben wird, zu messen.

5.1.2 Eigenjitter

Der Spitzenwert des Eigenjitters am Ausgang der Schnittstelle, gemessen am Nulldurchgang des Datenübergangs, muss weniger als 0,025 UI betragen, wenn über das Jitter-Bewertungsfilter gemessen wird.

ANMERKUNG 1 Dieser Jitter kann charakteristisch stark asymmetrisch sein und die Abweichung vom idealen Zeitablauf sollte in beiden Richtungen der Festlegung entsprechen.

ANMERKUNG 2 Diese Anforderung gilt sowohl, wenn das Gerät an einem wirklich jitterfreien Zeitbezug, welcher ein modulierte digitales Tonsignal sein kann, angeschlossen wird, als auch, wenn es freilaufend ist.

ANMERKUNG 3 Die Eigenschaft des Jitter-Bewertungsfilters ist in Bild 1 dargestellt. Dieses Bild zeigt einen Minimalphasen-Hochpass mit einer 3-dB-Dämpfung bei 700 Hz, einem Abfall 1. Ordnung auf 70 Hz und einer Durchlassverstärkung von 1.

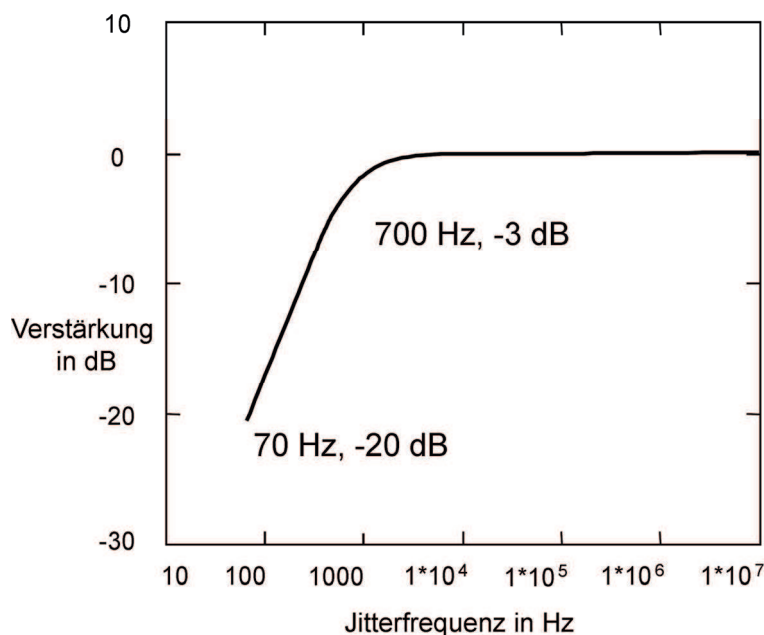


Bild 1 – Eigenschaft des Jitter-Bewertungsfilters

5.1.3 Jitterverstärkung

Die sinusförmige Jitterverstärkung von jedem Zeitbezugseingang zum Signalausgang muss bei allen Frequenzen weniger als 2 dB betragen.

ANMERKUNG Wenn eine Jitterdämpfung vorhanden ist und derart ist, dass die sinusförmige Jitterverstärkung unter die Kurve der Jitterübertragungsfunktion in Bild 2 fällt, sollte in der Gerätefestlegung angegeben sein, dass die Jitterdämpfung des Gerätes innerhalb dieser Festlegung liegt. Die Kurve schreibt für die Jitterverstärkung bei tiefen Frequenzen keinen zusätzlichen Grenzwert vor. Die Grenze beginnt bei der Eingangsjitterfrequenz von 500 Hz mit 0 dB und fällt auf -6 dB bei und oberhalb 1 kHz.

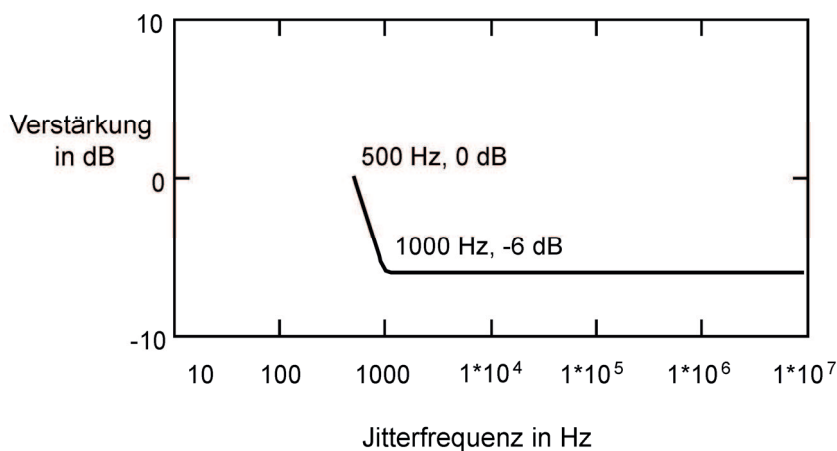


Bild 2 – Kurve der Jitterübertragungsfunktion

5.2 Empfänger-Jittertoleranz

Ein Schnittstellendaten-Empfänger sollte einen eingehenden Datenstrom mit jedem sinusförmigen Jitter, der unterhalb der Jitter-Toleranzkurve in Bild 3 liegt, korrekt decodieren.

ANMERKUNG Die Toleranzkurve fordert eine Jittertoleranz von 0,25 UI Spitze-Spitze bei hohen Frequenzen, die unterhalb 8 kHz umgekehrt proportional zur Frequenz auf 10 UI Spitze-Spitze unterhalb 200 Hz ansteigt.

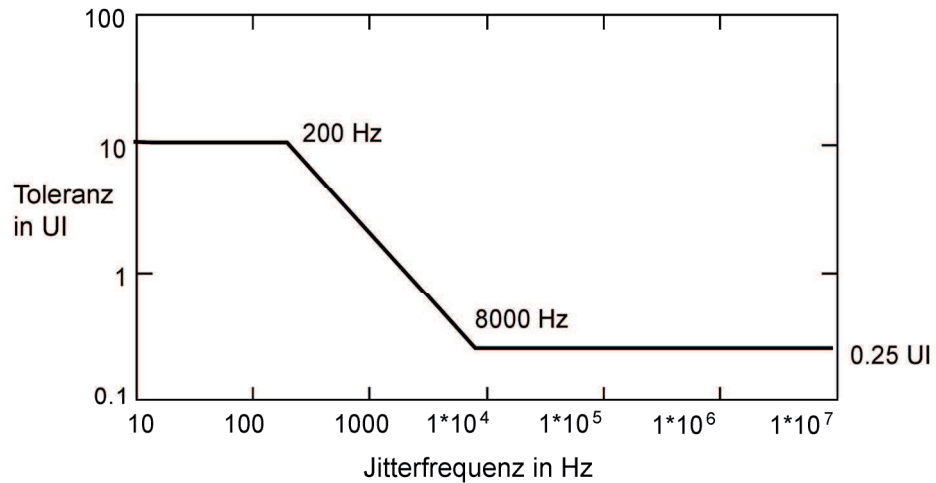


Bild 3 – Jittertoleranzkurve

Anhang A (informativ)

Symbolraten und Einheitsintervall (UI)

Anforderungen an die Leistung einer Schnittstelle werden durch die Rahmenfrequenz vorgegeben, die wiederum durch die Tonabstastfrequenz bestimmt wird. AES5 empfiehlt einen Satz von Abtastfrequenzen, die sich auf eine Grundfrequenz von 48 kHz beziehen, mit der Option der Verwendung von 44,1 kHz oder 32 kHz. Diese Grundfrequenzen können durch bestimmte Multiplikatoren skaliert werden, um höhere oder niedrigere Abtastfrequenzen zu erzielen.

Die folgenden Tabellen veranschaulichen, wie sich die Symbolrate an der Schnittstelle und das Einheitsintervall bei verschiedenen Multiplikatoren der Abtastfrequenz verändern.

Tabelle A.1 – Gegenüberstellung von Symbolrate und Abtastfrequenz

Multiplikator	Abtastfrequenz (F_s) kHz		
	32	44,1	48
0,25	1,024	1,411 2	1,536
0,5	2,048	2,822 4	3,072
1	4,096	5,644 8	6,144
2	8,192	11,289 6	12,288
4	16,384	22,579 2	24,576
8	32,768	45,158 4	49,152

Tabelle A.2 – Gegenüberstellung von UI (ns) und Abtastfrequenz

Multiplikator	Abtastfrequenz (F_s) kHz		
	32	44,1	48
0,25	976,56	708,62	651,04
0,5	488,28	354,31	325,52
1	244,14	177,15	162,76
2	122,07	88,58	81,38
4	61,04	44,29	40,69
8	30,52	22,14	20,35

ANMERKUNG Wenn die Abtastfrequenz erhöht wird, steigt auch die Anforderung an die Jitterleistung. Eine Abtastfrequenz von 8×48 kHz (384 kHz) erfordert beispielsweise einen Eigenjitter von $0,025 \times 20,35$ oder 0,51 ns (siehe 5.1.2).

Anhang B (normativ)

Symmetrische Übertragung

B.1 Allgemeine Kenngrößen

B.1.1 Anordnung

Es kann eine Schaltung entsprechend der in Bild B.1 gezeigten allgemeinen Anordnung benutzt werden.

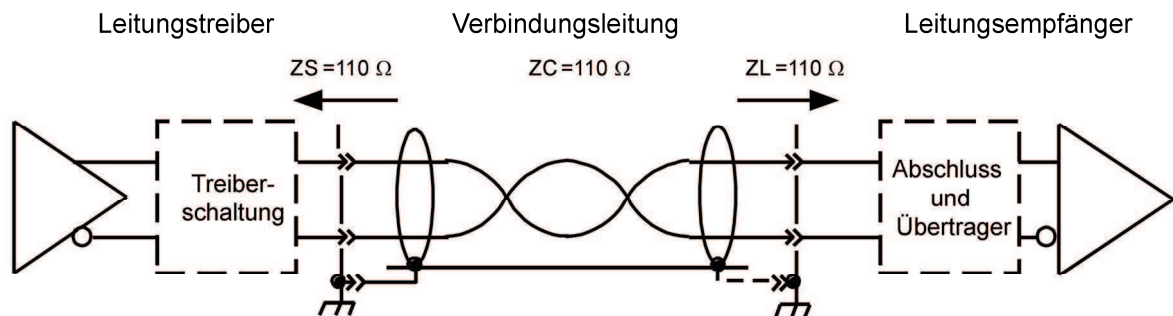


Bild B.1 – Vereinfachtes Beispiel der (symmetrischen) Schaltungsanordnung

ANMERKUNG Die elektrischen Parameter der Schnittstelle beruhen auf den in der ITU-T-Empfehlung V.11 definierten Kennwerten, die eine Übertragung von symmetrischen digitalen Signalen auf Leitungen bis zu einer Länge von einigen hundert Metern zulassen.

B.1.2 Entzerrung

Es darf eine Entzerrung im Empfänger verwendet werden.

Eine Entzerrung vor der Übertragung ist jedoch nicht zugelassen.

Der zur Kennzeichnung der elektrischen Schnittstelleneigenschaften verwendete Frequenzbereich hängt von der höchsten unterstützten Datenfrequenz ab. Die obere Frequenz beträgt das 128-fache der höchsten Rahmenfrequenz (ungefähr 6 MHz bei 48 kHz).

B.1.3 Leitung

Die Verbindungsleitung muss symmetrisch sein und im Bereich von 100 kHz bis zum 128-fachen der höchsten Rahmenfrequenz einen Nenn-Kennwiderstand von 110 Ω haben.

Es muss eine der folgenden Leitungsarten verwendet werden:

- geschirmte Leitungen;
- strukturierte UTP-Verkabelung (en: Unshielded Twisted Pair) (Kategorie 5 oder besser, siehe ISO/IEC 11801), siehe Anmerkung 5;
- strukturierte STP-Verkabelung (en: Shielded Twisted Pair) (siehe ISO/IEC 11801).

Für alle Schnittstellenverbindungen, einschließlich Patchkabel, muss dieselbe Leitungsart verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Die Einhaltung engerer Toleranzen für die Leitungskennimpedanz und die Treiber- und Abschlusswiderstände kann die Leitungslänge für eine zuverlässige Übertragung und für höhere Datenraten erhöhen.

ANMERKUNG 2 Durch die Einhaltung engerer Toleranzen für die Symmetrie der Treiberimpedanz, der Abschlussimpedanz und der Leitung selbst können die elektromagnetische Stömpfindlichkeit und Störaussendungen vermindert werden.

ANMERKUNG 3 Durch den Einsatz von Leitungen geringerer Dämpfung bei höheren Frequenzen kann die Übertragungssicherheit bei größeren Entfernungen und höheren Datenraten verbessert werden.

ANMERKUNG 4 Um eine entsprechende Symmetrie der verdrehten Leitungen innerhalb des Kategorie-5-Kabels zu erhalten, sollte auf den Aufbau der Schnittstelle geachtet werden. Bei der Verwendung von konventionell verdrahteten RJ45-Steckverbindern ist es aktuell üblich, die Stifte 4 und 5 für Signale zu verwenden, die diese symmetrische Schnittstelle benutzen (um sie z. B. von ATM-Signalen auf derselben Leitung abzuschirmen). Die Stifte 3 und 6 bilden vorzugsweise das zweite Paar. Für einen vollständigen Schutz muss die Schnittstelle unter Umständen Stromspannungen widerstehen, die der Unterstützung der Netzeinrichtung dienen; der Einsatz von Transformatoren und Blockkondensatoren für die symmetrische Schnittstelle wird daher sehr empfohlen.

ANMERKUNG 5 UTP-Kabel wurden erfolgreich für Übertragungen bis zu 400 m ohne Entzerrung oder 800 m mit Entzerrung bei einer Rahmenfrequenz von 48 kHz eingesetzt. (Siehe AES preprint 3783.)

B.2 Kenngrößen des Leitungstreibers

B.2.1 Ausgangsimpedanz

Der Leitungstreiber muss einen symmetrischen Ausgang mit einer Quellimpedanz von $(110 \Omega \pm 20 \%)$ haben, gemessen an den Ausgangsklemmen bei Frequenzen von 0,1 MHz bis zum 128-fachen der höchsten Rahmenfrequenz.

B.2.2 Signalamplitude

Die Signalamplitude muss zwischen 2 V und 7 V Spitze-Spitze betragen, gemessen an den mit einem Widerstand von $(110 \Omega \pm 1 \%)$ abgeschlossenen Ausgangsklemmen und bei nicht angeschlossener Leitung.

ANMERKUNG Ein typischer Wert ist $4 \text{ V} \pm 10 \%$.

B.2.3 Symmetrie

Jede Gleichtaktkomponente an den Ausgangsklemmen muss, gemessen bei Frequenzen von Gleichstrom bis zum 128-fachen der höchsten Rahmenfrequenz, mehr als 30 dB unter dem Signal liegen, wenn sie mit einer erdfreien Last von 110Ω abgeschlossen wird.

B.2.4 Anstiegs- und Abfallzeiten

Die Anstiegs- und Abfallzeiten zwischen den 10%- und 90%-Amplitudenpunkten müssen zwischen 0,03 UI und 0,18 UI betragen, gemessen an den mit einem Widerstand von 110Ω abgeschlossenen Ausgangsklemmen und bei nicht angeschlossener Leitung.

ANMERKUNG 1 Die minimalen und maximalen Anstiegs- und Abfallzeiten für eine Rahmenfrequenz von 48 kHz sind 5 ns bzw. 30 ns.

ANMERKUNG 2 Der Betrieb nur wenig oberhalb des unteren Grenzwertes von 5 ns kann die Augendiagramme des Signals verbessern, aber die elektromagnetische Störstrahlung im Sender erhöhen. Es sollten die örtlichen Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) berücksichtigt werden.