

Meßverfahren für Empfänger von Fernseh-Rundfunksendungen
Teil 8: Messungen an D2-MAC/Paket-Einrichtungen
(IEC 60107-8 : 1997)
Deutsche Fassung EN 60107-8 : 1997

DIN
EN 60107-8

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm

IEC 60107-8

ICS 33.160.25

Recommended methods of measurement on receivers for television broadcast transmissions –

Part 8: Measurements on D2-MAC/packet equipment (IEC 60107-8 : 1997);
German version EN 60107-8 : 1997

Méthodes recommandées pour les mesures sur les récepteurs de télévision –
Partie 8: Mesures sur les équipements D2-MAC/paquet (CEI 60107-8 : 1997);
Version allemande EN 60107-8 : 1997

Die Europäische Norm EN 60107-8 : 1997 hat den Status einer Deutschen Norm

Nationales Vorwort

Die deutsche Fassung der EN 60107-8 : 1997 wurde vom Unterkomitee 732.2 „Funkempfänger-messungen“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) erarbeitet und zur Veröffentlichung autorisiert.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 12A(Sec)373 : 1995-01.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, 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 ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

Fortsetzung Seite 2
und 37 Seiten EN

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60107-1 : 1997	IEC 60107-1 : 1997-04	DIN EN 60107-1 : 1998-01	–
EN 60107-5 : 1992	IEC 60107-5 : 1992	DIN EN 60107-5 : 1993-09	–
EN 61079-2 : 1993	IEC 61079-2 : 1992	DIN EN 61079-2 : 1994-02	–
EN 61079-5 : 1993	IEC 61079-5 : 1993	DIN EN 61079-5 : 1994-05	–
–	ITU-T Recommendation J.61 : 1990	–	–
–	ITU-T Recommendation BT 601-5 : 1995	–	–
–	ITU-T Recommendation BO 650-2 : 1992	–	–
–	UER SPB 489 : 1985	–	–

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

- DIN EN 60107-1 Meßverfahren für Empfänger von Fernseh-Rundfunksendungen – Teil 1: Allgemeine Vorschriften, Messungen bei Radio- und Videofrequenzen (IEC 60107-1 : 1997);
Deutsche Fassung EN 60107-1 : 1997
- DIN EN 60107-5 Empfohlene Meßverfahren an Empfängern für Fernseh-Rundfunksendungen – Teil 5: Elektrische Meßverfahren an Fernseh-Rundfunkempfängern für Mehrkanalton nach dem NICAM-Zweikanal-Digitaltonverfahren (IEC 60107-5 : 1992);
Deutsche Fassung EN 60107-5 : 1992
- DIN EN 61079-2 Meßverfahren für Empfänger für Satellitenrundfunk-Übertragungen im 12-GHz-Bereich – Teil 2: Elektrische Messungen an Satellitenempfängern (IEC 61079-2 : 1992);
Deutsche Fassung EN 61079-2 : 1993
- DIN EN 61079-5 Meßverfahren für Empfänger für Satelliten-Rundfunkübertragungen im 12-GHz-Bereich – Teil 5: Elektrische Messungen an Dekodern für MAC/Paket-Systeme (IEC 61079-5 : 1993);
Deutsche Fassung EN 61079-5 : 1993

ICS 33.160.20

Deskriptoren: Fernsehsystem, Fernseh-Rundfunkempfänger, hochauflösendes Fernsehen, Messung, Videosignal, Signal, Daten, akustische Signale, Frequenzmodulation, Amplitudenmodulation, Verzerrung, Qualität

Deutsche Fassung

Meßverfahren für Empfänger von Fernseh-Rundfunksendungen

Teil 8: Messungen an D2-MAC/Paket-Einrichtungen
(IEC 60107-8 : 1997)

Recommended methods of measurement on receivers
for television broadcast transmissions –
Part 8: Measurements on D2-MAC/packet equipment
(IEC 60107-8 : 1997)

Méthodes recommandées pour les mesures sur les
récepteurs de télévision – Partie 8: Mesures sur les
équipements D2-MAC/paquet
(CEI 60107-8 : 1997)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1997-07-01 angenommen.

Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR ELEKTROTECHNISCHE NORMUNG

European Committee for Electrotechnical Standardization

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 100A/31/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 60107-8, ausgearbeitet von dem SC 100A „Multimedia and-user equipment“ des IEC TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipments“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1997-07-01 als EN 60107-8 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muß (dop): 1998-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1998-04-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und sind die Anhänge A und B informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60107-8 : 1997 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	Tabelle 3: Definition des Meßsignals Nr. 3, Zeile 624	9
Anerkennungsnotiz	2	Tabelle 4: Definition des Meßsignals Nr. 4, Zeile 311	10
1 Allgemeines	2	Tabelle 5: Definition des Meßsignals Nr. 5, Zeile 1	10
1.1 Anwendungsbereich	2	Tabelle 6: Definition des Meßsignals Nr. 6, Zeile 313	10
1.2 Normative Verweisungen	3	Bilder	
2 Allgemeine Begriffserklärungen	3	Bild 1: Schematisches Blockschaltbild eines hypothetischen Übertragungssystems	11
2.1 Hypothetisches Übertragungssystem	3	Bild 2: Augendiagramm des quasitermären Signals	12
2.2 Schnittstellen	3	Bild 3: Meßsignal Nr. 1, Zeile 312	13
2.3 Parameter für die Qualitätsbeurteilung eines D2-MAC/Paket-Signals	3	Bild 4: Meßsignal Nr. 2, Zeile 623	14
3 Messungen	5	Bild 5: Meßsignal Nr. 3, Zeile 624, positive Polarität	15
3.1 Einführung	5	Bild 6: Meßsignal Nr. 4, Zeile 311	16
3.2 Allgemeine Bedingungen	5	Bild 7: Meßsignal Nr. 5, Zeile 1	16
3.3 Beschreibung der Meßsignale	5	Bild 8: Meßsignal Nr. 6, Zeile 313	17
4 Meßverfahren für das Bildsignal	6	Bild 9: Rosman-Diagramm	17
4.1 Verzerrungsmessungen mit Hilfe der Prüfzeilensignale	6	Bild 10: Toleranzmaske für eine Sprungantwort	18
4.2 Verzerrungsmessungen, nicht durchführbar mit Prüfzeilen	7	Bild 11: Einheits-Rauschbewertungsfilter für D2-MAC	19
4.3 Rauschmessungen	7	Bild 12: Theoretische Bitfehlerrate als Funktion des Signal/Rausch-Abstands S/N (unbewertet, 1 V/Bandbreite 5 MHz)	20
5 Meßverfahren für das Datensignal	8	Anhang A (informativ) Zusammenhang zwischen Basisband-Messungen und RF-Messungen	21
5.1 Bitfehlerrate	8	Anhang B (informativ) Zusammenhang zwischen der subjektiven Qualitätsbeurteilung und der objektiven Messung der Parameter.	31
5.2 Augendiagramm	8	Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	37
5.3 Messung der äquivalenten Signalverschlechterung	8		
5.4 Betriebsbereich	9		
Tabellen			
Tabelle 1: Definition des Meßsignals Nr. 1, Zeile 312	9		
Tabelle 2: Definition des Meßsignals Nr. 2, Zeile 623	9		

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

In diesem Teil von IEC 60107 werden Parameter für die Qualitätsbeurteilung und Richtlinien für Meßverfahren an D2-MAC/Paket-Einrichtungen unter gleichen und wiederholbaren Bedingungen behandelt. Das D2-MAC/Paket-System ist in EBU SPB 489 spezifiziert.

Die Festlegung von Grenzwerten für die unterschiedlichen Parameter der Einrichtungen sind nicht Gegenstand dieser

Norm, jedoch werden theoretische Kurven und Bezugswerte angegeben, die als Anhaltspunkte für die Meßergebnisse verwendet werden können.

Die Charakterisierung der Signaleigenschaften an der Radiofrequenz-Schnittstelle ist schwierig festzulegen und zu messen, jedoch werden in Anhang A Zusammenhänge zwischen Radiofrequenzmessung und Basisbandmessung angegeben. In Anhang B werden Zusammenhänge zwischen der subjektiven Qualitätsbeurteilung und der objektiven Messung der Parameter abgeleitet.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils der IEC 60107 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Teil der IEC 60107 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 60107-1 : 1997

Recommended methods of measurement on receivers for television broadcast transmissions – Part 1: General considerations – Electrical measurements other than those at audio-frequencies

IEC 60107-5 : 1992

Recommended methods of measurement on receivers for television broadcast transmissions – Part 5: Electrical measurements on multichannel sound television receivers using the NICAM two-channel digital sound system

IEC 61079-2 : 1992

Methods of measurement on receivers for satellite broadcast transmission in the 12 GHz band – Part 2: Electrical measurement on DBS tuner units

IEC 61079-5 : 1993

Methods of measurement on receivers for satellite broadcast transmission in the 12 GHz band – Part 5: Electrical measurement on decoder units for MAC/packet systems

ITU-T Recommendation J.61 : 1990

Transmission performance of television circuits designed for use in international connections

ITU-T Recommendation BT 601-5 : 1995

Encoding parameters of digital television for studios

ITU-T Recommendation BO 650-2 : 1992

Standards for conventional television systems for satellite broadcasting in the channels defined by appendix 30 of the Radio Regulations

EBU SPB 489 : 1985

Specification of D2-MAC/packet system

2 Allgemeine Begriffserklärungen

Für die Anwendung dieses Teiles von IEC 60107 gelten die folgenden allgemeinen Begriffe:

2.1 Hypothetisches Übertragungssystem

System für die Aufteilung der globalen Toleranzen auf die verschiedenen Baugruppen eines Fernseh-Übertragungssystems, von der Bildquelle bis zur Wiedergabe.

ANMERKUNG: Das schematische Blockschaltbild eines solchen Systems zeigt Bild 1, und jeder Block wird nachfolgend beschrieben.

2.1.1 Studio-Coder

Einzige Einrichtung, die das D2-MAC/Paket-Basisband-Signal erzeugt.

2.1.2 Modulator

Einrichtung, die das Basisbandsignal auf ein geeignetes Signal für das vorgesehene Übertragungs-/Rundfunksystem moduliert.

2.1.3 Übertragungs-/Rundfunksystem

Das Übertragungssystem kann sein:

- ein terrestrisches Rundfunksystem,
- ein Satelliten-Rundfunksystem,

- ein Koaxialkabel-Verteilsystem,
- ein optisches Verteilsystem,
- usw.

2.1.4 Empfangseinrichtung

Die Empfangseinrichtung kann in zwei Teile aufgeteilt werden: einen Demodulationsteil und einen Decoderteil oder kann nur aus einem Decoderteil bestehen.

Der Demodulationsteil enthält einen Radiofrequenzeingang, einen Selektions- und Demodulationsteil und einen Basisbandausgang.

Der Decoderteil enthält einen Basisbandeingang, einen Decoderteil und einen Ausgang für die Audiovisions-Signale.

2.2 Schnittstellen

Entsprechend Bild 1 können drei Arten von Schnittstellen unterschieden werden: Basisband-Schnittstelle (siehe auch Punkte 1, 4 und 5 von Bild 1), Radiofrequenz-Schnittstelle (siehe auch Punkte 2 und 3 von Bild 1) und Schnittstelle für Audiovisions-Signale (siehe auch Punkte 0, 6 und 7 von Bild 1).

ANMERKUNG 1: Die Schnittstellen werden nachfolgend für ein besseres Verständnis der Messungen beschrieben (siehe Punkte 0 bis 7 von Bild 1):

- a) Punkt 3: RF-Eingang für den Anschluß von einer Kabelverteilanlage oder von einer Außeneinheit bei Satellitenempfangsanlagen;
- b) Punkt 5: Geregelter D2-MAC/Paket-Basisband-Ausgang, der allgemein für Kontrollzwecke und Messungen verwendet wird;
- c) Punkt 6: Ausgangsschnittstelle des D2-MAC/Paket-Decoders, die in IEC 61079-5 für Messungen der Qualität der wiederhergestellten Bildkomponenten verwendet wird;
- d) Punkt 7: Weitere Ausgangsschnittstelle, die die Verwendung üblicher Meßeinrichtungen gestattet, die allgemein für die Messung an Y-, U- und V-Komponenten entwickelt worden sind. Allerdings muß für diese Messungen eine Referenzmatrix vorgesehen werden.

ANMERKUNG 2: Wenn nicht anders angegeben, wird in dieser Norm angenommen, daß die Messungen an Punkt 5 durchgeführt werden und das decodierte Signal an Punkt 6 von Bild 1 betrachtet wird.

2.3 Parameter für die Qualitätsbeurteilung eines D2-MAC/Paket-Signals

2.3.1 Parameter für das MAC-Signal

2.3.1.1 Analoge MAC-Signalforn

Das analoge MAC-Signal ist direkt von der 4:2:2-Norm für digitale Fernsehübertragung (siehe ITU-R 601-3) abgeleitet. Die MAC-Codierung besteht in einer sequentiellen Übertragung der Farbartinformation mit einer Kompression im Verhältnis 3 zu 1 und der Leuchtdichteinformation mit einer Kompression im Verhältnis 3 zu 2. Auf der Grundlage der in dem 4:2:2-System verwendeten Abtastfrequenzen (13,5 MHz für die Leuchtdichte und 6,75 MHz für die Farbart) wird bei MAC eine Abtastfrequenz von 20,25 MHz verwendet, und die Nennbandbreite ist 8,4 MHz (oder 5,6 MHz bei der Leuchtdichte nach der Dekompression).

2.3.1.2 Nennwert der Signalamplitude

Der Nennwert der Signalamplitude des MAC-Signals ist die Differenz zwischen Weiß- und Schwarzpegel, die in Zeile 624 übertragen werden.

ANMERKUNG: Der Nennwert der Signalamplitude des MAC-Signals beträgt 1 Volt.

2.3.1.3 Verzerrung

2.3.1.3.1 Verzerrung des Verstärkungsfrequenzgangs

Verstärkungsänderung zwischen Eingang und Ausgang der Schaltung, bezogen auf die Verstärkung bei einer geeigneten Bezugsfrequenz, im gesamten Frequenzbereich von der Bildwechselfrequenz bis zur Nenn Grenzfrequenz des Systems.

2.3.1.3.2 Phasenverzerrung

Phasendifferenz in Grad gegenüber dem linearen Phasenverlauf in einem Frequenzbereich, der sich von ideal 0 Hz bis zu einer definierten oberen Grenzfrequenz erstreckt.

2.3.1.3.3 Gruppenlaufzeitverzerrung

Differenz zwischen der Gruppenlaufzeit bei jeder Frequenz zur Gruppenlaufzeit bei einer bestimmten Frequenz, angegeben in Nanosekunden.

2.3.1.3.4 Langzeitverzerrung

Wenn ein Meßsignal, das eine plötzliche Änderung der Leuchtdichtekomponente des Schwarz- oder Weißpegels simuliert, an den Schaltungseingang gelegt wird, so ergibt sich eine Langzeitverzerrung, wenn die Änderungen des Klemmpegels (mittlerer Graupegel) des Signals am Ausgang nicht genau dem Klemmpegel des Eingangssignals folgen. Diese Änderungen zeigen entweder eine exponentielle Form oder häufiger die Form einer abklingenden Schwingung mit sehr niedriger Frequenz.

2.3.1.3.5 Verzerrung mit einer Dauer in der Größenordnung der Bilddauer

Wenn ein Meßsignal, das eine Änderung der Leuchtdichtekomponente von Schwarz- zu Weißpegel mit einer Zeitdauer in der Größenordnung der Bilddauer (40 ms) simuliert, mit einer Amplitude, die der Nennamplitude des Leuchtdichtesignals entspricht, an den Schaltungseingang gelegt wird, so ist die Verzerrung als Änderung der Kurvenform des Signals am Ausgang gegenüber dem Meßsignal definiert.

2.3.1.3.6 Verzerrung mit einer Dauer in der Größenordnung der Zeilendauer

Wenn ein Meßsignal, das eine Änderung der Leuchtdichtekomponente von Schwarz- zu Weißpegel mit einer Zeitdauer in der Größenordnung der Zeilendauer simuliert, an den Schaltungseingang gelegt wird, so ist die Verzerrung als Änderung der Kurvenform des Signals am Ausgang gegenüber dem Meßsignal definiert.

ANMERKUNG: Eine Zeitdauer, die wenigen Bildpunkten entspricht, wird am Beginn und am Ende des Meßsignals von den Messungen ausgeschlossen.

2.3.1.3.7 Kurzzeitverzerrung (Sprungantwort)

Wenn ein kurzer Impuls (oder ein steilflankiges Sprungsignal) mit einer Amplitude, die der Nennamplitude des Leuchtdichtesignals entspricht, und mit einem festgelegten Signalverlauf an den Schaltungseingang gelegt wird, so ist die Verzerrung als Änderung der Kurvenform des Impulses (oder Sprungsignals) am Ausgang gegenüber dem Meßsignal definiert.

2.3.1.3.8 Verzerrung infolge von Echos

Verzerrung bei der Amplitude und Phase infolge der Überlagerung des direkten Signals mit dem gleichen, aber verzögerten und gedämpften Signal.

2.3.1.3.9 Tieffrequente nichtlineare Verzerrung

Proportionaler Fehler zwischen der Signalamplitude am Eingang und am Ausgang der Schaltung, wenn sich das Signal zwischen Schwarz- und Weißpegel während einer

Zeilendauer innerhalb eines festgelegten, mittleren Teiles des Bildes ändert.

2.3.1.4 Rauschen

2.3.1.4.1 Weißes Rauschen

Der Signal/Rausch-Abstand wird für weißes Rauschen als das Verhältnis der Nennamplitude des Leuchtdichtesignals (1 V) zum Effektivwert des Rauschens nach der Bandbegrenzung in Dezibel definiert.

ANMERKUNG 1: Der bewertete Signal/Rausch-Abstand wird als das Verhältnis der Nennamplitude des Leuchtdichtesignals zum Effektivwert des Rauschens, gemessen nach der Bandbegrenzung und bewertet mit einem gegebenen Netzwerk, in Dezibel definiert.

ANMERKUNG 2: Die Leistungsmessungen sollten mit einem Meßgerät mit definierter Zeitkonstante oder Integrationszeit durchgeführt werden.

2.3.1.4.2 Tieffrequentes Rauschen

Der Signal/Rausch-Abstand wird als das Verhältnis der Nennamplitude des Leuchtdichtesignals (1 V) zum Effektivwert des Rauschens in Dezibel definiert. (Die Messung wird mit Bandbreiten durchgeführt, die bei Null beginnen und bis zur halben Zeilenfrequenz (7,8 kHz) reichen).

ANMERKUNG: Eine Hauptquelle für das tieffrequente Rauschen ist der Klemmprozeß, der zwei Arten von Rauschen liefert:

- Klemmrauschen, das infolge der Transformation von weißem Rauschen in tieffrequentes Rauschen infolge des Klemmprozesses entsteht;
- Ungenauigkeiten bei der Klemmung, die sich durch die begrenzte Wirksamkeit der Klemmschaltung bei der Wiederherstellung des Gleichspannungswertes und durch die Unterdrückung überlagerter tieffrequenter Signale, wie 50-Hz-Brumm oder das Energieverwischungssignal, ergeben.

2.3.1.4.3 Wirksamkeit der Klemmung

Die Wirksamkeit einer Klemmschaltung wird durch Messung des Klemmrauschens und der Ungenauigkeiten der Klemmung erfaßt, wie in der Anmerkung zu 2.3.1.4.2 definiert.

ANMERKUNG: Die Optimierung der Wirksamkeit wird in beiden Fällen durch entgegengesetzte Einstellung der gleichen Parameter (Zeitkonstanten) erreicht. Deshalb muß ein Kompromiß zwischen der gewünschten Arbeitsweise in beiden Fällen gefunden werden, der von den Bedingungen beim Gebrauch abhängt.

2.3.1.4.4 Störsignale

Der Signal/Stör-Abstand wird als das Verhältnis der Nennamplitude des Leuchtdichtesignals (1 V) zum Spitze-Spitze-Wert der Störsignalamplitude in Dezibel definiert.

2.3.2 Datensignale

2.3.2.1 Quasiternärer Code

Das digitale Signal, das die Ton- und Dateninformation enthält, wird quasiternär codiert, wie in den D2-MAC/Paket-Systemspezifikationen beschrieben.

ANMERKUNG: Das Prinzip der quasiternären Codierung ist es, drei Pegel (–1, 0, +1) vorzusehen. Die extremen Pegel entsprechen der logischen Eins, und der mittlere Pegel entspricht der logischen Null. Diese elektrische Zuordnung hat den Vorteil, daß die spektrale Bandbreite halbiert wird. Die Amplitude des quasiternären Burstsignals beträgt 80 % der Amplitude des Bildsignals, ohne das Überspringen zu berücksichtigen (siehe Bild 2).

2.3.2.2 Parameter für die Qualitätsbeurteilung der Digital-signale

2.3.2.2.1 Bitfehlerrate (BER)

Verhältnis der Zahl der erfaßten Fehler zu der Zahl der übertragenden Bits innerhalb einer gegebenen Zeitdauer.

$$\text{BER} = \frac{\text{Zahl der Fehler (T)}}{\text{Zahl der übertragenen Bit (T)}}$$

2.3.2.2.2 Augendiagramm

Das Augendiagramm zeigt die Übertragung von allen Zuständen des Datensignals (siehe Bild 2).

2.3.2.2.3 Äquivalente Signalverschlechterung

Differenz der gemessenen Signal/Rausch-Abstände, nachdem Gaußsches Rauschen dem empfangenen Signal zugefügt wurde, um eine gewählte Bitfehlerrate zu erreichen, und dem theoretisch erwarteten Signal/Rausch-Abstand für die gleiche Bitfehlerrate.

ANMERKUNG:

- S ist die Nennamplitude des Signals.
- N ist die Rauschleistung, gemessen ohne Bewertung mit einer Bandbreite von 5 MHz, die der spektralen Bandbreite der quasiternären Signale entspricht.

2.3.2.2.4 Betriebsbereich

Der Betriebsbereich ist die Differenz zwischen dem empfangenen Signal/Rausch-Abstand und dem gemessenen Signal/Rausch-Abstand, nachdem Gaußsches Rauschen dem empfangenen Signal zugefügt wurde, um eine gewählte Bitfehlerrate zu erreichen.

ANMERKUNG:

- S ist die Nennamplitude des Signals.
- N ist die Rauschleistung, gemessen ohne Bewertung mit einer Bandbreite von 5 MHz, die der spektralen Bandbreite der quasiternären Signale entspricht.

3 Messungen

3.1 Einführung

Meßverfahren, die für D2-MAC/Paket-Signale anwendbar sind, lassen sich in zwei Gruppen unterscheiden:

Manuelle Meßverfahren, die unter Verwendung üblicher Meßgeräte (Oszilloskop, Rauschmeßeinrichtung usw.) durchgeführt werden können und ähnlich sind zu Meßverfahren, die für FBAS-Signale bei PAL und SECAM verwendet werden.

Automatisierte Meßverfahren, die in erheblichem Umfang von digitaler Signalprozeßtechnik Gebrauch machen und die nur mit speziellen Meßautomaten durchgeführt werden können.

In jedem Fall hängen die Meßergebnisse nicht nur von den Eigenschaften der zu prüfenden Einrichtung ab, sondern auch von der Qualität des Eingangssignals und der Genauigkeit der Meßeinrichtung, die, falls bekannt, in geeigneter Form mit den Meßergebnissen angegeben werden muß. Alternativ können die Ergebnisse mit den Ergebnissen verglichen werden, die unter den gleichen Bedingungen von einer Bezugseinrichtung erhalten werden.

IEC 61079-1, IEC 61079-2, IEC 60107-1 und IEC 60107-2 enthalten Angaben und Empfehlungen, die auch in dieser Norm Anwendung finden.

3.2 Allgemeine Bedingungen

3.2.1 Einführung

Die Messungen müssen unter den folgenden Bedingungen durchgeführt werden, um wiederholbare Ergebnisse sicherzustellen.

3.2.2 Meßraum

Die Messungen müssen in einem Raum durchgeführt werden, der keinen störenden externen radiofrequenten Störeinflüssen ausgesetzt ist. Wenn Störeinflüsse nicht vermieden werden können, müssen die Messungen in einem geschirmten Raum durchgeführt werden.

3.2.3 Genauigkeit der Meßgeräte

Die Genauigkeit der verwendeten Meßgeräte muß, falls bekannt, abhängig von der Anwendung in Prozent oder in Dezibel angegeben werden.

3.2.4 Einlaufzeit

Wenn nicht anders angegeben, sollte mit den Messungen erst zu einem Zeitpunkt begonnen werden, wenn sich die Eigenschaften stabilisiert haben.

3.3 Beschreibung der Meßsignale

Meßsignale beginnen mit dem 244ten Abtastwert einer Zeile (Periodendauer der Abtastfrequenz = 49,38 ns), ihnen geht ein 10,4 µs langer Burst mit quasiternären Signalen und ein Klemmintervall von 750 ns voraus, die beide in den Bildern mit den Darstellungen der Meßsignale nicht dargestellt sind.

3.3.1 Meßsignal Nr. 1

Das Meßsignal Nr. 1 (siehe Bild 3 und Tabelle 1) ist ein Meßsignal, das in Zeile 312 übertragen wird. Es ist für automatisierte Messung vorgesehen und besteht aus einem bipolarem Balkensignal mit Polaritätswechsel zwischen geraden und ungeraden Halbbildern. Positive und negative Impulse des Blackman-Typs sind nur im Signal für gerade Halbbilder enthalten.

Der erste Teil des Signals ($k=225$ bis 612) ist vorläufig auf 0 V festgelegt. Er kann später für die Einfügung komplementärer Meßsignale verwendet werden.

ANMERKUNG: Ein 6-T-Impuls des Blackman-Typs ist folgendermaßen definiert:

$$-3T \leq t \leq +3T: x(t) = 0,42 + 0,50 \cos(\pi t/3T) + 0,08 \cos(2\pi t/3T);$$

$$\text{außerhalb: } x(t) = 0;$$

mit der Periodendauer T der Abtastfrequenz von 20,25 MHz.

3.3.2 Meßsignal Nr. 2

Das Meßsignal Nr. 2 (siehe Bild 4 und Tabelle 2) ist ein Meßsignal, das in Zeile 623 übertragen wird. Es ist für automatisierte Messungen des Rauschens und der tieffrequenten nichtlinearen Verzerrungen vorgesehen. Es besteht aus einer ansteigenden Rampe (gerade Halbbilder) und einer fallenden Rampe (ungerade Halbbilder). Diese Inversion ermöglicht eine Unterscheidung zwischen linearen und nichtlinearen Verzerrungen (Asymmetrie der Verzerrung).

3.3.3 Meßsignal Nr. 3

Das Meßsignal Nr. 3 (siehe Bild 5 und Tabelle 3) ist ein Meßsignal, das in Zeile 624 übertragen wird. Der erste Teil dieser Zeile enthält Referenzpegel für grau, weiß und schwarz. Der zweite Teil der Zeile enthält ein komplexes Wobbelsignal.

Damit nichtlineare Erscheinungen nicht berücksichtigt werden müssen, wird das Wobbelsignal in vier Halbbildern in der folgenden Reihenfolge übertragen:

- erstes gerades Halbbild, Realteil, positive Polarität;
- erstes ungerades Halbbild, Imaginärteil, positive Polarität;
- zweites gerades Halbbild, Realteil, negative Polarität;
- zweites ungerades Halbbild, Imaginärteil, negative Polarität.

3.3.4 Meßsignal Nr. 4 (optional)

Das Meßsignal Nr. 4 (siehe Bild 6 und Tabelle 4) ist für die Ermittlung der linearen Verzerrung vorgesehen; es enthält einen bipolaren Puls, ein Balkensignal und acht modulierte Impulse (1 MHz bis 8 MHz) mit einer Amplitude von 500 mV. Es kann auch mit einer Amplitude von 1 V verwendet werden.

Es muß in Zeile 311 eingefügt werden, wenn es als Meßsignal verwendet wird.

ANMERKUNG: Ein modulierter Impuls mit einer Frequenz f (MHz) ist ein Signal, das für eine Dauer von $81 T$ entsprechend der folgenden Gleichung definiert ist:
$$k = 0 \text{ bis } 81, Y_k = \cos^2(4\pi f k / 81) \sin^2(\pi k / 81);$$
mit der Periodendauer T der Abtastfrequenz von 20,25 MHz.

3.3.5 Meßsignal Nr. 5 (optional)

Das Meßsignal Nr. 5 (siehe Bild 7 und Tabelle 5) ist für die Ermittlung der tieffrequenten nichtlinearen Verzerrung vorgesehen; es enthält ein achtstufiges Treppensignal.

Es muß in Zeile 1 eingefügt werden, wenn es als Meßsignal verwendet wird.

3.3.6 Meßsignal Nr. 6 (optional)

Das Meßsignal Nr. 6 (siehe Bild 8 und Tabelle 6) ist für die Ermittlung des Amplitudenfrequenzgangs vorgesehen; es enthält acht Frequenzbursts (1 MHz bis 8 MHz) mit einer Amplitude von 500 mV, davor ein Bezugsbalkensignal. Es kann auch mit einer Amplitude von 1 V verwendet werden. Es muß in Zeile 313 eingefügt werden, wenn es als Meßsignal verwendet wird.

4 Meßverfahren für das Bildsignal

4.1 Verzerrungsmessungen mit Hilfe der Prüfzeilensignale

Verzerrungsmessungen mit Hilfe der Prüfzeilensignale müssen mit einem der folgenden fünf Bildinhalte durchgeführt werden:

- Programmsignal;
- 75 %-Farbbalken-Signal;
- gleichförmiges Leuchtdichtesignal, veränderlich von Schwarz- bis Weißpegel, und das Farbartsignal mit Bezugspegel;
- Leuchtdichtesignal, wechselnd von Schwarz- zu Weißpegel mit einer Periodendauer von 2,5 s, Farbartsignal mit Bezugspegel;
- Wiederholung der Meßsignale auf allen Zeilen des Signals.

4.1.1 Pegelmessungen

Pegel- oder Verstärkungsmessungen können mit jeder Prüfzeile durchgeführt werden, die einen Schwarz- oder Weißpegel enthält. Es wird jedoch empfohlen, das Meßsignal der Zeile 624 zu verwenden.

4.1.2 Amplitudenfrequenzgang

4.1.2.1 Manuelle Messung

Diese Messung wird durchgeführt, indem der Pegel der acht Frequenzbursts (1 MHz bis 8 MHz) des Meßsignals in Zeile 313 mit dem Bezugsbalkensignal am Beginn der Zeile verglichen wird. Diese Charakteristik kann auch mit

dem Meßsignal in Zeile 311 ermittelt werden, indem der Wert (ΔG) aus dem Diagramm in Bild 9 verwendet wird.

4.1.2.2 Automatisierte Messung

Bei der automatisierten Messung wird das komplexe Wobbsignal, das in Zeile 624 übertragen wird, verwendet. Der Amplitudenfrequenzgang wird durch den Vergleich des Betrags des empfangenen komplexen Wobbsignals mit dem Betrag des theoretischen Signals erhalten. Nichtlinearitäten können dadurch verringert werden, daß beide Polaritäten verwendet werden, und das Rauschen kann durch Mittelwertbildung verringert werden.

4.1.3 Phasenfrequenzgang

4.1.3.1 Manuelle Messung

Es ist praktisch unmöglich, diese Messung manuell durchzuführen.

4.1.3.2 Automatisierte Messung

Diese Messung verwendet das komplexe Wobbsignal, das in Zeile 624 übertragen wird. Der Phasenfrequenzgang wird durch die Phase der Fourier-Transformation erhalten, nachdem der parabolische Phasenverlauf, der zu den Eigenschaften des Wobbsignals gehört, korrigiert wurde.

4.1.4 Frequenzgang der Gruppenlaufzeit

4.1.4.1 Manuelle Messung

Die Asymmetrie in der Basis des Amplitudenverlaufs bei jedem modulierten Impuls (1 MHz bis 8 MHz) des Meßsignals in Zeile 311 kann verwendet werden, um den Frequenzgang der Gruppenlaufzeit unter Verwendung des Diagramms in Bild 9 (T_g) zu ermitteln.

4.1.4.2 Automatisierte Messung

Der Frequenzgang der Gruppenlaufzeit wird erhalten, mit der Ableitung des Phasenfrequenzgangs gebildet mit dem komplexen Wobbsignal wie aus der Zeile 624 ermittelt.

4.1.5 Verzerrung mit einer Dauer in der Größenordnung der Zeilendauer

Diese Messung wird mit dem in Bild 5a beschriebenen Meßsignal durchgeführt und kann den Einfluß von benachbarten Schwarzweiß- und Weißschwarz-Übergängen auf ein Rampensignal in einer Zeile ermitteln.

Die Neigung am Ende des Signals (Rampe) muß ermittelt werden, indem eine Messung entweder mit der Zeile 624 oder mit einer Gruppe von 10 bis 20 Zeilen durchgeführt wird.

Das Ergebnis der Messung, korrigiert für eine Signalzeile, wird in Prozent, bezogen auf den Spitze-Spitze-Wert der Amplitude zwischen Schwarz- und Weißpegel, angegeben.

4.1.6 Kurzzeitverzerrung; Puls/Balken-Verhältnis

Diese Messung wird mit dem Meßsignal in Zeile 312 (oder in Zeile 311, falls vorhanden) durchgeführt und ergibt sich aus der Pegeldifferenz zwischen der Spitze des negativen 6- T -Impulses und dem Schwarzpegel (oder der Spitze des positiven 6- T -Impulses und dem Weißpegel).

4.1.7 Kurzzeitverzerrung; Sprungantwort

Der 4- T -Übergang des Schwarzweiß-Übergangs am Beginn der Zeile 312 muß mit dem Diagramm in Bild 10 verglichen werden.

4.1.8 Messung der

tieffrequenten nichtlinearen Verzerrung

4.1.8.1 Manuelle Messung

Diese Messung wird mit dem Treppensignal des Meßsignals der Zeile 1 (Bild 7) nach der Differentiation durchge-

führt. Das Ergebnis wird in Prozent, bezogen auf die größte Impulsamplitude infolge der Differentiation, angegeben.

4.1.8.2 Automatisierte Messung

Diese Messung wird mit der ansteigenden oder abfallenden Rampe des Meßsignals in Zeile 623 (Bild 4) durchgeführt. Das vorgeschlagene Verfahren besteht darin, die Rampe mit dem Verfahren der kleinsten Quadrate durch ein Polynom vom Grad K anzunähern. Eine Analyse der Polynomkoeffizienten ergibt eine Information über die Art der Nichtlinearität (quadratisch, kubisch usw.).

4.2 Verzerrungsmessungen, nicht durchführbar mit Prüfzeilen

4.2.1 Langzeitverzerrung

Die Langzeitverzerrung wird üblicherweise nur dann beachtet, wenn sie in der Form einer sehr tieffrequenten, gedämpften Schwingung auftritt. Sie kann mit jedem Meßsignal gemessen werden, das eine geeignete Umschaltung der mittleren Bildkomponente ermöglicht (ein Leuchtdichtesignal mit einem Wechsel von Schwarz- zu Weißpegel innerhalb von 2,5 s ist geeignet).

Drei Eigenschaften können gemessen werden:

- die Spitzenamplitude des Signalüberschwingens (angegeben in Prozent der Nennamplitude des Leuchtdichtesignals);
- das notwendige Zeitintervall, bis die Schwingungsamplitude auf einen gegebenen Wert abgeklungen ist;
- der Anstieg am Beginn des Signals, angegeben in Prozent pro Sekunde.

4.2.2 Verzerrungen mit einer Zeitdauer in der Größenordnung der Bilddauer

Das für diese Messung erforderliche Meßsignal muß folgende Eigenschaften haben:

- der Farbartanteil entspricht dem Grauegel;
- der Leuchtdichteanteil entspricht dem Weißpegel im ersten Halbbild (20 ms) und dem Schwarzpegel im nächsten Halbbild.

Der Bildverzerrungswert wird ermittelt, indem die Differenz zwischen dem maximalen Leuchtdichtepegel beim Weißpegel (V_2) und dem in der Mitte gemessenen Pegel (V_1) als Prozentwert angegeben wird. Die Verzerrung wird durch folgende Formel erhalten:

$$d = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \% \quad (1)$$

Bei dieser Messung werden die 250 µs am Beginn und Ende der Periode, die dem Leuchtdichtesignal bei Weißpegel entsprechen, nicht beachtet.

4.3 Rauschmessungen

4.3.1 Weißes Rauschen

Bei dieser Messung werden die folgenden Filter verwendet:

- Hochpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 200 kHz;
- Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 7,5 MHz;
- Bewertungsfilter, das aus dem Einheits-Bewertungsfilter nach ITU-R Recommendation 567-3 (siehe Bild 11) durch Ähnlichkeitstransformation in einem Verhältnis von 1,5 erhalten wird.

4.3.1.1 Manuelle Messung

Mit der Meßeinrichtung, die auf das Signal synchronisiert ist, muß eine gegebene Zeile ausgewählt und ein Meßfenster nach dem quasiternären Burst erzeugt werden können. Die Messung darf mit jeder Grauzeile des Bildwechselintervalls durchgeführt werden.

4.3.1.2 Automatisierte Messung

Die Rauschanalyse darf mit jeder Prüfzeile durchgeführt werden. Das Rauschen kann geschätzt werden, indem der Mittelwert einer großen Zahl von Beobachtungen einer einzigen Prüfzeile genommen und dieser Mittelwert von jeder einzelnen Beobachtung abgezogen wird. Dieser geschätzte Rauschwert kann dann verwendet werden, um die spektrale Rauschleistungsdichte des realen Rauschens und den Signal/Rausch-Abstand des Leuchtdichtesignals zu berechnen.

In der Praxis wird die Prüfzeile 623 verwendet, die keinerlei Anteile bei hohen Frequenzen enthält.

4.3.2 Tieffrequentes Rauschen

Das tieffrequente Rauschen wird im Frequenzbereich von 0 Hz bis 7,8 kHz mit einem D2-MAC/Paket-Signal, dessen Inhalt ein vollständiges Bild mit Grauegel ist, gemessen. Es darf auch ein Tiefpaßfilter mit einer Grenzfrequenz von 10 kHz verwendet werden, wenn das vorgesehene Tiefpaßfilter nicht verfügbar ist.

4.3.2.1 Manuelle Messung

Mit der Meßeinrichtung, die auf das Signal synchronisiert ist, muß eine gegebene Zeile ausgewählt und ein Meßfenster nach dem quasiternären Burst erzeugt werden können.

4.3.2.2 Automatisierte Messung

Das tieffrequente Rauschen wird am MAC-Teil des Signals gemessen. Das hochfrequente Rauschen wird verringert, indem der Mittelwert des Signalwertes innerhalb jeder Zeile gebildet wird. Die Differenz zwischen diesem Wert und dem erwarteten Wert (meistens 0 V, ausgenommen die Zeilen 23 und 335, die Schwarzpegel haben) ergibt 625 Werte in jedem Bild. Die spektrale Rauschleistungsdichte kann dann durch eine Fourier-Transformation ermittelt werden. Bei der Berechnung aus einem Bild ergibt sich eine Schrittweite von 25 Hz, die eine Unterscheidung der einzelnen Rauschquellen bis 7,8 kHz ermöglicht.

4.3.3 Ermittlung der Klemmeigenschaften

4.3.3.1 Klemmrauschen

Das Klemmrauschen wird mit den beiden folgenden Signalen gemessen:

- ein D2-MAC/Paket-Signal, dessen Inhalt ein vollständiges Bild mit Grauegel ist;
- ein Signal mit zusätzlichem breitbandigen weißen Rauschen, das einen gegebenen Signal/Rausch-Abstand am Eingang ergibt (z. B. 50 dB bewertet).

Drei Messungen werden in dem Frequenzbereich von 0 Hz bis 7,8 kHz durchgeführt:

- Rauschmessung am Ausgang der Einrichtung mit dem zusätzlichen Signal mit weißem Rauschen: Bs1;
- Rauschmessung am Eingang der Einrichtung mit dem zusätzlichen Signal mit weißem Rauschen: Be;
- Rauschmessung am Ausgang der Einrichtung ohne das zusätzliche Signal mit weißem Rauschen: Bs2.

Das Klemmrauschen für einen gegebenen Signal/Rausch-Abstand wird dann wie folgt berechnet:

$$Bc = -10 \log(10^{-Bs1/10} - 10^{-Be/10} - 10^{-Bs2/10}) \quad (2)$$

4.3.3.2 Ungenauigkeit der Klemmung

Das Meßverfahren besteht darin, ein Sinussignal dem Eingangssignal hinzuzufügen und die Dämpfung des zugefügten Signals am Ausgang in Dezibel zu messen.

Die Werte des Sinussignals sind:

- Frequenz: 50 Hz;
- Spitze-Spitze-Wert des Pegels: 150 mV.

4.3.4 Störabstand

Die Messung wird mit einem Graubild durchgeführt. Zwei Störeinflüsse werden betrachtet.

a) Störung durch einzelnes Sinussignal

Der Störpegel muß mit einem Diagramm verglichen werden, das die größte zulässige Störampplitude als Funktion der Frequenz angibt (siehe Bilder B.3 und B.4).

b) Mehrfach-Störung bei unterschiedlichen Frequenzen

Wenn die Anzahl der Störungen drei oder geringer ist, muß der Pegel jeder Störung geringer als der Wert im Diagramm sein.

Wenn die Anzahl N der Störungen größer 3 ist, dann muß die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\sum_{i=1}^N \frac{a_i(f)}{r_i(f)} \leq 1 \quad (3)$$

Dabei ist:

$a_i(f)$ die Amplitude der i -ten Störung bei der Frequenz f ,
 $r_i(f)$ die größte zulässige Amplitude für eine Störung durch ein einzelnes Signal bei der Frequenz f (Diagrammwert).

4.3.4.1 Manuelle Messung

Diese Messung wird mit einem Basisband-Spektrumanalysator durchgeführt unter der Voraussetzung, daß die quasiternären Bursts signale durch eine geeignete Einrichtung entfernt worden sind.

4.3.4.2 Automatisierte Messung

Durch Auswertung der spektralen Dichte des Signals kann die Störung infolge Rauschens abgetrennt und der Signal/Stör-Abstand unter Verwendung der voranstehenden Formeln berechnet werden.

4.3.5 Impulsrauschen

Impulsrauschen ist durch die Frequenzmodulation bedingt und kann durch ein Modell für die Begrenzung beschrieben werden.

Die Begrenzung bei einem Frequenzdemodulator ist als das C/N -Verhältnis definiert, das einer Differenz von 1 dB zwischen dem Wert des gemessenen Signal/Rausch-Abstands und dem theoretischen Wert, berechnet nach der Formel in A.3.1.1, entspricht.

Im allgemeinen wird diese Messung mit einem unmodulierten Träger durchgeführt, und der erhaltene Wert ist nicht direkt mit einer subjektiven Verschlechterung der Bildqualität verknüpft.

Es ist deshalb notwendig, ein anderes Meßverfahren zu definieren, das die Modulation berücksichtigt und das die Auswirkung der Spektrumsbegrenzung durch das Empfangsfilter einschließt. Das vorgeschlagene Meßverfahren, dynamische Begrenzung genannt, besteht darin, den Träger während der gesamten Signaldauer mit einem Sinussignal von einer hohen Frequenz (z. B. 7 MHz) und einer großen Amplitude (1 V) zu modulieren. Das Modulationssignal wird am Ausgang des Frequenzdemodulators durch ein Tiefpaßfilter unterdrückt. Diese dynamische Begrenzung ist, wie oben beschrieben, als das C/N -Verhältnis definiert, das einer Differenz von 1 dB zwischen dem gemessenen Signal/Rausch-Abstand und dem theoretischen Signal/Rausch-Abstand für nur Gaußsches Rauschen entspricht.

Deshalb wird die Wirkungsweise eines Frequenzdemodulators beim Begrenzungspegel durch zwei Werte angegeben, die statische Begrenzung (unmodulierter Träger vorhanden) und die dynamische Begrenzung (Träger mit einem Sinussignal von 7 MHz und einer Amplitude 1 V Gleichspannung, moduliert). Das vorgeschlagene Meßverfahren besteht aus der Messung des unbewerteten

Signal/Rausch-Abstands in einer Bandbreite von 5 MHz (mit und ohne Modulation) und der Ermittlung der beiden Begrenzungswerte aus den Meßergebnissen.

5 Meßverfahren für das Datensignal

5.1 Bitfehlerrate

Die Bitfehlerrate kann mit einem der folgenden Verfahren gemessen werden:

- unter Verwendung eines speziellen Generators; dabei können keine Messungen am realen Programm durchgeführt werden, aber es kann der gesamte Übertragungskanal überprüft werden;
- Messungen am realen Programm, indem Redundanzen oder gleichbleibende Teile des Signals (Synchronworte, Golay-Code des Programmkopfes, Blind-Pakete) verwendet werden;
- die Messung der Codeverletzungsrate des quasiternären Codes verbindet die Vorteile der beiden voranstehenden Verfahren. Dabei werden die Redundanzen im quasiternären Code verwendet und es wird eine ausgezeichnete Abschätzung der Bitfehlerrate erreicht.

5.2 Augendiagramm

5.2.1 Manuelle Messung

Diese Messung wird mit einem Oszilloskop durchgeführt, das mit der Zeile synchronisiert ist. Das Oszillogramm muß in ein gegebenes Diagramm eingeschrieben werden oder seine vertikale und horizontale Öffnung als Prozentwert der geschätzten typischen Zeiten und Amplituden des quasiternären Signals gemessen werden.

5.2.2 Automatisierte Messung

Diese Messung besteht darin, die inneren Hüllkurven des Augendiagramms für eine gegebene Bitfehlerrate zu ermitteln. Zum Beispiel kann die Bitfehlerrate $BER = 10^{-3}$ gewählt werden, die im allgemeinen als der Wert genommen wird, für den eine Betriebsstörung definiert ist.

5.3 Messung der äquivalenten Signalverschlechterung

In den meisten Fällen ist das Signal scheinbar fehlerfrei. Die Messung der Bitfehlerrate kann dies bestätigen, liefert aber keine Information über den verfügbaren Toleranzbereich.

Dieser Toleranzbereich kann ermittelt werden, indem dem Basisbandsignal Gaußsches Rauschen zugefügt und eine Kurve gezeichnet wird, die die Bitfehlerrate als Funktion des Rauschpegels zeigt. Für eine durch Definition gegebene Bitfehlerrate ist die äquivalente Signalverschlechterung die Differenz zwischen dem gemessenen Signal/Rausch-Abstand bei einer Bandbreite von 5 MHz und dem theoretischen Wert.

Bild 12 zeigt die theoretische Bitfehlerrate als Funktion des unbewerteten Signal/Rausch-Abstands.

Die äquivalente Signalverschlechterung muß auch in dem Fall gemessen werden, wenn die Eigenfehlerrate den Wert 10^{-4} ohne hinzugefügtes Rauschen erreicht. Die Fehler hängen von der Art des Rauschens oder der Verzerrungen ab, und die äquivalente Signalverschlechterung kann selbst unter diesen Umständen klein bleiben (zum Beispiel, wenn die Restfehler durch Impulsrauschen bei Satellitenempfang gegeben sind oder wenn das digitale Signal in der Kopfstation des Netzwerkes regeneriert wurde).

5.3.1 Manuelle Messung

Die Messung erfordert die Verfügbarkeit eines Geräts zur Messung der Bitfehlerrate (oder der Codeverletzungsrate)

und eines Generators für Gaußsches Rauschen, das dem Basisbandsignal zugefügt wird.

5.3.2 Automatisierte Messung

Es können zwei Meßverfahren verwendet werden, die gleiche Ergebnisse ergeben:

a) Zufügen von Rauschen zum Signal

Gaußsches Rauschen wird oberhalb von 5 MHz gefiltert und dem D2-MAC-Basisbandsignal zugefügt. Der Rauschpegel wird dann automatisch so eingestellt, daß die gemessene Bitfehlerrate in der Größenordnung von 10^{-4} liegt.

b) Änderung der Schwellwerte des Decoders

Es kann gezeigt werden, daß es eine Beziehung zwischen der Bitfehlerrate infolge der Verschiebung der Schwellwerte und der Bitfehlerrate infolge von zugefügtem Rauschen gibt. Die Bitfehlerrate als Funktion des Rauschpegels wird erhalten, indem das Faltungsprodukt der Bitfehlerrate als Funktion der Schwellwerte durch die Rauschleistungsdichte genommen wird.

5.4 Betriebsbereich

Der Betriebsbereich für eine gegebene Bitfehlerrate wird erhalten, indem der Signal/Rausch-Abstand des Systems mit dem Signal/Rausch-Abstand bei zugefügtem Rauschen, das der gewählten Bitfehlerrate entspricht, verglichen wird.

Gemessener.....	Empfänger
Signal/Rausch-Abstand	Signal/Rausch-Abstand ohne zugefügtes Rauschen
Betriebsbereich	Empfänger
	Signal/Rausch-Abstand mit zugefügtem Rauschen für die gewählte BER
Äquivalente Signal-	Theoretischer
verschlechterung	Signal/Rausch-Abstand für die gewählte BER

Tabelle 1: Definition des Meßsignals Nr. 1, Zeile 312

Tabelle 1a: Gerade Halbbilder

K	Absoluter Pegel oder Übergangspegel
255 bis 612	Pegel 0 mV
612 bis 616	Übergang von 0 mV auf -500 mV
616 bis 773	Pegel -500 mV
773 bis 779	Impuls (Basis -500 mV, Spitze +500 mV)
779 bis 936	Pegel -500 mV
936 bis 940	Übergang von -500 mV auf +500 mV
940 bis 1097	Pegel +500 mV
1097 bis 1103	Impuls (Basis +500 mV, Spitze -500 mV)
1103 bis 1260	Pegel +500 mV
1260 bis 1264	Übergang von +500 mV auf 0 mV
1264 bis 1292	Pegel 0 mV

Tabelle 1b: Ungerade Halbbilder

K	Absoluter Pegel oder Übergangspegel
255 bis 612	Pegel 0 mV
612 bis 616	Übergang von 0 mV auf +500 mV
616 bis 936	Pegel +500 mV
936 bis 940	Übergang von +500 mV auf -500 mV
940 bis 1260	Pegel -500 mV
1260 bis 1264	Übergang von -500 mV auf 0 mV
1264 bis 1292	Pegel 0 mV

Tabelle 2: Definition des Meßsignals Nr. 2, Zeile 623

Tabelle 2a: Gerade Halbbilder

K	Absoluter Pegel oder Übergangspegel
255 bis 244	Pegel 0 mV
244 bis 248	Übergang von 0 mV auf -500 mV
248 bis 268	Pegel -500 mV
268 bis 1268	Rampe von -500 mV auf +500 mV
1268 bis 1274	Pegel +500 mV
1274 bis 1278	Übergang von +500 mV auf 0 mV
1278 bis 1292	Pegel 0 mV

Tabelle 2b: Ungerade Halbbilder

K	Absoluter Pegel oder Übergangspegel
255 bis 244	Pegel 0 mV
244 bis 248	Übergang von 0 mV auf +500 mV
248 bis 268	Pegel +500 mV
268 bis 1268	Rampe von +500 mV auf -500 mV
1268 bis 1274	Pegel -500 mV
1274 bis 1278	Übergang von -500 mV auf 0 mV
1278 bis 1292	Pegel 0 mV

Tabelle 3: Definition des Meßsignals Nr. 3, Zeile 624

**Tabelle 3a: Definition des Meßsignals Nr. 3a, Zeile 624
Referenzpegel**

K	Absoluter Pegel oder Übergangspegel
255 bis 370	Pegel 0 mV
370 bis 374	Übergang von 0 mV auf -500 mV
374 bis 532	Pegel -500 mV
532 bis 536	Übergang von -500 mV auf +500 mV
536 bis 694	Pegel +500 mV
694 bis 698	Übergang von +500 mV auf 0 mV
698 bis 739	Pegel 0 mV

Tabelle 3b: Definition des Meßsignals Nr. 3b, Zeile 624

K	Absoluter Pegel oder Übergangspiegel
255 bis 370	Pegel 0 mV
370 bis 374	Übergang von 0 mV auf +500 mV
374 bis 532	Pegel +500 mV
532 bis 536	Übergang von +500 mV auf -500 mV
536 bis 694	Pegel -500 mV
694 bis 698	Übergang von -500 mV auf 0 mV
698 bis 739	Pegel 0 mV

Komplexes Wobbelsignal

K = -739 bis 1251: +250 mV, Realteil in geraden Halbbildern, Imaginärteil in ungeraden Halbbildern

K = -1251 bis 1292: Pegel 0 mV

Tabelle 4: Definition des Meßsignals Nr. 4, Zeile 311

K	Absoluter Pegel oder Übergangspiegel
225 bis 244	Pegel 0 mV
244 bis 248	Übergang von 0 mV auf 250 mV
248 bis 324	Pegel +250 mV
324 bis 330	Impuls (Basis 250 mV, Spitze -250 mV)
330 bis 406	Pegel +250 mV
406 bis 410	Übergang von +250 mV bis -250 mV
410 bis 486	Pegel -250 mV
486 bis 492	Impuls (Basis -250 mV, Spitze +250 mV)
492 bis 607	Pegel -250 mV
607 bis 688	Impuls, mit 1 MHz moduliert
688 bis 690	Pegel -250 mV
690 bis 771	Impuls, mit 2 MHz moduliert
771 bis 773	Pegel -250 mV
773 bis 854	Impuls, mit 3 MHz moduliert
854 bis 856	Pegel -250 mV
856 bis 937	Impuls, mit 4 MHz moduliert
937 bis 939	Pegel -250 mV
939 bis 1020	Impuls, mit 5 MHz moduliert
1020 bis 1022	Pegel -250 mV
1022 bis 1103	Impuls, mit 6 MHz moduliert
1103 bis 1105	Pegel -250 mV
1105 bis 1186	Impuls, mit 7 MHz moduliert
1186 bis 1188	Pegel -250 mV
1188 bis 1269	Impuls, mit 8 MHz moduliert
1269 bis 1274	Pegel -250 mV
1274 bis 1278	Übergang von -250 mV auf 0 mV
1278 bis 1292	Pegel 0 mV

Tabelle 5: Definition des Meßsignals Nr. 5, Zeile 1

K	Absoluter Pegel oder Übergangspiegel
255 bis 598	Pegel 0 mV
598 bis 602	Übergang von 0 mV auf -500 mV
602 bis 674	Pegel -500 mV
674 bis 678	Übergang von -500 mV auf -375 mV
678 bis 749	Pegel -375 mV
749 bis 753	Übergang von -375 mV auf -250 mV
753 bis 824	Pegel -250 mV
824 bis 828	Übergang von -250 mV auf -125 mV
828 bis 899	Pegel -125 mV
899 bis 903	Übergang von -125 mV auf -0 mV
903 bis 974	Pegel 0 mV
974 bis 978	Übergang von 0 mV auf +125 mV
978 bis 1049	Pegel +125 mV
1049 bis 1053	Übergang von +125 mV auf +250 mV
1053 bis 1124	Pegel +250 mV
1124 bis 1128	Übergang von +250 mV auf +375 mV
1128 bis 1199	Pegel +375 mV
1199 bis 1203	Übergang von +375 mV auf +500 mV
1203 bis 1274	Pegel +500 mV
1274 bis 1278	Übergang von +500 mV auf 0 mV
1278 bis 1292	Pegel 0 mV

Tabelle 6: Definition des Meßsignals Nr. 6, Zeile 313

K	Absoluter Pegel oder Übergangspiegel
225 bis 244	Pegel 0 mV
244 bis 248	Übergang von 0 mV auf -250 mV
248 bis 365	Pegel -250 mV
365 bis 369	Übergang von -250 mV auf +250 mV
369 bis 486	Pegel +250 mV
486 bis 490	Übergang von +250 mV auf 0 mV
490 bis 607	Pegel 0 mV
607 bis 688	1-MHz-Burst-Signal
688 bis 690	Pegel 0 mV
690 bis 771	2-MHz-Burst-Signal
771 bis 773	Pegel 0 mV
773 bis 854	3-MHz-Burst-Signal
854 bis 856	Pegel 0 mV
856 bis 937	4-MHz-Burst-Signal
937 bis 939	Pegel 0 mV
939 bis 1020	5-MHz-Burst-Signal
1020 bis 1022	Pegel 0 mV
1022 bis 1103	6-MHz-Burst-Signal
1103 bis 1105	Pegel 0 mV
1105 bis 1186	7-MHz-Burst-Signal
1186 bis 1188	Pegel 0 mV
1188 bis 1269	8-MHz-Burst-Signal
1269 bis 1292	Pegel 0 mV