

**ANT-20, ANT-20E
Advanced Network Tester**

**O.172 Jitter/Wander
bis 622 Mbit/s**

BN 3035/90.81 bis 90.86

**O.172 Jitter/Wander
für 2488-Mbit/s-Schnittstellen**

BN 3035/90.87 bis 90.89

Softwareversion 7.20

Bedienungsanleitung

Wenn Sie Fragen haben, wenden Sie sich bitte an die zuständige Wavetek Wandel Goltermann-Vertriebsgesellschaft. Die Adressen finden Sie am Schluss dieses Handbuchs.

Copyrights

Dieses Produkt oder Teile davon basieren auf Empfehlungen und/oder Standards des Standardisierungssektors der Internationalen Fernmeldeunion - ITU-T und/oder des Europäischen Instituts für Telekommunikationsnormen - ETSI. Diese Empfehlungen und Standards unterliegen Schutzrechten dieser Organisationen. Ohne schriftliche Zustimmung von ITU-T und/oder ETSI ist es nicht gestattet, ITU-T-Empfehlungen oder ETSI-Standards ganz oder in Teilen zu kopieren und/oder Dritten zugänglich zu machen.

Wavetek Wandel Goltermann
Eningen GmbH & Co.
Mühleweg 5, 72800 Eningen u. A.
© 2000

Autor: MDD/TD

Bestell-Nr.: BN 3035/98.17
Ausgabe: 03/00.07 (V 7.20)

Frühere Ausgabe:
02/00.04 (V 7.1)

Änderungen vorbehalten
Es gelten unsere normalen
Garantie- und Lieferbedingungen

Printed in Germany

Inhalt

Einführung

1	Jittergenerator	E-1
2	Jitteranalysator	E-1
3	Jitterverträglichkeitstests	E-2
4	Jitterübertragungsfunktion	E-2
5	Phasehits	E-3
6	Wander-Messung	E-3
7	Wandergenerator	E-4
8	Anschlußseite	E-5
8.1	O.172 JITTER ANALYZER/GENERATOR	E-5
9	Optionen BN 3035/90.87, BN 3035/90.88 und BN 3035/90.89	E-6
9.1	Jittergenerator	E-6
9.2	Jitteranalysator	E-6
9.3	Anschlußseite: "O.172 JITTER ANALYZER/GENERATOR 2488 Mbit/s" Option BN 3035/90.88	E-6

Bedienung

1	Hauptfenster: O.172 Jitter Generator/Analyzer allgemein	B-1
2	Laufende und maximale Jitterwerte, Jitter RMS bzw. Phase Hits	B-2
3	Taktjitter	B-5
3.1	Jitter- und Wandermessung an Takten	B-5
3.2	Erzeugung von Taktjitter und Taktwander.	B-5

4	Maximale Jitterverträglichkeit (Maximum Tolerable Jitter)	B-6
4.1	Fast-MTJ-Messung	B-6
4.2	MTJ-Messung	B-6
4.3	Unterschied zwischen MTJ-Messung und F-MTJ-Messung	B-8
5	Jitterübertragungsfunktion (Jitter Transfer Function)	B-9
6	Wander-Messung (TIE/MTIE)	B-11
6.1	Meßgrößen Time Interval Error (TIE) und Maximum Time Interval Error (MTIE)	B-12
6.2	Datensignal als Referenz bei 2488 Mbit/s	B-13
7	Maximale Wanderverträglichkeit (Maximum Tolerable Wander)	B-14

Applikationen

1	Maximum Tolerable Jitter (MTJ)	A-1
1.1	Meßaufbau und Beschreibung	A-1
1.2	Applikationseinstellung	A-1
1.3	Messung	A-2
2	Fast Maximum Tolerable Jitter (F-MTJ)	A-4
2.1	Meßaufbau und Beschreibung	A-4
2.2	Applikationseinstellung	A-4
2.3	Messung	A-5
3	Jitter Transfer Function (JTF)	A-7
3.1	Meßaufbau und Beschreibung	A-7
3.2	Applikationseinstellung	A-8
3.3	Messung	A-8
4	Phasehit-Messung	A-11
4.1	Meßaufbau und Beschreibung	A-11
4.2	Applikationseinstellung	A-11
4.3	Messung	A-12

5	Wandergenerator	A-14
5.1	Meßaufbau und Beschreibung	A-14
5.2	Applikationseinstellung	A-14
5.3	Messung	A-15
6	Wander-Analyse bis 2,5 Gbit/s	A-17
6.1	Meßaufbau und Beschreibung	A-17
6.2	Applikationseinstellung	A-18
6.3	Messung	A-18
7	Maximum Tolerable Wander (MTW)	A-22
7.1	Meßaufbau und Beschreibung	A-22
7.2	Applikationseinstellung	A-22
7.3	Messung	A-23

Technische Daten O.172 Jitter/Wander bis 622 Mbit/s

1	Jittergenerator	TD-2
1.1	Bitraten	TD-2
1.2	Interne Modulationsquelle	TD-2
1.3	Eingang für externe Modulationsspannung [30]	TD-3
1.4	Fehlergrenzen	TD-4
1.4.1	Amplitudenfehler ***	TD-4
1.4.2	Intrinsic Jitter	TD-5
1.4.3	Modulationsfrequenz	TD-5
2	Jitteranalysator	TD-6
2.1	Bitraten	TD-6
2.2	Jittermeßbereich	TD-6
2.3	Bewertungsfilter nach ITU-T O.172	TD-8
2.4	Demodulatorausgang [31]	TD-9
2.5	Meßwertanzeige	TD-9
2.6	Fehlergrenzen des angezeigten Jitters	TD-10
2.6.1	Meßgenauigkeit	TD-11
2.6.2	Frequenzgangfehler***	TD-12
2.7	Übersteuerungsfestigkeit bei Pointerjitter	TD-14
2.8	RMS-Jitter	TD-15

3	Messung der Jitterverträglichkeit	TD-16
3.1	Fast Maximum Tolerable Jitter (F-MTJ)	TD-16
3.2	Maximum Tolerable Jitter (MTJ)	TD-17
4	Messung der Jitterübertragungsfunktion	TD-19
4.1	Jitter Transfer Function (JTF)	TD-19
4.2	Meßfehler (typisch)	TD-21
5	Phasehits	TD-24
6	Wander-Erzeugung	TD-26
6.1	Bitraten	TD-26
6.2	Wanderamplitude und Wanderfrequenz	TD-26
6.3	Fehlergrenzen	TD-27
6.3.1	Amplitudenfehler	TD-27
6.3.2	Intrinsic Jitter/Wander	TD-27
6.3.3	Modulationsfrequenz	TD-27
6.4	Synchronisation	TD-27
7	Wander-Messung	TD-28
7.1	Bitraten	TD-28
7.2	Referenzeingang [34]/[35]	TD-28
7.3	Meßbereich	TD-29
7.4	Meßwertanzeige	TD-30
7.5	Genauigkeit***	TD-30
7.6	Speicherplatzbedarf	TD-31
8	Messung der Wanderverträglichkeit	TD-32
8.1	Maximum Tolerable Wander (MTW)	TD-32

Technische Daten O.172 Jitter/Wander (2488-Mbit/s-Schnittstelle)

1	Jittergenerator	TD-36
1.1	Bitrate	TD-36
1.2	Interne Modulationsquelle	TD-36
1.3	Eingang für externe Modulationsspannung [50]	TD-37
1.4	Fehlergrenzen	TD-37
1.4.1	Amplitudenfehler***	TD-37
1.4.2	Intrinsic Jitter	TD-38
1.4.3	Modulationsfrequenz	TD-38
2	Jitteranalysator	TD-39
2.1	Bitrate	TD-39
2.2	Jittermeßbereich	TD-39
2.3	Bewertungsfilter nach ITU-T O.172	TD-40
2.4	Demodulatorausgang [51]	TD-40
2.5	Meßwertanzeige	TD-41
2.6	Fehlergrenzen des angezeigten Jitters	TD-42
2.6.1	Meßgenauigkeit	TD-42
2.6.2	Frequenzgangfehler***	TD-43
2.7	RMS-Jitter	TD-43
2.8	Phasehits	TD-44
3	Messung der Jitterverträglichkeit	TD-45
3.1	Fast Maximum Tolerable Jitter (F-MTJ)	TD-45
3.2	Maximum Tolerable Jitter (MTJ)	TD-46
4	Messung der Jitterübertragungsfunktion	TD-47
4.1	Jitter Transfer Function (JTF)	TD-47
4.2	Meßfehler (typisch)	TD-48
5	Wander-Erzeugung	TD-50
5.1	Bitrate	TD-50
5.2	Wanderamplitude, Wanderfrequenz und Taktverstimmung	TD-50

5.3	Fehlergrenzen	TD-51
5.3.1	Amplitudenfehler	TD-51
5.3.2	Intrinsic Jitter/Wander	TD-51
5.3.3	Modulationsfrequenz	TD-51
5.4	Synchronisation	TD-51
6	Wander-Messung	TD-52
6.1	Referenztakt [54].	TD-52
6.2	Meßbereich	TD-52
6.3	Meßwertanzeige	TD-53
6.4	Genauigkeit	TD-53
6.5	Speicherplatzbedarf	TD-54
7	Messung der Wanderverträglichkeit	TD-55
7.1	Maximum Tolerable Wander (MTW).	TD-55

Stichwortverzeichnis

Einführung

Mit den Jitteroptionen BN 3035/90.81 bis 90.84 bietet der ANT-20 Advanced Network Tester in kompakter Weise die Möglichkeit, Jitter zu generieren und zu messen. Jittergenerator und Jitteranalysator sind im ANT-20 integriert. Zusätzliche Geräte sind für die Messungen nicht erforderlich.

Jittergenerator und Jitteranalysator erfüllen bzw. übertreffen die ITU-T-Empfehlung O.172 zum Nachweis der Jitteranforderungen nach ITU-T-, Bellcore- und ANSI-Empfehlungen für elektrische und optische Signale bis 622 Mbit/s.

Mit der Option BN 3035/90.88 kann an der optischen 2488-Mbit/s-Schnittstelle Jitter generiert und analysiert werden. Nähere Einzelheiten dazu finden Sie in Kap. 9, Seite E-6 und in den Technische Daten Jitter (2488-Mbit/s-Schnittstelle).

Jittermessungen werden durchgeführt

- bei der Installation von Netzelementen,
- bei der Fehlersuche im Störfall und
- bei routinemäßigen Wartungsarbeiten.

1 Jittergenerator

Mit dem Jittergenerator im ANT-20 (BN 3035/90.81) werden die PDH-/DS1-3- und SDH-/SONET-Sendesignale bis 155 Mbit/s moduliert.

Die Option BN 3035/90.83 erweitert den Bitratenbereich auf 622 Mbit/s.

Der interne Modulationsgenerator erlaubt die Erzeugung von sinusförmigem Jitter im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 5 MHz.

2 Jitteranalysator

Mit dem eingebauten Jitteranalysator (BN 3035/90.82) bestimmt der ANT-20 den Jitter an PDH-/DS1-3- und SDH-/SONET-Schnittstellen bis 155 Mbit/s.

Mit der Option BN 3035/90.84 wird die Jittermessung auf die Bitrate 622 Mbit/s erweitert.

Der Jitteranalysator enthält Hoch- und Tiefpaßfilter nach der ITU-T-Empfehlung O.172. Gemessen werden die momentanen Jitterspitzenwerte. Darüber hinaus wird die maximale Jitteramplitude gespeichert, die innerhalb eines Meßintervalls aufgetreten ist. Zusätzlich kann der Effektivwert des Jitters (RMS) gemessen werden.

Am Demodulatorausgang [31] kann das demodulierte Jittersignal abgenommen und weiterverarbeitet werden (z. B.: spektrale Analyse).

Mit der Einführung von SDH-/SONET-Netzen läßt sich eine neue Art von Jitter in den Übertragungsnetzen feststellen. Der Jitter wird verursacht durch Pointeroperationen und durch das Mappen der Zubringersignale (Combined Jitter).

Der ANT-20 mißt den "Combined Jitter" auf der Zubringer-Ebene mit hoher Genauigkeit. Diese Genauigkeit wird erreicht durch die exakte Einhaltung der in der ITU-T O.172 definierten Hochpaßfiltercharakteristik und durch eine hohe Verträglichkeit des Jitteranalysators gegenüber Jitterspitzen, die durch Pointeroperationen verursacht werden.

3 Jitterverträglichkeitstests

Die Jitterverträglichkeit einer Systemkomponente gibt an, bis zu welcher Jitteramplitude des Datensignals die Übertragung noch fehlerfrei ist. Für verschiedene Jitterfrequenzen ergeben sich dabei unterschiedliche Amplituden.

Die Jitterverträglichkeit ist eine wichtige Meßgröße bei Abnahmeprüfungen, da sie Aufschluß über die Toleranz gegenüber auftretendem Jitter gibt. Die bei der Abnahmeprüfung ermittelten Jitterwerte dienen gleichzeitig als Referenzwerte für spätere Betriebsmessungen. Routinemäßige Vergleichsmessungen mit den Referenzwerten lassen frühzeitige Veränderungen erkennen. So können Baugruppen getauscht werden, bevor es zu Störungen in der Übertragung kommt.

In ANT-20 stehen zwei automatische Meßabläufe für die Jitterverträglichkeitsmessung zur Verfügung.

Maximum Tolerable Jitter (MTJ-Messung)

Bei Verwendung eines sinusförmigen Modulationssignals und einer Quasizufallsfolge als Prüfmuster wird bei gegebener Frequenz die Amplitude des Jittersignals nach der Methode der Intervallhalbierung so lange erhöht, bis am Ausgang des Meßobjekts Fehler auftreten.

Die dann am Jittergenerator eingestellte Amplitude ist der verträgliche Eingangsjitter des Prüflings. Die Ergebnisse werden grafisch oder tabellarisch dargestellt.

Fast Maximum Tolerable Jitter (F-MTJ-Messung)

Der Prüfling wird mit vorgegebenen Jitteramplituden beaufschlagt und auf Fehler überwacht. Diese Methode ist wesentlich schneller, da kein Amplitudensuchlauf stattfinden muß. Als Ergebnisse werden die Statusmeldungen "Ok" oder "Failed" ausgegeben.

4 Jitterübertragungsfunktion

Die Jitterübertragungsfunktion einer digitalen Übertragungsbaugruppe gibt an, in welchem Maß ein Eingangsjitter an den Ausgang weitergegeben wird. Der Jitter wird beim Durchgang durch den Prüfling eventuell verstärkt oder abgeschwächt.

Ist das Eingangssignal einer Übertragungsbaugruppe mit einem Jitter behaftet, so wird im allgemeinen an seinem Ausgang ein Restjitter auftreten.

Wenn die Signale die Baugruppe durchlaufen, wird meistens der hochfrequente Anteil des Jitters unterdrückt, der niederfrequente Anteil erscheint jedoch ohne Abschwächung am Ausgang. Es kommt sogar vor, daß der Eingangsjitter in der Baugruppe noch leicht verstärkt wird. Dies führt zu Schwierigkeiten, wenn mehrere gleichartige Komponenten, z.B. Regeneratoren, hintereinander geschaltet sind. Bereits kleinste Jitterverstärkungen können sich zu hohen Werten akkumulieren. Ab einem bestimmten Punkt im Leitungszug wird die Eingangsjitterverträglichkeit der nachgeschalteten Baugruppe überschritten. Dies macht sich durch eine starke Erhöhung der Bitfehlerhäufigkeit in dieser Baugruppe bemerkbar.

Im ANT-20 wird die Jitterübertragungsfunktion selektiv gemessen. Bei der selektiven Messung wird die bestmögliche Meßgenauigkeit durch eine hohe Störunterdrückung erreicht.

5 Phasehits

Als Phasehit bezeichnet man das Überschreiten einer bestimmten vorgegebenen Jitterschwelle. Dieses Ereignis wird mit einem Zähler gezählt. Der aktuelle Zählerstand gibt an, wie oft die Phasehit-Schwelle seit dem Start der Messung überschritten wurde.

Mit dem ANT-20-Jitteranalysator können unabhängig voneinander positive und negative Schwellwertüberschreitungen gezählt werden (Positive Count, Negative Count). Die Schwellen für positive und negative Überschreitungen sind getrennt einstellbar.

6 Wander-Messung

Langsame periodische und nicht-periodische Phasenänderungen im Bereich von 0 bis 10 Hz werden als "Wander" bezeichnet.

Da Phasenänderungen beliebig langsam ablaufen können, erfordert eine Wander-Messung immer einen Referenztakt.

Der ANT-20 erlaubt Wander-Messungen bei allen Bitraten entsprechend der Konfiguration des Grundgeräts. Als Referenz können wahlweise Taktfrequenzen von 1,544 MHz, 2,048 MHz, 5 MHz oder 10 MHz oder Datensignale mit 1,544 Mbit/s oder 2,048 Mbit/s verwendet werden. Zusätzlich zum Jitteranalysator (BN 3035/90.82) wird die Option "Wanderanalysator" BN 3035/90.86 benötigt.

Wanderanalysator: Option BN 3035/90.89

Mit der zusätzlichen Option BN 3035/90.89 "Wanderanalysator" können Wandereigenschaften auch an optischen 2488-Mbit/s-Schnittstellen (OC-48/STM-16) gemessen werden.

Als Referenztakt können wahlweise 1,544 MHz, 2,048 MHz, 5 MHz oder 10 MHz verwendet werden.

MTIE/TDEV Analysis: Option BN 3035/95.21

Für den ANT-20 ist zusätzlich die Option BN 3035/95.21 "MTIE/TDEV Analysis" erhältlich. Mit dieser Software berechnen und analysieren Sie aus den Wandermessungen des ANT-20 den "Maximum Time Interval Error" (MTIE) und die "Time Deviation" (TDEV).

7 Wandergenerator

Mit der zusätzlichen Option BN 3035/90.85 (in Verbindung mit der Option BN 3035/90.81) können Sie einen sinusförmigen Wander im Frequenzbereich von 10 μ Hz bis 10 Hz mit einer Amplitude von bis zu 200000 UI erzeugen.

Mit der Option BN 3035/90.87 (in Verbindung mit den Optionen BN 3035/90.81 und BN 3035/90.88) können Sie den Wandergenerator auch an der 2488-Mbit/s-Schnittstelle einsetzen.

Maximum Tolerable Wander (MTW)

In Verbindung mit dem Wandergenerator steht der automatische Meßablauf MTW (Maximum Tolerable Wander) zur Verfügung.

Ähnlich wie bei der F-MTJ-Messung wird ein Prüfling mit Kombinationen von Wanderamplituden und -frequenzen beaufschlagt und auf Fehler im Ausgangssignal überwacht. Die Wanderamplituden und -frequenzen (Meßpunkte) sind vom Anwender wählbar.

8 Anschlußseite

8.1 0.172 JITTER ANALYZER/GENERATOR

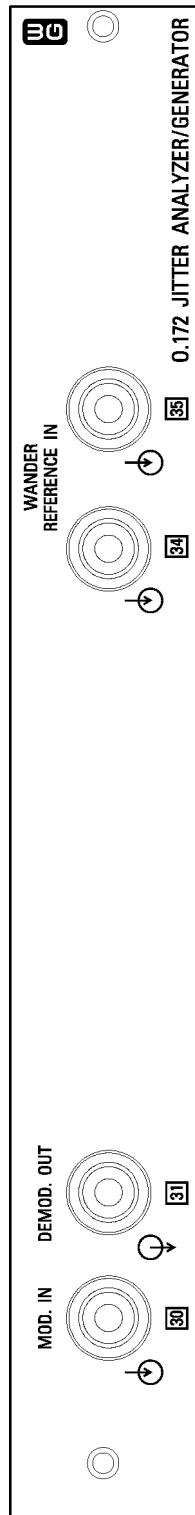


Bild E-1 Anschlußseite des 0.172 JITTER ANALYZER/GENERATOR

9 Optionen BN 3035/90.87, BN 3035/90.88 und BN 3035/90.89

Mit dem Jittergenerator/Jitteranalysator (BN 3035/90.88) kann an der optischen 2488-Mbit/s-Schnittstelle Jitter generiert und analysiert werden. Dazu wird außerdem die optische Schnittstelle OC-48/STM-16 (BN 3035/90.50 bis BN 3035/90.54 oder BN 3035/90.59, bzw. BN 3035/91.53, BN 3035/91.54 oder BN 3035/91.59) benötigt.

Hinweis: Der Jittergenerator/Jitteranalysator (BN 3035/90.88), der Wanderanalysator (BN 3035/90.89) und der Wandergenerator (BN 3035/90.87) können nur im **ANT-20E** eingesetzt werden.

Der Jittergenerator/Jitteranalysator erfüllt die Anforderungen der ITU-T-Empfehlung O.172 für die "Synchrone Digitale Hierarchie".

9.1 Jittergenerator

Der Jitter (bis 800 U_{Ipp}) wird mit einem internen Modulationsgenerator erzeugt, der eine sinusförmige Modulation im Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 20 MHz erlaubt.

Eine externe Modulationsspannung im gleichen Frequenzbereich kann an Buchse [50] zugeführt werden.

9.2 Jitteranalysator

Der Jittermeßbereich ist auf 32 U_{Ipp} erweitert. Das demodulierte Jittersignal kann an der Buchse [51] entnommen werden.

9.3 Anschlußseite: "O.172 JITTER ANALYZER/GENERATOR 2488 Mbit/s" Option BN 3035/90.88

Das nächste Bild zeigt die Steckposition des "O.172 JITTER ANALYZER/GENERATOR 2488 Mbit/s" im ANT-20E zusammen mit dem "OC-48/STM-16 MODULE". Zum Betrieb sind die zwei dargestellten Kabelverbindungen zwischen dem Jittermodul und dem OC-48/STM-16-Modul erforderlich (im Lieferumfang enthalten).

Die Stecker der Kabelverbindung müssen mit der Drehmomentbegrenzung 1 Nm angeschraubt werden (z. B. mit dem Drehmomentschlüssel 74Z-0-0-21 der Firma Suhner).

Hinweis: Bei nachträglichem Einsatz des "O.172 JITTER ANALYZER/GENERATOR 2488 Mbit/s" in den ANT-20E ist zur Gewährleistung der Meßgenauigkeit ein Abgleich erforderlich. Ihr nächstliegendes Wavetek Wandel Goltermann Service Center führt diesen Abgleich durch.

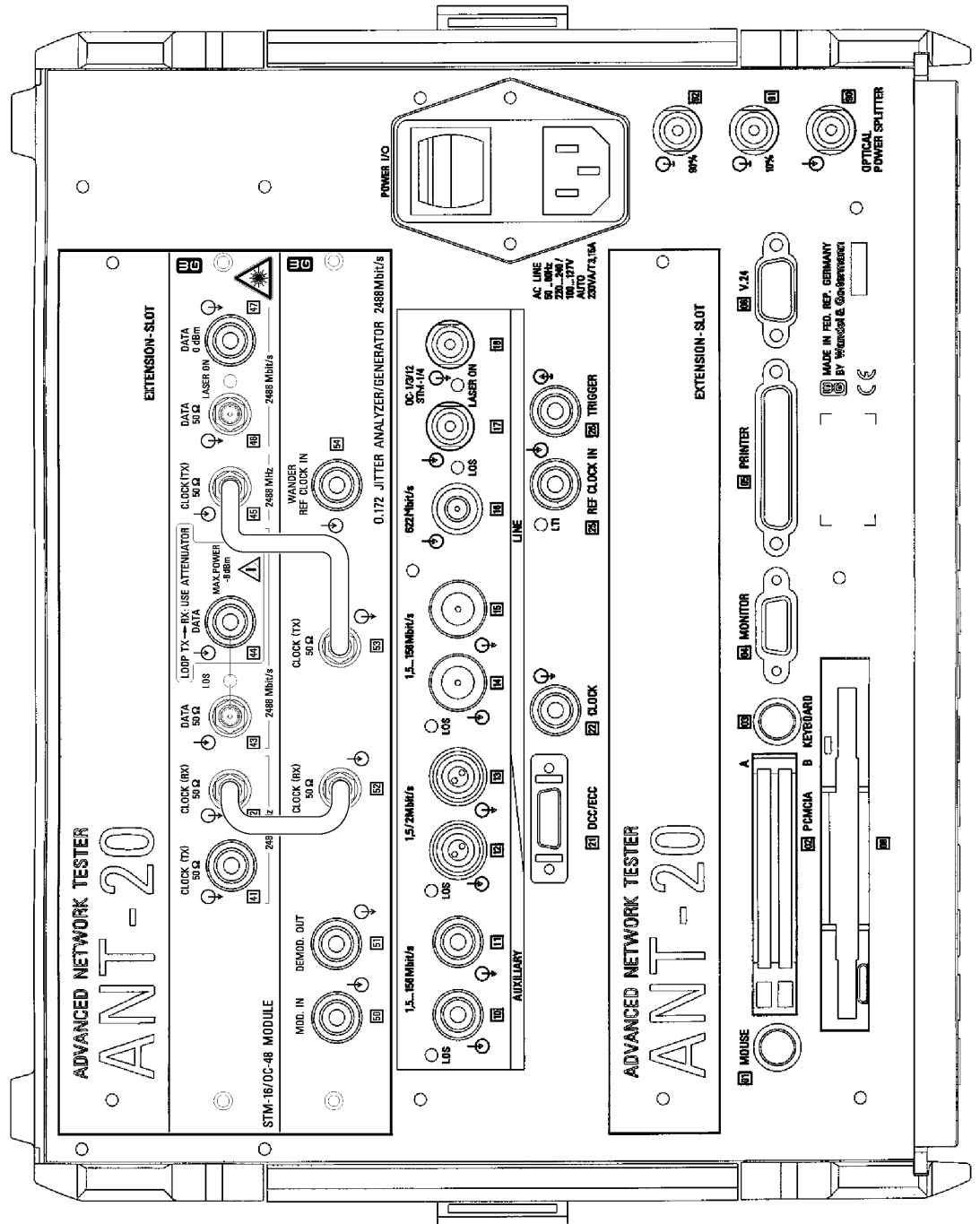


Bild E-2 ANT-20E mit "0.172 JITTER ANALYZER/GENERATOR 2488 Mbit/s"

Notizen:

Bedienung

1 Hauptfenster: O.172 Jitter Generator/Analyzer allgemein

Mit dem VI "O.172 Jitter Generator/Analyzer" erzeugen und messen Sie Jitter und Wander. Sie führen automatische Messungen wie "Maximum Tolerable Jitter" und "Jitter Transfer Function" durch. Darüberhinaus ermöglicht das VI in der Standardeinstellung auch Phasehit-Messungen (P-P PH) und Jittereffektivwert-Messungen (P-P RMS).

Menü - und Symbolleiste

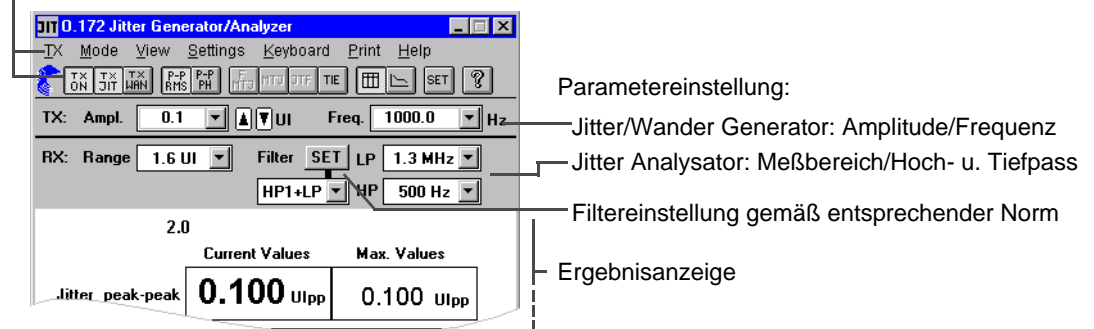


Bild B-1 Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer"

Menü	Symboltaste	Funktion
TX		Generator (Jitter/Wander) ein/aus
		Generatorauswahl: Jitter
		Generatorauswahl: Wander
Mode		Messung Jitter-Spitze-Spitze-Wert (P-P) und Jittereffektivwert (RMS)
		Messung Jitter-Spitze-Spitze-Wert (P-P) und Phasehits (PH)
		Automatikfunktion "F-MTJ" (Fast Maximum Tolerable Jitter)
		Automatikfunktion "MTJ" (Maximum Tolerable Jitter) Automatikfunktion "MTW" (Maximum Tolerable Wander); nur bei Generatorauswahl = Wander
		Automatikfunktion "JTF" (Jitter Transfer Function)
		Wanderanalyse "TIE/MTIE"
View		Ergebnisdarstellung als Tabelle
		Ergebnisdarstellung als Grafik

Tabelle B-1 Bedeutung der Menüs und Symboltasten

Menü	Symboltaste	Funktion
Settings		Parametereinstellungen TX und RX: <ul style="list-style-type: none"> • General: Anzeigemittelung, Modulationsquelle, Phasehit-Schwellen, RMS-Integrationszeit, TX-Amplituden-Schrittweite • FMTJ: Scanfrequenzen, Amplitude • MTJ: Scan-Frequenzen, Toleranzmaske • MTW: Scanfrequenzen, Amplitude • JTF: Scan-Frequenzen, Amplitude, Toleranzmaske, Kalibriermodus • Wander: Referenz-Frequenz, Referenz-Eingang, Wander Sample Rate, TX-Amplituden-Schrittweite
Help		Online-Hilfe

Tabelle B-1 Bedeutung der Menüs und Symboltasten (Fortsetzung)

Hinweis: Wenn Sie mit der linken Maustaste auf eines der dargestellten Ergebnisse klicken, wird ein zusätzliches Ergebnisfenster geöffnet. In diesem Fenster ist das angeklickte Einzelergebnis vergrößert dargestellt.

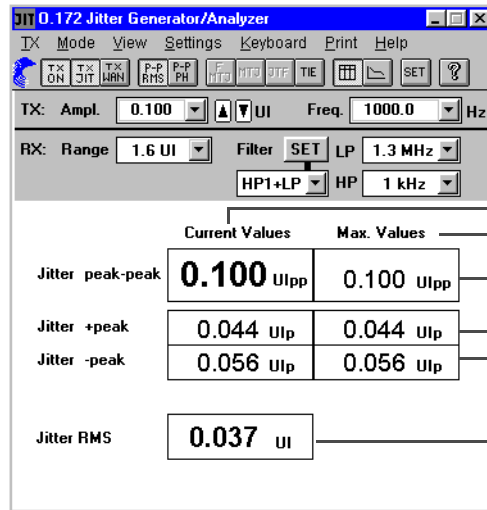
Wenn Sie mit der linken Maustaste auf das zusätzliche Ergebnisfenster klicken, wird das Fenster vergrößert. Durch mehrmaliges Klicken auf das zusätzliche Ergebnisfenster können Sie das Fenster in mehreren Stufen vergrößern. Wenn Sie mit der rechten Maustaste auf das Ergebnisfenster klicken, wird das Fenster verkleinert.

2 Laufende und maximale Jitterwerte, Jitter RMS bzw. Phase Hits



Mit der Funktion "P-P RMS" (siehe obige Symboltaste) schalten Sie das VI auf nichtautomatische Messungen, mit der Sie folgende Ergebnisse darstellen können:

- Laufende Jitterwerte: Current Values; numerische Darstellung (siehe Bild B-2)
Laufende Jitterwerte: Current Values; grafische Darstellung (siehe Bild B-4)
- Maximale Jitterwerte: Max. Values
- Jittereffektivwert (RMS)



Jitteramplitude
 momentaner Meßwert¹
 maximaler Meßwert²
 Jitter-Spitze-Spitze-Wert
 positiver Jitterspitzenwert
 negativer Jitterspitzenwert

Jitter RMS¹ (Jittereffektivwert)

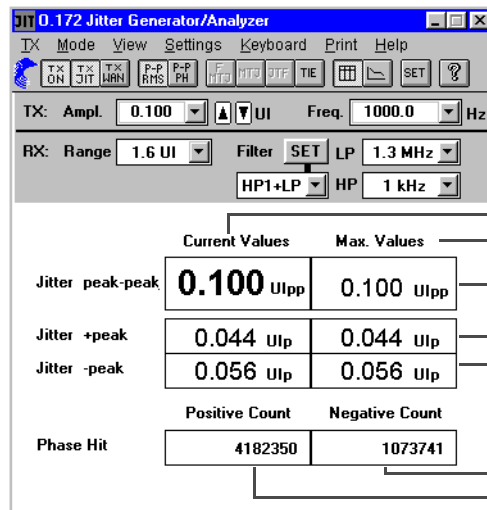
1) permanente Anzeige
 2) Anzeige nach Starten der Messung (VI "Application Manager")

Bild B-2 Ergebnisdarstellung bei "nichtautomatischen" Messungen (numerische Darstellung)



Mit der Funktion "P-P PH" (siehe obige Symboltaste) schalten Sie das VI auf nichtautomatische Messungen, mit der Sie folgende Ergebnisse darstellen können:

- Laufende Jitterwerte: Current Values; numerische Darstellung (siehe Bild B-3)
 Laufende Jitterwerte: Current Values; grafische Darstellung (siehe Bild B-4)
- Maximale Jitterwerte: Max. Values
- Anzahl der Überschreitungen von Jitterschwellen: Phase Hits



Jitteramplitude
 momentaner Meßwert¹
 maximaler Meßwert²
 Jitter-Spitze-Spitze-Wert
 positiver Jitterspitzenwert
 negativer Jitterspitzenwert

Phase Hit: Anzahl der Überschreitungen²
 der negativen Schwelle
 der positiven Schwelle

1) permanente Anzeige
 2) Anzeige nach Starten der Messung (VI "Application Manager")

Bild B-3 Ergebnisdarstellung bei "nichtautomatischen" Messungen (numerische Darstellung)

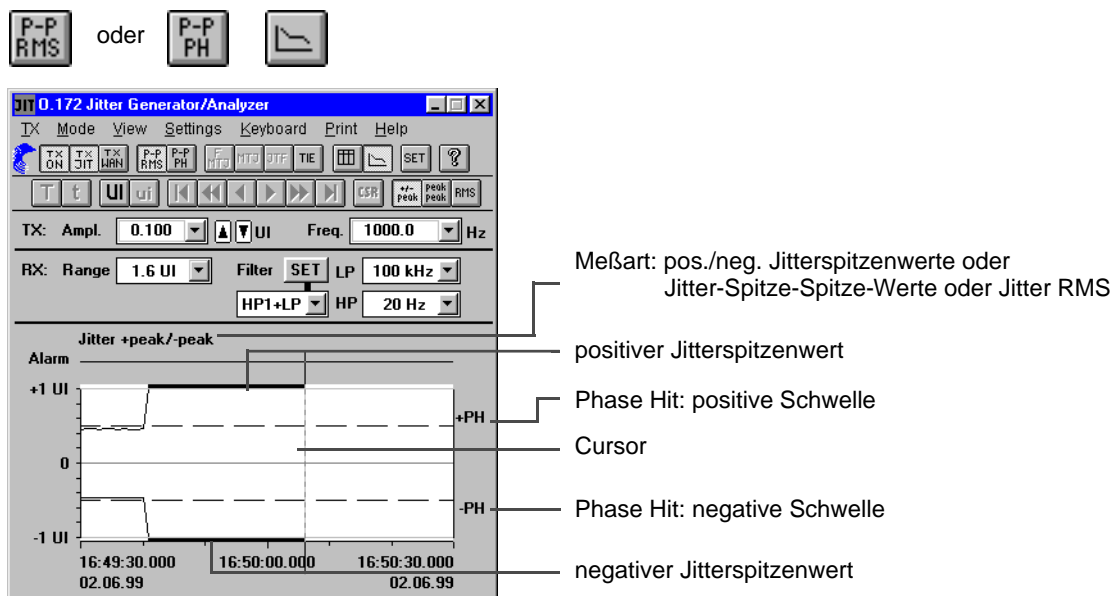


Bild B-4 Laufende Jitterwerte: Current Values (grafische Darstellung)

Befehle im Menü "View"	Symboltaste	Funktion
t-Zoom		Auflösung der Zeitachse vergrößern/verkleinern
ui-Zoom		Anzeigebereich für Diagramm auswählen
Cursor - First/Last		Cursor an den Anfang/ans Ende der Zeitachse setzen
Cursor - Prev/Next		Cursor um eine Bildbreite nach links/rechts bewegen
Cursor		Cursor um einen Meßwert nach links/rechts bewegen
Cursor - Position		Detaillierte Anzeige der Jitteramplitude
Diagram Style		Anzeige pos./neg. Jitterspitzenwert, Jitter-Spitze-Spitze-Werte oder Jittereffektivwert (wenn P-P RMS gewählt ist)

Tabelle B-2 Bedeutung der Menübefehle und Symboltasten

3 Taktjitter

3.1 Jitter- und Wandermessung an Takten

Der Jitteranalysator im ANT-20 kann Jitter und Wander von Taktsignalen messen (am Eingang [14]), wenn im Dialog "Interface" des VIs "Signal Structure" folgende Einstellungen unter RX getroffen wurden:

1. Code: "CMI"-Code (Listenfeld "Code"). Dabei sind für den zu messenden Takt die CMI-Pegelspezifikationen des Grundgerätes gültig.
2. Empfindlichkeit: "ITU-T" oder "PMP" (Listenfeld "Sensitivity"), abhängig vom Empfangspegel.

Tip: Verwenden Sie ein externes Dämpfungsglied, wenn der Pegel größer ist als $1 V_{pp}$. Je nach Einstellung (Framed, Unfram.; SDH, SONET) können in dieser Betriebsart unterschiedliche Alarme angezeigt werden. Diese sind mit Ausnahme von "LOS" für die Messung des Taktjitters unerheblich und können ignoriert werden.

3.2 Erzeugung von Taktjitter und Taktwander

Der Jittergenerator im ANT-20/ANT-20E kann bei PDH-/DS1-3-Bitraten Taktjitter und Taktwander erzeugen (am Ausgang [15]), wenn bestimmte Einstellungen im VI "Signal Structure" vorgenommen werden.

Einstellungen im Dialog "Edit Signal Structure - TX (RX)"

1. Stellen Sie die TX-Bitrate auf PDH bzw. DS1, DS2 oder DS3 ein.
2. Wählen Sie "unframed".
3. Wählen Sie Testmuster "DW".
4. Stellen Sie das Testmuster "Dauernull" ein.

Einstellung im Dialog "Interface"

⇒ Wählen Sie den Code "CMI".

Für den gesendeten Takt gelten die CMI-Pegelspezifikationen.

Tip: Verwenden Sie ein externes Dämpfungsglied, wenn Sie ein Taktsignal $<1 V_{pp}$ benötigen.

4 Maximale Jitterverträglichkeit (Maximum Tolerable Jitter)

4.1 Fast-MTJ-Messung



Mit der Funktion "Fast-MTJ-Messung" (vgl. Symboltaste) schalten Sie auf schnelle Messung der Jitterverträglichkeit. Bei einer Fast-MTJ-Messung werden Jittersignale erzeugt (Kombinationen aus Jitter-Frequenzen und -Amplituden), die auf den von der ITU-T vorgegebenen Grenzkurven liegen. Bei einem Bitratenwechsel werden die Wertepaare automatisch auf ihre Default-Werte gesetzt. Im Dialog "FMTJ-Settings" können Sie diese Werte editieren.

Dabei besteht die Möglichkeit, die Werte für Frequenz und Amplitude getrennt in einem erweiterten Dialog "Scan Frequency/Amplitude" einzustellen (Doppelklick auf ein beliebiges Feld). Die Frequenzwerte können in beliebiger Reihenfolge eingegeben werden. Bei der Eingabe werden die Werte auf ihre Zulässigkeit hin überprüft und ggf. verworfen.

The screenshot shows the 'FAST MAX. TOL. JITTER' results table with the following data:

f/kHz	UI	Result
0.0500	15.000	OK
0.5000	1.500	OK
6.5000	1.500	OK
65.0000	0.150	OK
1300.000	0.150	OK
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-

Annotations in the image:

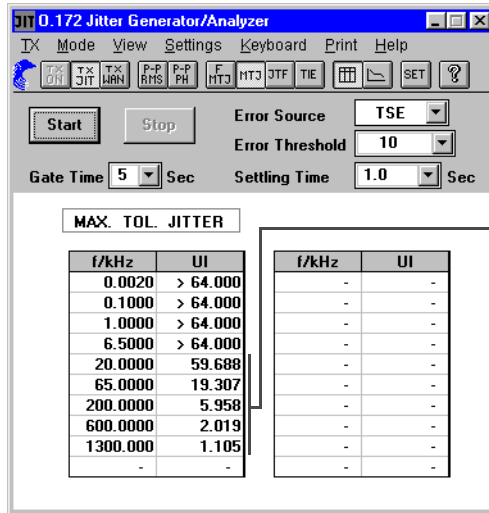
- Line pointing to the table: "Ergebnisanzeige"
- Line pointing to the table: "Einstellung der Default-Werte automatisch bei Bitratenwechsel. Werte für Jitterfrequenz und Jitteramplitude im Dialog 'MTJ Settings' editierbar."

Bild B-5 Ergebnisdarstellung bei "Fast Maximum Tolerable Jitter"

4.2 MTJ-Messung

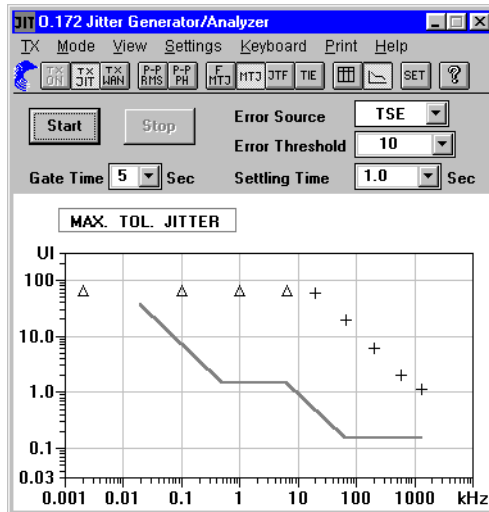
Mit der Funktion "MTJ" schalten Sie auf Messung der Jitterverträglichkeit. Bei Verwendung eines sinusförmigen Modulationssignals und einer Quasizufallsfolge als Prüfmuster wird bei gegebener Frequenz die Amplitude des Jittersignals nach der Methode der Intervallhalbierung so lange erhöht, bis am Ausgang des Meßobjekts Fehler auftreten. Die dann am Jittergenerator eingestellte Amplitude ist der verträgliche Eingangsjitter des Prüflings. Neben maximal 20 wählbaren Jitterfrequenzen und einer einstellbaren Fehlerschwelle kann auch die Einschwingzeit des Prüflings berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse werden wahlweise tabellarisch oder grafisch dargestellt.



Ergebnisanzeige:
 Gültige Meßwerte
 > 64.000 Jitterverträglichkeit höher als max. Prüfwert
 ! Jitterverträglichkeit verletzt die Toleranzmaske

Bild B-6 Tabellarische Ergebnisdarstellung (Table)



Ergebnisanzeige:
 + Gültige Meßwerte
 Δ Jitterverträglichkeit höher als max. Prüfwert

Bild B-7 Grafische Ergebnisdarstellung (Diagram)

In der Darstellung "Diagram" wird in die Grafik die Norm-Toleranzmaske eingeblendet. Eine "Default"-Taste ermöglicht die Einstellung der bitratenabhängigen Normwerte der Jittermeßfrequenzen.

4.3 Unterschied zwischen MTJ-Messung und F-MTJ-Messung

Bei einer MTJ-Messung ist das Ergebnis ein UI-Wert für jede eingestellte Jitterfrequenz, der die tatsächliche Jitterverträglichkeit des Prüflings angibt. Dagegen werden bei einer Fast-MTJ-Messung Jittersignale erzeugt (Kombinationen aus Jitter-Frequenzen und -Amplituden), die auf den von der ITU-T vorgegebenen Grenzkurven liegen.

Beispiel

Bei einer F-MTJ-Messung werden z.B. die Jitterfrequenzen f_1 , f_2 , f_3 , f_4 und f_5 mit den zugehörigen Jitteramplituden A_1 , A_2 und A_3 eingestellt.

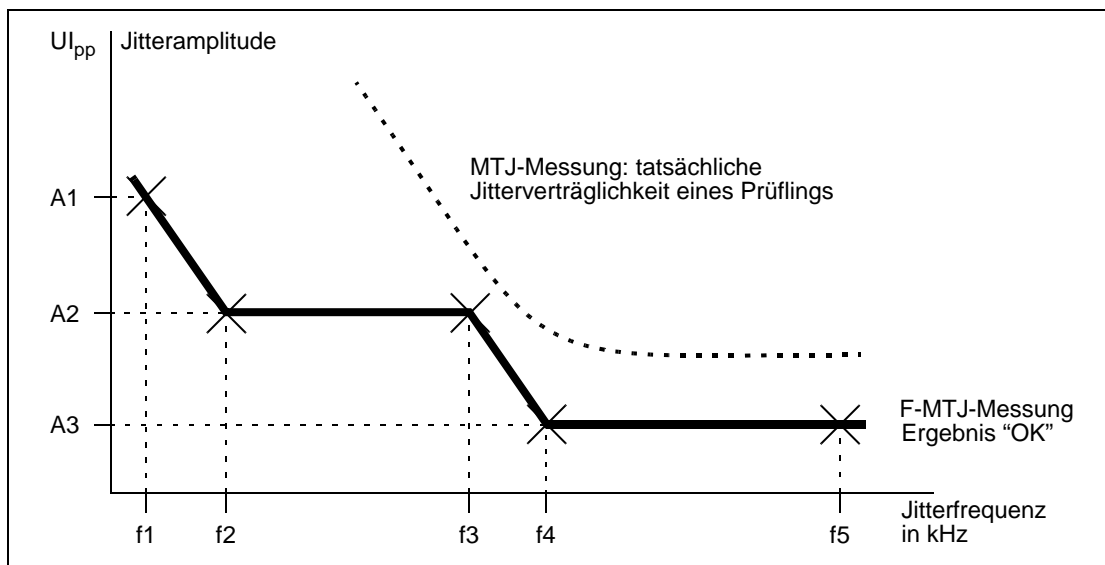


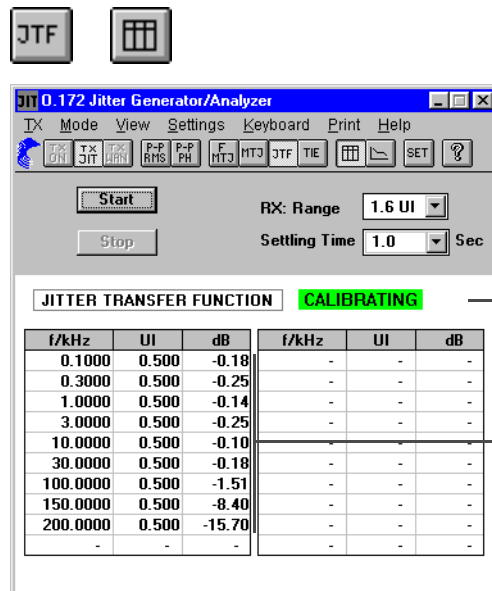
Bild B-8 Unterschied zwischen MTJ-Messung und F-MTJ-Messung

Sie können prinzipiell bis zu 10 Kombinationen aus Jitterfrequenzwerten und Jitteramplitudenwerten vorgeben.

5 Jitterübertragungsfunktion (Jitter Transfer Function)

Mit "JTF" schalten Sie die Messung der Jitterübertragungsfunktion, kurz JTF-Messung ein. Die Jitterübertragungsfunktion wird gemessen, indem man bei verschiedenen Frequenzen ein Jittersignal mit bekannter Amplitude an den Eingang des Prüflings anlegt und die übertragene Jitteramplitude am Ausgang mißt. Zur Messung wird dabei ein selektives Filter verwendet, so daß Störsignale weitgehend ausgeblendet werden.

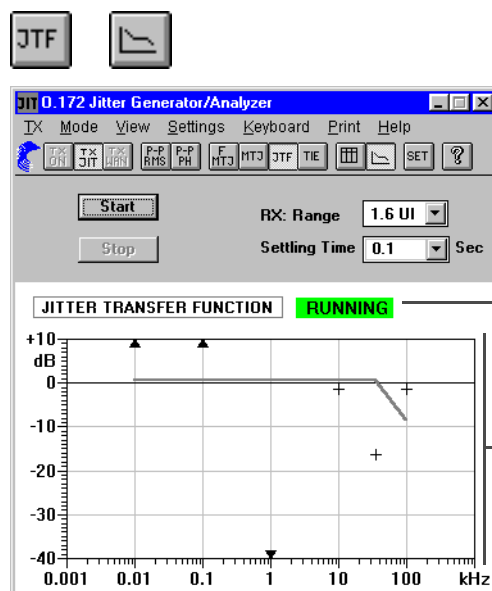
Die Ergebnisse werden wahlweise tabellarisch oder grafisch dargestellt. Dabei wird in die Grafik die Norm-Toleranzmaske eingeblendet. Eine "Default"-Taste ermöglicht die Einstellung der bitratenabhängigen Normwerte der Jittermeßfrequenzen und -amplituden.



Statusanzeige:
 "CALIBRATING" (während des Kalibriervorgangs)
 "RUNNING" (während der Messung mit dem Prüfling)

Ergebnisanzeige:
 Meßwerte
 ! Ergebnisse außerhalb Toleranzgrenze

Bild B-9 Tabellarische Ergebnisdarstellung "Table"



Statusanzeige:
 "CALIBRATING" (während des Kalibriervorgangs)
 "RUNNING" (während der Messung mit dem Prüfling)

Statusanzeige nach Ablauf der Messung:
 "Variable Amplitude" bzw. "Fixed Ampl.: ... UI"

Ergebnisanzeige:
 + Meßwerte
 ▼ bzw. ▲ Meßwert liegt außerhalb des Diagramms

Bild B-10 Grafische Ergebnisdarstellung "Diagram"

Jitterübertragungsfunktion

Der Jitteranalysator mißt für verschiedene Frequenzen des Sendejitters die resultierende Jitteramplitude am Ausgang des Prüflings. Aus dem logarithmischen Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsjitteramplitude ergibt sich die Jitterverstärkung oder -dämpfung.

Die Jitterübertragungsfunktion ist folgendermaßen definiert:

$$\text{Jitterübertragungsfunktion } H(f_j) = 20 \lg \frac{\text{Ausgangsjitter}}{\text{Eingangsjitter}}$$

Zur Messung der Jitterübertragungsfunktion stehen maximal 20 wählbare Jitterfrequenzen zur Verfügung. Außerdem kann für jede gewählte Jitterfrequenz eine Jitteramplitude vorgegeben werden.

Kalibrierungsmessung

Bei der JTF-Messung ist für eine hohe Meßgenauigkeit eine Kalibrierung erforderlich. Dazu besteht die Möglichkeit, die Kalibrierung entweder vor jeder einzelnen JTF-Messung durchzuführen (empfohlen) oder die Kalibrierung abzuspeichern und für mehrere Messungen zu verwenden.

Die Kalibrierungsmessung wird ohne Prüfling, d.h. durch Kurzschließen von Sender und Empfänger durchgeführt. In der Ergebnisanzeige erscheinen temporäre Meßwerte der Kalibrierungsmessung (dB), sobald die Taste "OK" gedrückt wird.

Nach Abschluß der Kalibrierungsmessung (Calibration measurement done ...) fügen Sie den Prüfling zwischen Sender und Empfänger ein und bestätigen den Kalibriervorgang über die Taste "OK". In der Ergebnisanzeige erscheinen jetzt die Meßwerte des Prüflings.

Wenn Sie mit einer abgespeicherten Kalibrierung arbeiten wollen, fügen Sie den Prüfling vor dem Start einer Messung ein.

Hinweis: Um eine größtmögliche Meßgenauigkeit zu erreichen, wird empfohlen, eine Anwärmzeit des ANT-20 von mindestens einer halben Stunde abzuwarten, bevor eine JTF-Messung bzw. Kalibrierung durchgeführt wird. Weiterhin empfiehlt es sich, die Umgebungsbedingungen zwischen Kalibrierungsmessung und JTF-Messung mit dem Prüfling möglichst konstant zu halten. Beachten Sie hierzu auch die Angaben in den "Technischen Daten".

Übernahme von Ergebnissen der MTJ-Messung

Diese Funktion erlaubt Ihnen die Übernahme von Ergebnissen einer zuvor durchgeführten MTJ-Messung (Frequenzen und Amplituden) als Meßpunkte der JTF-Messung. Dabei werden die MTJ-Ergebnisse automatisch an die zulässigen Bereiche (Meßbereich, Frequenzbereich) des Jittermessers angepaßt.

Diese Funktion stellt sicher, daß der Prüfling bei der JTF-Messung in keinem Fall mit zu hohen Jitteramplituden beaufschlagt wird, bei denen Fehler oder Alarme auftreten können.

6 Wander-Messung (TIE/MTIE)



Mit der Funktion "TIE" schalten Sie die Wandermessung ein. Als "Wander" oder "Maximum Time Interval Error" werden langsame periodische und nicht-periodische Phasenänderungen im Bereich von 0 bis 10 Hz bezeichnet. Da Phasenänderungen beliebig langsam ablaufen können, erfordert eine Wander-Messung immer einen Referenztakt.

Das Gerät erlaubt Wander-Messungen bei allen Bitraten entsprechend der Konfiguration des Grundgeräts. Als Referenztakt können wahlweise 1,544 MHz, 2,048 MHz, 5 MHz oder 10 MHz verwendet werden. Weiterhin können auch Datensignale mit Bitraten von 1,544 Mbit/s oder 2,048 Mbit/s als Referenzsignal angelegt werden.

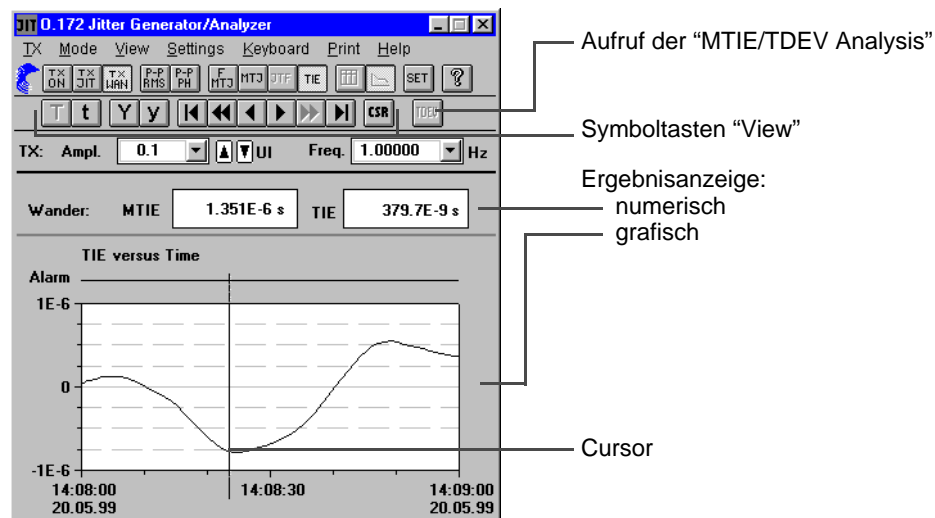


Bild B-11 Ergebnisdarstellung bei "TIE"

Befehle im Menü "View"	Symboltaste	Funktion
t-Zoom		Auflösung der Zeitachse vergrößern/verkleinern
y-Zoom		Auflösung der y-Achse vergrößern/verkleinern
Cursor - First/Last		Cursor an den Anfang/ans Ende der Zeitachse setzen
Cursor - Prev/Next		Cursor um eine Bildbreite nach links/rechts bewegen
Cursor		Cursor um einen Meßwert nach links/rechts bewegen
Cursor - Position		Detaillierte Darstellung des TIE-Meßwerts
MTIE/TDEV Analysis		Aufruf der MTIE/TDEV Analysis (Option BN 3035/95.21)

Tabelle B-3 Bedeutung der Menübefehle und Symboltasten

6.1 Meßgrößen Time Interval Error (TIE) und Maximum Time Interval Error (MTIE)

Meßgrößen bei den Wander-Messungen sind TIE (Time Interval Error) und MTIE (Maximum Time Interval Error).

Die analoge Phasen-Zeitfunktion wird mit einer wählbaren Abtastrate ermittelt, mit der entsprechende Tiefpaß-Filter gekoppelt sind.

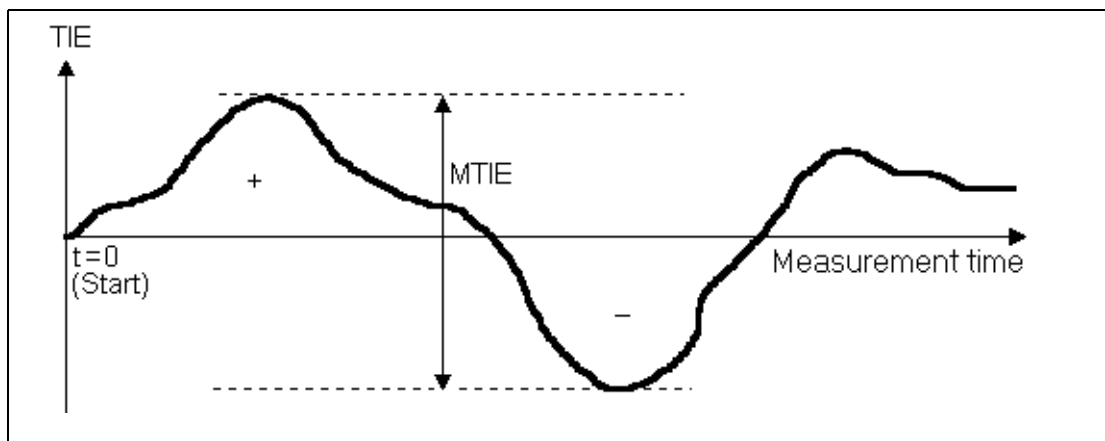


Bild B-12 Beispiel: Wander-Messung über der Meßzeit

Folgende Abtastraten/Filterkombinationen sind wählbar:

Abtastrate	Tiefpaß-Filter (-3dB-Grenzfrequenz)	voraussichtlich benötigter Speicherplatz auf der Festplatte des ANT-20 bei der Messung
1/s	0,1 Hz	ca. 58 kByte/h
30/s	10 Hz	ca. 1,65 MByte/h
60/s	20 Hz	ca. 3,3 MByte/h
300/s	100 Hz	ca. 16,5 MByte/h

Tabelle B-4 Wählbare Abtastraten/Filterkombinationen

Die Meßgrößen TIE und MTIE werden als aktuelle Werte numerisch angezeigt. Die Meßgröße TIE wird außerdem über der Zeit aufgezeichnet und grafisch dargestellt (entsprechend der ausgewählten Abtastrate).

Nach dem Start einer Messung werden die beiden Größen TIE und MTIE auf "0" gesetzt. Wenn der ANT-20 nach einem Synchronisationsverlust, z.B. durch den Ausfall des Referenztakts oder bei einem Netzausfall, neu synchronisiert, werden beide Meßgrößen ebenfalls auf "0" gesetzt. Die Meßwerte werden auf der Festplatte des ANT-20 in der Datei "WANDMSEC.BIN" gespeichert.

Hinweis: Überprüfen Sie vor dem Start einer Langzeit-Wander-Messung die verfügbare Speicherkapazität Ihrer Festplatte. Die Software des ANT-20 errechnet anhand der gewählten Gate-Time und der gewählten Abtastrate den zu erwartenden Platzbedarf auf der Festplatte (siehe Tab. B-4). Wenn nicht genügend Speicherplatz vorhanden ist, wird eine Warnmeldung ausgegeben.

6.2 Datensignal als Referenz bei 2488 Mbit/s

Steht am Meßort kein Referenztakt zur Netzsynchronisation zur Verfügung, dafür aber ein Datensignal (2 Mbit/s oder 1,5 Mbit/s), so kann eine Wander-Messung bei 2488 Mbit/s folgendermaßen durchgeführt werden.

Führen Sie folgende Schritte aus:

1. Verbinden Sie die Buchse [26] mit Buchse [54].
2. Wählen Sie die Wander-Referenzfrequenz "2048 kHz" im Fenster "Wander Settings".
3. Wählen Sie im Menü "Trigger" des Fensters "Signal Structure" den Befehl "Input/Output ...". Es öffnet sich das Fenster "Trigger Input/Output [26]".
4. Wählen Sie hier den Listeneintrag "Ref. Clock (2048 kHz) Output".
5. Schalten Sie auf "Trigger On".
6. Klicken Sie auf "OK".
7. Wählen Sie im Menü "Interface" des Fensters "Signal Structure" den Befehl "Settings ...". Es öffnet sich das Fenster "Interface".
8. Wählen Sie hier im Bereich "TX Interface" unter "Clock Source" den Listeneintrag "Ext. Data 2M/E1 [25]" oder "Ext. Data 1.5/DS1 [25]" aus.
9. Klicken Sie auf "OK".
10. Starten Sie die Wander-Messung im Fenster "ANT-20 - <Application Title>"
– oder –
drücken Sie die Taste "F5" MEASUREMENT START.

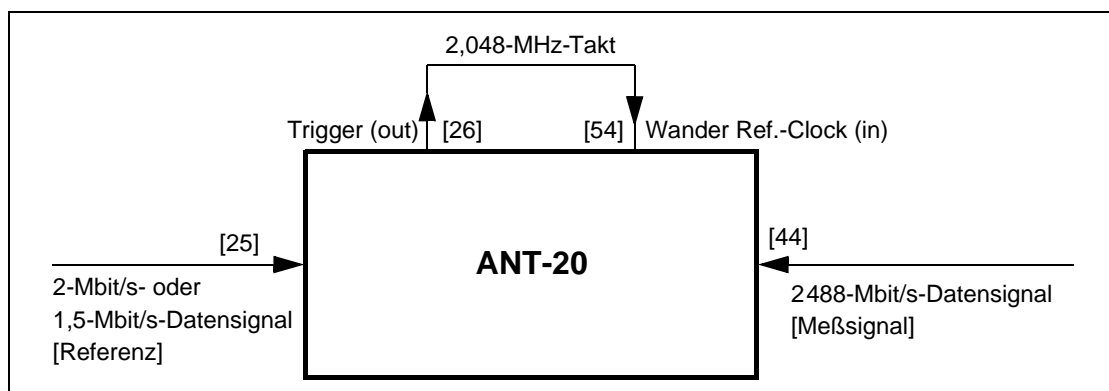


Bild B-13 Wander-Messung mit einem 2-Mbit/s- oder 1,5-Mbit/s-Datensignal als Referenz

Tip: In dieser Betriebsart ist der Sender des ANT-20 auf das zugeführte Referenzsignal an Buchse [25] synchronisiert.
Beachten Sie bei dieser Meßapplikation auch die "Technische Daten", Kap. "REF CLOCK IN [25]" des Grundgeräts.

7 Maximale Wanderverträglichkeit (Maximum Tolerable Wander)



Mit der Funktion "MTW" (Maximum Tolerable Wander) schalten Sie die Messung der Wanderverträglichkeit ein.

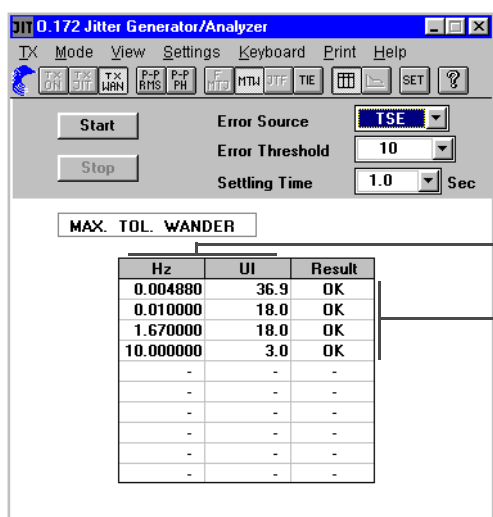
Hinweis: Die Funktion "MTW" kann nur eingeschaltet werden, wenn Sie zuvor den Generator auf Wander eingestellt haben (TX WAN).

Wenn Sie nach einer "MTW"-Messung andere automatische Jittermeßfunktionen (MTJ, F-MTJ, JTF) durchführen wollen, müssen Sie dazu den Sender wieder auf Jitter einstellen (TX JIT).

Bei der "MTW"-Messung werden Wandersignale erzeugt (Kombinationen aus Wanderfrequenzen und -amplituden), die auf den vorgegebenen Grenzkurven der verschiedenen Empfehlungen liegen. Bei der Messung werden nacheinander die verschiedenen Frequenz-Amplituden-Kombinationen eingestellt. Das Empfangssignal wird dabei auf Fehler und Alarme kontrolliert. Abhängig davon wird das Ergebnis "OK" oder "Failed" ausgegeben.

Bei einem Bitratenwechsel werden die Wertepaare automatisch auf ihre Default-Werte gesetzt. Diese Werte können Sie im Dialog "MTW"-Settings editieren.

Dabei besteht die Möglichkeit, die Werte für Frequenz und Amplitude getrennt in einem erweiterten Dialog "Scan Frequency/Amplitude" einzustellen (Doppelklick auf ein beliebiges Feld). Die Frequenzwerte können in beliebiger Reihenfolge eingegeben werden. Bei der Eingabe werden die Werte auf ihre Zulässigkeit hin überprüft und ggf. verworfen.



Einstellung der Default-Werte automatisch bei Bitratenwechsel. Werte für Wanderfrequenz und Wanderamplitude im Dialog "MTW Settings" editierbar.

Ergebnisanzeige

Bild B-14 Ergebnisdarstellung bei "MTW"

Applikationen

1 Maximum Tolerable Jitter (MTJ)

nach G.823, G.825, G.958, O.172

1.1 Meßaufbau und Beschreibung

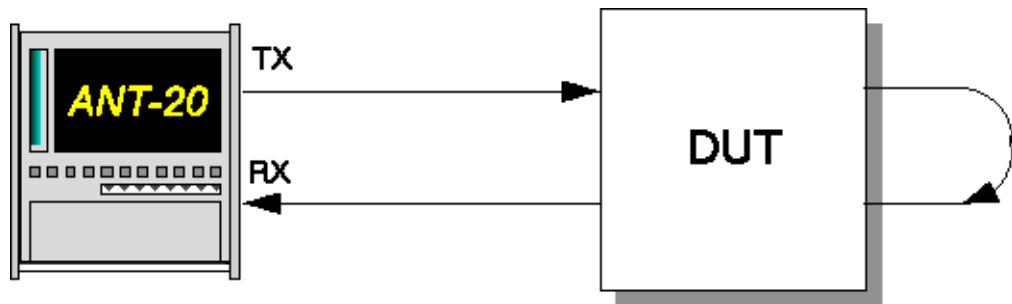


Bild A-1 Meßaufbau für MTJ-Messungen

Interfaces

- electrical balanced Rx : [12] Tx : [13]
- electrical unbalanced Rx : [14] Tx : [15]
- optical 52, 155, 622 Mbit/s Rx : [17] Tx : [18]
- optical 2,5 Gbit/s Rx : [44] Tx : [47]

Die Messung dient zur Überprüfung der maximalen Jitterverträglichkeit von elektrischen und optischen Line- und Tributary-Eingängen.

Bei der Verwendung eines sinusförmigen Modulationssignals und einer Quasizufallsfolge als Prüfmuster wird bei gegebener Frequenz die Amplitude des Jittersignals nach der Methode der Intervallhalbierung solange erhöht, bis am Ausgang des Meßobjekts Fehler auftreten.

1.2 Applikationseinstellung

Benötigte VIs

- Signal Structure
- O.172 Jitter Generator/Analyzer

1. Fügen Sie im Application Manager die benötigten VIs in die Liste der benutzten VIs ein. Ihr Application Manager enthält mindestens folgende Instrumente (siehe Bild A-2).
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche "JIT", um das Fenster für den "O.172 Jitter Generator/Analyzer" zu öffnen.



Bild A-2 Minibar (Application Manager) nach Auswahl der VIs

1.3 Messung

Settings

✓ Das Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" ist geöffnet.

1. Wählen Sie im Menü "Mode" den Befehl "MTJ"
 - oder –
 - klicken Sie im "Toolbar" auf das entsprechende Symbol.
2. Wählen Sie die Fehlerquelle (z.B. TSE, Test Sequence Error) im Listenfeld "Error Source".
3. Geben Sie die Fehlerschwelle in das Feld "Error Threshold" ein, die als Entscheidungskriterium für den Suchalgorithmus dient.

Die Eingabe einer Fehlerschwelle ist nicht möglich, wenn im Feld "Error Source" ein Alarm gewählt wurde.
4. Geben Sie eine Verzögerungszeit für die einzelnen Messungen im Feld "Settling Time" ein, um das Einschwingverhalten des Prüflings zu berücksichtigen.
5. Geben Sie die Gate-Zeit im Feld "Gate Time" ein.
6. Wählen Sie im Menü "Settings" die Auswahl "MTJ..."
 - oder –
 - klicken Sie auf das Symbol "SET".

Der Dialog "Settings" wird geöffnet.

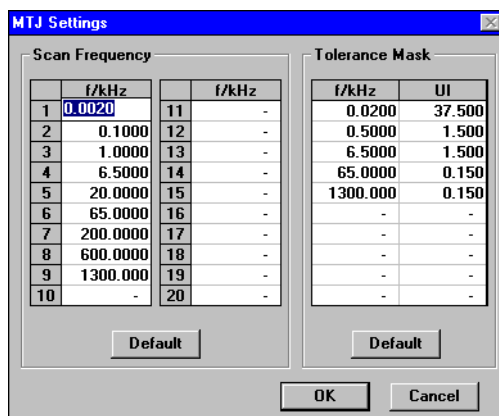


Bild A-3 Dialog "MTJ Settings"

Sie finden hier die Meßfrequenzen für die MTJ-Messung und die Kenndaten für die Toleranzmaske.

7. Wählen Sie bei Bedarf eigene Scan-Frequenzen und geänderte Toleranzmasken-Werte.
8. Bestätigen Sie die Eingabe mit "OK".

Der Dialog "Settings" wird geschlossen.
9. Starten Sie die Messung mit "Start". Die Messung stoppt nach Ablauf automatisch oder durch Klicken auf "Stop".

Analyse

Bei einer MTJ-Messung sind Default-Werte für die Scan-Frequenz und die Toleranzmaske im Fenster "MTJ Settings" abhängig von der Bitrate eingestellt. Die Default-Werte ändern sich automatisch bei einem Bitratenwechsel.

Für die Darstellung der Meßergebnisse stehen Ihnen zwei Fenster zur Verfügung (siehe Bild A-4).

Tabellarische Darstellung

- Meßergebnisse werden in der Tabelle unter "UI" eingetragen.
- Meßergebnisse, bei denen die Jitterverträglichkeit des Prüflings höher ist als die maximal einstellbare Amplitude des Jittergenerators, werden in der Tabelle durch ein ">" dargestellt. (z.B. >64 UI).
- Meßergebnisse, die die Toleranzmaske unterschreiten, werden in der Tabelle durch ein "!"-Zeichen markiert.

Grafische Darstellung

- Meßergebnisse werden in der Grafik durch ein "+"-Zeichen dargestellt.
- Meßergebnisse, bei denen die Jitterverträglichkeit des Prüflings höher ist als die maximal einstellbare Amplitude des Jittergenerators, werden in der Grafik durch ein "Δ"-Zeichen dargestellt. (statt "+"-Zeichen)

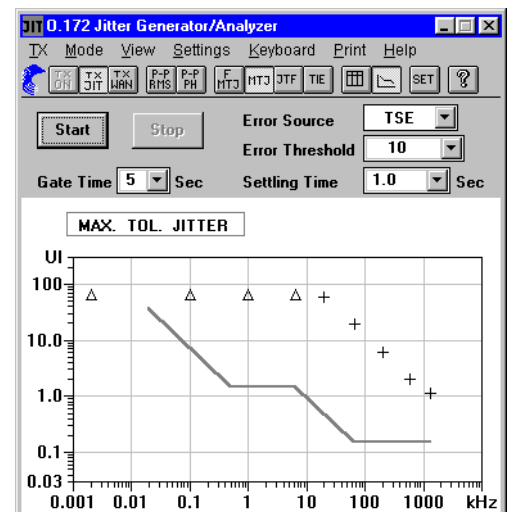
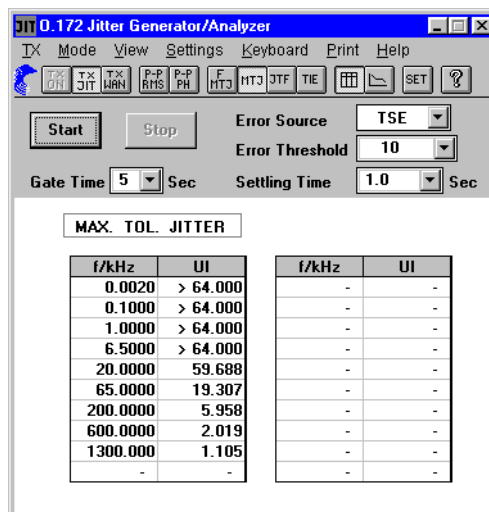


Bild A-4 MTJ-Messungen: Ergebnisdarstellung tabellarisch (links) und grafisch (rechts)

2 Fast Maximum Tolerable Jitter (F-MTJ)

2.1 Meßaufbau und Beschreibung

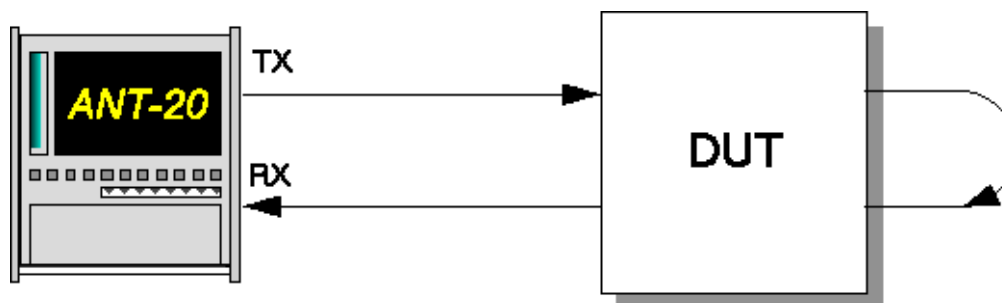


Bild A-5 Meßaufbau für Fast-MTJ-Messungen

Interfaces

- electrical balanced Rx : [12] Tx : [13]
- electrical unbalanced Rx : [14] Tx : [15]
- optical 52, 155, 622 Mbit/s Rx : [17] Tx : [18]
- optical 2,5 Gbit/s Rx : [44] Tx : [47]

Bei einer Fast-MTJ-Messung werden vorgegebene Kombinationen von Jitterfrequenzen und Jitteramplituden am Jittergenerator eingestellt, die auf den von ANSI vorgegebenen Grenzkurven liegen.

Für jeden einzelnen Meßpunkt wird als Ergebnis "OK" oder "Failed" ausgegeben. Das Ergebnis sagt aus, ob der Prüfling die Grenzkurve einhält oder nicht.

2.2 Applikationseinstellung

Benötigte VIs

- Signal Structure
- O.172 Jitter Generator/Analyzer

1. Fügen Sie im Application Manager die benötigten VIs in die Liste der benutzten VIs ein. Ihr Application Manager enthält mindestens folgende Instrumente (siehe Bild A-6).
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche "JIT", um das Fenster für den "O.172 Jitter Generator/Analyzer" zu öffnen.



Bild A-6 Minibar (Application Manager) nach Auswahl der VIs

2.3 Messung

Settings

- ✓ Das Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" ist geöffnet.
- 1. Wählen Sie im Menü "Mode" den Befehl "Fast MTJ"
 - oder –
 - klicken Sie im "Toolbar" auf das entsprechende Symbol.
- 2. Wählen Sie die Fehlerquelle (z.B. TSE, Test Sequence Error) im Listenfeld "Error Source".
- 3. Geben Sie die Fehlerschwelle in das Feld "Error Threshold" ein, ab der das Meßergebnis mit "Failed" bewertet wird.
 - Die Eingabe einer Fehlerschwelle ist nicht möglich, wenn im Feld "Error Source" ein Alarm gewählt wurde.
- 4. Geben Sie eine Verzögerungszeit für die einzelnen Messungen im Feld "Settling Time" ein, um das Einschwingverhalten des Prüflings zu berücksichtigen.
- 5. Wählen Sie im Menü "Settings" die Auswahl "MTJ..."
 - oder –
 - klicken Sie auf das Symbol "SET".
 - Der Dialog "Settings" wird geöffnet.

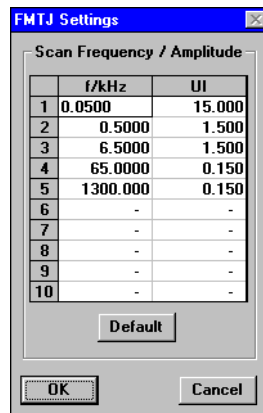


Bild A-7 Dialog "FMTJ Settings"

- 6. Wählen Sie bei Bedarf eigene Frequenz-Amplituden-Kombinationen aus, mit denen die Messung durchgeführt werden soll.
- 7. Bestätigen Sie die Eingabe mit "OK".
 - Der Dialog "Settings" wird geschlossen.

8. Starten Sie die Messung mit "Start". Die Messung stoppt nach Ablauf automatisch oder durch Klicken auf "Stop".

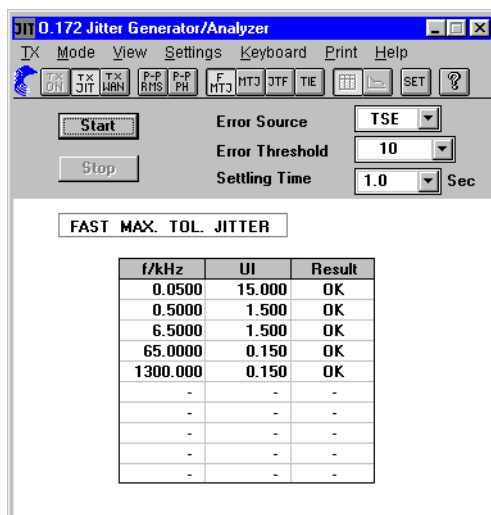


Bild A-8 Fenster bei Fast-MTJ-Messungen

Analyse

- Die Tabelle (siehe Bild A-8) enthält vom Anwender vorgegebene Kombinationen bzw. Defaultwerte von Jitterfrequenzen und Jitteramplituden. Diese werden nach dem Start der Messung in der Reihenfolge der Tabelleneinträge eingestellt.
- Nach der Verzögerungszeit "Settling Time" wird überprüft, ob im Eingangssignal Alarme oder Fehler vorhanden sind.
- Abhängig vom Ergebnis wird die jeweilige Einstellung mit "OK" oder "Failed" gekennzeichnet.
- Die Messung endet automatisch, wenn der letzte Meßpunkt abgearbeitet ist oder durch Klicken auf "Stop".

3 Jitter Transfer Function (JTF)

nach G.958, G.823, O.172

3.1 Meßaufbau und Beschreibung

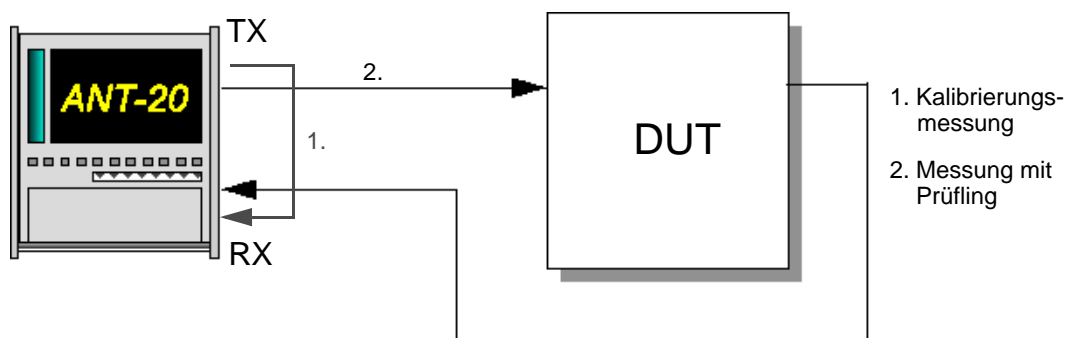


Bild A-9 Meßaufbau für Jitter Transfer Function-Messungen

Interfaces

electrical balanced	Rx : [12]	Tx : [13]
electrical unbalanced	Rx : [14]	Tx : [15]
optical 52, 155, 622 Mbit/s	Rx : [17]	Tx : [18]
optical 2,5 Gbit/s	Rx : [44]	Tx : [47]

Die Messung der Jitterübertragungsfunktion ist besonders bei Regeneratoren wichtig. Nachgewiesen wird, ob die Jitterverstärkung eines Regenerators unter einem vordefinierten Wert bleibt. Ist dies nicht der Fall, akkumuliert sich der Jitter über mehrere Regeneratoren.

Die Jitterübertragungsfunktion (JTF) wird gemessen, indem man am Eingang des DUT ein Signal anlegt, dessen Jitterwert über der Frequenz konstant ist. Die Amplitude des Jitters wird so gewählt, daß sie das DUT bei hohen Frequenzen verarbeiten kann.

Der Jitteranalysator mißt für verschiedene Frequenzen des Sendejitters die resultierende Jitteramplitude am Ausgang des DUT. Aus dem logarithmischen Verhältnis ergibt sich die Jitterverstärkung oder -dämpfung.

Tip: Um die größtmögliche Genauigkeit zu erzielen, empfiehlt es sich, vor jeder JTF-Messung eine Kalibrierungsmessung durchzuführen (siehe Bild A-9).

3.2 Applikationseinstellung

Benötigte VIs

- Signal Structure
- O.172 Jitter Generator/Analyzer

1. Fügen Sie im Application Manager die benötigten VIs in die Liste der benutzten VIs ein. Ihr Application Manager enthält mindestens folgende Instrumente (siehe Bild A-10).
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche "JIT", um das Fenster für den "O.172 Jitter Generator/Analyzer" zu öffnen.



Bild A-10 Minibar (Application Manager) nach Auswahl der VIs

3.3 Messung

Settings

- ✓ Das Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" ist geöffnet.
1. Wählen Sie im Menü "Mode" den Befehl "JTF" – oder – klicken Sie im "Toolbar" auf das entsprechende Symbol.
 2. Wählen Sie im Feld "RX: Range" den geeigneten Meßbereich (1,6 UI oder 20 UI; bei STM-16/OC-48 ist der Meßbereich voreingestellt).
 3. Geben Sie eine Verzögerungszeit für die einzelnen Messungen im Feld "Settling Time" ein, um das Einschwingverhalten des DUT zu berücksichtigen.

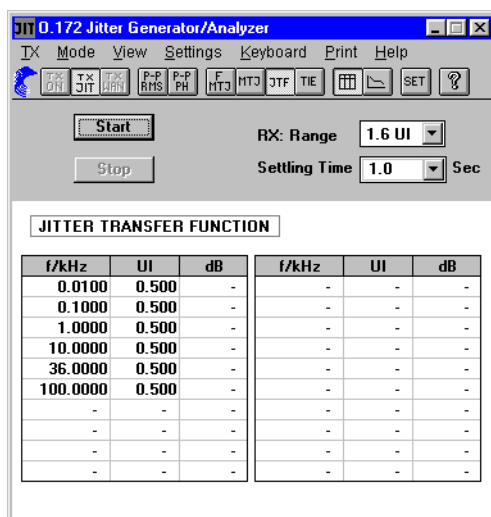
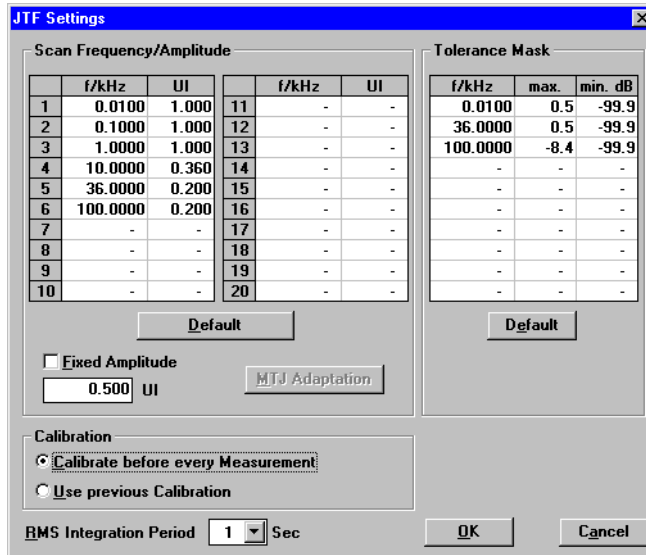


Bild A-11 Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" bei JTF-Messung

Dialog "JTF Settings"



Scan Frequency/Amplitude			Tolerance Mask		
	f/kHz	UI		f/kHz	UI
1	0.0100	1.000	11	-	-
2	0.1000	1.000	12	-	-
3	1.0000	1.000	13	-	-
4	10.0000	0.360	14	-	-
5	36.0000	0.200	15	-	-
6	100.0000	0.200	16	-	-
7	-	-	17	-	-
8	-	-	18	-	-
9	-	-	19	-	-
10	-	-	20	-	-

f/kHz	max.	min. dB
0.0100	0.5	-99.9
36.0000	0.5	-99.9
100.0000	-8.4	-99.9
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-

Fixed Amplitude
 UI

Calibrate before every Measurement
 Use previous Calibration

RMS Integration Period: Sec

Bild A-12 Dialog "JTF Settings"

Sie finden hier die Meßfrequenzen für die JTF-Messung und die Kenndaten für die Toleranzmaske.

1. Wählen Sie im Menü "Settings" die Auswahl "JTF..."
– oder –
klicken Sie auf das "SET"-Symbol.
Der Dialog "JTF Settings" wird geöffnet.
2. Wählen Sie bei Bedarf eigene Scan-Frequenzen und Amplituden sowie geänderte Toleranzmasken-Werte.
3. Wenn Sie die Messung mit einer für alle Scan-Frequenzen konstanten Amplitude wünschen, markieren Sie das Kontrollfeld "Fixed Amplitude", und geben Sie im darunterliegenden Eingabefeld die gewünschte Amplitude ein.
4. Wenn Sie die Übernahme der Ergebnisse einer zuvor durchgeführten MTJ-Messung für die Scan-Frequenzen und Amplituden wünschen, klicken Sie auf die Schaltfläche "MTJ Adaptation". Dabei werden die MTJ-Ergebnisse automatisch an die zulässigen Bereiche (Meßbereich, Frequenzbereich) des Jittermessers angepaßt. Wenn keine MTJ-Ergebnisse vorliegen, ist diese Schaltfläche nicht aktiviert.
5. Wählen Sie aus, ob Sie vor jeder Messung eine Kalibriermessung durchführen wollen, oder ob Sie eine einmalig durchgeführte Kalibriermessung (intern abgespeichert) verwenden wollen. Um die größtmögliche Meßgenauigkeit zu erreichen, empfiehlt sich eine Kalibriermessung vor jeder JTF-Messung.
6. Starten Sie die Messung mit "Start". Die Messung stoppt nach Ablauf automatisch oder durch Klicken auf "Stop".

Analyse

Die Darstellung der Meßergebnisse erfolgt in drei verschiedenen Fenstern. Im Fenster mit der tabellarischen Darstellung (siehe Bild A-13) sind die Default-Werte für die Scan-Frequenz eingestellt.

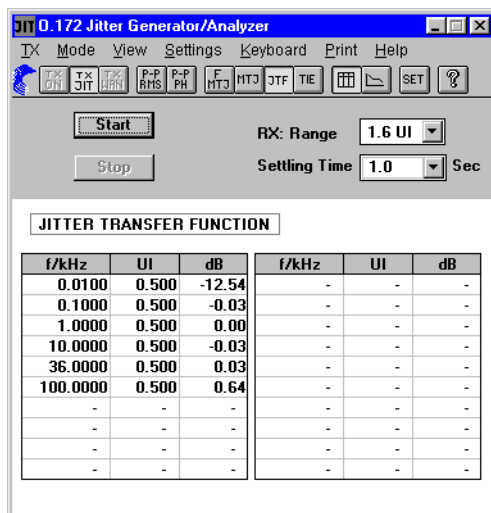


Bild A-13 JTF-Messungen: Tabellarische Ergebnisdarstellung

- Die Default-Werte sind abhängig von der Bitrate und ändern sich automatisch bei einem Bitratenwechsel.
- Meßergebnisse werden in der Tabelle unter "dB" eingetragen.
- Meßergebnisse, die außerhalb der Toleranzmaske(n) liegen, werden in der Tabelle durch ein "!"-Zeichen gekennzeichnet.

Für die grafische Darstellung stehen zwei Fenster zur Verfügung. Das rechte hat dabei die höhere Auflösung der y-Achse. Die Meßwerte werden in der Grafik durch ein "+"-Zeichen dargestellt.

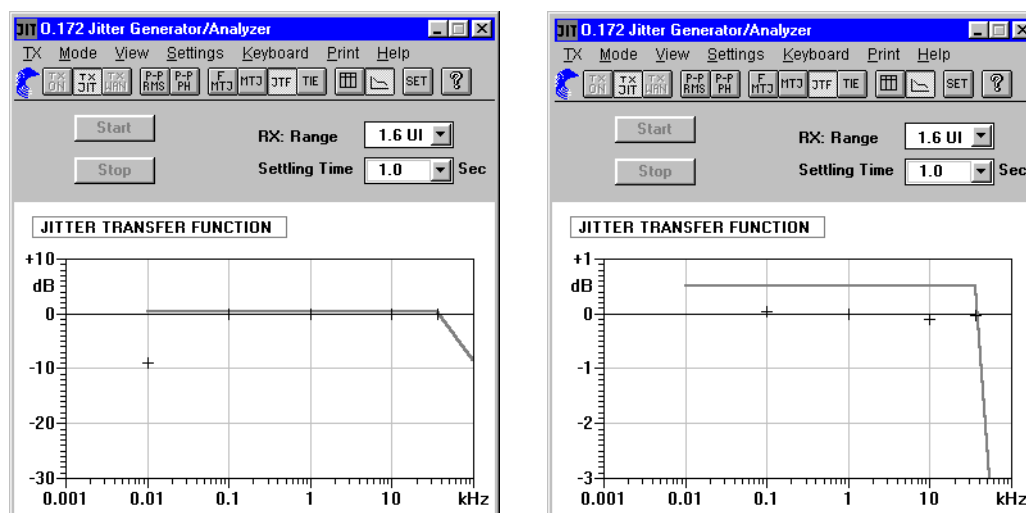


Bild A-14 JTF-Messungen: Grafische Ergebnisdarstellung bei verschiedener Auflösung

4 Phasehit-Messung

4.1 Meßaufbau und Beschreibung



Bild A-15 Meßaufbau für Phasehit-Messungen

Interfaces

electrical balanced	Rx : [12]
electrical unbalanced	Rx : [14]
optical 52, 155, 622 Mbit/s	Rx : [17]
optical 2,5 Gbit/s	Rx : [44]

Als Phasehits bezeichnet man das Überschreiten einer bestimmten vorgegebenen Jitterschwelle. Dieses Ereignis wird mit einem Zähler ermittelt. Der aktuelle Zählerstand gibt an, wie oft die Phasehit-Schwelle seit dem Start der Messung überschritten wurde.

Mit dem Jitteranalysator können unabhängig voneinander positive und negative Schwellwertüberschreitungen gezählt werden (Positive Count, Negative Count).

4.2 Applikationseinstellung

Benötigte VIs

- Signal Structure
 - O.172 Jitter Generator/Analyzer
1. Fügen Sie im Application Manager die benötigten VIs in die Liste der benutzten VIs ein. Ihr Application Manager enthält mindestens folgende Instrumente (siehe Bild A-16).
 2. Klicken Sie auf die Schaltfläche "JIT", um das Fenster für den "O.172 Jitter Generator/Analyzer" zu öffnen.



Bild A-16 Minibar (Application Manager) nach Auswahl der VIs

4.3 Messung

Settings

- Wählen Sie im Menü "Mode" den Befehl "PP+PH"
 - oder –
 - klicken Sie im "Toolbar" auf das entsprechende Symbol.
 Es öffnet sich das Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer".

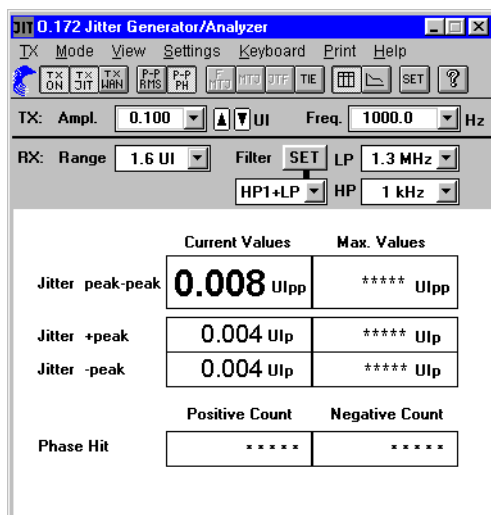


Bild A-17 Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" mit der Anzeige der Phasehits

- Klicken Sie im Menü "Settings" auf den Befehl "General..."
 - oder –
 - klicken Sie im "Toolbar" auf das entsprechende Symbol.
 Es öffnet sich das Fenster "Jitter - General Settings".

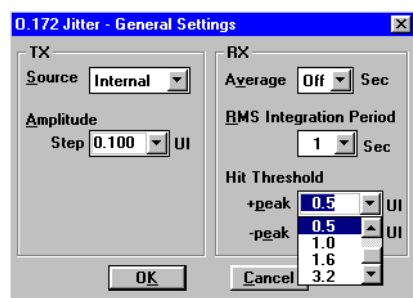
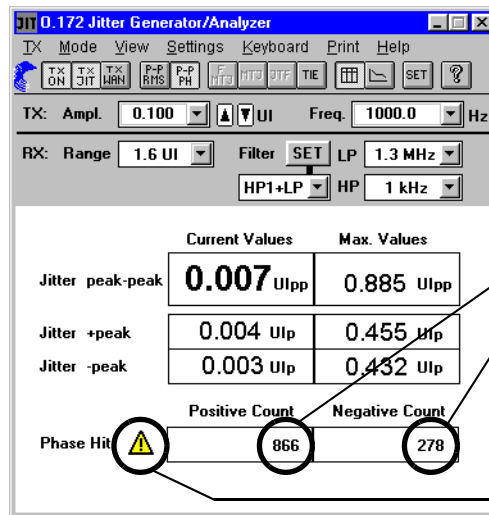


Bild A-18 Dialog "Jitter - General Settings"

- Geben Sie hier unter "Hit Threshold" die gewünschten Schwellwerte mit Hilfe der Listenfelder ein.
- Bestätigen Sie die Eingabe mit "OK".
- Starten Sie die Messung,
 - indem Sie die Funktionstaste F5 betätigen, oder
 - das Symbol "grüne Ampel" im Application Manager drücken.

Die "Hit Threshold" können Sie auch wahlweise über die Tastatur oder das Fenster "Keyboard" eingeben.

Analyse



Aktuelle Anzeige der gezählten Schwellenüberschreitungen

Eine Phasehit-Messung wird unterbrochen, wenn die Synchronisation oder die Netzspannung ausfällt. Die Zähler werden für die Dauer des Ausfalls gestoppt. Nach Ende der Unterbrechung und nachdem sich der Jitteranalysator neu synchronisiert hat, wird die Zählung fortgesetzt. Das gelbe Warnzeichen zeigt die Unterbrechung des Meßvorgangs an.

Bild A-19 Phasehit-Messung

5 Wandergenerator

Mit Hilfe des Wandergenerators können manuelle Messungen der Wanderverträglichkeit gemäß ITU-T G.823, G.824, G.825, O.172 sowie ETSI EN302084 durchgeführt werden.

5.1 Meßaufbau und Beschreibung

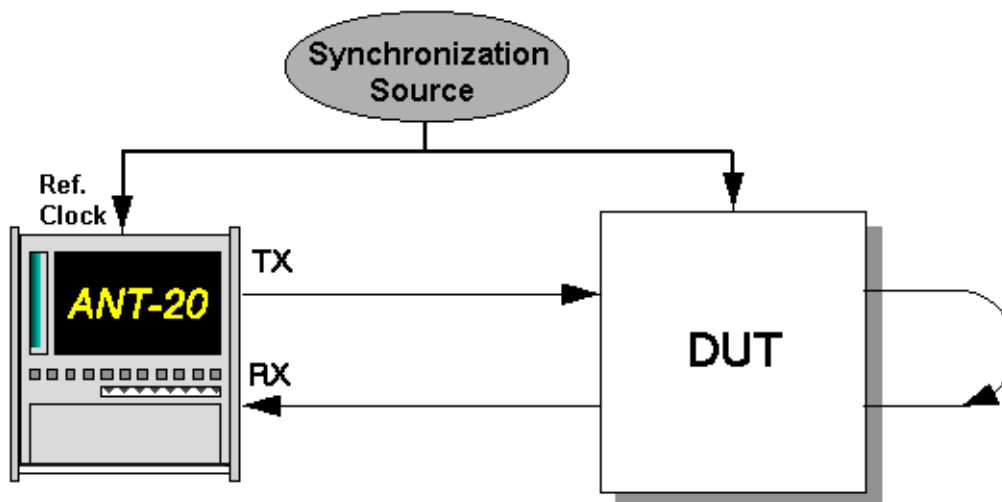


Bild A-20 Meßaufbau für Wanderverträglichkeitsmessungen

Interfaces

- electrical balanced Rx : [12] Tx : [13]
- electrical unbalanced Rx : [14] Tx : [15]
- optical 52, 155, 622 Mbit/s Rx : [17] Tx : [18]
- optical 2,5 Gbit/s Rx : [44] Tx : [47]
- Ref Clock in [25] Synchronisationseingang des Senders; Takt- oder Datensignal (2 Mbit/s oder 1,5 Mbit/s)

5.2 Applikationseinstellung

Benötigte VIs

- Signal Structure
- O.172 Jitter Generator/Analyzer
- Anomaly/Defect Analyzer

1. Fügen Sie im Application Manager die benötigten VIs in die Liste der benutzten VIs ein. Ihr Application Manager enthält mindestens folgende Instrumente (siehe Bild A-21).
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche "JIT", um das Fenster für den "O.172 Jitter Generator/Analyzer" zu öffnen.
3. Klicken Sie auf die Schaltfläche rechts neben "JIT", um das Fenster "Anomaly/Defect Analyzer" zu öffnen.



Bild A-21 Minibar (Application Manager) nach Auswahl der VIs

5.3 Messung

Settings

- ✓ Das Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" ist geöffnet.
- 1. Wählen Sie im Fenster "Signal Structure" im Menü "Interface" den Befehl "Settings ...". Es öffnet sich der Dialog "Interface".

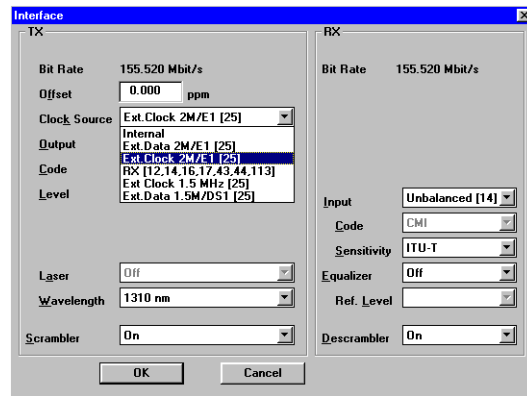


Bild A-22 Dialog "Interface"

- 2. Wählen Sie auf der TX-Seite im Listenfeld "Clock Source" entsprechend der Taktfrequenz am Eingang [25] die Taktquelle.
- 3. Wählen Sie im Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" im Menü "TX" den Befehl "Wander".
- 4. Stellen Sie die TX-Amplitude und -Frequenz gemäß der Toleranzmasken der entsprechenden Normen ein.
- 5. Wählen Sie im Menü "TX" den Befehl "On".

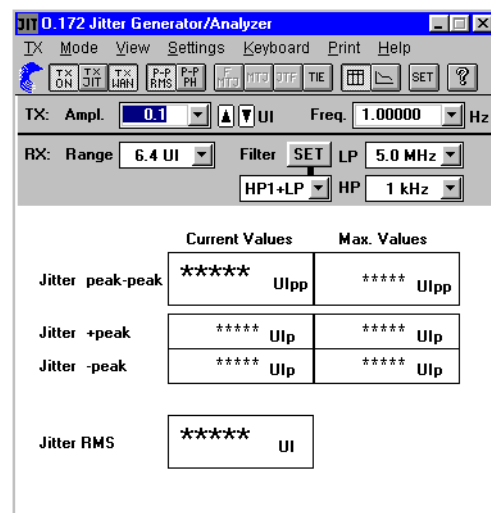


Bild A-23 Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" mit eingeschaltetem Wandergenerator

- Wählen Sie im Application Manager im Menü "Measurement" den Befehl "Settings ...". Es öffnet sich der Dialog "Measurement Settings".

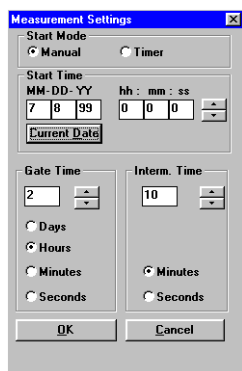


Bild A-24 Dialog "Measurement Settings"

- Geben Sie hier die gewünschte Gate-Zeit ein. Berücksichtigen Sie bei der Einstellung der Gate-Zeit, daß je nach gewählter Wanderfrequenz sehr lange Periodendauern entstehen können. Wählen Sie die Gate-Zeit so, daß sie mindestens einer Periodendauer der Wandermodulation ($\hat{=} \frac{1}{f_{\text{mod}}}$) entspricht.
- Starten Sie die Messung,
 - indem Sie die Funktionstaste F5 betätigen, oder
 - das Symbol "grüne Ampel" im Application Manager drücken.

Analyse

Im Fenster "Anomaly/Defect Analyzer" wird angezeigt, ab welcher Wanderfrequenz bzw. Wanderamplitude Fehler oder Alarme auftreten.

No.	Event	Date	Start time	Stop time	Dur. / Count
0	START	24.02.97	18:13:10.0		
1	BPV	24.02.97	18:13:14.0	18:13:15.0	1
2	BPV	24.02.97	18:13:16.0	18:13:17.0	1
3	BPV	24.02.97	18:13:17.0	18:13:18.0	2
4	LOS	24.02.97	18:13:21.6	18:13:25.0	0:00:03.4
5	BPV	24.02.97	18:13:27.0	18:13:28.0	1
6	TSE	24.02.97	18:13:30.0	18:13:31.0	1
7	TSE	24.02.97	18:13:31.0	18:13:32.0	1
8	TSE	24.02.97	18:13:32.0	18:13:33.0	2
9	TSE	24.02.97	18:13:33.0	18:13:34.0	1
10	TSE	24.02.97	18:13:34.0	18:13:35.0	1
11	TSE	24.02.97	18:13:39.0	18:13:40.0	1
12	BPV	24.02.97	18:13:43.0	18:13:44.0	1
13	STOP	24.02.97	18:13:49.4		

Bild A-25 Fenster "Anomaly/Defect Analyzer"

6 Wander-Analyse bis 2,5 Gbit/s

nach G.811, G.812, G.813, G.823, G.824, G.825, O.172

6.1 Meßaufbau und Beschreibung

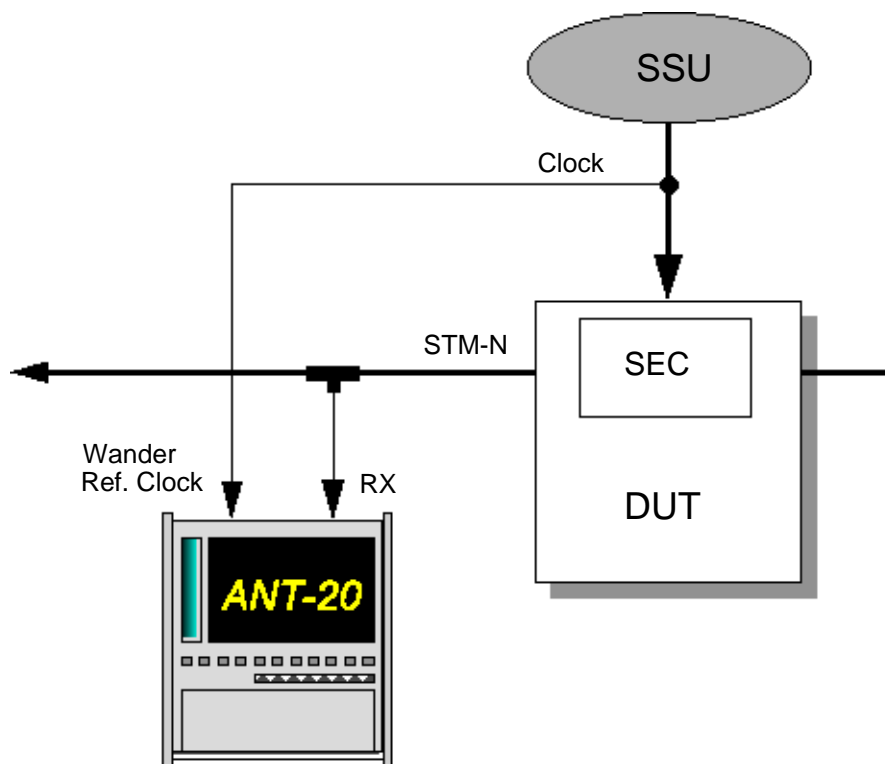


Bild A-26 Meßaufbau für Wander-Messungen

Interfaces

- electrical balanced Rx : [12]
- electrical unbalanced Rx : [14]
- optical 52, 155, 622 Mbit/s Rx : [17]
- optical 2,5 Gbit/s Rx : [44]
- Wander Ref Clock in [35] (bis 622 Mbit/s)
[54] (2,5 Gbit/s)

Jedes SDH-Netzelement greift auf eine interne Taktquelle (SEC-SDH Equipment Clock) zurück. Diese Taktquelle wird in der beschriebenen Applikation durch eine SSU (Synchronization Supply Unit) über eine 2,048-MHz- Taktleitung synchronisiert. Um die Qualität der internen Taktquelle zu testen, wird die Taktstabilität der Referenzquelle (SSU) mit der Taktstabilität des gesendeten Datensignals verglichen. Die Abweichungen werden als Wander bezeichnet.

Der ANT-20 erlaubt Messungen an allen Schnittstellen, welche im Gerät zur Verfügung stehen.

6.2 Applikationseinstellung

Benötigte VIs

- Signal Structure
- O.172 Jitter Generator/Analyzer

1. Fügen Sie im Application Manager die benötigten VIs in die Liste der benutzten VIs ein. Ihr Application Manager enthält mindestens folgende Instrumente (siehe Bild A-27).
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche "JIT", um das Fenster für den "O.172 Jitter Generator/Analyzer" zu öffnen.



Bild A-27 Minibar (Application Manager) nach Auswahl der VIs

6.3 Messung

Settings

1. Wählen Sie im Menü "Mode" den Befehl "TIE" – oder – klicken Sie auf die Schaltfläche "TIE" im "Toolbar". Es öffnet sich die Wander-Anzeige im Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer".

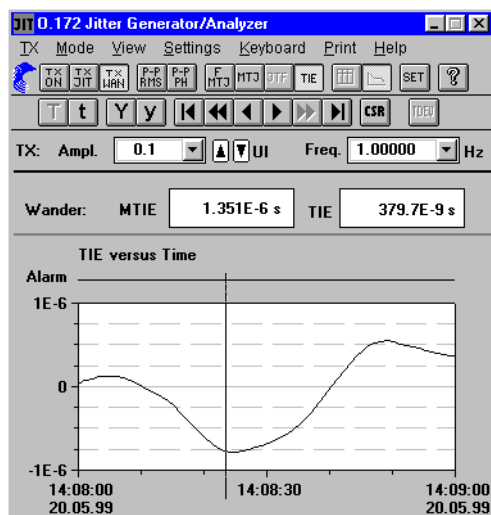


Bild A-28 Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" mit Wander-Anzeige

2. Wählen Sie im Menü "Settings" den Befehl "Wander ..." – oder – klicken Sie auf das Symbol "SET" im "Toolbar". Der Dialog "Wander Settings" wird geöffnet.

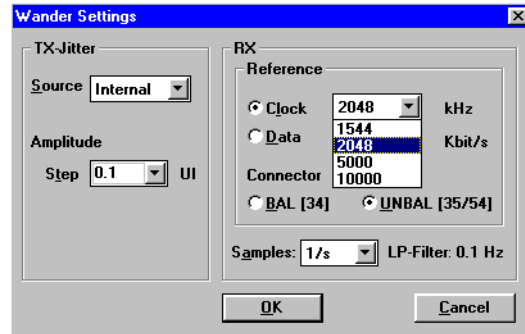


Bild A-29 Dialog "Wander Settings"

3. Stellen Sie im Dialog "Wander Settings" die Frequenz bzw. die Bitrate (nicht bei 2488 Mbit/s) des Referenzsignals ein.
4. Wählen Sie den gewünschten Eingang (BAL [34] oder UNBAL [35]) für das Referenzsignal (nicht bei 2488 Mbit/s).
5. Wählen Sie die gewünschte Samplerrate. Dabei ändert sich das Tiefpaßfilter automatisch.
6. Bestätigen Sie mit "OK".
7. Starten Sie die Messung,
 - indem Sie die Funktionstaste F5 betätigen, oder
 - das Symbol "grüne Ampel" im Application Manager drücken.

Wander-Analyse

Die Wander-Analysen sind ausgesprochene Langzeitmessungen. Mit dem ANT-20 ist es möglich ein Meßintervall von bis zu 99 Tagen zu wählen.

Die Anzeige der gemessenen Werte erfolgt im Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" grafisch als Kurve der TIE-Werte und numerisch in den darüberliegenden Feldern für MTIE und TIE.

1. Klicken Sie auf die Schaltfläche "CSR" im "Toolbar".
Es öffnet sich ein Fenster mit der Bezeichnung "Cursor Position". Sie erhalten eine Übersicht über die Momentanwerte der aufgezeichneten Kurve.

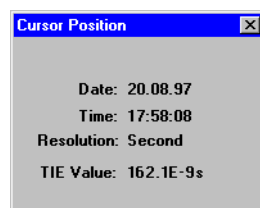


Bild A-30 Fenster "Cursor Position"

Ergebnisse speichern

1. Wählen Sie im Menü "Print" den Befehl "Export...".
Der Dialog "Save as" wird geöffnet.
2. Wählen Sie neben dem Zielverzeichnis das Format "CSV", in dem die Datei gespeichert wird.
3. Drücken Sie "OK", um den Exportvorgang zu starten.

Analyse MTIE und TDEV (BN 3035/95.21)

Zur genauen zeitlichen Analyse von MTIE und TDEV steht Ihnen die Software "MTIE/TDEV Analysis" (Option BN 3035/95.21) zur Verfügung. Das Programm kann direkt aus dem "O.172 Jitter Generator/Analyzer" oder auch außerhalb der ANT-20 Software gestartet werden. Mit diesem Programm können Sie TIE-Werte auswerten, welche vom ANT-20 zuvor gemessen wurden. Die Auswertungen erfolgen nach ETSI ETS 300462, EN 302084, ITU-T G.811, G.812, G.813 und ANSI T1.101 und beinhalten die Masken für die verschiedenen Signalquellen.

Programm "MTIE/TDEV Analysis" aus dem "O.172 Jitter Generator/Analyzer" starten

1. Klicken Sie im Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" (Wanderseite) auf die Schaltfläche "TDEV".

Das Programm wird gestartet und die TIE-Daten einer zuvor ausgeführten Messung werden automatisch geladen (gespeichert in der Datei "WANDMSEC.BIN").

Die TIE-Daten werden im Grafikfeld des Fensters "TIE analysis" angezeigt.

2. Klicken Sie auf die Schaltfläche "MTIE/TDEV ...".
Es öffnet sich das Fenster "MTIE analysis" (siehe Bild A-31).
3. Klicken Sie hier auf die Schaltfläche "Analysis".
Die Werte werden berechnet und angezeigt.

Programm "MTIE/TDEV Analysis" aus dem Startmenü von Windows 95 starten

1. Klicken Sie im "Startmenü" von Windows 95 auf den entsprechenden Eintrag.
Das Programm wird gestartet.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche "Load".
Es öffnet sich der Dialog "Load data file".
3. Wählen Sie die Datei "WANDMSEC.BIN" im Verzeichnis "C:\ANT-20\RESULTS"
– oder –
wählen Sie eine zuvor exportierte Datei im CSV-Format.
Die TIE-Daten werden im Grafikfeld des Fensters "TIE analysis" angezeigt.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche "MTIE/TDEV ...".
Es öffnet sich das Fenster "MTIE analysis" (siehe Bild A-31).
5. Klicken Sie hier auf die Schaltfläche "Analysis".
Die Werte werden berechnet und angezeigt.

Auswertemöglichkeiten

- Mit den Kontrollkästchen links unten im Fenster "MTIE analysis" wählen Sie die Werte aus, die Sie anzeigen wollen.
- Sie können die Anzahl der Meßpunkte beschränken, die dargestellt werden sollen, indem Sie einen Bereich in den Textfeldern "Analysis range" eingeben.
- Im Listenfeld "Masks" können Sie unterschiedliche Toleranzmasken auswählen, um eine schnelle Übersicht zu bekommen, ob Ihre Meßwerte innerhalb der Forderungen liegen.
- Die angezeigte Grafik kann ausgedruckt (Schaltfläche "Print") und exportiert (Menü "Export") werden.

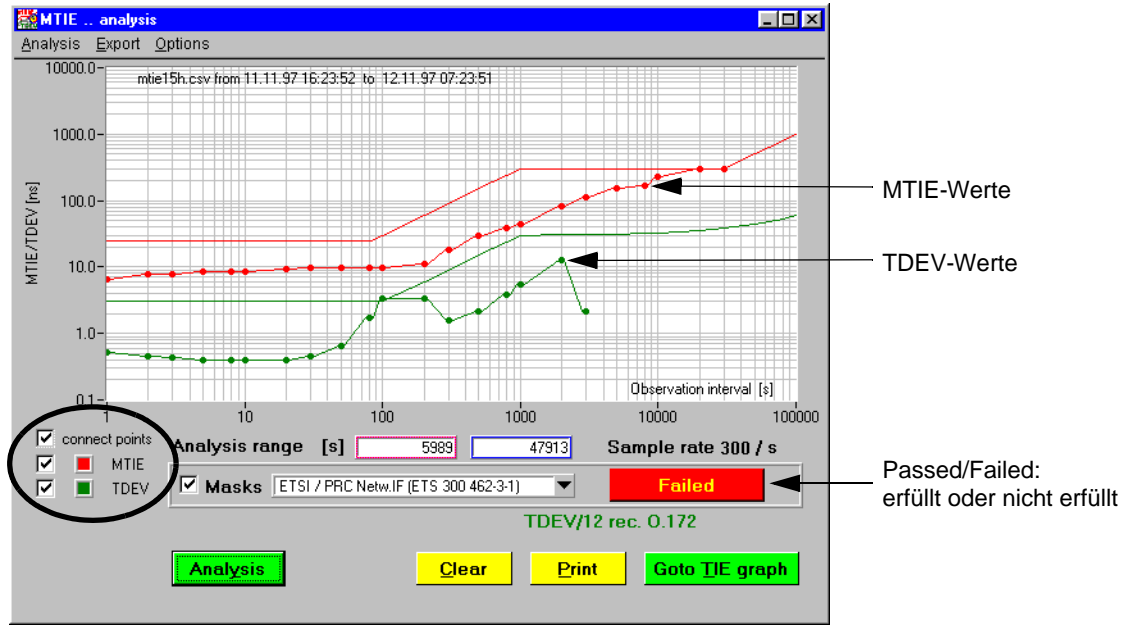


Bild A-31 Analyse MTIE und TDEV

7 Maximum Tolerable Wander (MTW)

Mit Hilfe der Funktion Maximum Tolerable Wander (MTW) können automatische Messungen der Wanderverträglichkeit gemäß ITU-T G.823, G.824, G.825, O.172 sowie ETSI EN302084 durchgeführt werden.

7.1 Meßaufbau und Beschreibung

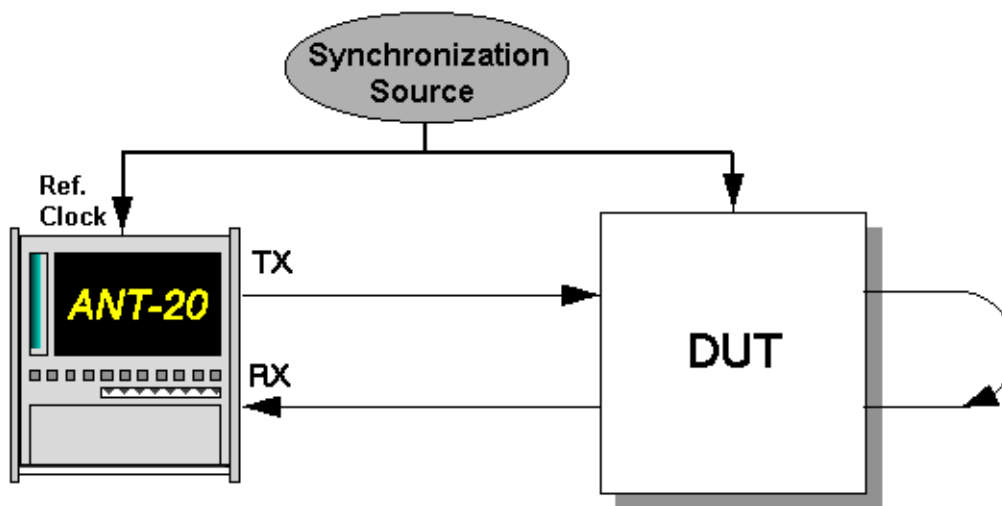


Bild A-32 Meßaufbau für Wanderverträglichkeitsmessungen

Interfaces

- electrical balanced Rx : [12] Tx : [13]
- electrical unbalanced Rx : [14] Tx : [15]
- optical 52, 155, 622 Mbit/s Rx : [17] Tx : [18]
- optical 2,5 Gbit/s Rx : [44] Tx : [47]
- Ref Clock in [25] Synchronisationseingang des Senders; Takt- oder Datensignal (2 Mbit/s oder 1,5 Mbit/s)

7.2 Applikationseinstellung

Benötigte VIs

- Signal Structure
- O.172 Jitter Generator/Analyzer

1. Fügen Sie im Application Manager die benötigten VIs in die Liste der benutzten VIs ein. Ihr Application Manager enthält mindestens folgende Instrumente (siehe Bild A-33).
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche "JIT", um das Fenster für den "O.172 Jitter Generator/Analyzer" zu öffnen.



Bild A-33 Minibar (Application Manager) nach Auswahl der VIs

7.3 Messung

Settings

- ✓ Das Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" ist geöffnet.

Einstellungen im Dialog "Interface" des Fensters "Signal Structure"

1. Wählen Sie im Fenster "Signal Structure" im Menü "Interface" den Befehl "Settings ...". Es öffnet sich der Dialog "Interface".

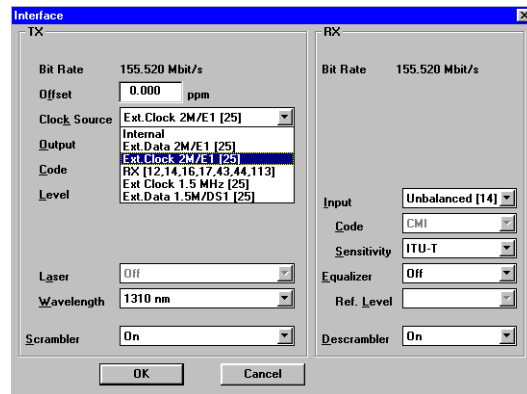


Bild A-34 Dialog "Interface"

2. Wählen Sie auf der TX-Seite im Listenfeld "Clock Source" entsprechend der Taktfrequenz am Eingang [25] die Taktquelle.

Einstellungen im Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer"

1. Wählen Sie im Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" im Menü "TX" den Befehl "Wander" – oder – klicken Sie auf das Symbol "TX WAN" im "Toolbar".
2. Wählen Sie im Menü "Mode" den Befehl "MTW" – oder – klicken Sie auf das Symbol "MTW" im "Toolbar".

Hinweis: Die Funktion "MTW" kann nur eingeschaltet werden, wenn Sie zuvor den Generator auf Wander eingestellt haben (TX WAN).

Wenn Sie nach einer "MTW"-Messung andere automatische Jittermeßfunktionen (MTJ, F-MTJ, JTF) durchführen wollen, müssen Sie dazu den Sender wieder auf Jitter einstellen (TX JIT).

3. Wählen Sie die Fehlerquelle (z.B. TSE, Test Sequence Error) im Listenfeld "Error Source".
4. Geben Sie die Fehlerschwelle in das Feld "Error Threshold" ein, ab der das Meßergebnis mit "Failed" bewertet wird.
Die Eingabe einer Fehlerschwelle ist nicht möglich, wenn im Feld "Error Source" ein Alarm gewählt wurde.
5. Geben Sie eine Verzögerungszeit zwischen den einzelnen Meßpunkten im Feld "Settling Time" ein.
6. Wählen Sie im Menü "Settings" den Befehl "MTW" – oder – klicken Sie auf das Symbol "SET" im "Toolbar".

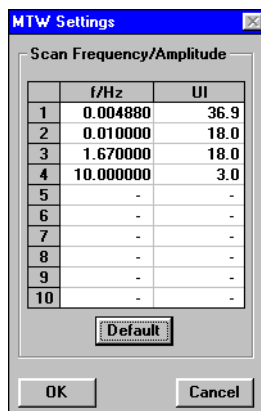


Bild A-35 Dialog "MTW Settings"

7. Wählen Sie bei Bedarf eigene Frequenz-Amplituden-Kombinationen aus, mit denen die Messung durchgeführt werden soll.
8. Bestätigen Sie die Eingabe mit "OK".
Der Dialog "MTW Settings" wird geschlossen.
9. Starten Sie die Messung mit "Start". Die Messung stoppt nach Ablauf automatisch oder durch Klicken auf "Stop".

Hinweis: Abhängig von der Frequenz sind u. U. sehr lange Meßzeiten möglich.

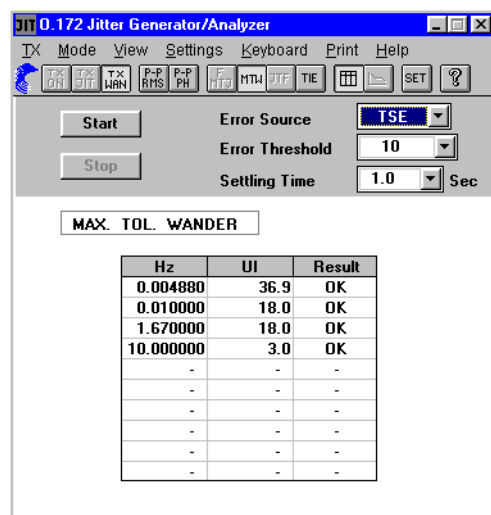


Bild A-36 Fenster "O.172 Jitter Generator/Analyzer" bei MTW-Messung

Analyse

- Die Tabelle (siehe Bild A-36) enthält vom Anwender vorgegebene Kombinationen bzw. Defaultwerte von Wanderfrequenzen und Wanderamplituden. Diese werden nach dem Start der Messung in der Reihenfolge der Tabelleneinträge eingestellt.
- Nach der Verzögerungszeit "Settling Time" wird für eine Periode der jeweiligen Frequenz das Ausgangssignal des ANT-20 moduliert und dabei überprüft, ob im Eingangssignal Alarme oder Fehler vorhanden sind.
- Abhängig vom Ergebnis wird die jeweilige Einstellung mit "OK" oder "Failed" gekennzeichnet.
- Die Messung endet automatisch, wenn der letzte Meßpunkt abgearbeitet ist oder durch Klicken auf "Stop".

Technische Daten O.172 Jitter/Wander bis 622 Mbit/s

Diese technische Daten umfassen die Optionen:

- 3035/90.81 O.172 Jittergenerator
- 3035/90.82 O.172 Jitteranalysator
- 3035/90.83 Erweiterung O.172 Jittergenerator bis 622 Mbit/s
- 3035/90.84 Erweiterung O.172 Jitteranalysator bis 622 Mbit/s
- 3035/90.85 O.172 Wandergenerator
- 3035/90.86 O.172 Wanderanalysator

Die Zahlen in eckigen Klammern [...] entsprechen denen, die am Gerät aufgeführt sind.

Kalibrierte Kenndaten sind mit *** markiert.

Normen

Die Jitter- und Wander-Erzeugung und -Messung erfolgt in Übereinstimmung mit folgenden Normen:

- ITU-T G.823, G.824, G.825, O.172
- Bellcore GR-253, GR-499
- ANSI T1.101, T1.102, T1.105.03

1 Jittergenerator

erfüllt bzw. übertrifft die Forderungen nach ITU-T O.172

1.1 Bitraten

entsprechend der Ausstattung des Grundgeräts

Bitraten 1544 kbit/s, 2048 kbit/s, 6312 kbit/s, 8448 kbit/s,
 34368 kbit/s, 44736 kbit/s, 51840 kbit/s,
 139264 kbit/s, 155520 kbit/s, 622080 kbit/s

Modulationsquelle intern oder extern

Kurvenform der Jittermodulation sinusförmig

1.2 Interne Modulationsquelle

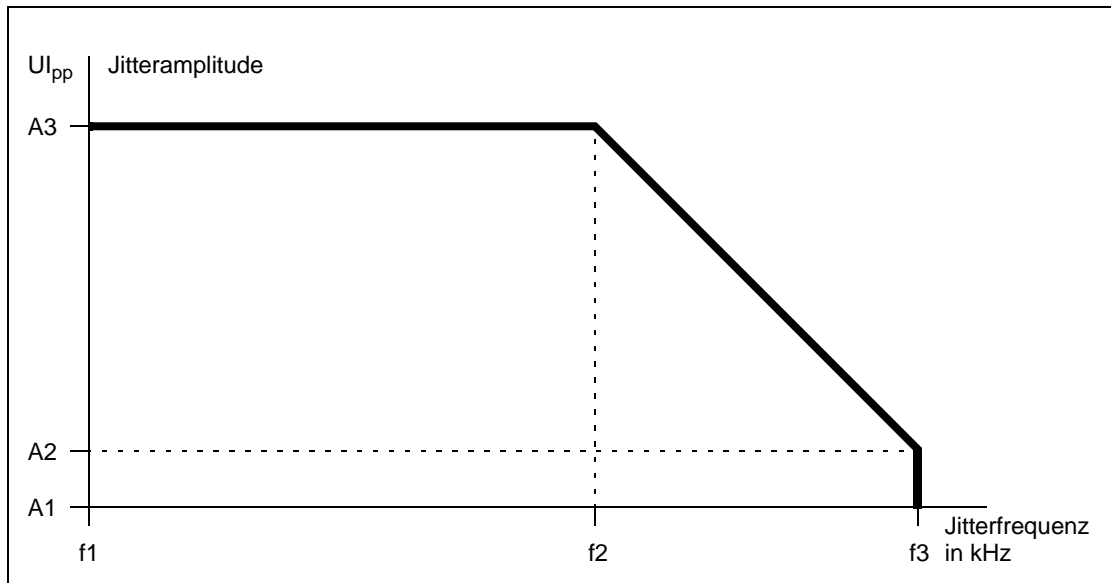


Bild TD-1 Jitteramplitude in Abhängigkeit von der Jitterfrequenz



Bitrate in kHz	A1 in U _{Ipp}	A2 in U _{Ipp}	A3 in U _{Ipp}	f1 in Hz	f2 in kHz	f3 in kHz
1544	0,002	0,5	64	0,1	0,625	80
2048	0,002	0,5	64	0,1	1,56	200
6312	0,002	0,5	64	0,1	0,94	120
8448	0,002	0,5	64	0,1	6,25	800
34368	0,002	0,5	64	0,1	27	3500
44736	0,002	0,5	64	0,1	35	4500
51840	0,002	0,5	64	0,1	27	3500
139264	0,002	0,5	64	0,1	39	5000
155520	0,002	0,5	64	0,1	39	5000
622080	0,008	1,0	256	0,1	20	5000

Tabelle TD-1 Jitteramplitude und Jitterfrequenz bei verschiedenen Systembitraten

Änderungszeit für Amplitudenänderungen <2 Sekunden

Änderungen der Modulation (Frequenz oder Amplitude) erfolgen ohne Phasensprünge.

Einstellschrittweite der Jitterfrequenz

0,1 Hz bis 1 MHz 0,1 Hz

über 1 MHz. 1 Hz

Einstellschrittweite der Jitteramplitude 0,001 UI

1.3 Eingang für externe Modulationsspannung [30]

Buchse BNC

Eingangsimpedanz 75 Ω

Frequenzbereich 0 Hz bis 5 MHz

Nenneingangsspannungsbereich 0 bis 2,0 V_{pp} (8,2 dBm)

Zugehörige Jitteramplitude (bei 2,0 V_{pp}) einstellbar

Maximal zulässiger Eingangspegel 4,0 V_{pp} (14,2 dBm)

Das Überschreiten der Modulationsspannung von 2,0 V_{pp} wird angezeigt durch:

Warning: External [30] Modulation Exceeded!

Hinweis: Um größtmögliche Genauigkeit zu erzielen, wird empfohlen, eine möglichst hohe Eingangsspannung (max. 2,0 V_{pp}) anzulegen und die Amplitude auf den gewünschten Wert einzustellen.

Bei sehr niedrigen Eingangsspannungen und sehr großen eingestellten Amplituden muß mit verringerter Genauigkeit bzw. erhöhtem Eigenjitter gerechnet werden.

1.4 Fehlergrenzen

Die Fehlergrenzen erfüllen bzw. übertreffen die Anforderungen nach ITU-T O.172.

1.4.1 Amplitudenfehler ***

Der Amplitudenfehler beschreibt die Abweichung von der eingestellten Amplitude bei sinusförmiger Modulation.

Maximale Abweichung. $\pm Q\%$ des Einstellwertes $\pm 0,02 U_{Ipp}$

Der Wert Q (Variable Error) ergibt sich aus folgender Tabelle:

Bitrate in k/bits	Q (Variable Error) in %	Frequenzbereich in kHz
1544	8	0,002 bis 40
2048	8	0,01 bis 100
6312	8	0,002 bis 60
8448	8	0,02 bis 400
34368	8	0,1 bis 500
	12	500 bis 800
44736	8	0,002 bis 400
51840	8	0,3 bis 400
139264	8	0,1 bis 500
	12	500 bis 2000
	15	2000 bis 3500
155520	8	0,5 bis 500
	12	500 bis 1300
622080	8	1 bis 500
	12	500 bis 2000
	15	2000 bis 5000
Unterhalb des jeweils angegebenen Frequenzbereichs gilt: Q = 12%, oberhalb gilt: Q = 15%		

Tabelle TD-2 Wert Q bei verschiedenen Bitraten und Modulationsfrequenzen

1.4.2 Intrinsic Jitter

Der Intrinsic Jitter gibt den maximalen Ausgangsjitter des ANT-20 bei einer eingestellten Amplitude von 0 UI an. Dabei wird eine Bandbreite zwischen den Filtern HP1 und LP (siehe Tab. TD-7, Seite TD-8) zugrunde gelegt.

Bitrate in kbit/s	Intrinsic Jitter in UI
bis 155520	0,005
622080	0,04

Tabelle TD-3 Intrinsic Jitter

1.4.3 Modulationsfrequenz

Genauigkeit der Modulationsfrequenz $\pm 0,1\%$

2 Jitteranalysator

erfüllt bzw. übertrifft die Anforderungen nach ITU-T O.172

2.1 Bitraten

entsprechend der Ausstattung des Grundgeräts

Bitraten 1544 kbit/s, 2048 kbit/s, 6312 kbit/s, 8448 kbit/s,
 34368 kbit/s, 44736 kbit/s, 51840 kbit/s,
 139264 kbit/s, 155520 kbit/s, 622080 kbit/s

Zulässige Verstimmung ±100 ppm

Empfangscodes entsprechend der Ausstattung
 des Grundgeräts

Tip: Es wird empfohlen, Jitter- und Wandermessungen mit Kabeln durchzuführen, die nicht länger als 10 m sind. Längere Kabel können durch frequenzabhängiges Dämpfungsverhalten Musterjitter verursachen und somit die Meßgenauigkeit beeinträchtigen.

2.2 Jittermeßbereich

Bereich 1
 bis 155 Mbit/s 0 bis 1,6 U_{pp}
 bei 622 Mbit/s 0 bis 6,4 U_{pp}

Bereich 2
 bis 155 Mbit/s 0 bis 20 U_{pp}
 bei 622 Mbit/s 0 bis 80 U_{pp}

Bereich 3
 bis 155 Mbit/s 0 bis 200 U_{pp}
 bei 622 Mbit/s 0 bis 800 U_{pp}

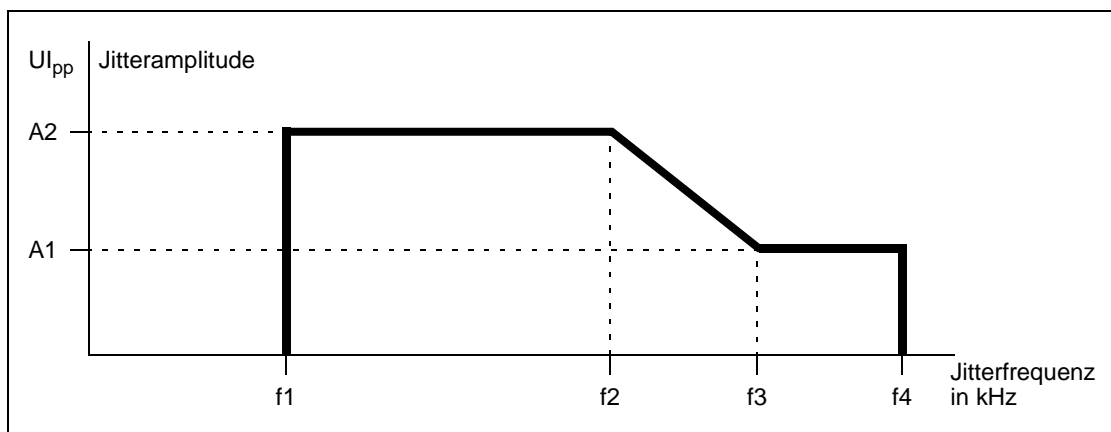


Bild TD-2 Jittermeßbereich

Jittermeßbereich 1,6 UI bzw. 6,4 UI

Bitrate in kbit/s	A2 (UI)	A1 (UI)	f1 (Hz)	f2 (Hz)	f3 (Hz)	f4 (Hz)
1544	1,6	0,5	0,1	12,5 k	40 k	-
2048	1,6	0,5	0,1	31,25 k	100 k	-
6312	1,6	1	0,1	37,5 k	60 k	-
8448	1,6	0,5	0,1	62,5 k	200 k	400 k
34368	1,6	0,5	0,1	62,5 k	200 k	800 k
44736	1,6	0,5	0,1	62,5 k	200 k	400 k
51840	1,6	0,25	0,1	62,5 k	400 k	-
139264	1,6	0,5	0,1	62,5 k	200 k	3500 k
155520	1,6	0,2	0,1	62,5 k	500 k	1300 k
622080	6,4	0,2	0,1	62,5 k	2000 k	5000 k

Tabelle TD-4 Jittermeßbereich 1,6 UI bzw. 6,4 UI in Abhängigkeit von der Bitrate

Jittermeßbereich 20 UI bzw. 80 UI

Bitrate in kbit/s	A2 (UI)	A1 (UI)	f1 (Hz)	f2 (Hz)	f3 (Hz)	f4 (Hz)
1544	20	0,5	0,1	1 k	40 k	-
2048	20	0,5	0,1	2,5 k	100 k	-
6312	20	1	0,1	3 k	60 k	-
8448	20	0,5	0,1	5 k	200 k	400 k
34368	20	0,5	0,1	5 k	200 k	800 k
44736	20	0,5	0,1	5 k	200 k	400 k
51840	20	0,25	0,1	5 k	400 k	-
139264	20	0,5	0,1	5 k	200 k	3500 k
155520	20	0,2	0,1	5 k	500 k	1300 k
622080	80	0,2	0,1	5 k	2000 k	5000 k

Tabelle TD-5 Jittermeßbereich 20 UI bzw. 80 UI in Abhängigkeit von der Bitrate

Jittermeßbereich 200 UI bzw. 800 UI

Bitrate in kbit/s	A2 (UI)	A1 (UI)	f1 (Hz)	f2 (Hz)	f3 (Hz)	f4 (Hz)
bis 155520	200	20	0,1	100	1 k	-
622080	800	80	0,1	100	1 k	-

Tabelle TD-6 Jittermeßbereich 200 UI bzw. 800 UI in Abhängigkeit von der Bitrate

Hinweis: Für elektrische Signale gelten die angegebenen Meßbereiche bei Nominalcode (CMI, HDB-3, B3ZS, B8ZS) oder Takt.

2.3 Bewertungsfilter nach ITU-T O.172

Abhängig von der eingestellten Bitrate sind folgende Filtereinstellungen möglich:

Hochpaßfilter (in Hz)¹ 0,1; 2; 4; 10; 20; 40; 100; 200; 400; 500; 700
 1 k; 3 k; 8 k; 10 k; 12 k; 18 k; 20 k; 30 k; 65 k; 80 k; 250 k

Hochpaß-Filtercharakteristik 1. Ordnung (nach ITU-T O.172)

Tiefpaßfilter (in Hz) 1 k²; 40 k; 60 k; 100 k; 400 k; 800 k; 1300 k; 3500 k; 5000 k

Tiefpaß-Filtercharakteristik Butterworth 3. Ordnung (nach ITU-T O.172)

- 1 In den Meßbereichen 200 UI bzw. 800 UI sind nur Hochpaßfilter im Bereich von 0,1 bis 10 Hz einstellbar.
- 2 Das 1-kHz-Tiefpaßfilter ist nur in den Meßbereichen 200 UI bzw. 800 UI vorhanden (Für diesen Meßbereich ist kein anderes Tiefpaßfilter vorhanden). Filtercharakteristik: 4. Ordnung.

Filtereigenschaften

-3-dB-Grenzfrequenz-Toleranz $f_G \pm 10\%$
 Zweiter Filterpol bei Hochpässen $\leq 0,1$ Hz
 Maximale Dämpfung mindestens 60 dB

Vorzugseinstellung der Filter nach ITU-T:

Bitrate in kbit/s	HP1 + LP		HP2 + LP	
	Hochpaß in kHz	Tiefpaß in kHz	Hochpaß in kHz	Tiefpaß in kHz
1544	0,01	40	8	40
2048	0,02	100	18	100
6312	0,01	60	3	60
8448	0,02	400	3	400
34368	0,1	800	10	800
44736	0,01	400	30	400
51840	0,1	400	20	400
139264	0,2	3500	10	3500
155520	0,5	1300	65	1300
622080	1	5000	250	5000

Tabelle TD-7 Filtereinstellungen nach ITU-T

Hinweis: Wenn als Hochpaßfilter 0,1 Hz, 2 Hz oder 4 Hz eingestellt sind, können nach dem Einschalten des kalten Geräts bis zu drei Minuten vergehen, bevor der Jitteranalyser gültige Meßergebnisse liefert. Dies gilt nicht beim Wiedereinschalten des betriebswarmen Gerätes.

2.4 Demodulatorausgang [31]

Buchse BNC

Innenwiderstand 75 Ω

Ausgangsspannung (mit 75 Ω Abschluß):

Bitrate (in kbit/s)	Bereich		
	1,6 UI bzw. 6,4 UI	20 UI bzw. 80 UI	200 UI bzw. 800 UI
bis 155520	1 V/UI	0,1 V/UI	0,01 V/UI
622080	0,25 V/UI	0,025 V/UI	0,0025 V/UI

Tabelle TD-8 Ausgangsspannungen am Ausgang [31]

2.5 Meßwertanzeige

Gemessen wird die positive und negative Jitteramplitude.

Current Values (momentaner Meßwert)

Der momentane Meßwert wird dauernd angezeigt oder grafisch dargestellt.

Jitter peak-peak Jitter-Spitze-Spitze-Wert

Jitter +peak. positiver Jitterspitzenwert

Jitter -peak negativer Jitterspitzenwert

Anzeigemittelung für Current Values (auswählbar) off, 1, 2, 3, 4, 5 Sekunden

Auflösung der Anzeige (momentaner Meßwert)

im Bereich 1 0,001 UI_{pp}

im Bereich 2 0,01 UI_{pp}

im Bereich 3 0,1 UI_{pp}

Anzeigebereich 1 (grafische Darstellung)

Jitter peak-peak 1,6 UI_{pp} bzw. 6,4 UI_{pp} (622 Mbit/s)

Jitter +peak/-peak $\pm 0,8$ UI_p bzw. $\pm 3,2$ UI_p (622 Mbit/s)

Anzeigebereich 2 (grafische Darstellung)

Jitter peak-peak 20 UI_{pp} bzw. 80 UI_{pp} (622 Mbit/s)

Jitter +peak/-peak ± 10 UI_p bzw. ± 40 UI_p (622 Mbit/s)

Anzeigebereich 3 (grafische Darstellung)

Jitter peak-peak 200 UI_{pp} bzw. 800 UI_{pp} (622 Mbit/s)

Jitter +peak/-peak ± 100 UI_p bzw. ± 400 UI_p (622 Mbit/s)

Max. Values (maximaler Meßwert)

Der maximale Meßwert wird nur angezeigt, wenn im "Application Manager" eine Messung gestartet wurde.

Jitter peak-peak Jitter-Spitze-Spitze-Wert im Meßintervall

Jitter +peak positiver Jitterspitzenwert im Meßintervall

Jitter -peak negativer Jitterspitzenwert im Meßintervall

Auflösung der Anzeige

im Bereich 1. 0,001 UI_{pp}

im Bereich 2. 0,01 UI_{pp}

im Bereich 3. 0,1 UI_{pp}

2.6 Fehlergrenzen des angezeigten Jitters

Die Fehlergrenzen des angezeigten Jitters erfüllen bzw. übertreffen die Anforderungen nach ITU-T-Empfehlung O.172.

Die angegebenen Fehlergrenzen gelten unter folgenden Bedingungen:

- Elektrische Signale: Nenneingangspegel nach ITU-T G.703 ohne Leitungsverzerrung Nominalcode (CMI, HDB-3, B3ZS, B8ZS) oder Takt
- Optische Signale: Optischer Pegel im Bereich -10 dBm bis -12 dBm (scrambled NRZ)
- Strukturierte Signale (Quasizufallsfolge oder gerahmte Signale) oder Takt
- Sinusförmige Modulation
- Standardfilter HP1 + LP bzw. HP2 + LP gemäß Kap. 2.3, Seite TD-8, Tabelle TD-5

Der Gesamtmeßfehler setzt sich aus folgenden Einzelfehlern zusammen (additiv):

- Meßfehler bei der Bezugsfrequenz (siehe Kap. 2.6.1, Seite TD-11)
- Frequenzgangfehler (siehe Kap. 2.6.2, Seite TD-12)
- Abweichung des Filterfrequenzgangs vom nominalen Verlauf (siehe Kap. 2.3, Seite TD-8)



2.6.1 Meßgenauigkeit

Der angegebene Meßfehler gilt unter folgenden Bedingungen:

- Bezugsfrequenz: 100 kHz (SDH) bzw. 1 kHz (PDH)
- Der angegebene Meßfehler gilt im kleinen Meßbereich uneingeschränkt, im mittleren Meßbereich für Werte >0,8 UI (bzw. >3,2 UI bei 622 Mbit/s) und im großen Meßbereich für Werte >10 UI (bzw. 40 UI bei 622 Mbit/s)

Maximaler Meßfehler*** (ohne Frequenzgangfehler) ±5% des Meßwerts ± W

Der Wert W (Fixed Error) ergibt sich aus folgenden Tabellen:

Bitrate in kbit/s	Strukturierte Signale oder Quasizufallsfolge (PRBS)			
	Filter HP1 + LP	Filter HP2 + LP	HP 2 Hz + LP	HP 0,1 Hz + LP
	W in UI	W in UI	W in UI	W in UI
1544	0,03	0,02 ¹	0,05	0,07 ²
2048	0,03	0,02 ¹	0,05	0,07 ²
6312	0,03	0,02 ¹	0,05	0,07 ²
8448	0,03	0,02 ¹	0,05	0,07 ²
34368	0,035	0,025 ¹	0,07	0,1 ²
44736	0,035	0,025 ¹	0,07	0,1 ²
51840	0,035	0,025	0,07	0,1 ²
139264	0,035	0,025 ¹	0,07	0,2 ²
155520	0,05	0,025 ¹	0,07	0,2 ²
622080	0,07	0,05 ¹	0,1	0,5 ²

1 Nachgewiesen ohne Modulation
 2 Nach ≥30 min Aufwärmzeit des Geräts, nachweisbar nur mit Signalquellen hoher Taktstabilität

Tabelle TD-9 Wert W (Fixed Error) für strukturierte Signale oder Quasizufallsfolgen

Bitrate in kbit/s	Taktsignale			
	Filter HP1 + LP	Filter HP2 + LP	HP 2 Hz + LP	HP 0,1 Hz + LP
	W in UI	W in UI	W in UI	W in UI
1544	0,015	0,01 ¹	0,05	0,07 ²
2048	0,015	0,01 ¹	0,05	0,07 ²
6312	0,015	0,01 ¹	0,05	0,07 ²
8448	0,015	0,01 ¹	0,05	0,07 ²

1 Nachgewiesen ohne Modulation
 2 Nach ≥30 min Aufwärmzeit des Geräts, nachweisbar nur mit Signalquellen hoher Taktstabilität
 3 Keine Meßmöglichkeit von Taktsignalen an den optischen Schnittstellen

Tabelle TD-10 Wert W (Fixed Error) für Taktsignale

Bitrate in kbit/s	Taktsignale			
	Filter HP1 + LP	Filter HP2 + LP	HP 2 Hz + LP	HP 0,1 Hz + LP
	W in UI	W in UI	W in UI	W in UI
34368	0,025	0,02 ¹	0,07	0,1 ²
44736	0,025	0,02 ¹	0,07	0,1 ²
51840 ³	0,025	0,02	0,07	0,1 ²
139264	0,025	0,02 ¹	0,07	0,2 ²
155520 ³	0,025	0,02 ¹	0,07	0,2 ²

1 Nachgewiesen ohne Modulation
 2 Nach ≥ 30 min Aufwärmzeit des Geräts, nachweisbar nur mit Signalquellen hoher Taktstabilität
 3 Keine Meßmöglichkeit von Taktsignalen an den optischen Schnittstellen

Tabelle TD-10 Wert W (Fixed Error) für Taktsignale (Fortsetzung)

Zusätzlicher Fehler bei

gedämpften elektrischen Signalen typisch $\leq 0,03$ UI
 leitungsverzerrten elektrischen Signalen typisch $\leq 0,05$ UI
 optischen Signalen mit Pegel > -10 dBm bzw. < -12 dBm typisch $\leq 0,05$ UI

2.6.2 Frequenzgangfehler***

Bei Frequenzen, die nicht gleich der Bezugsfrequenz sind, können zusätzlich zum angegebenen Meßfehler folgende Frequenzgangfehler auftreten:

Frequenzgangfehler für SDH-/SONET-Signale entsprechend ITU-T O.172, Tabelle 10

Bezugsfrequenz 100 kHz

Bitrate in kbit/s	Zusätzlicher Fehler	Frequenzbereich ¹ in kHz
51840	$\pm 2\%$	0,1 bis 400
155520	$\pm 2\%$	0,5 bis 300
	$\pm 3\%$	300 bis 1000
	$\pm 5\%$	1000 bis 1300
622080	$\pm 2\%$	1 bis 300
	$\pm 3\%$	300 bis 1000
	$\pm 5\%$	1000 bis 3000
	$\pm 10\%$	3000 bis 5000

1 Unterhalb des angegebenen Frequenzbereichs wird der dort gültige Fehler fortgeschrieben

Tabelle TD-11 Frequenzgangfehler für SDH-/SONET-Signale

Frequenzgangfehler für PDH-/Tributary-Signale entsprechend ITU-T O.171, Tabelle 6

Bezugsfrequenz 1 kHz

Bitrate in kbit/s	Zusätzlicher Fehler	Frequenzbereich ¹ in kHz
1544	±4%	0,01 bis 1
	±2%	1 bis 40
2048	±2%	0,02 bis 100
6312	±4%	0,01 bis 1
	±2%	1 bis 60
8448	±2%	0,02 bis 300
	±3%	300 bis 400
34368	±2%	0,1 bis 300
	±3%	300 bis 800
44736	±4%	0,01 bis 0,2
	±2%	0,2 bis 300
	±3%	300 bis 400
139264	±2%	0,2 bis 300
	±3%	300 bis 1000
	±5%	1000 bis 3000
	±10%	3000 bis 3500
1 Unterhalb des angegebenen Frequenzbereichs wird der dort jeweils gültige Fehler fortgeschrieben		

Tabelle TD-12 Frequenzgangfehler für PDH-/Tributary-Signale

2.7 Übersteuerungsfestigkeit bei Pointerjitter

Die folgende Tabelle zeigt Kombinationen von Jitteramplituden und -frequenzen, die bei dem jeweils angegebenen Hochpaßfilter (und darüber) ohne Übersteuerung im 1,6-UI-Bereich gemessen werden können. Es wird dabei eine sinusförmige Jitter-Modulation gemäß ITU-T O.172, Abschnitt 9.2.4, Tabelle 6 vorausgesetzt (stellvertretend für Worst-Case-Pointerjitter).

Bitrate in kbit/s	HP-Filter (Hz)	Amplitude in UI	Frequenz in Hz
1544	≥ 10	20	0,5
2048	≥ 20	40	0,5
6312	≥ 10	20	0,5
8448	≥ 20	40	0,5
34368	≥ 100	25	5
44736	≥ 10	20	0,5
139264	≥ 200	80	1,5

Tabelle TD-13 Übersteuerungsfestigkeit bei Pointerjitter

2.8 RMS-Jitter

Wertebereich und Auflösung bis 155 Mbit/s

	1,6-UI-Bereich (Peak - Peak)	20-UI-Bereich (Peak - Peak)	200-UI-Bereich (Peak - Peak)
RMS-Wertebereich	0 bis 0,8 UI	0 bis 10 UI	0 bis 100 UI
Auflösung	0,001 UI	0,01 UI	0,1 UI

Tabelle TD-14 Wertebereich und Auflösung bis 155 Mbit/s

Wertebereich und Auflösung bei 622 Mbit/s

	6,4-UI-Bereich (Peak - Peak)	80-UI-Bereich (Peak - Peak)	800-UI-Bereich (Peak - Peak)
RMS-Wertebereich	0 bis 3,2 UI	0 bis 40 UI	0 bis 400 UI
Auflösung	0,001 UI	0,01 UI	0,1 UI

Tabelle TD-15 Wertebereich und Auflösung bei 622 Mbit/s

Meßgenauigkeit

Gültig für alle Bitraten bei Anwendung des 12-kHz-RMS-Filters und Nominalsignalen.

1,6-UI- bzw. 6,4-UI-Bereich $\pm 5\%$ des Meßwertes $\pm 0,01$ UI
 20-UI-/200-UI- bzw. 80-UI-/800-UI-Bereich $\pm 5\%$ des Meßwertes $\pm 0,1$ UI

Integrationszeit 1, 2, 5, 10, 20, 40, 80 Sekunden (einstellbar)

Voreinstellung 1 Sekunde

3 Messung der Jitterverträglichkeit

3.1 Fast Maximum Tolerable Jitter (F-MTJ)

nur mit Option BN 3035/90.81 möglich

Nach Start der Messung werden einstellbare Kombinationen von Jitteramplituden und Jitterfrequenzen eingestellt. Der Meßpunkt wird anschließend mit "OK" (keine Alarmer und Bitfehler) oder "Failed" (Alarmer oder Bitfehler) gekennzeichnet.

Fehlerquelle wählbar

SDH TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
Code, B1, B2, B3, MS-REI, MS-RDI,
HP-REI, HP-RDI, LP-REI, LP-RDI

SONET TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
Code, B1, B2, B3, REI-L, REI-P, REI-V,
RDI-L, RDI-P, RDI-V

Fehlerschwelle 0 bis 999999

Meßverzögerung (Erholzeit) 0,1 bis 999 s

Einstellbare Jitterfrequenzen (Scanfrequenzen) und
Jitteramplituden siehe Tab. TD-1, Seite TD-3

Anzeige Wertetabelle

Voreinstellungen

Bitrate in kbit/s	f1 / A1 in kHz/UI	f2 / A2 in kHz/UI	f3 / A3 in kHz/UI	f4 / A4 in kHz/UI	f5 / A5 in kHz/UI	f6 / A6 in kHz/UI
1544	0,01/5	0,1/5	0,5/5	2/0,7	8/0,1	40/0,1
2048	-	0,002/15	0,02/1,5	2,4/1,5	18/0,2	100/0,2
6312	0,01/5	0,1/5	0,9/5	2/0,61	4/0,1	20/0,1
8448	-	0,002/15	0,02/1,5	0,4/1,5	3/0,2	400/0,2
34368	-	0,01/15	0,1/1,5	1/1,5	10/0,15	800/0,15
44736	0,01/5	0,1/5	2,3/5	15/0,52	60/0,1	300/0,1
51840	0,01/15	0,03/15	0,3/1,5	2/1,5	20/0,15	400/0,15
139264	-	0,02/15	0,2/1,5	0,5/1,5	10/0,075	3500/0,075
155520	-	0,05/15	0,5/1,5	6,5/1,5	65/0,15	1300/0,15
622080	-	0,1/15	1/1,5	25/1,5	250/0,15	5000/0,15

Tabelle TD-16 Einstellwerte der Jitterfrequenz und der Jitteramplitude bei der Fast-MTJ-Messung

Die Voreinstellungen in der Tabelle stellen die Eckpunkte der in den ITU-T-Empfehlungen G.823 und G.825 bzw. Bellcore GR-499 angegebenen Grenzkurven dar.

3.2 Maximum Tolerable Jitter (MTJ)

nur mit Option BN 3035/90.81 möglich

Nach Start der Messung wird die Jitteramplitude des Digitalsignals so lange geändert, bis der Bitfehlermesser die Überschreitung einer vorgegebenen Schwelle erkennt. Es wird derjenige Meßpunkt als Jitterverträglichkeitswert ausgegeben, der um ein Suchinkrement niedriger liegt.

Fehlerquelle wählbar

SDH TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
Code, B1, B2, B3, MS-REI, MS-RDI,
HP-REI, HP-RDI, LP-REI, LP-RDI

SONET TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
Code, B1, B2, B3, REI-L, REI-P, REI-V,
RDI-L, RDI-P, RDI-V

Fehlerschwelle 0 bis 999999

Meßverzögerung (Erholzeit) 0,1 bis 999 s

Gate-Zeit 1 bis 60 s

Die Jitterfrequenzen (Scan-Frequenzen) können vom Benutzer in Form von bis zu 20 frei programmierbaren Frequenzen im Bereich von 0,1 Hz bis 5 MHz definiert werden (abhängig von der Bitrate).

Anzeige Wertetabelle oder doppelt logarithmische Grafik

Zusätzlich ist die Einblendung von Toleranzmasken möglich.

Voreingestellte Scan-Frequenzen

Bitrate in kbit/s	f1 in kHz	f2 in kHz	f3 in kHz	f4 in kHz	f5 in kHz	f6 in kHz	f7 in kHz	f8 in kHz	f9 in kHz
1544	0,002	0,01	0,04	0,1	0,4	1	4	10	40
2048	0,002	0,02	0,2	0,8	2,4	8	18	50	100
6312	0,002	0,01	0,04	0,1	0,4	1	4	20	60
8448	0,002	0,02	0,4	1	3	10	40	100	400
34368	0,002	0,1	1	4	10	40	100	300	800
44736	0,002	0,01	0,1	0,6	3	10	30	100	400
51840	0,002	0,01	0,03	0,3	2	8	20	100	400
139264	0,002	0,1	1	10	40	100	400	1000	3500
155520	0,002	0,1	1	6,5	20	65	200	600	1300
622080	0,002	0,1	1	10	100	400	1000	2000	5000

Tabelle TD-17 Voreingestellte Scan-Frequenzen

Voreingestellte Toleranzmasken

Bitrate in kbit/s	f1 / A1 in kHz/UI	f2/A2 in kHz/UI	f3 / A3 in kHz/UI	f4 / A4 in kHz/UI	f5 / A5 in kHz/UI	f6 / A6 in kHz/UI
1544	-	-	0,01/5	0,5/5	8/0,1	40/0,1
2048	-	0,002/15	0,02/1,5	2,4 /1,5	18/0,2	100/0,2
6312	-	-	0,01/5	0,9/5	4/0,1	20/0,1
8448	-	0,002/15	0,02/1,5	0,4/1,5	3/0,2	400/0,2
34368	-	0,003/50	0,1/1,5	1/1,5	10/0,15	800/0,15
44736	-	-	0,01/5	2,3/5	60/0,1	300/0,1
51840	0,01/15	0,03/15	0,3/1,5	2/1,5	20/0,15	400/0,15
139264	-	0,005/60	0,2/1,5	0,5/1,5	10/0,075	3500/0,075
155520	-	0,0193/39	0,5/1,5	6,5/1,5	65/0,15	1300/0,15
622080	-	0,0096/156	1/1,5	25/1,5	250/0,15	5000/0,15

Tabelle TD-18 Voreingestellte Toleranzmasken

4 Messung der Jitterübertragungsfunktion

4.1 Jitter Transfer Function (JTF)

nur mit Option BN 3035/90.81 **und** BN 3035/90.82 möglich

Nach dem Start einer Messung wird nacheinander bei den vorgewählten Jitterfrequenzen eine vom Benutzer wählbare Amplitude eingestellt. Der Jitteranalysator ermittelt dazu den vom Prüfling übertragenen Jitter. Der Jitter wird selektiv gemessen, d.h. mit einem auf die Modulationsfrequenz abgestimmten Bandpaßfilter. Damit wird sichergestellt, daß Störfrequenzen, die außerhalb der Bandbreite des Bandpaßfilters liegen, das Meßergebnis nicht beeinträchtigen.

Aus dem logarithmischen Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsjitter wird punktweise die Jitterübertragungsfunktion berechnet:

$$\text{Jitterübertragungsfunktion } H(f_j) = 20 \lg \frac{\text{Ausgangsjitter}}{\text{Eingangsjitter}}$$

Durch eine Kalibrierungsmessung, die entweder vor jeder Messung durchgeführt wird (empfohlen) oder die abgespeichert werden kann, wird eine größtmögliche Meßgenauigkeit erreicht. Dazu wird während einer Schleifenmessung (Verbindung TX - RX) der Eigenfehler des Analysators bei jeder gewählten Scanfrequenz ermittelt. Bei der anschließenden Messung des Prüflings werden die Ergebnisse um den Eigenfehler korrigiert.

Einstellbarer Sendejitter siehe Kap. 1, Seite TD-2, TD-3

Meßbereich 1,6 U_{pp} oder 20 U_{pp} (umschaltbar)
bzw. 6,4 U_{pp} oder 80 U_{pp} bei 622 Mbit/s

Meßverzögerung (Erholzeit) 0,1 bis 999 s

Filterbandbreite (-3 dB) 10 Hz

Die Jitterfrequenzen (Scan-Frequenzen) können vom Benutzer in Form von bis zu 20 frei programmierbaren Frequenzen im Bereich von 10 Hz bis 5 MHz definiert werden (abhängig von der Bitrate).

Anzeige Wertetabelle oder frequenzlogarithmische Grafik

Zusätzlich ist die Einblendung von Toleranzmasken möglich.

Voreingestellte Scan-Frequenzen und Amplituden

Bitrate in kbit/s	f1/Ampl. (kHz/UI)	f2/Ampl. (kHz/UI)	f3/Ampl. (kHz/UI)	f4/Ampl. (kHz/UI)	f5/Ampl. (kHz/UI)	f6/Ampl. (kHz/UI)	f7/Ampl. (kHz/UI)	f8/Ampl. (kHz/UI)	relevante Normen
1544	0,01/1	0,035/1	0,1/1	0,35/1	1/1	2,5/0,51	15/0,1	-	Bellcore GR-499
2048	0,01/1	0,1/1	1/1	10/0,36	36/0,2	100/0,2	-	-	ITU-T G.823
6312	0,01/1	0,035/1	0,1/1	0,5/1	1/1	2,5/0,34	15/0,1	-	Bellcore GR-499
8448	0,01/1	0,1/1	0,4/1	1/0,6	10/0,2	100/0,2	400/0,2	-	ITU-T G.823
34368	0,01/1	0,1/1	0,3/1	1/1	3/0,5	10/0,15	100/0,15	800/0,15	ITU-T G.823
44736	0,01/1	0,1/1	1/1	4/1	15/0,52	-	-	-	Bellcore GR-499
51840	0,01/1	0,1/1	1/1	10/0,3	40/0,15	100/0,15	400/0,15	-	Bellcore GR-253
139264	0,01/1	0,1/1	0,5/1	1/0,75	5/0,15	-	-	-	ITU-T G.823
155520	0,1/1	1/1	10/0,975	130/0,15	500/0,15	1300/0,15	-	-	ITU-T G.825 Bellcore GR-253
622080	0,1/1	1/1	10/1	100/0,375	500/0,15	1000/0,15	5000/0,15	-	ITU-T G.825, Bellcore GR-253

Tabelle TD-19 Voreingestellte Scan-Frequenzen

Die voreingestellten Scan-Frequenzen und -Amplituden liegen auf bzw. unterhalb der in den jeweiligen Normen angegebenen Grenzkurven der Jitterverträglichkeit. Dadurch wird gewährleistet, daß die JTF-Messung nicht mit unzulässig hohem Jitter durchgeführt wird.

Voreingestellte Toleranzmasken

Bitrate in kbit/s	f1/max. dB in kHz/in dB	f2/max. dB in kHz/in dB	f3/max. dB in kHz/in dB	f4/max. dB in kHz/in dB	relevante Normen
1544	0,01/0,1	0,35/0,1	2,5/-34	15/-49,5	Bellcore GR-499
2048	0,01/0,5	36/0,5	100/-8,4	-	ITU-T G.735, G.736, G.737, G.738, G.739
6312	0,01/0,1	0,5/0,1	2,5/-28	15/-43,5	Bellcore GR-499
8448	0,01/0,5	0,1/0,5	1/-19,5	400/-19,5	ITU-T G.751
34368	0,01/0,5	0,3/0,5	3/-19,5	800/-19,5	ITU-T G.751
44736	0,01/0,1	1/0,1	15/-23,4	-	Bellcore GR-499
51840	0,01/0,1	40/0,1	400/-19,9	-	ANSI T1.105.03, Bellcore GR-253
139264	0,01/0,5	0,5/0,5	5/-19,5	-	-
155520	0,01/0,1	130/0,1	1300/-19,9	-	ITU-T G.958, ANSI T1.105.03, Bellcore GR-253
622080	0,01/0,1	500/0,1	5000/-19,9	-	ITU-T G.958, ANSI T1.105.03, Bellcore GR-253

Tabelle TD-20 Voreingestellte Toleranzmasken

Die voreingestellte untere Toleranzmaske (min. dB) ist in allen Fällen -99,9 dB und ist in der Grafik nicht sichtbar.

4.2 Meßfehler (typisch)

Der Gesamtfehler F_{Gesamt} setzt sich aus den Teilfehlern $F1 + F2 + F3$ zusammen.

$F1$ und $F2$ sind abhängig von der gesendeten Jitteramplitude ($F1$) und von der gemessenen Jitteramplitude ($F2$). Sie lassen sich aus den nachfolgenden Diagrammen ablesen.

$F3$ ist bis zu einem Maximalwert abhängig von der gemessenen Jitterdämpfung D (in dB) und einer bitratenabhängigen Konstante k .

Es gilt: $F3 = D \cdot k$

Hinweis: Der Wert $F3$ kann maximal so groß werden wie der Wert $F3_{\text{MAX}}$.

Bitrate	k	$F3_{\text{MAX}}$
≤ 140 Mbit/s	0,035	0,5 dB
155 Mbit/s	0,05	1 dB
622 Mbit/s	0,1	3 dB

Tabelle TD-21 Faktor k und Maximalwert $F3_{\text{MAX}}$ in Abhängigkeit von der Bitrate

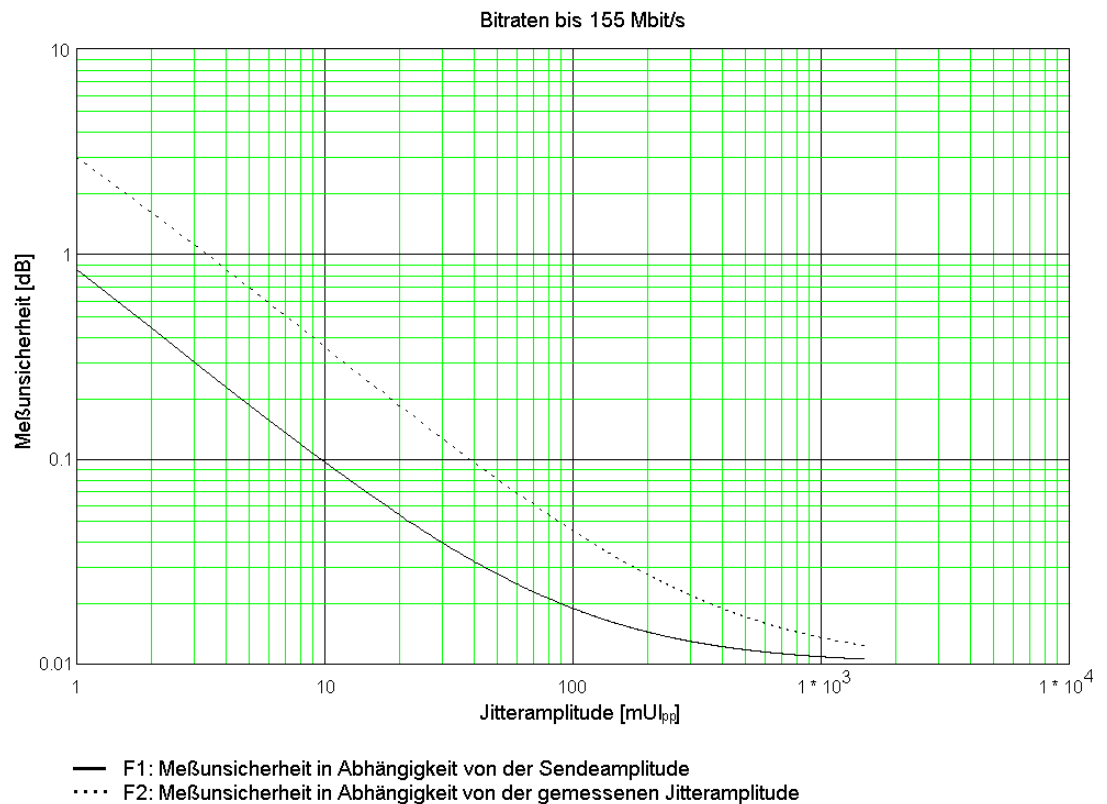


Bild TD-3 Meßunsicherheit für Bitraten bis 155 Mbit/s

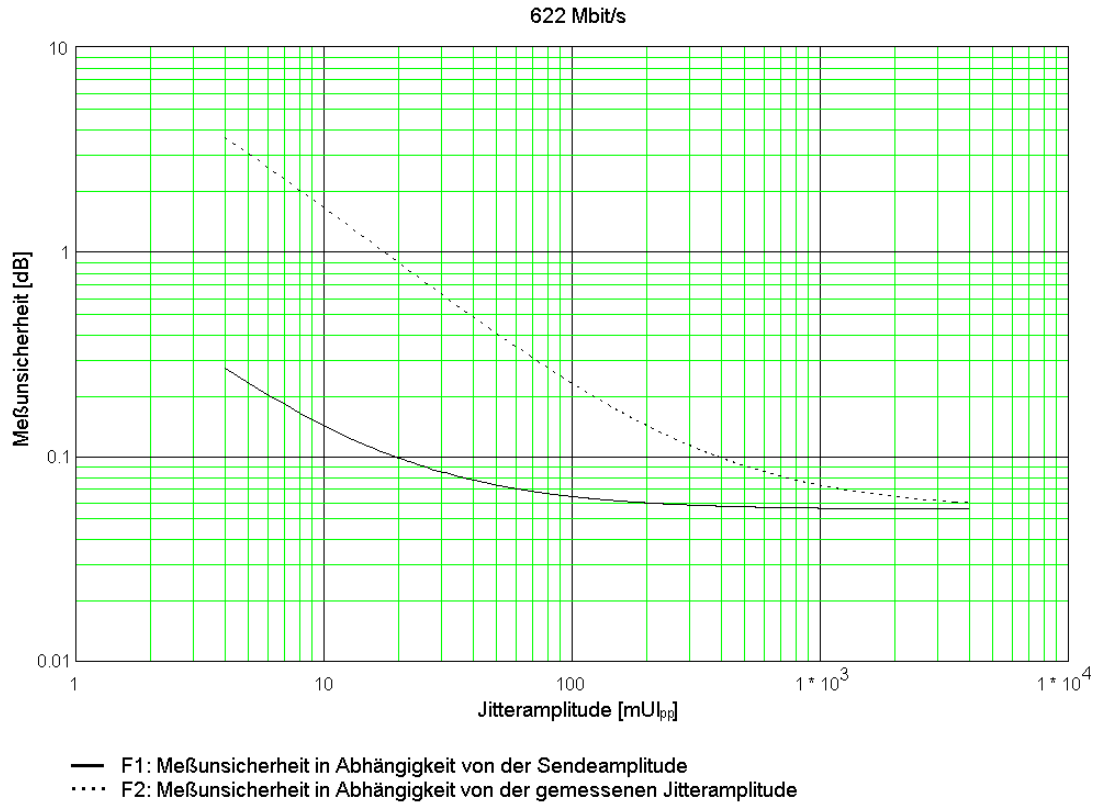


Bild TD-4 Meßunsicherheit bei 622 Mbit/s

Alle Angaben gelten unter folgenden Bedingungen:

- Nominalpegel und Standardleitungscode
 - Temperatur: 20 °C bis 26 °C
 - Integrationszeit: 5 s
 - Einschwingzeit (Settling Time): 1 s
 - Warm-Up für das Gesamtgerät: 30 Minuten
- Zusätzlich muß bei den "optischen" Bitraten (155 Mbit/s und 622 Mbit/s) die jeweilige Bitrate für mindestens fünf Minuten eingeschaltet sein.
- Kalibrierung unmittelbar vor der Messung
 - Jitteramplitude am Jittermesser und Meßbereich:

bis 155 Mbit/s:	1 mUI bis 1,5 UI	Bereich 1,6 UI
bei 622 Mbit/s:	4 mUI bis 4 UI	Bereich 6,4 UI

Beispiel

Bei einer Bitrate von 34 Mbit/s und einer Sendeamplitude von 1000 mUI_{pp} wird eine Jitterübertragung von -21 dB gemessen.

Um den Gesamtfehler zu berechnen, werden die Fehler F1 und F2 aus Bild TD-3 abgelesen. Der Fehler F3 wird nach oben stehender Formel berechnet (k wird aus der Tabelle TD-21 entnommen).

$$F1 = 0,011 \text{ dB (aus Bild TD-3)}$$

Aus der Jitterübertragungsfunktion

$$H(f_j) = 20 \lg \frac{\text{gemessener Jitter}}{\text{gesendeter Jitter}} = 20 \lg \frac{x}{1000 \text{ mUI}} = -21 \text{ dB}$$

errechnet sich ein gemessener Jitter von ca. 90 mUI.

Mit diesem Wert kann F2 aus Bild TD-3 abgelesen werden.

$$F2 = 0,05 \text{ dB (aus Bild TD-3)}$$

$$F3 = 21 \text{ dB} \cdot 0,035 = 0,735 \text{ dB}$$

Der Wert für F3 ist größer als der Wert F3_{MAX} aus Tabelle TD-21 (0,5 dB). Daher wird der Wert F3_{MAX} = 0,5 dB für F3 verwendet.

$$F_{\text{Gesamt}} = \underset{\substack{| \\ \text{F1}}}{0,011 \text{ dB}} + \underset{\substack{| \\ \text{F2}}}{0,05 \text{ dB}} + \underset{\substack{| \\ \text{F3}}}{0,5 \text{ dB}} = \mathbf{0,561 \text{ dB}}$$

5 Phasehits

Wenn das demodulierte Jittersignal eine einstellbare positive Schwelle überschreitet oder eine negative Schwelle unterschreitet, so wird dies als Ereignis gezählt. Die Ereignisse werden durch getrennte Zähler erfasst. Der Zählerstand gibt die aktuelle Anzahl der Schwellenüber- und -unterschreitungen der Messung an.

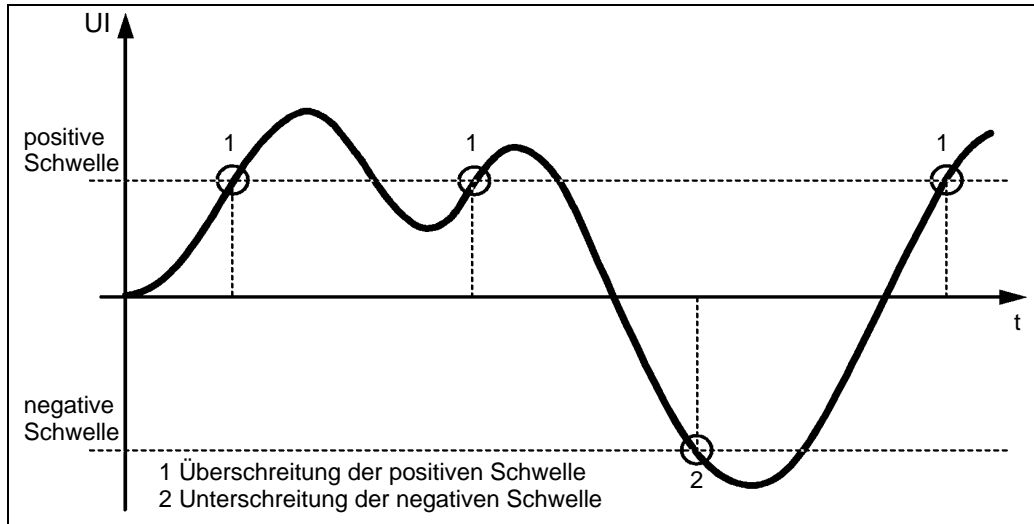


Tabelle TD-22 Beispiel: Demoduliertes Jittersignal (Jitter-Zeit-Funktion)

Anzeige

- Zählwert für die Überschreitung der positiven Schwelle
- Zählwert für die Unterschreitung der negativen Schwelle

Eingabe der Schwellen (positive und negative Schwellen)

Bitraten bis 155 Mbit/s	1,6-UI-Bereich	20-UI-Bereich	200-UI-Bereich
Wertebereich	0,1 UI bis 0,8 UI	0,1 UI bis 10 UI	1 bis 100 UI
Schrittweite	0,1 UI	0,1 UI	1 UI

Tabelle TD-23 Wertebereich und Schrittweite bis 155 Mbit/s

Bitrate 622 Mbit/s	6,4-UI-Bereich	80-UI-Bereich	800-UI-Bereich
Wertebereich	0,1 bis 3,2 UI	0,1 bis 40 UI	1 bis 400 UI
Schrittweite	0,1 UI	0,1 UI	1 UI

Tabelle TD-24 Wertebereich und Schrittweite bei 622 Mbit/s

Alarme

Alarme LOS (Loss of Signal),
LTI (Loss of Timing Information) und
Netzausfall

Während eines Alarms werden die Zähler gestoppt. Die Zählung wird fortgesetzt, wenn der Alarm beendet ist und die Gate-Zeit noch nicht abgelaufen ist. Das Auftreten eines Alarms wird durch ein gelbes Warnzeichen vor dem Meßergebnis angezeigt. Das Warnzeichen wird gelöscht, wenn eine neue Messung gestartet wird.

Maximale Zählfrequenz ca. 10 kHz (Sinus),
ca. 25 kHz (Rechteck)

Fehlergrenze der Schwelleneinstellung $\pm 5\%$ des Schwellwertes,
zuzüglich der Fehler des Jittermessers

6 Wander-Erzeugung

nur mit Option BN 3035/90.81 **und** BN 3035/90.85 möglich

6.1 Bitraten

entsprechend der Ausstattung des Grundgeräts

Bitraten 1544 kbit/s, 2048 kbit/s, 6312 kbit/s, 8448 kbit/s,
 34368 kbit/s, 44736 kbit/s, 51840 kbit/s,
 139264 kbit/s, 155520 kbit/s, 622080 kbit/s

Kurvenform der Wandermodulation..... sinusförmig

Frequenzbereich 10 µHz bis 10 Hz

Einstellschrittweite der Wanderfrequenz 1 µHz

Amplitudenbereich..... 0,1 UI bis 200000 UI

Einstellschrittweite der Wanderamplitude 0,1 UI

6.2 Wanderamplitude und Wanderfrequenz

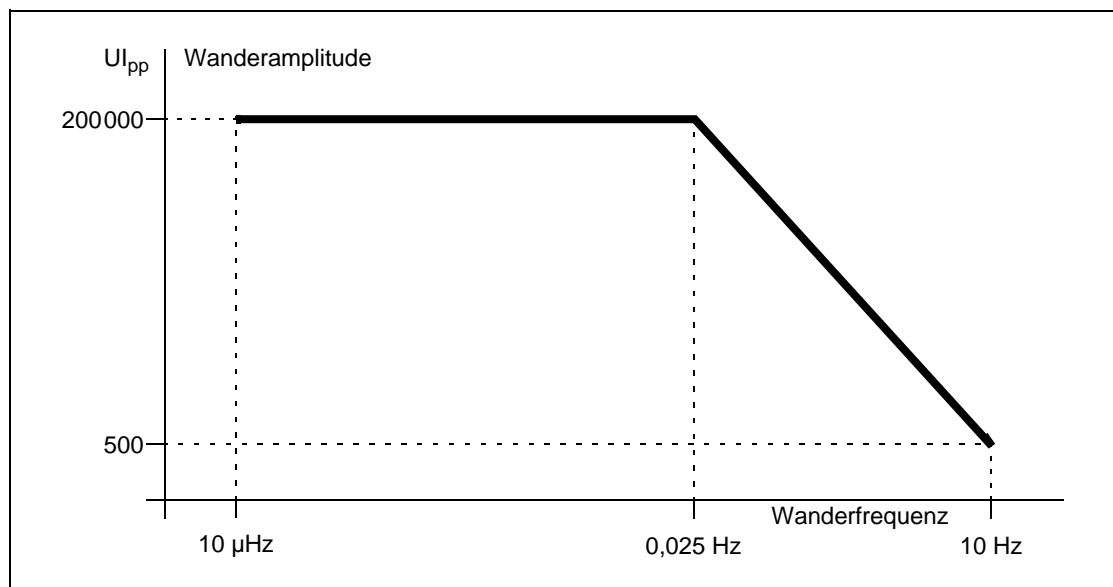


Bild TD-5 Maximale Wanderamplitude in Abhängigkeit von der Wanderfrequenz

6.3 Fehlergrenzen

6.3.1 Amplitudenfehler

Der Amplitudenfehler beschreibt die Abweichung von der eingestellten Amplitude bei sinusförmiger Modulation.

Maximale Abweichung $\pm 8\%$ des Einstellwertes $\pm 0,02 U_{Ipp}$

6.3.2 Intrinsic Jitter/Wander

Der Intrinsic Jitter/Wander gibt den maximalen Ausgangsjitter/-wander des ANT-20 bei einer eingestellten Amplitude von 0 UI an. Dabei wird eine Bandbreite zwischen den Filtern HP1 und LP (siehe Tab. TD-7, Seite TD-8) zugrunde gelegt.

Bitrate in kbit/s	Intrinsic Jitter/Wander in UI
bis 155520	0,005
622080	0,04

Tabelle TD-25 Intrinsic Jitter/Wander

6.3.3 Modulationsfrequenz

Genauigkeit der Modulationsfrequenz $\pm 0,1\%$

6.4 Synchronisation

In der Betriebsart Wandergenerator wird der Sender des ANT-20 üblicherweise extern synchronisiert. Dazu schließen Sie an Buchse [25] ein entsprechendes Referenzsignal an. Beachten Sie hierzu auch die "Technischen Daten" des Grundgeräts.

7 Wander-Messung

nur mit Option BN 3035/90.82 **und** BN 3035/90.86 möglich

7.1 Bitraten

entsprechend der Ausstattung des Grundgeräts

Bitraten 1544 kbit/s, 2048 kbit/s, 6312 kbit/s, 8448 kbit/s,
 34368 kbit/s, 44736 kbit/s, 51840 kbit/s,
 139264 kbit/s, 155520 kbit/s, 622080 kbit/s

7.2 Referenzeingang [34]/[35]

Tip: Sie können eine Wander-Messung nur mit einem externen Referenzsignal durchführen!
 Für dieses sind die unten genannten Taktfrequenzen bzw. Bitraten und Eingangspegel zulässig.

Zulässige Verstimmung ± 100 ppm

Wander-Übertragungsbandbreite 0 bis 100 Hz

Buchsen Bantam [34]
 und BNC [35]

Überwachung LTI (Loss of Timing Information)

Buchse [34]

Eingangsimpedanz symmetrisch (balanced) 110 Ω

Zulässiger Eingangspegel

Takt $0,65 V_{pp}$ bis $6,5 V_{pp}$

Datensignal (HDB-3, B8ZS) $\pm 3 V \pm 10\%$

Referenzfrequenzen

Takt 1,544 MHz; 2,048 MHz

Datensignal (HDB-3, B8ZS) 1,544 Mbit/s; 2,048 Mbit/s

Buchse [35]

Eingangsimpedanz unsymmetrisch (unbalanced) 75 Ω

Zulässiger Eingangspegel

Takt 0,5 V_{pp} bis 5 V_{pp}

Datensignal (HDB-3, B8ZS) $\pm 2,37 \text{ V} \pm 10\%$

Referenzfrequenzen

Takt 1,544 MHz; 2,048 MHz; 5 MHz; 10 MHz

Datensignal (HDB-3, B8ZS) 1,544 Mbit/s; 2,048 Mbit/s

7.3 Meßbereich

Wander-Amplitudenbereich $\pm 1 \times 10^6 \text{ s}$

Maximal zulässige Phasenänderungsgeschwindigkeit

Abtastrate 1/s 1 000 UI/s für alle Bitraten

Abtastrate $\geq 30/s$ 5 000 UI/s für Bitraten $< 45 \text{ Mbit/s}$

20 000 UI/s für Bitraten $\geq 45 \text{ Mbit/s}$

Der Wanderfrequenzbereich wird nach oben hin durch ein Tiefpaßfilter erster Ordnung begrenzt. Das Tiefpaßfilter wird in Abhängigkeit von der gewählten Abtastrate automatisch umgeschaltet.

Abtastrate	Tiefpaßfilter/ f_G
1/s	0,1 Hz
30/s	10 Hz
60/s	20 Hz
300/s	100 Hz

Tabelle TD-26 Tiefpaßfilter in Abhängigkeit von der Abtastrate

Tiefpaßfilter

Filtercharakteristik Tiefpaß erster Ordnung

Meßbandbreite 0 Hz bis f_G

Abweichung -3-dB-Grenzfrequenz $f_G \pm 10\%$

Maximale Dämpfung mindestens 30 dB

Welligkeit im Durchlaßbereich 1 Hz bis 10 Hz

(bezogen auf die Dämpfung bei 0,1 Hz) $< \pm 0,2 \text{ dB}$

7.4 Meßwertanzeige

Anzeige der Meßwerte in Sekunden

TIE (Momentanwert) numerisch und graphisch

MTIE (maximale Differenz) numerisch

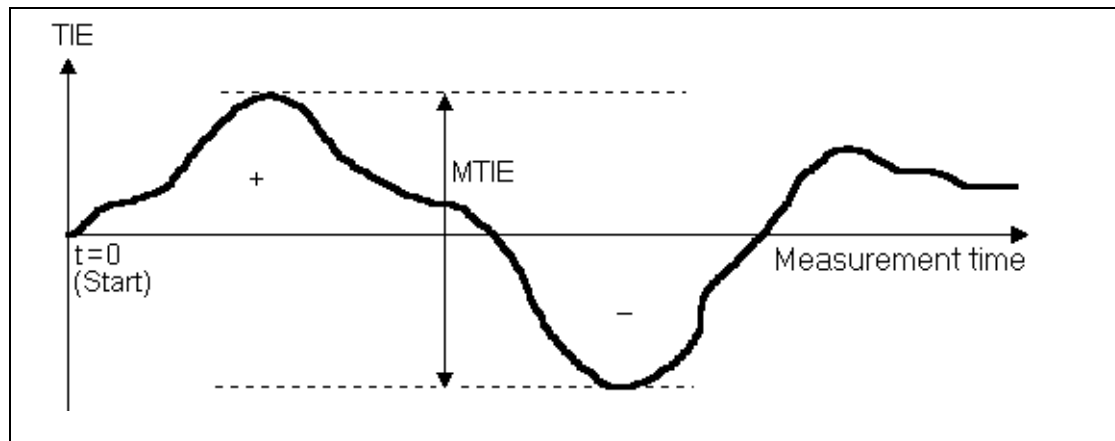


Bild TD-6 Beispiel: Wander-Messung über der Meßzeit

7.5 Genauigkeit***

Der angegebene Meßfehler gilt nach einer Anwärmzeit des ANT-20 von mindestens 30 Minuten und unter einer maximalen Umgebungstemperaturänderung von 5 K.

TIE-Gesamtfehler für jede TIE-Messung

über ein Beobachtungsintervall τ $< \pm 5\%$ des TIE-Meßwertes $\pm Z_0$

Z_0 gemäß folgender Tabelle:

Z_0 (τ)/ns	Beobachtungsintervall τ /s
$2,5 + 0,0275 \tau$	$0,05 \leq \tau \leq 1000$
$29 + 0,001 \tau$	$\tau > 1000$

Tabelle TD-27 Fehler Z_0

7.6 Speicherplatzbedarf

Überprüfen Sie vor dem Start einer Langzeit-Wander-Messung die verfügbare Speicherkapazität Ihrer Festplatte. Die Software des ANT-20 errechnet anhand der gewählten Gate-Time und der gewählten Abtastrate den zu erwartenden Platzbedarf auf der Festplatte. Wenn nicht genügend Speicherplatz vorhanden ist, wird eine Warnmeldung ausgegeben.

Abtastrate	Speicherplatzbedarf
1/s	ca. 58 kByte/h
30/s	ca. 1,65 MByte/h
60/s	ca. 3,3 MByte/h
300/s	ca. 16,5 MByte/h

Tabelle TD-28 Speicherplatzbedarf in Abhängigkeit von der Abtastrate

8 Messung der Wanderverträglichkeit

nur mit Option BN 3035/90.81 **und** BN 3035/90.85 möglich

8.1 Maximum Tolerable Wander (MTW)

Hinweis: In der Betriebsart MTW wird der Sender des ANT-20 üblicherweise extern synchronisiert. Dazu schließen Sie an Buchse [25] ein entsprechendes Referenzsignal an. Beachten Sie hierzug die "Technischen Daten" des Grundgerätes. Wird bei der MTW-Messung die interne Taktquelle verwendet, so wird beim Start der MTW-Messung eine entsprechende Meldung ausgegeben.

Nach Start der Messung werden einstellbare Kombinationen von Wanderamplituden und Wanderfrequenzen eingestellt. Das Ausgangssignal wird dabei für jeweils eine Periode der Wanderfrequenz moduliert. Der Meßpunkt wird anschließend mit "OK" (keine Alarmer und Bitfehler) oder "Failed" (Alarmer oder Bitfehler) gekennzeichnet.

Fehlerquelle wählbar

SDH TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
Code, B1, B2, B3, MS-REI, MS-RDI,
HP-REI, HP-RDI, LP-REI, LP-RDI

SONET TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
Code, B1, B2, B3, REI-L, REI-P, REI-V,
RDI-L, RDI-P, RDI-V

Fehlerschwelle 0 bis 999999

Meßverzögerung (Wartezeit) 0,1 bis 999 s

Einstellbare Wanderfrequenzen
(Scanfrequenzen) und Wanderamplituden siehe Bild TD-5, Seite TD-26

Anzeige Wertetabelle

Voreinstellungen

Bitrate in kbit/s	f1 / A1 in Hz/UI	f2 / A2 in Hz/UI	f3 / A3 in Hz/UI	f4 / A4 in Hz/UI	f5 / A5 in Hz/UI	f6 / A6 in Hz/UI	relevante Normen
1544	0,014/17	0,16/15	0,16/15	0,19/13	3,9/13	10/5	ITU-T G.824
2048	0,00488/36,9	0,01/18	1,67/18	10/3	-	-	ITU-T G.823
6312	0,01/24,4	0,03/18,9	0,1/14,4	03/11,2	1/8,5	10/5	ITU-T G.824
8448	-	-	-	-	-	-	-
34368	0,01/137,5	0,032/137,5	0,13/34,4	4,4/34,4	10/15,1	-	ITU-T G.823
44736	0,01/120,7	0,03/96,1	0,1/81	0,3/73,2	1,675/65,7	10/11	ITU-T G.824
51840	0,016/103,7	0,05/33,2	0,13/13	10/13	-	-	ITU-T G.813 (Option 1)
139264	0,01/557	0,032/557	0,13/139,3	2,2/139,3	10/30,6	-	ITU-T G.823
155520	0,016/311	0,05/99,5	0,13/38,9	10/38,9	-	-	ITU-T G.813 (Option 1)
622080	0,016/1244	0,5/398	0,13/155,5	10/155,5	-	-	ITU-T G.813 (Option 1)

Tabelle TD-29 Einstellwerte der Wanderfrequenz und der Wanderramplitude bei der MTW-Messung

Hinweis: Die Masken in den angegebenen Normen beginnen i. a. bei tieferen Frequenzen (z. B. 12 μ Hz). Diese tieferen Wanderfrequenzen setzen z. T. sehr lange Meßzeiten voraus. Um die Meßzeiten zu verkürzen, sind deshalb die unteren Frequenzpunkte weggelassen. Wenn Sie trotzdem an diesen Meßpunkten messen wollen, ändern Sie die entsprechenden Default-Einstellungen.

Notizen:

Technische Daten O.172 Jitter/Wander (2488-Mbit/s-Schnittstelle)

Diese technische Daten umfassen die Optionen:

- BN 3035/90.88 Jittergenerator/Jitteranalysator
- BN 3035/90.87 Wandergenerator
- BN 3035/90.89 Wanderanalysator

Die Zahlen in eckigen Klammern [...] entsprechen denen, die am Gerät aufgeführt sind.

Kalibrierte Kenndaten sind mit *** markiert.

Normen

Die Jittererzeugung und die Jittermessung/Wander-Messung erfolgt in Übereinstimmung mit folgenden Normen:

- ITU-T G.825, O.172
- Bellcore GR-253
- ANSI T1.101, T1.105.03

1 Jittergenerator

erfüllt bzw. übertrifft die Anforderungen nach ITU-T O.172

1.1 Bitrate

Bitrate 2488320 kbit/s
 Maximale Verstimmung (Jitter Generator/Analyzer aktiv) ±50 ppm
 Modulationsquelle intern oder extern
 Kurvenform der Jittermodulation sinusförmig

1.2 Interne Modulationsquelle

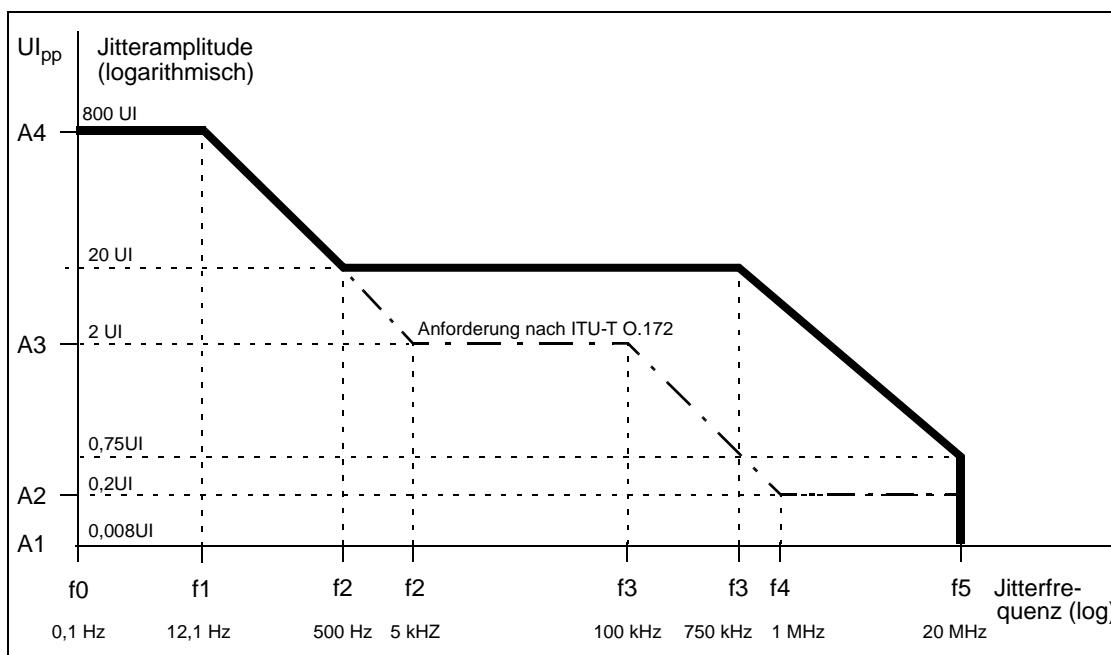


Bild TD-7 Jitteramplitude in Abhängigkeit von der Jitterfrequenz

Bitrate in kHz	Amplitude in UIpp				Frequenz in kHz					
	A1	A2	A3	A4	f0	f1	f2/f2	f3/f3	f4	f5
ANT-20	0,008	0,75	20	800	0,0001	0,0121	0,5	750	-	20000
ITU-T O.172	-	0,2	2	800	0,000125	0,0121	5	100	1000	20000

Tabelle TD-30 Jitteramplitude und Jitterfrequenz

Änderungszeitkonstante für Amplitudenänderungen <2 Sekunden

Änderungen der Modulation (Amplitude oder Frequenz) erfolgen ohne Phasensprünge.

Einstellschrittweite der Jitterfrequenz

0,1 Hz bis 1 MHz 0,1 Hz

über 1 MHz 1 Hz

Einstellschrittweite der Jitteramplitude 0,001 UI

1.3 Eingang für externe Modulationsspannung [50]

Buchse BNC

Eingangsimpedanz 75 Ω

Frequenzbereich 0,1 Hz bis 20 MHz

Nenneingangsspannungsbereich 0 bis 2,0 V_{pp} (8,2 dBm)

Zugehörige Jitteramplitude (bei 2,0 V_{pp}) einstellbar

Maximal zulässiger Eingangspegel 4,0 V_{pp} (14,2 dBm)

1.4 Fehlergrenzen

Die Fehlergrenzen erfüllen bzw. übertreffen die Anforderungen nach ITU-T O.172.

1.4.1 Amplitudenfehler***

Der Amplitudenfehler beschreibt die Abweichung von der eingestellten Amplitude bei sinusförmiger Modulation.

Maximale Abweichung $\pm Q\%$ des Einstellwertes $\pm 0,02$ UI_{pp}

Der Wert Q (Variable Error) ergibt sich aus folgender Tabelle:

Q (Variable Error) in %	Frequenzbereich in kHz
8	5 bis 500
12	500 bis 2000
15	2000 bis 20000
Unterhalb des jeweils angegebenen Frequenzbereichs gilt: Q = 12%	

Tabelle TD-31 Wert Q bei verschiedenen Modulationsfrequenzen

1.4.2 Intrinsic Jitter

Der Intrinsic Jitter gibt den maximalen Ausgangsjitter des ANT-20 bei einer eingestellten Amplitude von 0 UI an. Dabei wird eine Bandbreite zwischen den Filtern HP1 und LP (siehe Tab. TD-33, Seite TD-40) zugrunde gelegt.

Intrinsic Jitter 0,04 UI

1.4.3 Modulationsfrequenz

Genauigkeit der Modulationsfrequenz. $\pm 0,1\%$

2 Jitteranalysator

erfüllt bzw. übertrifft die Anforderungen nach ITU-T O.172

2.1 Bitrate

entsprechend der Bitrate des STM-16-/OC-48-Moduls

Bitrate2488320 kbit/s

Zulässige Verstimmung±20 ppm

Empfangscode NRZ (optisch)

2.2 Jittermeßbereich

Bereich 1 0 bis 2 UI_{pp}

Bereich 2 0 bis 32 UI_{pp}

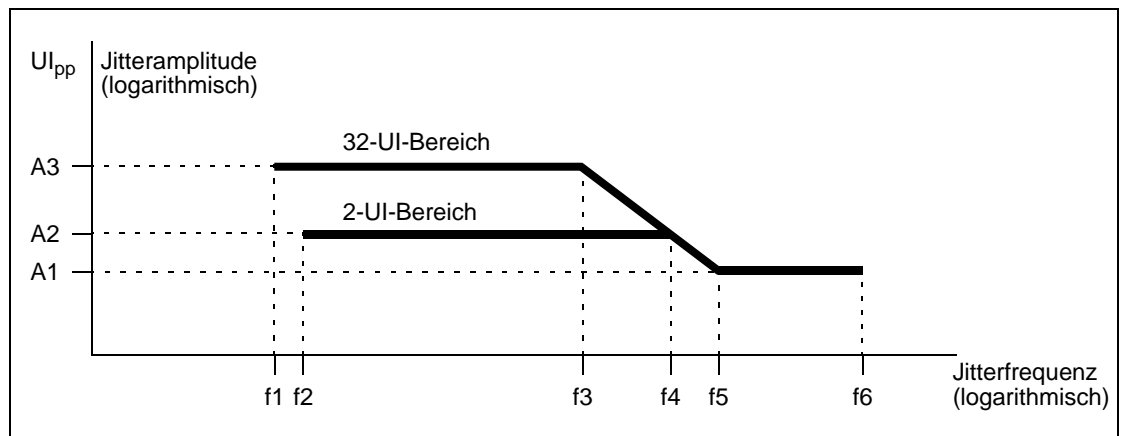


Bild TD-8 Jittermeßbereich

Amplitude in UI _{pp}			Frequenz in kHz					
A1	A2	A3	f1	f2	f3	f4	f5	f6
0,2	2	32	5 (0,01)	5 (0,08)	6,25	100	1000	20000

f1 = 10 Hz bei deaktiviertem 5- oder 12-kHz-Hochpaßfilter
 f2 = ca. 80 Hz bei deaktiviertem 5- oder 12-kHz-Hochpaßfilter

Tabelle TD-32 Jittermeßbereich

2.3 Bewertungsfilter nach ITU-T O.172

Hochpaßfilter 5 kHz, 12 kHz und 1000 kHz

Hochpaß-Filtercharakteristik 1. Ordnung (nach ITU-T O.172)

Tiefpaßfilter 20000 kHz

Tiefpaß-Filtercharakteristik Butterworth 3. Ordnung (nach ITU-T O.172)

Filtereigenschaften

-3dB-Grenzfrequenz-Toleranz $f_G \pm 10\%$

Maximale Dämpfung mindestens 60 dB

Voreinstellung der Filter nach ITU-T O.172 (Standardfilter):

HP1 + LP		HP2 + LP	
Hochpaß in kHz	Tiefpaß in kHz	Hochpaß in kHz	Tiefpaß in kHz
5	20000	1000	20000

Tabelle TD-33 Filtereinstellung nach ITU-T

Frequenzbereich ohne Hochpaß-Filter (unterer 3-dB-Punkt):

Bereich 1 ($2 U_{Ipp}$) 80 Hz

Bereich 2 ($32 U_{Ipp}$) 10 Hz

2.4 Demodulatorausgang [51]

Buchse BNC

Innenwiderstand 75 Ω

Ausgangsspannung (mit 75- Ω -Abschluß)

Bereich 1 ($2 U_{Ipp}$) 1V/UI

Bereich 2 ($32 U_{Ipp}$) 62,5 mV/UI

2.5 Meßwertanzeige

Gemessen wird die positive und negative Jitteramplitude.

Current Values (momentaner Meßwert)

Der momentane Meßwert wird dauernd angezeigt oder grafisch dargestellt.

Jitter peak-peak Jitter-Spitze-Spitze-Wert

Jitter +peak. positiver Jitterspitzenwert

Jitter -peak negativer Jitterspitzenwert

Anzeigemittelung für Current Values (auswählbar) off, 1, 2, 3, 4, 5 Sekunden

Auflösung der Anzeige (momentaner Meßwert)

im Bereich 1 (2 UI_{pp}) 0,001 UI_{pp}

im Bereich 2 (32 UI_{pp}) 0,01 UI_{pp}

Anzeigebereich 1 (grafische Darstellung)

Jitter peak-peak 2 UI_{pp}

Jitter +peak/-peak. ±1 UI_p

Anzeigebereich 2 (grafische Darstellung)

Jitter peak-peak 32 UI_{pp}

Jitter +peak/-peak. ±16 UI_p

Max. Values (maximaler Meßwert)

Der maximale Meßwert wird nur angezeigt, wenn im "Application Manager" eine Messung gestartet wurde.

Jitter peak-peak Jitter-Spitze-Spitze-Wert im Meßintervall

Jitter +peak. positiver Jitterspitzenwert im Meßintervall

Jitter -peak negativer Jitterspitzenwert im Meßintervall

Auflösung der Anzeige (maximaler Meßwert)

im Bereich 1 (2 UI_{pp}) 0,001 UI_{pp}

im Bereich 2 (32 UI_{pp}) 0,01 UI_{pp}

2.6 Fehlergrenzen des angezeigten Jitters

Die Fehlergrenzen des angezeigten Jitters entsprechen der ITU-T-Empfehlung O.172.

Die angegebenen Fehlergrenzen gelten unter folgenden Bedingungen:

- Optischer Pegel im Bereich -10 dBm bis -12 dBm (scrambled NRZ)
- Strukturierte Signale (gerahmte Signale gemäß ITU-T O.172)
- Sinusförmige Modulation
- Standardfilter HP1 + LP bzw. HP2 + LP gemäß Kap. 2.3, Seite TD-40, Tabelle TD-33

Der Gesamtmeßfehler setzt sich aus folgenden Einzelfehlern zusammen (additiv):

- Meßfehler bei der Bezugsfrequenz (siehe Kap. 2.6.1, Seite TD-42)
- Frequenzgangfehler (siehe Kap. 2.6.2, Seite TD-43)
- Abweichung des Filterfrequenzgangs vom nominalen Verlauf (siehe Kap. 2.3, Seite TD-40)

2.6.1 Meßgenauigkeit

Der angegebene Meßfehler gilt unter folgenden Bedingungen:

- Bezugsfrequenz: 100 kHz
- Der angegebene Meßfehler gilt im kleinen Meßbereich uneingeschränkt und im großen Meßbereich für Werte >1 UI.

Maximaler Meßfehler*** (ohne Frequenzgangfehler) ±5% des Meßwerts ± W

Der Wert W (Fixed Error) ergibt sich aus folgenden Tabellen:

Filter HP1 + LP	Filter HP2 + LP	HP 80 Hz + LP	HP 10 Hz + LP
W in UI	W in UI	W in UI	W in UI
0,1	0,05 ¹	0,2	0,3
1 Nachgewiesen ohne Modulation			

Tabelle TD-34 Wert W (Fixed Error)

Zusätzlicher Fehler bei optischen Signalen mit Pegel >-10 dBm bzw. <-12 dBm typisch ≤0,05 UI

2.6.2 Frequenzgangfehler***

Bei Frequenzen, die nicht gleich der Bezugsfrequenz sind, können zusätzlich zum angegebenen Meßfehler folgende Frequenzgangfehler auftreten:

Frequenzgangfehler entsprechend ITU-T O.172, Tabelle 10

Bezugsfrequenz 100 kHz

Zusätzlicher Fehler	Frequenzbereich ¹ in kHz
±2%	1 bis 300
±3%	300 bis 1000
±5%	1000 bis 3000
±10%	3000 bis 10000
±15%	10000 bis 20000
1 Unterhalb des angegebenen Frequenzbereichs wird der dort gültige Fehler fortgeschrieben	

Tabelle TD-35 Frequenzgangfehler

Der angegebene Frequenzgangfehler gilt für eine Jitteramplitude von $0,15 U_{Ipp}$ und einen Umgebungs-Temperaturbereich von $(+23 \pm 10) ^\circ\text{C}$.

2.7 RMS-Jitter

Wertebereich und Auflösung

	2-UI-Bereich (Peak - Peak)	32-UI-Bereich (Peak - Peak)
RMS-Wertebereich	0 bis 1 UI	0 bis 16 UI
Auflösung	0,001 UI	0,01 UI

Tabelle TD-36 Wertebereich und Auflösung

Meßgenauigkeit

Gültig bei Anwendung des 12-kHz-RMS-Filters und Nominalsignalen.

2-UI-Bereich ±5% des Meßwertes ± 0,01 UI

32-UI-Bereich ±5% des Meßwertes ± 0,1 UI

Integrationszeit 1, 2, 5, 10, 20, 40, 80 Sekunden (einstellbar)

Voreinstellung 1 Sekunde

2.8 Phasehits

Wenn das demodulierte Jittersignal eine einstellbare positive Schwelle überschreitet oder eine negative Schwelle unterschreitet, so wird dies als Ereignis gezählt. Die Ereignisse werden durch getrennte Zähler erfasst. Der Zählerstand gibt die aktuelle Anzahl der Schwellenüber- und -unterschreitungen der Messung an.

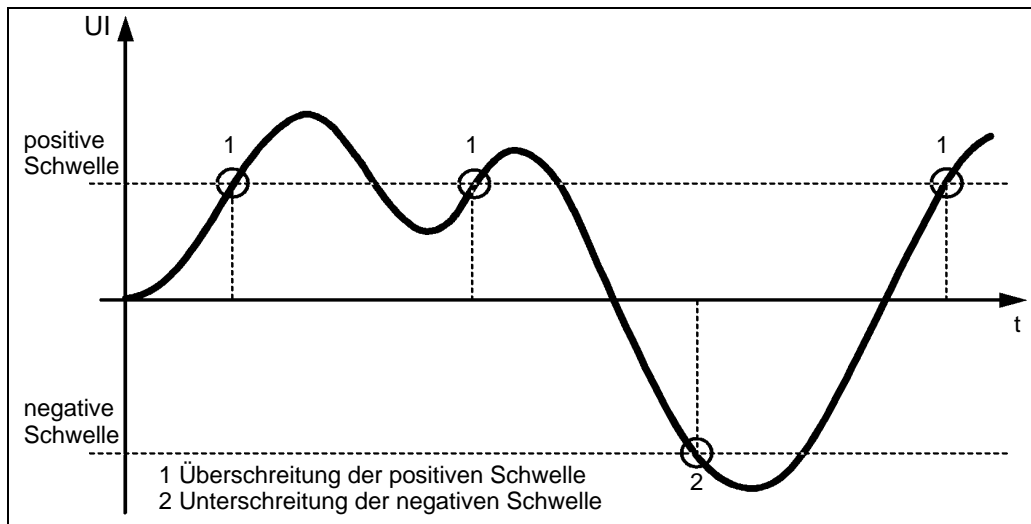


Bild TD-9 Beispiel: Demoduliertes Jittersignal (Jitter-Zeit-Funktion)

Anzeige

- Zählwert für die Überschreitung der positiven Schwelle
- Zählwert für die Unterschreitung der negativen Schwelle

Eingabe der Schwellen (positive und negative Schwellen)

Wertebereich im Bereich 1 ($2 U_{Ipp}$)	$0,1 U_{Ip}$ bis $1 U_{Ip}$
Schrittweite	$0,1 U_{Ip}$
Wertebereich im Bereich 2 ($32 U_{Ipp}$)	$0,1 U_{Ip}$ bis $16 U_{Ip}$
Schrittweite	$0,1 U_{Ip}$

Alarme

Alarme LTI (Synchronisationsausfall) und Netzausfall

Während eines Alarms werden die Zähler gestoppt. Die Zählung wird fortgesetzt, wenn der Alarm beendet ist und die Gate-Zeit noch nicht abgelaufen ist. Das Auftreten eines Alarms wird durch ein gelbes Warnzeichen vor dem Meßergebnis angezeigt. Das Warnzeichen wird gelöscht, wenn eine neue Messung gestartet wird.

Maximale Zählfrequenz ca. 20 kHz (Sinus)

Fehlergrenze der Schwelleneinstellung $\pm 5\%$ des Schwellwertes,
zuzüglich der Fehler des Jittermessers

3 Messung der Jitterverträglichkeit

3.1 Fast Maximum Tolerable Jitter (F-MTJ)

Nach Start der Messung werden einstellbare Kombinationen von Jitteramplituden und Jitterfrequenzen eingestellt. Der Meßpunkt wird anschließend mit "OK" (keine Alarme und Bitfehler) oder "Failed" (Alarme oder Bitfehler) gekennzeichnet. Die Voreinstellungen in der Tabelle stellen die Eckpunkte der in den ITU-T-Empfehlungen angegebenen Grenzkurven dar.

Fehlerquelle wählbar

SDH TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
B1, B2, B3, MS-REI, MS-RDI,
HP-REI, HP-RDI, LP-REI, LP-RDI

SONET TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
B1, B2, B3, REI-L, REI-P, REI-V,
RDI-L, RDI-P, RDI-V

Fehlerschwelle 0 bis 999999

Meßverzögerung (Erholzeit) 0,1 bis 999 s

Einstellbare Jitterfrequenzen (Scan-Frequenzen)

und Jitteramplituden siehe Tab. TD-30, Seite TD-36

Anzeige Wertetabelle

Voreinstellungen

f1 / A1 in kHz/UI _{pp}	f2 / A2 in kHz/UI _{pp}	f3 / A3 in kHz/UI _{pp}	f4 / A4 in kHz/UI _{pp}	f5 / A5 in kHz/UI _{pp}
0,012/622	5/1,5	100/1,5	1000/0,15	20000/0,15

Tabelle TD-37 Einstellwerte der Jitterfrequenz und der Jitteramplitude bei der Fast-MTJ-Messung

Die Voreinstellungen in der Tabelle stellen die Eckpunkte der in der ITU-T-Empfehlung G.825 angegebenen Grenzkurve dar.

3.2 Maximum Tolerable Jitter (MTJ)

Nach Start der Messung wird die Jitteramplitude des Digitalsignals so lange geändert, bis der Bitfehlermesser die Überschreitung einer vorgegebenen Schwelle erkennt. Es wird derjenige Meßpunkt als Jitterverträglichkeitswert ausgegeben, der um ein Suchinkrement niedriger liegt.

Fehlerquelle wählbar

SDH TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
 B1, B2, B3, MS-REI, MS-RDI,
 HP-REI, HP-RDI, LP-REI, LP-RDI
 SONET TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
 B1, B2, B3, REI-L, REI-P, REI-V,
 RDI-L, RDI-P, RDI-V

Fehlerschwelle..... 0 bis 999999

Meßverzögerung (Erholzeit) 0,1 bis 999 s

Gate-Zeit 1 bis 60 s

Die Jitterfrequenzen (Scan-Frequenzen) können vom Benutzer in Form von bis zu 20 frei programmierbaren Frequenzen im Bereich von 0,1 Hz bis 20 MHz definiert werden.

Anzeige Wertetabelle oder doppelt logarithmische Grafik

Zusätzlich ist die Einblendung von Toleranzmasken möglich.

Voreingestellte Scan-Frequenzen

f1 in kHz	f2 in kHz	f3 in kHz	f4 in kHz	f5 in kHz	f6 in kHz	f7 in kHz	f8 in kHz	f9 in kHz	f10 in kHz
0,012	0,1	1	5	20	100	500	1000	5000	20000

Tabelle TD-38 Voreingestellte Scan-Frequenzen

Voreingestellte Toleranzmaske

f1 / A1 in kHz/UI _{pp}	f2/A2 in kHz/UI _{pp}	f3 / A3 in kHz/UI _{pp}	f4 / A4 in kHz/UI _{pp}	f5 / A5 in kHz/UI _{pp}
0,012/1/622	5/1,5	100/1,5	1000/0,15	20000/0,15

Tabelle TD-39 Voreingestellte Toleranzmaske



4 Messung der Jitterübertragungsfunktion

4.1 Jitter Transfer Function (JTF)

Nach dem Start einer Messung wird nacheinander bei den vorgewählten Jitterfrequenzen eine vom Benutzer wählbare Amplitude eingestellt. Der Jitteranalysator ermittelt dazu den vom Prüfling übertragenen Jitter. Der Jitter wird selektiv gemessen, d.h. mit einem auf die Modulationsfrequenz abgestimmten Bandpaßfilter. Damit wird sichergestellt, daß Störfrequenzen, die außerhalb der Bandbreite des Bandpaßfilters liegen, das Meßergebnis nicht beeinträchtigen.

Aus dem logarithmischen Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsjitter wird punktweise die Jitterübertragungsfunktion berechnet:

$$\text{Jitterübertragungsfunktion } H(f_j) = 20 \lg \frac{\text{Ausgangsjitter}}{\text{Eingangsjitter}}$$

Durch eine Kalibrierungsmessung, die entweder vor jeder Messung durchgeführt wird (empfohlen) oder die abgespeichert werden kann, wird eine größtmögliche Meßgenauigkeit erreicht. Dazu wird während einer Schleifenmessung (Verbindung TX - RX) der Eigenfehler des Analysators bei jeder gewählten Scanfrequenz ermittelt. Bei der anschließenden Messung des Prüflings werden die Ergebnisse um den Eigenfehler korrigiert.

Einstellbare Sendejitter siehe Kap. 1, Seite TD-36

Meßbereich fest eingestellt 32 UI für f <1 kHz,
4 UI für f ≥1 kHz

Meßverzögerung (Erholzeit)..... 0,1 bis 999 s

Filterbandbreite (-3 dB) 10 Hz

Die Jitterfrequenzen (Scan-Frequenzen) können vom Benutzer in Form von bis zu 20 frei programmierbaren Frequenzen im Bereich von 10 Hz bis 20 MHz definiert werden.

Anzeige Wertetabelle oder doppelt-logarithmische Grafik

Zusätzlich ist die Einblendung von Toleranzmasken möglich.

Voreingestellte Scan-Frequenzen und Amplituden nach ITU-T G.825 und Bellcore GR-253

f1/Ampl. (kHz/UI)	f2/Ampl (kHz/UI)	f3/Ampl (kHz/UI)	f4/Ampl (kHz/UI)	f5/Ampl (kHz/UI)	f6/Ampl (kHz/UI)	f7/Ampl (kHz/UI)	f8/Ampl (kHz/UI)
0,1/15	1/3,0	10/1,5	100/1,5	500/0,3	2000/0,15	5000/0,15	20000/0,15

Tabelle TD-40 Voreingestellte Scan-Frequenzen und Amplituden

Die voreingestellten Scan-Frequenzen und -Amplituden liegen auf bzw. unterhalb der in den jeweiligen Normen angegebenen Grenzkurven der Jitterverträglichkeit. Dadurch wird gewährleistet, daß die JTF-Messung nicht mit unzulässig hohem Jitter durchgeführt wird.

Voreingestellte Toleranzmaske nach ITU-T G.958, Bellcore GR-253 und ANSI T1.105.03

Frequenz in kHz	f1 = 0,01	f2 = 2000	f3 = 20000
Maximaler Pegel in dB	0,1	0,1	-19,9
Minimaler Pegel in dB	-99,9	-99,9	-99,9

Die voreingestellte untere Toleranzmaske (min. dB) ist in allen Fällen -99,9 dB und ist in der Grafik nicht sichtbar.

4.2 Meßfehler (typisch)

Der Gesamtfehler F_{Gesamt} setzt sich aus den Teilfehlern $F1 + F2 + F3$ zusammen.

$F1$ und $F2$ sind abhängig von der gesendeten Jitteramplitude ($F1$) und von der gemessenen Jitteramplitude ($F2$). Sie lassen sich aus dem nachfolgenden Diagramm ablesen.

$F3$ ist bis zu einem Maximalwert abhängig von der gemessenen Jitterdämpfung D (in dB).

Es gilt: **$F3 = D \cdot k$**

Hinweis: Der Wert $F3$ kann maximal so groß werden wie der Wert $F3_{\text{MAX}}$.

k	$F3_{\text{MAX}}$
0,1	2 dB

Tabelle TD-41 Faktor k und Maximalwert $F3_{\text{MAX}}$

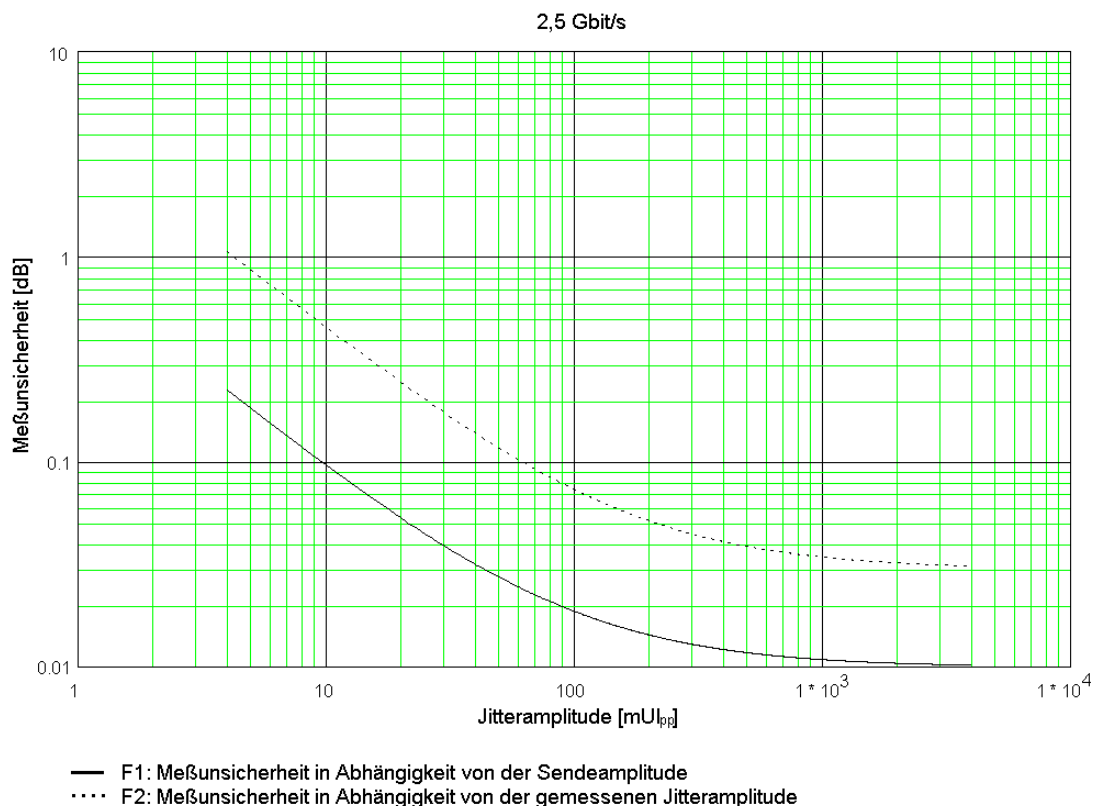


Bild TD-10 Meßunsicherheit bei 2,5 Gbit/s

Alle Angaben gelten unter folgenden Bedingungen:

- Optischer Nominalpegel
- Temperatur: 20 °C bis 26 °C
- Integrationszeit: 5 s
- Einschwingzeit (Settling Time): 1 s
- Anwärmzeit für das Gesamtgerät: 30 Minuten
Zusätzlich muß die Bitrate 2488 Mbit/s für mindestens fünf Minuten eingeschaltet sein.
- Kalibrierung unmittelbar vor der Messung
- Jitteramplitude am Jittermesser: 4 mUI bis 4 UI
- Frequenzbereich: 1 kHz bis 20 MHz

Beispiel

Bei einer Sendeamplitude von 1000 mUI_{pp} wird eine Jitterübertragung von -21 dB gemessen.

Um den Gesamtfehler zu berechnen, werden die Fehler F1 und F2 aus Bild TD-10 abgelesen. Der Fehler F3 wird nach oben stehender Formel berechnet (k wird aus der Tabelle TD-41 entnommen).

$$F1 = 0,011 \text{ dB (aus Bild TD-10)}$$

Aus der Jitterübertragungsfunktion errechnet sich ein gemessener Jitter von ca. 90 mUI.

$$H(f_j) = 20 \lg \frac{\text{gemessener Jitter}}{\text{gesendeter Jitter}} = 20 \lg \frac{x}{1000 \text{ mUI}} = -21 \text{ dB}$$

Mit diesem Wert kann F2 aus Bild TD-10 abgelesen werden.

$$F2 = 0,08 \text{ dB (aus Bild TD-10)}$$

$$F3 = 21 \text{ dB} \cdot 0,1 = 2,1 \text{ dB}$$

Der Wert für F3 ist größer als der Wert F3_{MAX} aus Tabelle TD-41 (2,0 dB). Daher wird der Wert F3_{MAX} = 2,0 dB für F3 verwendet.

$$F_{\text{Gesamt}} = \underset{\substack{| \\ \text{F1}}}{0,011 \text{ dB}} + \underset{\substack{| \\ \text{F2}}}{0,08 \text{ dB}} + \underset{\substack{| \\ \text{F3}}}{2,0 \text{ dB}} = \mathbf{2,091 \text{ dB}}$$

5 Wander-Erzeugung

nur mit Option BN 3035/90.88 **und** BN 3035/90.87 **und** BN 3035/90.81

5.1 Bitrate

Bitrate 2488320 kbit/s
 Kurvenform der Wandermodulation..... sinusförmig
 Frequenzbereich 10 µHz bis 10 Hz
 Einstellschrittweite der Wanderfrequenz 1 µHz
 Amplitudenbereich..... 0,1 UI bis 200000 UI
 Einstellschrittweite der Wanderamplitude 0,1 UI

5.2 Wanderamplitude, Wanderfrequenz und Taktverstimmung

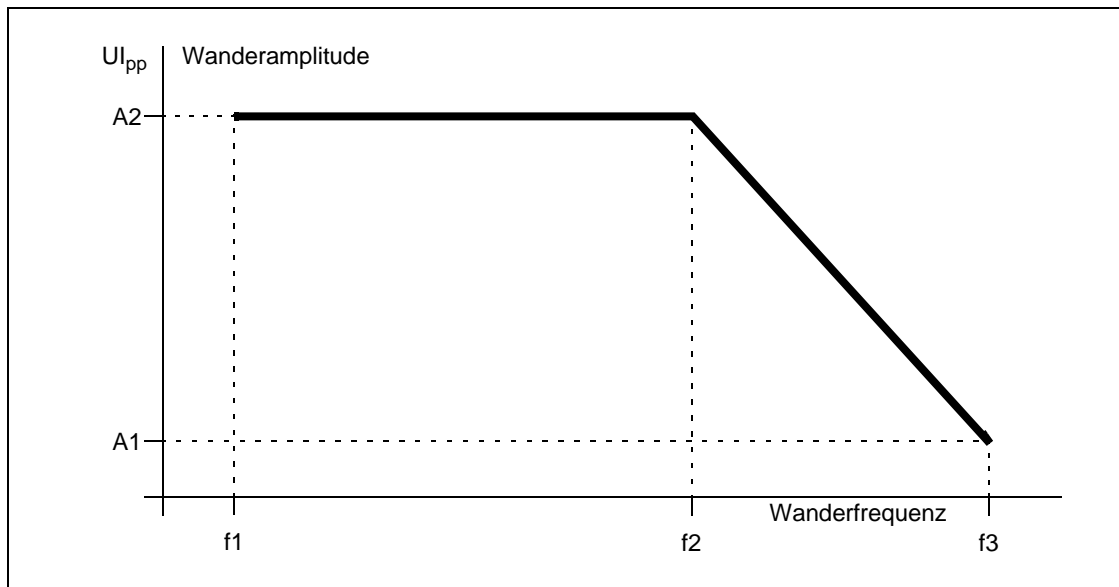


Bild TD-11 Maximale Wanderamplitude in Abhängigkeit von der Wanderfrequenz mit der Taktverstimmung als Parameter

Taktverstimmung	A1 in UI	A2 in UI	f1 in µHz	f2 in Hz	f3 in Hz
0 ppm	2340	200000	10	0,117	10
50 ppm	390	200000	10	0,0195	10

Tabelle TD-42 Maximale Wanderamplitude in Abhängigkeit von der Wanderfrequenz mit der Taktverstimmung als Parameter

Die Maximalwerte der Amplituden-/Frequenzkombinationen, die eingestellt werden können, sind von der Taktverstimmung abhängig.

Bei gegebener Modulationsfrequenz ergibt sich die maximal einstellbare Amplitude als der kleinere Wert von 200000 UI oder dem Wert, der sich aus der folgenden Formel errechnet:

$$A_{\max} = \frac{23400 - 390 \times \Delta f}{f_{\text{mod}}}$$

A_{\max} = maximal einstellbare Amplitude in UI

Δf = Betrag der Taktverstimmung in ppm

f_{mod} = Modulationsfrequenz in Hz

5.3 Fehlergrenzen

5.3.1 Amplitudenfehler

Der Amplitudenfehler beschreibt die Abweichung von der eingestellten Amplitude bei sinusförmiger Modulation.

Maximale Abweichung $\pm 8\%$ des Einstellwertes $\pm 0,02 \text{ UI}_{\text{pp}}$

5.3.2 Intrinsic Jitter/Wander

Der Intrinsic Jitter/Wander gibt den maximalen Ausgangsjitter/-wander des ANT-20 bei einer eingestellten Amplitude von 0 UI an. Dabei wird eine Bandbreite zwischen den Filtern HP1 und LP (siehe Tab. TD-33, Seite TD-40) zugrunde gelegt.

Intrinsic Jitter/Wander 0,04 UI

5.3.3 Modulationsfrequenz

Genauigkeit der Modulationsfrequenz $\pm 0,1\%$

5.4 Synchronisation

In der Betriebsart Wandergenerator wird der Sender des ANT-20 üblicherweise extern synchronisiert. Dazu schließen Sie an Buchse [25] ein entsprechendes Referenzsignal an. Beachten Sie hierzu auch die "Technischen Daten" des Grundgeräts.

6 Wander-Messung

nur mit Option BN 3035/90.88 **und** BN 3035/90.89 möglich

6.1 Referenztakt [54]

Tip: Sie können eine Wander-Messung nur mit externem Referenztakt durchführen!
Für diesen sind die unten genannten Taktfrequenzen und Eingangspegel zulässig.

Buchse BNC
 Eingangsimpedanz 75 Ω
 Taktfrequenzen 1,544; 2,048; 5; 10 MHz
 Zulässiger Eingangspegel 0,5 bis 5 V_{pp}
 Überwachung LTI (Loss of Timing Information)

6.2 Meßbereich

Wander-Amplitudenbereich ±1 x 10⁶ s
 Maximal zulässige Phasenänderungsgeschwindigkeit
 Abtastrate 1/s 1000 UI/s
 Abtastrate ≥ 30/s 10000 UI/s

Der Wanderfrequenzbereich wird nach oben hin durch ein Tiefpaßfilter erster Ordnung begrenzt. Das Tiefpaßfilter wird in Abhängigkeit von der gewählten Abtastrate automatisch umgeschaltet.

Abtastrate	Tiefpaßfilter/f _G
1/s	0,1 Hz
30/s	10 Hz
60/s	20 Hz
300/s	100 Hz

Tabelle TD-43 Tiefpaßfilter in Abhängigkeit von der Abtastrate

Tiefpaßfilter

- Filtercharakteristik Tießpaß erster Ordnung
- Meßbandbreite 0 Hz bis f_G
- Abweichung -3-dB-Grenzfrequenz $f_G \pm 10\%$
- Maximale Dämpfung mindestens 30 dB
- Welligkeit im Durchlaßbereich 1 Hz bis 10 Hz
(bezogen auf die Dämpfung bei 0,1 Hz) $<\pm 0,2$ dB

6.3 Meßwertanzeige

- Anzeige der Meßwerte in Sekunden
- TIE (Momentanwert) numerisch und graphisch
- MTIE (maximale Differenz) numerisch

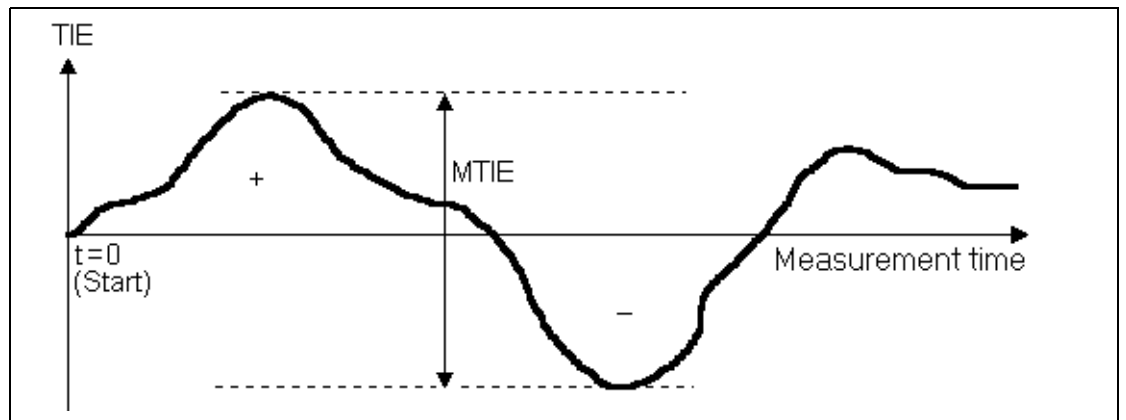


Bild TD-12 Beispiel: Wander-Messung über der Meßzeit

6.4 Genauigkeit

Der angegebene Meßfehler gilt nach einer Anwärmzeit des ANT-20 von mindestens 30 Minuten und unter einer maximalen Umgebungstemperaturänderung von 5 K.

- TIE-Gesamtfehler für jede TIE-Messung über ein Beobachtungsintervall τ $<\pm 5\%$ des TIE-Meßwertes $\pm Z_0$

Z_0 gemäß folgender Tabelle:

Z_0 (τ)/ns	Beobachtungsintervall τ /s
$2,5 + 0,0275 \tau$	$0,05 \leq \tau \leq 1000$
$29 + 0,001 \tau$	$\tau > 1000$

Tabelle TD-44 Fehler Z_0

6.5 Speicherplatzbedarf

Überprüfen Sie vor dem Start einer Langzeit-Wander-Messung die verfügbare Speicherkapazität Ihrer Festplatte. Die Software des ANT-20 errechnet anhand der gewählten Gate-Time und der gewählten Abtastrate den zu erwartenden Platzbedarf auf der Festplatte. Wenn nicht genügend Speicherplatz vorhanden ist, wird eine Warnmeldung ausgegeben.

Abtastrate	Speicherplatzbedarf
1/s	ca. 58 kByte/h
30/s	ca. 1,65 MByte/h
60/s	ca. 3,3 MByte/h
300/s	ca. 16,5 MByte/h

Tabelle TD-45 Speicherplatzbedarf in Abhängigkeit von der Abtastrate



7 Messung der Wanderverträglichkeit

nur mit Option BN 3035/90.88 **und** BN 3035/90.87 **und** BN 3035/90.81 möglich

7.1 Maximum Tolerable Wander (MTW)

Hinweis: In der Betriebsart MTW wird der Sender des ANT-20 üblicherweise extern synchronisiert. Dazu schließen Sie an Buchse [25] ein entsprechendes Referenzsignal an. Beachten Sie hierzug die "Technischen Daten" des Grundgerätes.
Wird bei der MTW-Messung die interne Taktquelle verwendet, so wird beim Start der MTW-Messung eine entsprechende Meldung ausgegeben.

Nach Start der Messung werden einstellbare Kombinationen von Wanderamplituden und Wanderfrequenzen eingestellt. Das Ausgangssignal wird dabei für jeweils eine Periode der Wanderfrequenz moduliert. Der Meßpunkt wird anschließend mit "OK" (keine Alarmer und Bitfehler) oder "Failed" (Alarmer oder Bitfehler) gekennzeichnet.

Fehlerquelle wählbar

SDH TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
B1, B2, B3, MS-REI, MS-RDI,
HP-REI, HP-RDI, LP-REI, LP-RDI
SONET TSE (Test Sequence Error, Bitfehler),
B1, B2, B3, REI-L, REI-P, REI-V,
RDI-L, RDI-P, RDI-V

Fehlerschwelle 0 bis 999999

Meßverzögerung (Wartezeit) 0,1 bis 999 s

Einstellbare Wanderfrequenzen
(Scanfrequenzen) und Wanderamplituden siehe Tab. TD-42, Seite TD-50

Anzeige Wertetabelle

Voreinstellungen

Bitrate in kbit/s	f1 / A1 in Hz/UI	f2 / A2 in Hz/UI	f3 / A3 in Hz/UI	f4 / A4 in Hz/UI	f5 / A5 in Hz/UI	f6 / A6 in Hz/UI	relevante Normen
2488320	0,016/4977	0,05/1593	0,13/622	10/622	-	-	ITU-T G.813 (Option 1)

Tabelle TD-46 Einstellwerte der Wanderfrequenz und der Wanderramplitude bei der MTW-Messung

Hinweis: Die Masken in den angegebenen Normen beginnen i.a. bei tieferen Frequenzen (z.B. 12 µHz). Diese tieferen Wanderfrequenzen setzen z.T. sehr lange Meßzeiten voraus. Um die Meßzeiten zu verkürzen, sind deshalb die unteren Frequenzpunkte weggelassen. Wenn Sie trotzdem an diesen Meßpunkten messen wollen, ändern Sie die entsprechenden Default-Einstellungen.

Notizen:

Stichwortverzeichnis

B

Bewertungsfilter TD-8, TD-40

D

Demodulatorausgang TD-9, TD-40

E

Erzeugung von Taktjitter und Taktwander B-5

F

Fehlergrenzen

Jitteranalysator TD-10, TD-42

Jittergenerator TD-4, TD-37

Phasehits TD-25, TD-44

Wander-Erzeugung TD-27, TD-51

F-MTJ (Fast MTJ) E-2, B-6, B-8, A-4, TD-16, TD-45

I

Intrinsic Jitter TD-27, TD-51

J

Jitter- und Wandermessung an Takten B-5

Jitteramplitude B-8, B-10, A-4, TD-2, TD-16, TD-17,
TD-36, TD-41, TD-45, TD-46

Jitteranalysator E-1, TD-6, TD-39

Jitterfrequenz B-6, B-8, B-10, A-4, A-6, TD-2,
TD-16, TD-17, TD-19, TD-36, TD-45, TD-46,
TD-47

Jittergenerator E-1, TD-2, TD-36

Jitterübertragungsfunktion E-2, B-9, B-10, A-7

Jitterverträglichkeit E-2, B-6, A-1, A-3, TD-16,
TD-17, TD-45, TD-46

JTF (Jitter Transfer Function) B-9, A-7, TD-19,
TD-47

K

Kalibrierungsmessung (JTF) B-9, B-10, A-7, TD-19,
TD-47

M

Modulationseingang TD-3, TD-37

MTIE B-11, B-12, A-19, A-20

MTIE/TDEV E-3

MTIE/TDEV Analysis A-20

MTJ (Max. Tolerable Jitter) E-2, B-6, B-8, A-1,
TD-17, TD-46

MTW (Maximum Tolerable Wander) E-4, B-14,
A-22, TD-32, TD-55

P

Phasehits E-3, B-1, A-11, TD-24, TD-44

R

Referenztakt (Wander) B-11, B-13, TD-28, TD-52

S

Spitzenwertanzeige TD-10, TD-41

T

Taktjitter B-5

TDEV (Time Deviation) A-20

TIE B-11, B-12, A-18, A-19, TD-30

W

Wander E-4, B-1, B-11, A-17, A-18, A-19

Wanderamplitude B-14, TD-32, TD-55

Wander-Analyse E-3

Wander-Analyse (MTIE/TDEV) A-19

Wander-Erzeugung TD-26, TD-50

Wanderfrequenz B-14, TD-26, TD-32, TD-50,
TD-55

Wander-Messung E-3, TD-28, TD-52

Wanderverträglichkeit B-14, TD-32, TD-55

Notizen: