IEC 61280-2-3

Edition 1.0 2009-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 2-3: Digital systems – Jitter and wander measurements

Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques – Partie 2-3: Systèmes numériques – Mesures des gigues et des dérapages

IEC 61280-2-3:2009

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.
If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.
Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub
The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.
- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.
- Electropedia: www.electropedia.org
The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.
- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm
Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.
- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub
Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.
- Electropedia: www.electropedia.org
Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.
- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

IEC 61280-2-3

Edition 1.0 2009-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

Fibre optic communication subsystem test procedures – Part 2-3: Digital systems – Jitter and wander measurements

Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques – Partie 2-3: Systèmes numériques – Mesures des gigues et des dérapages

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 33.180.01

ISBN 978-2-88910-476-5

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 5
1 Scope 7
1.1 Types of jitter measurements 7
1.2 Types of wander measurements 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 7
4 General considerations 11
4.1 Jitter generation 11
4.1.1 Timing jitter 11
4.1.2 Alignment jitter 11
4.1.3 Other effects 12
4.2 Effects of jitter on signal quality 12
4.3 Jitter tolerance 12
4.4 Waiting time jitter 13
4.5 Wander 14
5 Jitter test procedures 14
5.1 General considerations 14
5.1.1 Analogue method 14
5.1.2 Digital method 14
5.2 Common test equipment 15
5.3 Safety 16
5.4 Fibre optic connections 17
5.5 Test sample 17
6 Jitter tolerance measurement procedure 17
6.1 Purpose 17
6.2 Apparatus 17
6.3 BER penalty technique 17
6.3.1 Equipment connection 17
6.3.2 Equipment settings 18
6.3.3 Measurement procedure 18
6.4 Onset of errors technique 18
6.4.1 Equipment connection 18
6.4.2 Equipment settings 19
6.4.3 Measurement procedure 19
6.5 Jitter tolerance stressed eye receiver test 20
6.5.1 Purpose 20
6.5.2 Apparatus 20
6.5.3 Sinusoidal jitter template technique 20
7 Measurement of jitter transfer function 21
7.1 General 21
7.2 Apparatus 21
7.3 Basic technique 22
7.3.1 Equipment connection 22
7.3.2 Equipment settings 22
7.3.3 Measurement procedure 22
7.4 Analogue phase detector technique 23

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

7.4.1 Equipment connections 23
7.4.2 Equipment settings 23
7.4.3 Measurement procedure 24
7.4.4 Measurement calculations 24
8 Measurement of output jitter 24
8.1 General 24
8.2 Equipment connection 24
8.2.1 Equipment settings 24
8.2.2 Measurement procedure 24
8.2.3 Controlled data 25
9 Measurement of systematic jitter 25
9.1 Apparatus 25
9.2 Basic technique 25
9.2.1 Equipment connection 25
9.2.2 Equipment settings 26
9.2.3 Measurement procedure 26
10 BERT scan technique 27
10.1 Apparatus 29
10.2 Basic technique 29
10.2.1 Equipment connection 29
10.2.2 Equipment settings 29
10.2.3 Measurement process 29
11 Jitter separation technique 30
11.1 Apparatus 31
11.2 Equipment connections 31
11.3 Equipment settings 31
11.4 Measurement procedure 32
11.4.1 Sampling oscilloscope: 32
11.4.2 Real-time oscilloscope 32
12 Measurement of wander 33
12.1 Apparatus 33
12.2 Basic technique 33
12.2.1 Equipment connection 33
12.2.2 Equipment settings 34
12.2.3 Measurement procedure 35
13 Measurement of wander TDEV tolerance 35
13.1 Intent 35
13.2 Apparatus 35
13.3 Basic technique 35
13.4 Equipment connection 35
13.4.1 Wander TDEV tolerance measurement for the test signal of EUT 35
13.4.2 Wander TDEV tolerance measurement for timing reference signal of EUT 36
13.5 Equipment settings 36
13.6 Measurement procedure 37
14 Measurement of wander TDEV transfer 37
14.1 Apparatus 37
14.2 Equipment connection 37

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

14.2.1 Wander TDEV transfer measurement for the test signal of EUT 37
14.2.2 Wander TDEV transfer measurement for timing reference signal of EUT 37
14.3 Equipment settings 38
14.4 Measurement procedure 38
15 Test results 38
15.1 Mandatory information 38
15.2 Available information 39
Bibliography 40

Figure 1 – Jitter generation 11
Figure 2 – Example of jitter tolerance 13
Figure 3 – Jitter and wander generator 15
Figure 4 – Jitter and wander measurement 16
Figure 5 – Jitter stress generator 16
Figure 6 – Jitter tolerance measurement configuration: bit error ratio (BER) penalty technique 18
Figure 7 – Jitter tolerance measurement configuration: Onset of errors technique 19
Figure 8 – Equipment configuration for stressed eye tolerance test 20
Figure 9 – Measurement of jitter transfer function: basic technique 22
Figure 10 – Measurement of Jitter transfer: analogue phase detector technique 23
Figure 11 – Output jitter measurement 25
Figure 12 – Systematic jitter measurement configuration: basic technique 26
Figure 13 – Measurement of the pattern-dependent phase sequence xi 27
Figure 14 – BERT scan bathtub curves (solid line for low jitter, dashed line for high jitter) 28
Figure 15 – Equipment setup for the BERT scan 29
Figure 16 – Dual Dirac jitter model 31
Figure 17 – Equipment setup for jitter separation measurement 31
Figure 18 – Measurement of time interval error 32
Figure 19 – Synchronized wander measurement configuration 34
Figure 20 – Non-synchronized wander measurement configuration 34
Figure 21 – Wander TDEV tolerance measurement configuration for the test signal of EUT 36
Figure 22 – Wander TDEV tolerance measurement configuration for the timing signal of EUT 36
Figure 23 – Wander TDEV transfer measurement configuration for the test signal of EUT 37
Figure 24 – Wander TDEV transfer measurement configuration for the timing signal of EUT 38

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 2-3: Digital systems – Jitter and wander measurements

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

International Standard IEC 61280-2-3 has been prepared by subcommittee 86C: Fibre optic systems and active devices, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This bilingual version, published in 2010-02, corresponds to the English version.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
86C/885/FDIS	86C/905/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

A list of all parts of the IEC 61280-2 series, published under the general title *Fibre optic communication subsystem test procedures – Digital systems,* can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

FIBRE OPTIC COMMUNICATION SUBSYSTEM TEST PROCEDURES –

Part 2-3: Digital systems – Jitter and wander measurements

1 Scope

This part of IEC 61280 specifies methods for the measurement of the jitter and wander parameters associated with the transmission and handling of digital signals.

1.1 Types of jitter measurements

This standard covers the measurement of the following types of jitter parameters:

a) jitter tolerance
   1) sinusoidal method
   2) stressed eye method
b) jitter transfer function
c) output jitter
d) systematic jitter
e) jitter separation

1.2 Types of wander measurements

This standard covers the measurement of the following types of wander parameters:

a) non-synchronized wander
b) TDEV tolerance
c) TDEV transfer
d) synchronized wander

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60825-1, Safety *of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

ITU-T Recommendation G.813, *Timing characteristics of SDH equipment slave clocks (SEC)*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

NOTE See also IEC 61931.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

3.1
jitter
the short-term, non-cumulative, variation in time of the significant instances of a digital signal from their ideal position in time. Short-term variations in this context are jitter components with a repetition frequency equal to or exceeding 10 Hz

3.2
jitter amplitude
the deviation of the significant instance of a digital signal from its ideal position in time

NOTE For the purposes of this standard the jitter amplitude is expressed in terms of the unit interval (UI). It is recognized that jitter amplitude may also be expressed in units of time.

3.3
unit interval
UI
the shortest interval between two equivalent instances in ideal positions in time. In practice this is equivalent to the ideal timing period of the digital signal

3.4
jitter frequency
the rate of variation in time of the significant instances of a digital signal relative to their ideal position in time. Jitter frequency is expressed in Hertz (Hz)

3.5
jitter bandwidth
the jitter frequency at which the jitter amplitude has decreased by 3dB relative to its maximum value

3.6
alignment jitter
jitter created when the timing of a data signal is recovered from the signal itself

3.7
timing jitter
jitter present on a timing source

3.8
systematic jitter
jitter components which are not random and have a predictable rate of occurrence. Systematic jitter in a digital signal results from regularly recurring features in the digital signal, such as frame alignment data, and justification control data. This is sometimes referred to as deterministic jitter and is composed of periodic uncorrelated jitter and data dependent jitter

3.9
periodic uncorrelated jitter
a form of systematic jitter that occurs at a regular rate, but is uncorrelated to the data when the data pattern repeats. Periodic uncorrelated jitter will be the same independent of which edge in a pattern is observed over time. Sources of periodic uncorrelated jitter include switching power supplies phase modulating reference clocks or any form of periodic phase modulation of clocks that control data rates

3.10
inter-symbol interference jitter
caused by bandwidth limitations in transmission channels. If the channel bandwidth is low, signal transitions may not reach full amplitude before transitioning to a different logic state. Starting at a level closer to the midpoint between logic states, the time at which the signal edge then crosses a specific amplitude threshold can be early compared to consecutive identical digits which have reached full amplitude and then switch to the other logic state

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

3.11
duty cycle distortion
occurs when the duration of a logic 1 (0-1-0) is different from the duration of a logic 0 (1-0-1). For example, if the logic 1 has a longer duration, rising edges will occur early relative to falling edges, compared to their ideal locations in time

3.12
data dependent jitter
represents jitter that is correlated to specific bits in a repeating data pattern. That is, when a data pattern repeats, the jitter on any given signal edge will manifest itself in the same way for any repetition of the pattern. It is due to either duty cycle distortion and/or inter-symbol interference

3.13
waiting time jitter
applies to plesiochronous multiplexing and is defined as the jitter caused by the varying delay between the demand for justification and its execution

3.14
jitter tolerance
maximum jitter amplitude that a digital receiver can accept for a given penalty or alternatively without the addition of a given number of errors to the digital signal. The maximum jitter amplitude tolerated is generally dependent on the frequency of the jitter

3.15
jitter generation
process of adding jitter impairment to a data signal

3.16
input jitter
magnitude of the jitter occurring at a hierarchical interface or the input port of equipment or a device

3.17
output jitter
magnitude of the jitter occurring at a hierarchical interface or the output port of equipment or a device

3.18
jitter transfer
amount of jitter transferred from the input to the output of an equipment or device. It is usually expressed as a ratio (in dB) of the output jitter to the input jitter

3.19
total jitter
the summation (or convolution) of deterministic and random jitter. Total jitter is expressed as a peak value

3.20
jitter bathtub curve
display of bit-error-ratio as a function of the time location of the BERT error detector sampling point. The resulting curve is then a display of the probability that a data edge will be misplaced at or beyond a specific location (closer to the centre of a bit) within a unit interval

3.21
wander
long-term, non-cumulative, variation in time of the significant instances of a digital signal from their ideal position in time. Long-term variations in this context are jitter components with a repetition frequency less than 10 Hz

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

NOTE For the purpose of this document, the wander amplitude is expressed in units of time (s). It is recognised that wander amplitude may also be expressed in terms of unit interval (UI).

3.22
time interval error
TIE
difference between the measure of a time interval as provided by a clock and the measure of that same time interval as provided by a reference clock. Mathematically, the time interval error function TIE ($t;\tau$) can be expressed as:

$$TIE(t;\tau) = [T(t+\tau) - T(t)] - [Tref(t+\tau) - Tref(t)] = x(t+\tau) - x(t) \quad (1)$$

where τ is the time interval, usually called observation interval

3.23
maximum time interval error
MTIE
maximum peak-to-peak delay variation of a given timing signal with respect to an ideal timing signal within an observation time ($\tau = n\tau_0$) for all observation times of that length within the measurement period (T). It is estimated using the following formula:

$$MTIE(n\tau_0) \cong \max_{1\le k\le N-n}\left[\max_{k\le i\le k+n} x_i - \min_{k\le i\le k+n} x_i\right] \qquad n = 1,2\ldots N-1 \quad (2)$$

3.24
time deviation
TDEV or σx
measure of the expected time variation of a signal as a function of integration time. TDEV can also provide information about the spectral content of the phase (or time) noise of a signal. TDEV is in units of time. Based on the sequence of time error samples, TDEV is estimated using the following calculation:

$$TDEV(n\tau_0) \cong \sqrt{\frac{1}{6n^2(N-3n+1)}\sum_{j=1}^{N-3n+1}\left[\sum_{i=j}^{n+j-1}(x_{i+2n} - 2x_{i+n} + x_i)\right]^2} \qquad n = 1,2\ldots,\text{int}\ \ part\left(\frac{N}{3}\right) \quad (3)$$

where

x_i denotes time error samples;

N denotes the total number of samples;

τ_0 denotes the time error-sampling interval;

τ denotes the integration time, the independent variable of TDEV;

n denotes the number of sampling intervals within the integration time t.

3.25
bit error ratio
BER
number of bits received in error as a ratio of the total number of bits received

3.26
errored second
time of 1 s duration that contains one or more digital errors in a data stream

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

4 General considerations

4.1 Jitter generation

Jitter in a digital signal is generated by three basic processes which are briefly described below. The mathematical analysis of the jitter processes is complex and not within the scope of this standard. A comprehensive analysis and early mathematical treatise of the jitter processes is provided by [1][1].

4.1.1 Timing jitter

Jitter impairment of the original data timing clock. Even the most stable timing sources contain a certain amount of jitter, or unintended phase modulation or phase noise. In primary timing generators this impairment is exceedingly small, but is increased when such timing signals are distributed in a system. The effect of noise on the timing signal in a digital system is demonstrated in an exaggerated degree in Figure 1.

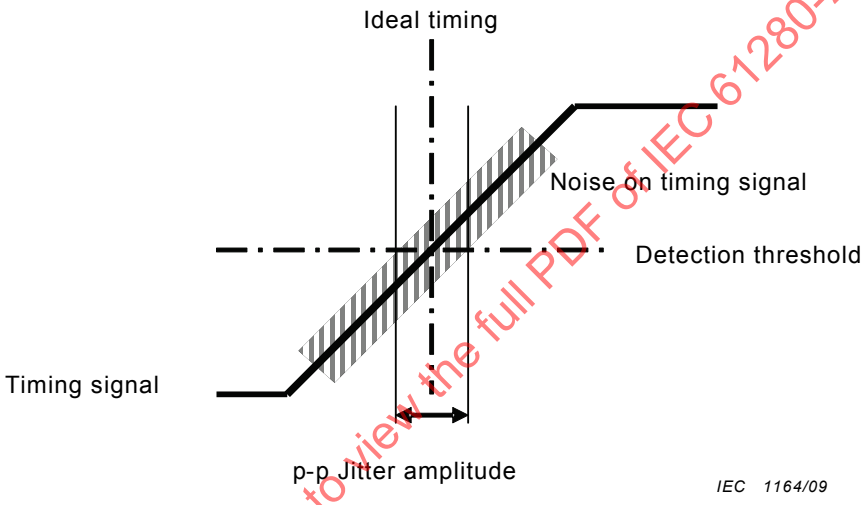


Figure 1 – Jitter generation

4.1.2 Alignment jitter

When a digital pattern is presented to a timing recovery circuit, the continuous variation of the digital pattern results in the creation of jitter in the recovered clock signal relative to the incoming data (alignment jitter). This effect, first analyzed and described in detail by [2] is the major cause of jitter generation. It means that the jitter components of the recovered clock signal are added to the data when they are retimed. The jitter bandwidth created by this process is the same as the analogue bandwidth of the clock recovery circuit used.

When the process is repeated at a similar equipment, the resultant clock signal shows increased jitter due to the addition of timing and alignment jitter. Thus, jitter is added to the data signal, and amplified at the next timing recovery operation. A repetition of this process, such as occurs in transmission links with many repeaters, or chains of add-drop multiplexers, can build up substantial jitter amplitudes; but as long as the bandwidth of the timing recovery process is the same or greater than the jitter bandwidth of the signal, the jitter will always be accommodated. An analysis of the accumulation of jitter in successive timing recovery operations was first published by [3]. The jitter buildup can be represented by an equation of the form:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

---

1 Figures in square brackets refer to the Bibliography.

$$\theta_n = \sum_{k=1}^{n} \theta_0(j\omega) \left(\frac{1}{1 + j\,\omega / B} \right)^k \quad (4)$$

The above equation yields a jitter power density spectrum which can be expressed in the form:

$$\phi_n \approx n^2 \left[\frac{\sin \frac{n}{2B}\omega}{\frac{n}{2B}\omega} \right]^2 \phi_0 \text{ for } \omega << B) \quad (5)$$

where

θ_n denotes the jitter amplitude after *n* timing recovery processes;

θ_0 denotes the jitter amplitude introduced at each individual timing recovery process;

n denotes the number of tandem timing recovery processes;

ω denotes the angular frequency (2πf) of the jitter component;

B denotes the half angular bandwidth of the timing recovery circuit;

Φ_n denotes the jitter power density after n timing recovery processes;

Φ_0 denotes the jitter power density introduced at each individual timing recovery process.

It should be noted that for low values of frequency the power density and hence amplitude of the jitter increases linearly with the number of tandem timing recovery processes.

In point-to-point communications systems, where transmitter timing is not derived from incoming data, alignment jitter and jitter build-up is not a significant problem.

4.1.3 Other effects

In the course of the transmission of a digital signal, further impairments such as added noise and dispersion effects provide additional jitter components when timing is recovered from the signal. Such effects are more severe when analogue amplification is used rather than digital regeneration in order to increase the length of a digital link.

4.2 Effects of jitter on signal quality

Jitter has no effect on the transmission of data as long as the equipment can accommodate the jitter amplitude and rate of deviation (see 4.3). When jitter is large enough or fast enough such that the receiver decision point is made near or beyond a data edge, a mistake can be made and BER degraded. Jitter, depending on its amplitude and frequency, can also have serious effects on analogue services such as music and television which have been transmitted over digital links. The effect of jitter is to introduce unwanted frequency and phase modulation products which are audible in music and visible on television pictures.

4.3 Jitter tolerance

In telecommunications systems, jitter tolerance requirements are typically specified in terms of jitter templates, which cover a specified sinusoidal amplitude/frequency region. Jitter templates represent the minimum amount of jitter the equipment shall be able to accept without producing the specified degradation of error performance. A typical relationship between actual jitter tolerance and its associated tolerance template is illustrated in Figure 2.

The jitter amplitudes that equipment actually tolerates at a given frequency are defined as all amplitudes up to, but not including, that which causes the designated degradation of error performance. The designated degradation of error performance may be expressed in terms of either bit-error-ratio (BER) penalty or the onset of errors criteria. The existence of these two

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

criteria arises because the input jitter tolerance of digital equipment is primarily determined by the following three factors:

a) ability of the input clock recovery circuit to accurately recover the timing from a jittered data signal, including the presence of other degradations such as pulse distortion, crosstalk, noise, and other impairments;

b) ability of the input circuit buffer, for example an elastic store, to accommodate the jitter amplitude;

c) ability of other components to accommodate dynamically varying input data rates such as pulse justification capacity and synchronizer and de-synchronizer buffer size in an asynchronous digital multiplex.

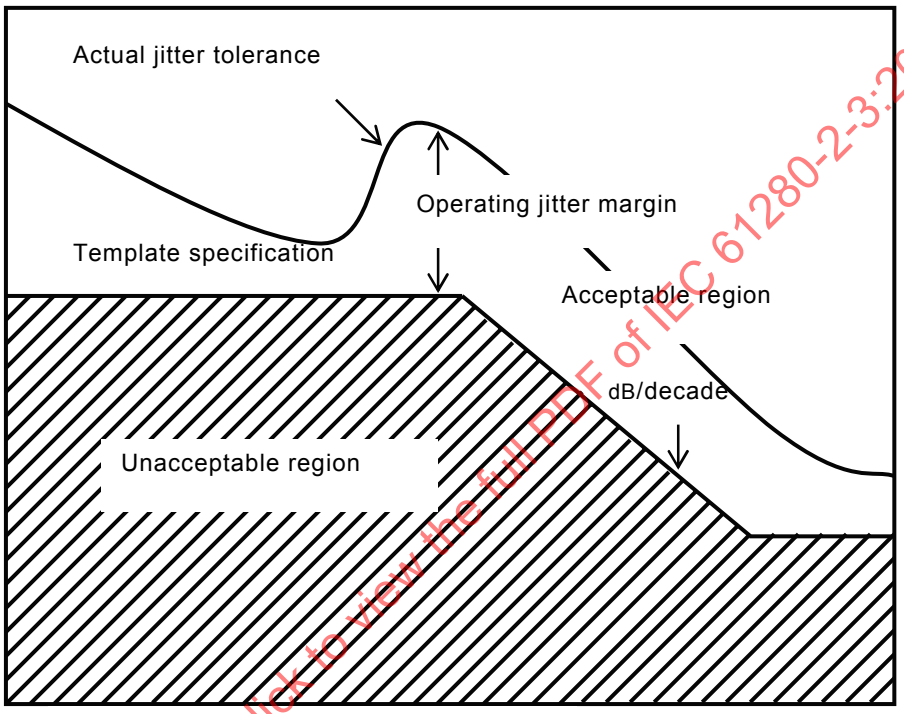


Figure 2 – Example of jitter tolerance

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

In data communications systems, jitter tolerance is often determined with signal impairments that are more complex than simple sinusoidal jitter. The general concept is to verify that the receiver is capable of achieving the desired BER when presented with the allowable signal it will encounter in a real system. Thus the jitter tolerance test signal will include impairments that are allowed for both the transmitter and the channel. For example, a real transmitter may have periodic jitter, random jitter, and duty cycle distortion. As the signal traverses the channel, it may be further degraded through a bandwidth limited channel, thus adding inter-symbol interference jitter. As the receiver shall be able to tolerate such a signal in a real system, the signal used to verify receiver tolerance shall include all of these impairments. This method of testing is sometimes referred to as “stressed eye” testing, indicating that the eye diagram of the signal presented to a receiver has been intentionally degraded or stressed.

4.4 Waiting time jitter

When asynchronous (plesiochronous) signals are multiplexed, a justification technique (also known as pulse stuffing) is used which involves the comparison of the phase of the incoming digital signal with the multiplexer’s tributary timing. When a preset difference is detected a control signal is transmitted, via the overhead in the multiplex frame structure, to the demultiplexer. In order to ensure the integrity of the control signal in the presence of errors, it is repeated 3 or 5 times. At the demultiplexer a majority decision is taken to recognize the

control signal. This delay introduces an uncertainty and varying delay in the time between the demand for justification and its execution at the demultiplexer, and expresses itself as waiting time jitter.

4.5 Wander

Wander is essentially caused by periodic variations in the delay of a transmission path and slow variations in the frequency of data clocks. The boundary between jitter and wander at a frequency of 10 Hz is somewhat artificial since most significant wander effects occur at repetition rates of hours, days, months and seasons. In general wander is caused by temperature changes which affect the delays of the transmission medium or equipment. For terrestrial transmission, wander components are normally limited to a few tens of nanoseconds.

In synchronous networks the accommodation of wander is an essential feature since a single bit slip will initiate a resynchronization process with consequent loss of data. If this occurs at a high level demultiplexer, all lower levels will also resynchronize which will exacerbate the loss of data. Wander is normally accommodated by increasing the size of the elastic store used to accommodate jitter.

A special case is the wander effect that occurs in communications via geostationary satellites. While the lateral position of such satellites is relatively stable, their mean height of some 35 000 km above the earth's surface has a diurnal variation which may be up to approximately ±1 000 km. This results in delay variations per hop of approximately 26 ms. At a data rate of 150 Mbit/s this represents a wander rate of some 45 bits/s and requires an elastic store with a capacity of at least 3,9 Mbits to accommodate it in a synchronous network.

5 Jitter test procedures

5.1 General considerations

In order to measure jitter, analogue and digital methods may be used. Both methods rely on the phase comparison between a recovered timing signal representing the signal to be measured, or in some cases the signal itself, and a stable clock signal whose frequency represents the ideal signal. In telecommunications applications, this ideal signal is derived from the long-term average frequency of the derived timing signal. In order to obtain meaningful results, the jitter bandwidth of the derived clock shall be significantly less than 10 Hz. In data communications applications, the reference clock is also typically derived from the signal, but the jitter bandwidth of the derived signal will often be similar to the clock recovery bandwidth of the receiver for which a transmitter under test will be paired with. In system use, jitter that is within the loop bandwidth of the receiver is accommodated by the receiver and of lower concern. In test, jitter that is common to both the reference signal and the signal to be measured may intentionally not be observed. This facilitates the ability to observe jitter outside the jitter bandwidth.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

5.1.1 Analogue method

The analogue method uses the analogue output from a phase comparison between the recovered clock and the stable clock which provides a pulse width modulated signal presentation of the jitter components in terms of amplitude and frequency. This is subsequently converted into an analogue output which is used to process the results. Like all analogue measuring techniques, this method requires careful calibration and is highly dependant on the performance characteristics, including stability, of the phase comparator.

5.1.2 Digital method

5.1.2.1 Derived clock versus narrow jitter bandwidth clock

The digital method uses a very high speed sampling clock to measure the time difference between the significant instances of the recovered and the derived stable clock signals. The

results are then obtained by digital processing of the measured time intervals. This method is capable of providing essentially accurate results and is naturally suited for measuring equipment using digital techniques. The main difficulty with this method is to provide a timing signal with a sufficiently high rate to obtain sufficient resolution.

5.1.2.2 Data edge versus reference or extracted clock

With a reference clock representing the ideal position of data edges, a population of edge locations relative to ideal is collected. This population is then post-processed to determine the jitter performance. Deterministic and random jitter contributions can be isolated. Further processing allows the estimate of the aggregate jitter (total jitter) to extremely low probabilities without the long measurement time required to make a direct measurement to low probabilities. This technique is capable of making very accurate measurements and estimations. The main difficulty with this technique is in misinterpreting low probability deterministic jitter as random jitter, which in turn leads to pessimistic estimates of total jitter. Test system bandwidth limitations and noise can also corrupt jitter results, as they can act as sources of jitter.

5.2 Common test equipment

Figures 3, 4 and 5 show the block diagrams of the common test equipment in general form, identifying the main functions that are used for the measurements described in this standard. The figures do not imply a specific method of implementation.

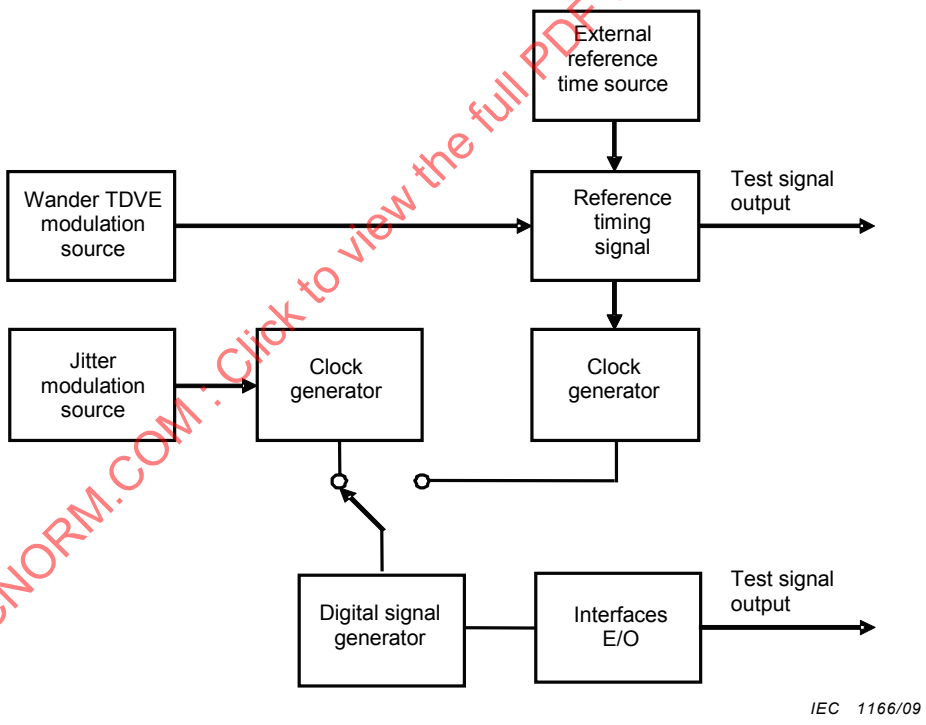


Figure 3 – Jitter and wander generator

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

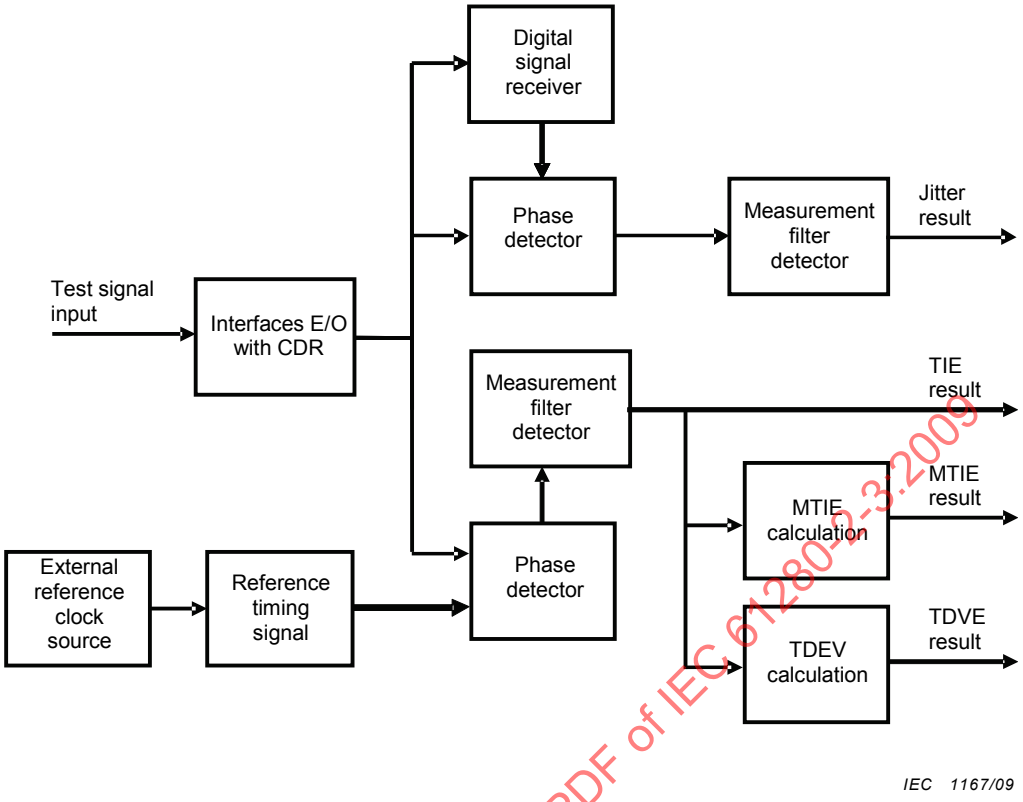


Figure 4 – Jitter and wander measurement

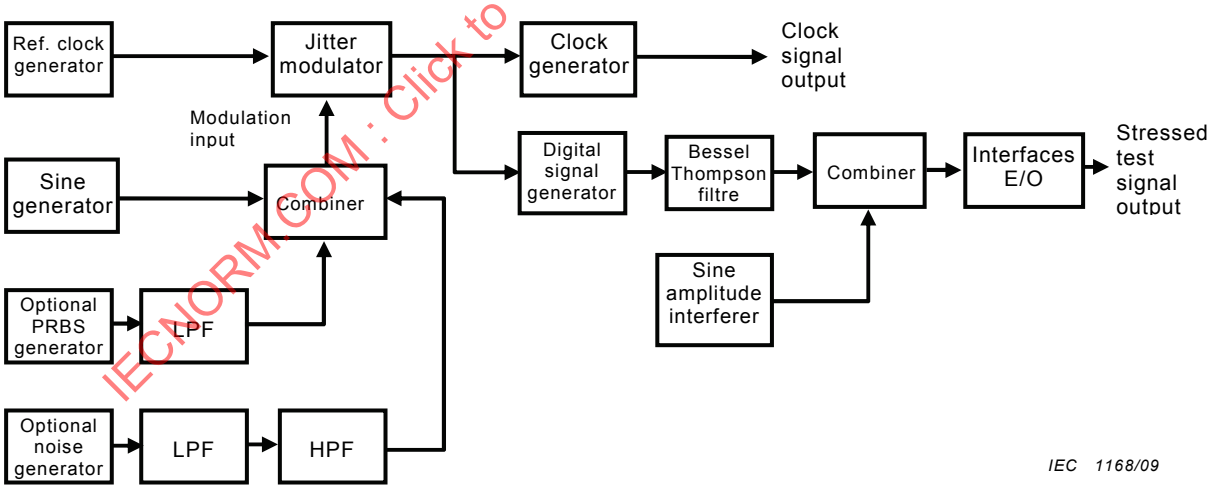


Figure 5 – Jitter stress generator

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

5.3 Safety

All tests, performed on optical fibre communication systems, or that use a laser or light emitting diodes in a test set, shall be carried out with safety precautions in accordance with IEC 60825-1.

5.4 Fibre optic connections

Fibre optic connections for the purpose of measurements shall be made using appropriate fibre optic test cords.

Before connecting equipment all connectors shall be cleaned.

In cases where high power optical signals are employed the bending radius of the test cords shall be greater than 30 mm.

5.5 Test sample

The sample is the specified equipment or transmission path under test.

6 Jitter tolerance measurement procedure

6.1 Purpose

The purpose of this test procedure is to measure jitter tolerance (also known as jitter accommodation) in terms of the sinusoidal jitter amplitude that, when applied to an equipment input, causes a designated degradation of error performance. Jitter tolerance is a function of the amplitude and frequency of the applied jitter.

6.2 Apparatus

The following apparatus is required:

- jitter generator
- digital signal generator
- digital signal receiver
- attenuator

The following apparatus is optional:

- frequency synthesizer
- jitter receiver

6.3 BER penalty technique

The bit error ratio (BER) penalty criterion for jitter tolerance measurements is defined as the amplitude of jitter, at a given jitter frequency, that duplicates the BER degradation caused by a specified signal-to-noise ratio (SNR) reduction.

6.3.1 Equipment connection

Figure 6 illustrates the test configuration for the BER penalty technique. The optional frequency synthesizer is used to provide a more accurate determination of frequencies utilized in the measurement procedure. This may be particularly important for the repeatability of measurements for some types of equipment i.e. asynchronous digital multiplexers. The optional jitter receiver is used to verify the amplitude of generated jitter.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

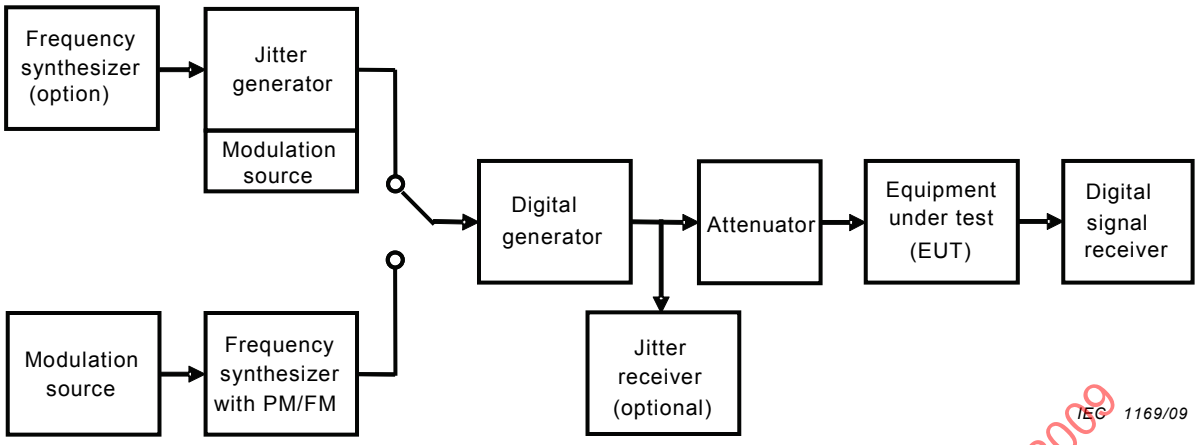


Figure 6 – Jitter tolerance measurement configuration: bit error ratio (BER) penalty technique

6.3.2 Equipment settings

This technique is separated into two parts. Part one determines two BER versus SNR reference points for the equipment under test. With zero jitter applied, the signal is attenuated, until a convenient initial BER is obtained. Then signal attenuation is decreased until the SNR at the decision circuit is increased by the specified amount of dB (i.e. 1 dB). Part two uses the BER versus SNR reference points; at a given frequency, jitter is added to the test signal until the BER returns to its initially selected value. Since a known decision circuit eye width margin was established by the two BER versus SNR points, the added equivalent jitter is a true and repeatable measure of the decision circuit jitter tolerance performance. Part two of the technique is repeated for a sufficient number of frequencies such that the measurement accurately represents the continuous sinusoidal input jitter tolerance of the EUT over the applicable frequency range. The test equipment shall be able to produce a controlled jittered signal, a controlled SNR on the data stream, and measure the resulting BER from the EUT.

6.3.3 Measurement procedure

a) Connect the equipment as shown in Figure 6. Verify proper continuity and error-free operation.

b) With no applied jitter, increase the attenuation of the signal until at least 100 bit errors per second are observed. (i.e. Error Rate = 1E-10 for G.8251).

c) Record the corresponding BER and its associated SNR.

d) Increase the SNR by the specified amount (i.e. 1 dB).

e) Set the input jitter frequency as desired.

f) Adjust the jitter amplitude until the BER returns to the value recorded in step c).

g) Record the amplitude and frequency of the applied input jitter, and repeat steps e) to g) for a sufficient number of frequencies to characterize the jitter tolerance curve.

6.4 Onset of errors technique

The onset of errors criterion for jitter tolerance measurements is defined as the largest amplitude of jitter at a specified frequency that causes a cumulative total of no more than 2 errored seconds, where these errored seconds have been summed over successive 30 s measurement intervals of increasing jitter amplitude.

6.4.1 Equipment connection

Figure 7 illustrates the test configuration for the onset of errors technique. The optional frequency synthesizer is used to provide a more accurate determination of frequencies

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

utilized in the measurement procedure. The optional jitter measuring circuit is used to verify the amplitude of generated jitter.

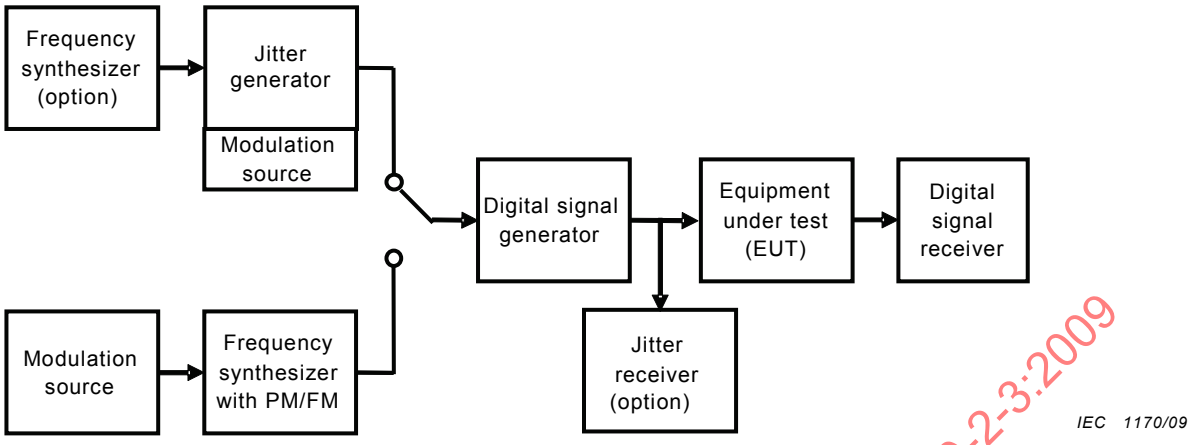


Figure 7 – Jitter tolerance measurement configuration: onset of errors technique

6.4.2 Equipment settings

This technique involves setting a jitter frequency and determining the jitter amplitude of the test signal, which causes the onset of errors criterion to be satisfied. Specifically, this technique requires:

a) isolation of the jitter amplitude "transition region" (in which error-free operation ceases);

b) one errored second measurement, 30 s in duration, for each incrementally increased jitter amplitude from the beginning of this region; and

c) determination of the largest jitter amplitude for which the cumulative errored second count is no more than 2 errored seconds.

The process is repeated for a sufficient number of frequencies so that the measurement accurately represents the continuous sinusoidal input jitter tolerance of the EUT over the applicable jitter frequency range. The test equipment shall be able to produce a controlled jittered signal and measure the resulting errored seconds caused by the jitter on the incoming signal.

6.4.3 Measurement procedure

a) Connect the equipment as shown in Figure 7. Verify proper continuity and error-free operation.

b) Set the input jitter frequency as desired, and initialize the jitter amplitude to 0 UI peak-to-peak.

c) Increase the jitter amplitude in gross increments to determine the amplitude region where error-free operation ceases. Reduce the jitter amplitude to its level at the beginning of this region.

d) Record the number of errored seconds that occur over a 30-second measurement interval. Note that the initial measurement shall be 0 errored seconds.

e) Increase the jitter amplitude in fine increments, repeating step d) for each increment, until the onset of errors criterion is satisfied.

f) Record the indicated amplitude and frequency of the applied input jitter, and repeat steps b) to d) for a sufficient number of frequencies to characterize the jitter tolerance curve.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

6.5 Jitter tolerance stressed eye receiver test

6.5.1 Purpose

This test is intended to determine the ability of a receiver or system to operate in the presence of non-ideal signals that are likely to exist in a real communications system. It is similar to a jitter tolerance test. However, unlike a jitter tolerance, the intentional degradation of the signal is not limited to sinusoidal jitter and typically consists of several signal impairment mechanisms.

6.5.2 Apparatus

The following apparatus is required:

– digital pattern generator
– digital error detector
– jitter generator
– reference clock

Instrumentation to generate stress may include:

– a sine wave generator (sinusoidal jitter)
– an arbitrary waveform generator (ARB, for periodic jitter)
– a noise source (random jitter) and
– methods to apply the stress signals to the digital data stream (phase/frequency modulatable clock source, delay line modulator, etc.)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

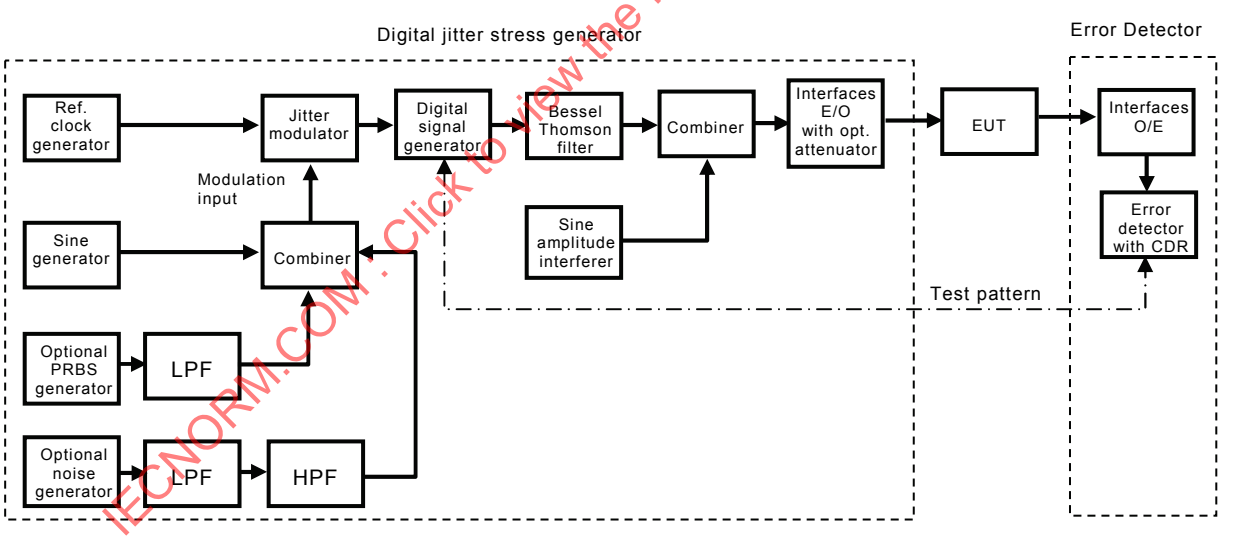


Figure 8 – Equipment configuration for stressed eye tolerance test

6.5.3 Sinusoidal jitter template technique

As there may be multiple elements of stress, it is common to vary one stress element while keeping other stress elements fixed. The most common technique is to measure BER over a range of discrete sinusoidal jitter frequencies with other stress elements kept constant.

6.5.3.1 Equipment connection

Figure 8 illustrates the test configuration using a multiple element stressed eye generator. The stress signal is presented to the EUT. The output of the EUT is monitored by an error detector to facilitate the measurement of BER.

6.5.3.2 Equipment settings

This technique is intended to confirm that the EUT is capable of achieving a minimum BER level while receiving a signal with specified levels of impairment. Signal power into the receiver is set to represent the worst case expected level that may occur in normal system operation. Signal impairment (sinusoidal jitter, random jitter, inter-symbol interference, etc.) is also typically set to levels that typically represent the worst case expected levels that may occur in normal system operation.

Signal impairment typically includes some form of sinusoidal jitter. The frequency of the jitter is typically varied over a range of frequencies to verify the receivers' ability to track and follow low frequency jitter. In real systems, low frequency jitter is often larger in magnitude than high frequency jitter. Thus the test process will verify BER at several discrete sinusoidal jitter frequencies, with large jitter magnitudes at low frequencies, decreasing to lower magnitudes at high jitter frequencies.

At each jitter frequency, a BER measurement is made. The process is repeated for a sufficient number of frequencies so that the measurement accurately represents the tolerance of the EUT to continuous sinusoidal input jitter over the applicable jitter frequency range. Other elements of signal stress are kept fixed.

6.5.3.3 Measurement procedure

a) Connect the equipment to the data output as shown in Figure 8. Verify proper continuity and error-free operation with signal stress elements disabled.

b) Set the input jitter frequency and magnitude as desired. Enable all other stress elements as required.

c) Measure the BER and verify it meets acceptable levels.

d) Increment the jitter frequency and set the appropriate jitter amplitude. Repeat step c).

e) Repeat step d) for the entire range of sinusoidal jitter frequencies required to verify stressed eye receiver tolerance.

7 Measurement of jitter transfer function

7.1 General

The purpose of this test procedure is to determine the amplitude and frequency relationship between the jitter at the input of an equipment or part of a network and the corresponding output.

7.2 Apparatus

The following apparatus is required:

– jitter generator
– digital signal generator
– spectrum analyzer
– jitter receiver

The frequency synthesizer is optional.

In addition, the enhanced technique requires the following:

– sine-wave generator
– frequency synthesizer with phase modulation
– buffer amplifier

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

– variable delay line
– dividers
– mixer
– low-pass filter
– phase meter
– voltmeter.

The demultiplexer technique also requires a multiplexer.

7.3 Basic technique

7.3.1 Equipment connection

Connect the equipment as shown in Figure 9, bypassing the EUT. Verify proper continuity, linearity, and error-free operation.

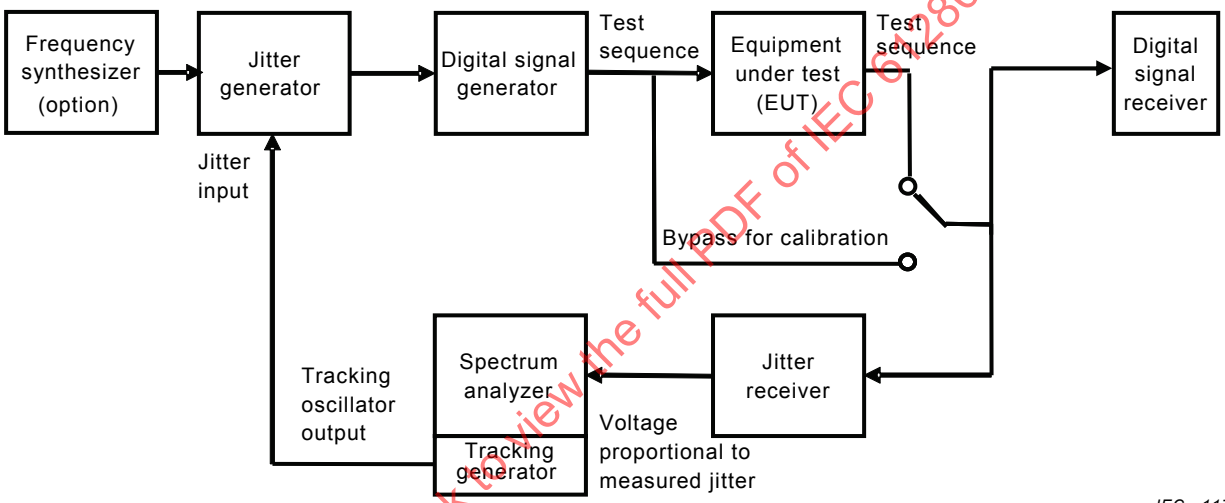


Figure 9 – Measurement of jitter transfer function: basic technique

7.3.2 Equipment settings

Set the frequency range on the spectrum analyzer as desired. Adjust the tracking oscillator output level on the spectrum analyzer to produce a tolerable jitter amplitude over the selected frequency range, which should be large enough to ensure adequate measurement accuracy, yet sufficiently small to preserve linear operation.

Setting the spectrum analyzer bandwidth as narrow as feasible, sweep the desired frequency range and record the 0 dB amplitude reference trace of the test equipment. (Setting a narrow spectrum analyzer bandwidth may allow a reduction in applied jitter amplitude with no loss in measurement accuracy.)

7.3.3 Measurement procedure

Reconnect the EUT as shown in Figure 9. Verify proper continuity, linearity, and error-free operation.

Use the spectrum analyzer to sweep the selected frequency range and record the magnitude of the overall (test equipment and EUT) jitter transfer function. To obtain the EUT jitter transfer function, subtract the 0 dB amplitude reference trace from the overall jitter transfer function.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

Repeat the measurements for a sufficient number of frequency ranges to characterize the overall frequency range of interest.

7.4 Analogue phase detector technique

An instrumentation grade clock recovery system can be used to determine the magnitude of sinusoidal jitter. The output of the clock recovery internal phase detector can be calibrated to provide an accurate gauge of the jitter going into the EUT and the jitter coming out of the EUT. By stepping the frequency of the jitter over a range of values and taking the ratio of output jitter to input jitter, the jitter transfer result can be obtained. The technique is similar to that of 7.3.1, where the jitter is extracted from the input signal to the EUT (in the calibration step) or output of the EUT. The analogue phase detector acts as the jitter receiver. However, rather than measure the extracted jitter with a spectrum analyzer, instrumentation within the phase detector system, typically some form of calibrated analog to digital converter, measures the jitter magnitude directly.

7.4.1 Equipment connections

Equipment connections vary depending on the class of EUT. A clock recovery system would have data as the input and clock as the output. A repeater would have data in and data out. A clock multiplier would have clock in and clock out. A digital transmitter may use a reference clock input that is multiplied within the EUT to produce a high-speed data output. See Figure 10. A calibration measurement to account for source and receiver unflatness is made by connecting the clock or data line directly to the analogue clock recovery system (see 7.4.2 and 7.4.3). The clock or data line is then connected to the EUT and the EUT output to the clock recovery system.

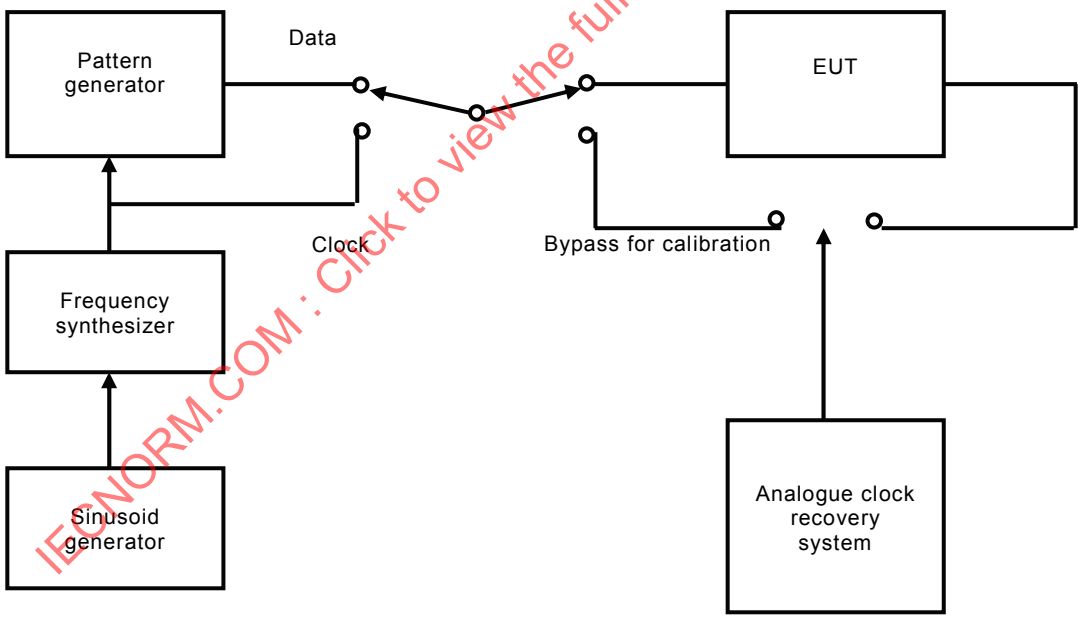


Figure 10 – Measurement of jitter transfer: analogue phase detector technique

7.4.2 Equipment settings

The sinusoid source is set to an amplitude necessary to produce the desired level of jitter (phase) modulation of the frequency synthesizer. The optimum level is typically EUT dependent. The jitter should not be too large so that either the EUT or clock recovery system is operated in a non-linear range or is forced into an unlocked condition. The frequency of the sinusoid is initially set to a value that is well below the loop bandwidth of the EUT.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

7.4.3 Measurement procedure

The frequency of the sinusoid is incremented over a range well below and well above the expected loop bandwidth of the EUT (perhaps 1 decade below to 1 decade above). At each jitter frequency setting, the jitter magnitude is measured and recorded (for both the calibration and EUT measurement). The jitter is measured and recorded for both the calibration and EUT output observations over identical jitter frequency ranges.

7.4.4 Measurement calculations

Jitter transfer is obtained by taking the ratio of the jitter measured at the EUT output to the jitter measured during calibration. A jitter transfer 'curve' is obtained by plotting this ratio at each jitter frequency tested.

8 Measurement of output jitter

8.1 General

The purpose of this test procedure is to measure output jitter at hierarchical interfaces, and intrinsic jitter generated by individual digital equipment. Measurements of output jitter may be in terms of r.m.s. or peak-to-peak amplitudes over designated frequency ranges and may require statistical characterization.

8.2 Equipment connection

The following test equipment is required to perform this test:

– digital signal receiver
– digital signal generator
– jitter receiver
– jitter measurement filter
– voltmeter

The following additional test equipment is optional and intended for use when greater accuracy is required:

– frequency synthesizer
– spectrum analyzer

NOTE This subclause will be expanded in a later issue to call out required attributes and tolerances of test sets.

8.2.1 Equipment settings

The equipment under test is set to generate a repeating data pattern that is the same as the digital signal generator and receiver. An amplitude at which jitter is measured is defined and set.

8.2.2 Measurement procedure

The test sample shall be an item of the fibre optic transmission system, as used under normal operating conditions and having inputs and outputs normally seen by the user of the system. The sample is identified in Figure 11 as equipment under test (EUT).

8.2.2.1 Live traffic

Connect the equipment as shown in Figure 11. Verify proper continuity and error-free operation. Select the desired jitter measurement filter and measure the filtered output jitter, recording the true peak-peak jitter amplitude that occurs during the specified measurement time interval. Repeat procedure for all desired jitter measurement filters.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

8.2.3 Controlled data

Connect the equipment as shown in Figure 11, using the digital signal generator to provide a jitter free controlled data pattern (e.g., a pseudorandom bit sequence of length 2^{23}-1) to the equipment under test. Verify proper continuity and error-free operation.

Select the desired jitter measurement filter and measure the filtered output jitter, recording the true peak-to-peak jitter amplitude that occurs during the specified measurement time interval.

Repeat this procedure for all desired jitter measurement filters.

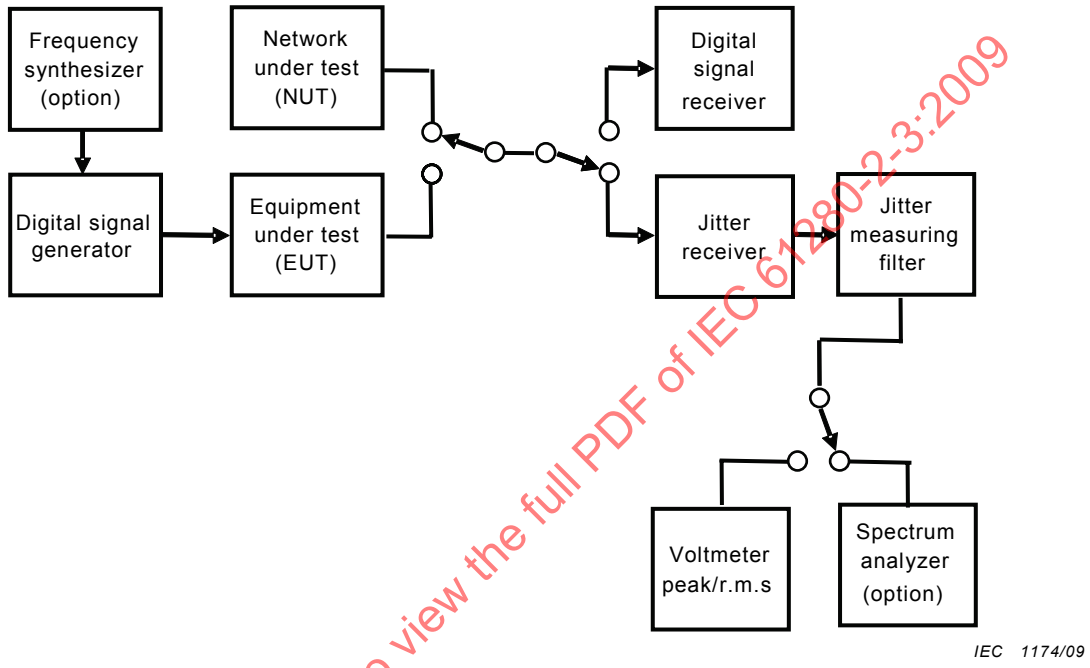


Figure 11 – Output jitter measurement

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

9 Measurement of systematic jitter

9.1 Apparatus

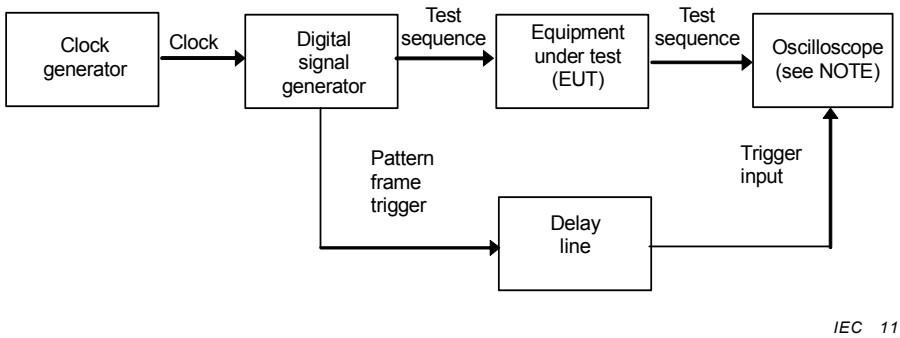
The following apparatus are required:

– clock generator
– digital signal generator
– delay line
– oscilloscope

9.2 Basic technique

9.2.1 Equipment connection

Figure 12 illustrates the test configuration for the systematic jitter measurement basic technique.



NOTE It can replace other phase detector equipment which is based on waveform.

Figure 12 – Systematic jitter measurement configuration: basic technique

9.2.2 Equipment settings

Set the acquisition to average over at least 64 traces on the oscilloscope to eliminate random phase noise. Adjust the phase of the clock rising edge to coincide exactly with digital data signal edges. (This will minimize the effect of non-linearity in the oscilloscope time base.) Measure the time (in UI) between the rising edge of the clock and the corresponding digital signal edge (within ± 0,5 UI).

9.2.3 Measurement procedure

a) Set the signal generator to produce a framed test signal as desired pattern.

b) Use an oscilloscope, with measurement bandwidth equivalent to a fourth-order Bessel-Thomson filter with a 3 dB attenuation frequency at 0,75 times the bit rate, to extract the data and clock waveforms.

c) Set the acquisition to average over at least 64 traces to eliminate random phase noise. Adjust the phase of the clock rising edge to coincide exactly with the digital signal edges. (This will minimize the effect of non-linearity in the oscilloscope time base.) Measure the time (in UI) between the rising edge of the clock and the corresponding digital signal edge (within ± 0,5 UI). See Figure 13. This forms a sequence of pattern-dependent phase values xi.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

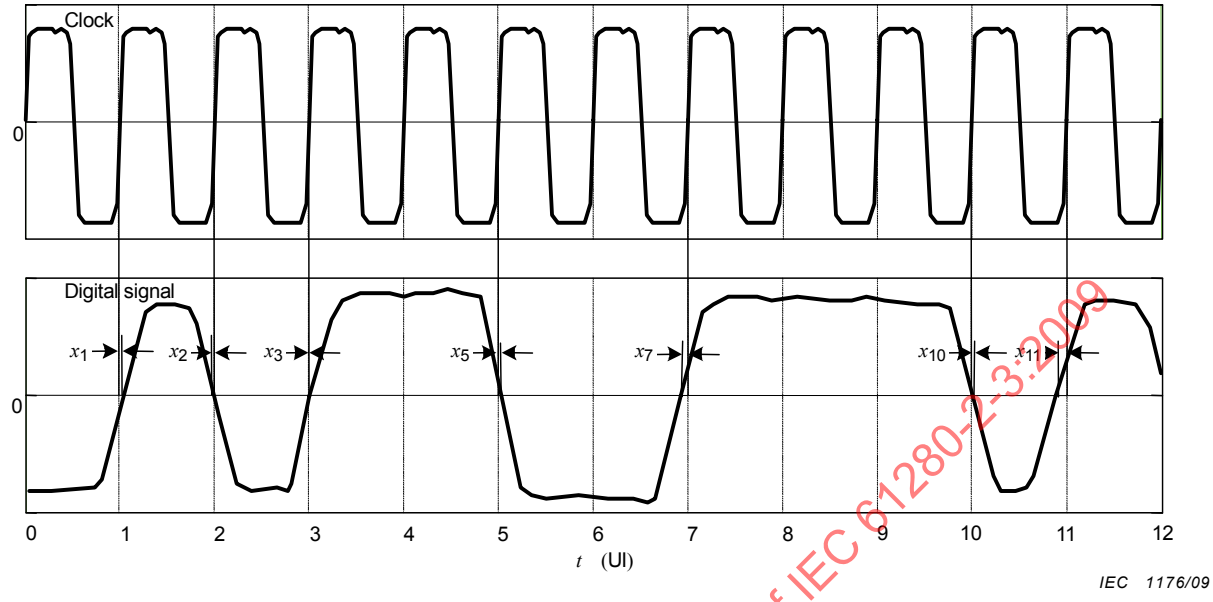


Figure 13 – Measurement of the pattern-dependent phase sequence x_i

d) If there is no corresponding digital signal edge for a particular i, assign to x_i = 0. Measure x_i to cover one period of the digital frame. Then generate mathematically a new sequence by using the following formulae:

$$x'_i = \frac{\sum_{n=1}^{24} x_{i-n}}{\sum_{n=1}^{24} p_{i-n}} \quad \text{(for short test sequences up to PRBS } 2^{23}\text{-1)} \tag{6}$$

$$x'_i = \frac{\sum_{n=1}^{64} h_n x_{i-n}}{\sum_{n=1}^{64} h_n p_{i-n}} \quad \text{(for long test sequence, PRBS } 2^{31}\text{-1)} \tag{7}$$

where p_i represents the pattern density information.

Assign p_i = 1 when a digital edge exists, assign p_i = 0 when no transition data is present.
Substitute x'_i values into series x_i where no measured digital signal edge value exists. Substitute x'_i values into series x_i where there is no measured edge value. The h_n series (n = 1, 2, ..., 64) is the coefficient of an LPF with a cut-off frequency of 0,032 f_o.

e) Filter the sequence x_i mathematically with the appropriate high-pass and low-pass filters to form the sequence of pattern-dependent jitter values y_i.

10 BERT scan technique

10.1 General

Jitter is considered a common root cause to degraded BER. In that system BER performance is often at levels of less than 1 error per trillion bits received (1E-12), it can be important to

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

characterize jitter to similar probabilities. This allows an accurate estimation of the impact of jitter on overall BER performance. One way to visualize the impact of jitter is through the eye diagram. The eye diagram is a display of all the bits of a digital stream overlaid on a common time axis. If the signal is free of jitter, all the rising edges (0 to 1 transitions) will be at their ideal locations in time which implies that they lie directly on top of each other. A similar scenario will exist for falling edges (1 to 0 transitions). When a data stream has jitter, the data edges of the eye diagram will not be at the same time location. The eye diagram will begin to close in the time axis due to both early and late edges.

Typically, the edges that have the largest deviation from ideal also occur at the lowest probabilities. This is especially true when there is a significant random jitter component. If the signal to be tested is input to an error detector of a bit-error-ratio-tester (BERT), and the error detector decision is set to take place in the centre of the eye, no errors are likely to be detected unless the jitter is extremely large. If the decision point is moved away from the centre of the eye, eventually a point will be reached where decisions are made when the bits with the largest jitter are still in transition from one logic state to another. An error will be detected. These errors will generally occur at a very low frequency, as the largest jitter occurs with low probability. As the decision point is continually moved away from centre, the likelihood of errors will increase, as more and more often the decision will be made on or before a data transition. If the BER is recorded as a function of decision circuit time position, varied over a unit interval or bit period, the cumulative distribution function of the jitter can be mapped. This is commonly referred to as a bathtub curve(see Figure 14). In the centre of the unit interval, the probability of errors (which note the probability that a jittered edge has taken place) is extremely low and perhaps immeasurable. Off centre, the probability increases. Thus the function has a shape similar to a tub.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

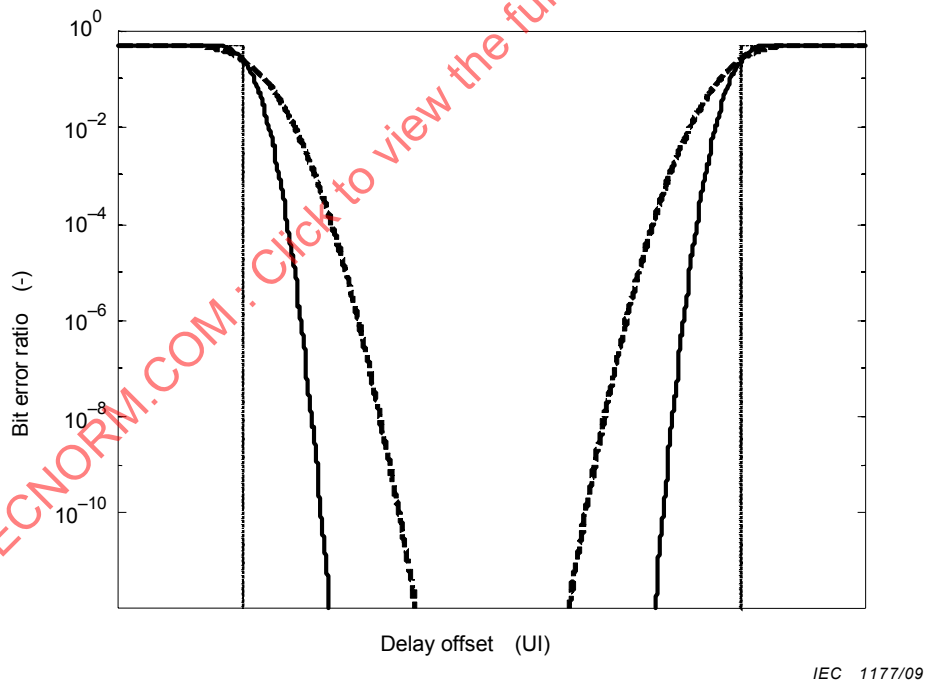


Figure 14 – BERT scan bathtub curves (solid line for low jitter, dashed line for high jitter)

This technique allows the direct measurement of jitter probabilities to extremely low levels, such as edge positions that occur at a one in a trillion (or lower) rate. However, when trying to assess jitter to these low probabilities, many trillions of bits shall be observed. The measurement can take many hours to perform, as the error rate for any time position cannot be accurately determined until a significant number of errors have been measured. Measurement times in the regions of the eye diagram are thus long, while measurement times in the centre regions of the eye are generally low.

10.2 Apparatus

The following apparatus is required:

– error detector
– clock signal representing ideal jitter performance

10.3 Basic technique

10.3.1 Equipment connection

The signal to be analyzed is input to the data port of the error detector. The ideal clock signal is input to the clock port of the error detector.

10.3.2 Equipment settings

The error detector is configured to determine the ideal sampling point within the data eye diagram in both amplitude and time. The clock signal provides the reference that determines when the error detector decision takes place. All jitter is measured relative to this reference. If the clock is approximately jitter free and synchronous to the nominal rate of the data stream, the measured jitter will include all timing deviations of the signal. In contrast, if a clock signal is derived from the data stream itself through some clock extraction system, jitter that is common to both the clock and the data will not be observed in the BERT scan (Figure 15). The observed jitter range will be the complement of the jitter bandwidth of the clock extraction system. In that jitter bandwidth is generally a low-pass function, using an extracted clock for a timing reference generally produces a high-pass result. Jitter above the jitter bandwidth is observed. This is sometimes desired, as low frequency jitter is often of minor concern and easily accommodated by a system receiver.

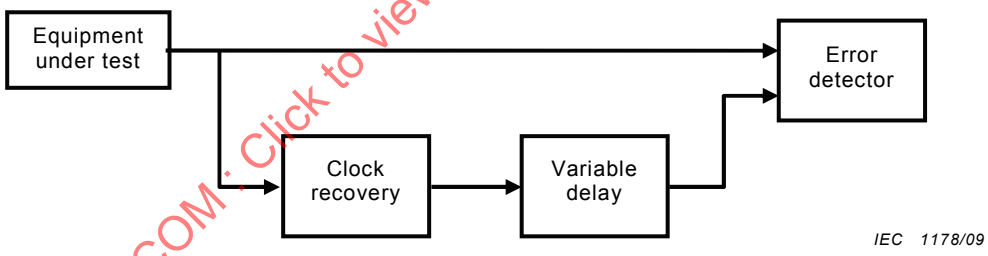


Figure 15 – Equipment setup for the BERT scan

10.3.3 Measurement process

With the error detector sampling point at the ideal amplitude/time position, and aligned to the data pattern, the sampling point is adjusted to one half unit interval earlier in time. A significant number of errors is detected and the BER is determined and recorded for this time relative time value. The sample point time is increased a small fraction of a unit interval towards the centre of the eye and the next BER-time position data pair is recorded. With each successive measurement, the BER typically is reduced. The process is repeated until the BER becomes too low to be measured or the necessary BER threshold is obtained (e.g. 1E-12 or lower). The sampling point is then set to one half unit interval later than the ideal sampling time. The BER is determined and the above process is repeated, except that the sampling point is reduced towards the centre of the eye.

For decreased test times, low BER values can be extrapolated from measured values at higher BER.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

11 Jitter separation technique

11.1 General

The direct assessment of signal performance to capture events with extremely low probabilities implies a very large measurement population which in turn implies a lengthy measurement time (see BERT scan technique). Time efficient estimation techniques based upon reduced data sets are susceptible to large measurement errors since jitter originates from a variety of sources with a variety of probability distributions. One technique that can provide accurate estimations of total jitter to include events with very low probabilities, without the lengthy time required by a direct measurement, is the jitter separation technique. The basis of this technique is to directly measure the high probability components of the jitter and accurately estimate the distribution of low probability jitter components. A model is then constructed using the various components to estimate the distribution of the aggregate and predict the extent of the jitter to any probability desired.

A practical approach to the jitter separation technique is to use a test signal with a repeating test pattern. The average position of each edge in the pattern is determined and compared to its expected position. This yields the data dependent or correlated jitter. Observing any specific edge in the pattern and determining the distribution of edge locations yields the uncorrelated jitter. This would include any random jitter and periodic jitter that is independent of position in the data pattern. In other words, this jitter appears similarly on any edge when that edge is observed multiple times as the pattern is repeated. The periodic uncorrelated jitter will have a bounded distribution. That is, its magnitude is limited. Truly random jitter is unbounded. It generally has a Gaussian distribution that extends infinitely within the physical limits of the system. Thus it can be accurately described through its standard deviation.

To determine the standard deviation of the random jitter, it shall be separated from the uncorrelated periodic jitter. Various techniques have been implemented including viewing the uncorrelated jitter population in the frequency domain and removing periodic spectra through post-processing, or by curve fitting the uncorrelated jitter population.

If the aggregate jitter for a device were completely random, estimating the total jitter to include events with low probabilities could be achieved by characterizing the jitter population and determining the standard deviation. The standard deviation would then be multiplied appropriately to determine jitter to a specific probability level. For example, in order to determine the magnitude of the jitter to a probability of 10^{-12}, the standard deviation is multiplied by approximately 14. This indicates the critical need to accurately determine the standard deviation of the random jitter. Any error can significantly alter the estimate of the total jitter due to the typically large multipliers involved.

Jitter is rarely composed of random components alone. Estimating total jitter requires an analysis that includes all the jitter components. A common approach is the dual-Dirac model (Figure 16). In this approach, the standard deviation of the random jitter is determined. The random jitter distribution is then constructed. This distribution is then split apart and positioned according to the effective magnitude of the aggregate deterministic jitter components. It should be noted that the effective deterministic jitter may not be identical to the actual magnitude of the aggregate deterministic jitter, but instead is a derived value that leads to the best estimate of total jitter when combined in the model with the random jitter.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

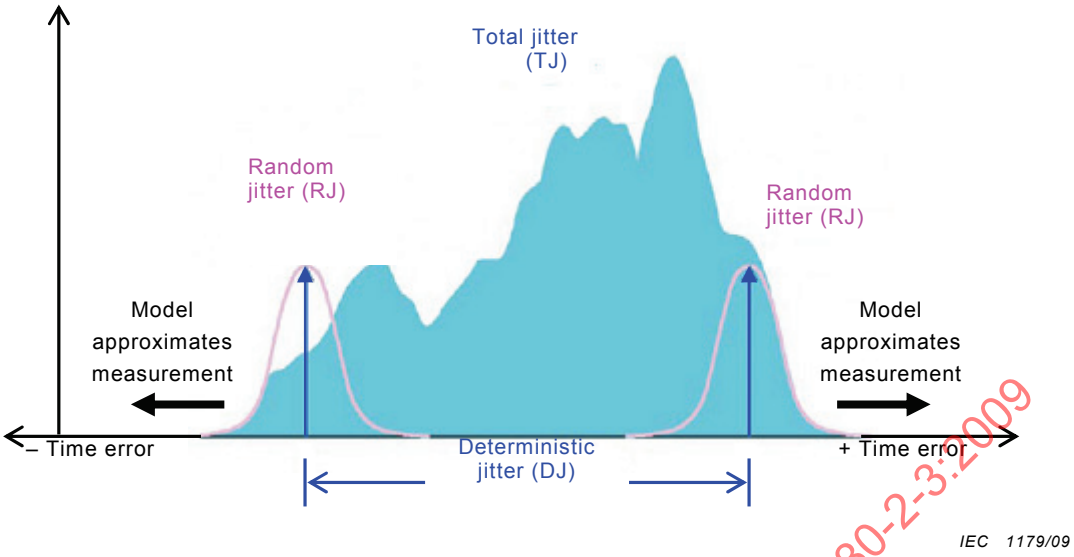


Figure 16 – Dual-Dirac jitter model

With a model, the jitter can be estimated to extremely low probabilities, without having to perform measurements in low population regions of the signal. Keys to accurate measurements include not confusing low probability periodic jitter as random jitter, low residual jitter and noise in the test equipment, and an efficient method to obtain sufficient populations to create an accurate model.

11.2 Apparatus

The following equipment is required for the measurement:

- a device that can locate the time location of the edges of a digital bit stream (oscilloscope, time interval analyzer, BERT)
- a clock representing the ideal position of data edges.

The basic equipment setup is shown in Figure 17.

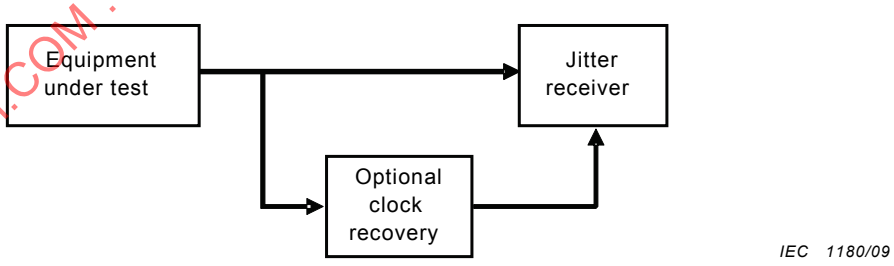


Figure 17 – Equipment setup for jitter separation measurement

11.3 Equipment connections

The signal under test is connected to the edge measuring instrument. A clock signal is also connected as a timing reference. In some cases, this clock is derived from the signal under test.

11.4 Equipment settings

Typically the device under test is set to generate a repeating data pattern. An amplitude threshold at which time is measured is defined and set. Typically this is the middle level of the signal amplitude. If a clock signal timing reference is to be derived from the signal under test,

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

the jitter bandwidth of the clock extraction system should be set to provide the correct filtering of the observed jitter (see 9.2.2).

11.5 Measurement procedure

11.5.1 Sampling oscilloscope

All edges in the data pattern are located and recorded for average position versus ideal. The time separation between the overall earliest edge position (versus ideal) to the latest edge position (versus ideal) represents the data dependent jitter. Uncorrelated jitter is obtained from examining any edge in the pattern and obtaining a population of edge positions versus ideal. Samples are taken periodically to allow transformation into the frequency domain. In the frequency domain, the noise floor of the spectrum represents the random jitter. Discrete spectral lines represent any periodic components. Integration of the noise floor with the line spectra removed yields the random jitter, with further processing yielding the standard deviation. The energy of the line spectra yields the periodic jitter. Convolution of the various components yields an overall population. The dual-Dirac model is then adjusted to optimally fit the reconstructed jitter population. The model can then provide total jitter magnitude to the desired probability. (Details of the signal processing exceed the scope of this standard.)

11.5.2 Real-time oscilloscope

The real-time oscilloscope is capable of capturing an entire data pattern in a single waveform acquisition. Jitter analysis is based on variations in time-displacement of voltage transitions of a serial data waveform relative to a specified time reference. Effectively, the measurement process analyzes time interval error (TIE) (Figure 18). TIE is a discrete-time function of time error versus time. The time reference (clock reference) used for TIE measurements can be defined in many different ways. One time reference commonly used for TIE measurements is a constant-frequency square wave with frequency and phase that has been best-fit to the acquired waveform record. Sometimes the voltage transitions of a second source (such as a reference clock signal) are used as the time reference. (See 9.2.2).

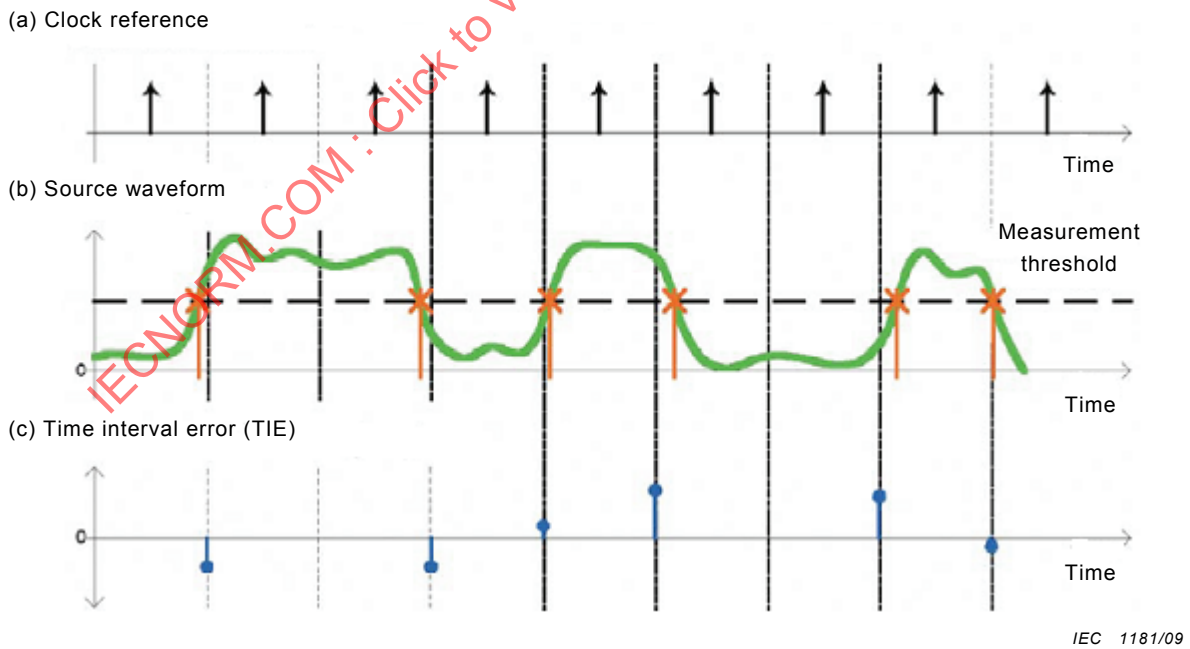


Figure 18 – Measurement of time interval error

In order to isolate the jitter that is correlated to the data pattern, the analysis shall first calculate the TIE function of the jitter and associate each TIE value with a specific bit in the source waveform's logical bit sequence. This is done by extracting the logical bit sequence from the source waveform and determining the length in bits of its periodic pattern. Next, the

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

original TIE function is decimated into sub-sampled TIE functions, where all of the values in each sub-sampled function correspond to a specific bit within the pattern.

Each of these sub-sampled TIE functions is then transformed into the frequency domain using a fast Fourier transform (FFT). DDJ is now separated from the rest of the jitter because the first value of each jitter spectrum (DC component) is equal to the DDJ for that particular bit of the repeating bit pattern.

Once the DDJ has been subtracted from all of the TJ spectrums, the remaining jitter spectrums are entirely comprised of RJ and PJ. The first step in separating PJ from RJ is to calculate the PSD (power spectral density) of all the remaining RJ/PJ spectrums. All of the individual RJ/PJ spectrums are averaged together (as well as averaged with spectrums from previous acquisitions) to form an APSD (averaged PSD). At this point, all of the APSD's frequency components that have significantly large magnitudes are removed, because they could potentially contain PJ. The remaining frequency components of the APSD are then combined to obtain the root-mean-square (rms.) value of RJ.

DJ(d-d) and PJ(d-d) are both determined by fitting the dual-Dirac model described above to measured histograms. The dual-Dirac model can be fitted to a PDF using various methods, many of which solve for the Gaussian component and the bimodal component simultaneously. Once the model is constructed, total jitter values to the desired probability of an event can be derived.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

12 Measurement of wander

12.1 Apparatus

The following apparatus is required:

– reference clock generator
– digital signal generator
– wander receiver

12.2 Basic technique

12.2.1 Equipment connection

Due to the low frequency of the phase variations to be evaluated (refer to definition 3.21), wander is a quantity, which requires a special test configuration. When performing jitter measurements, the required reference-timing signal is normally produced locally – by means of a phase-locked loop (PLL) within the test set; it is derived from the average phase of the signal to be measured. Such a PLL cannot be realized to cope with the requirements of wander measurements.

Therefore, wander measurements always require an external reference clock signal of adequate stability.

12.2.1.1 Synchronized wander measurements

Figure 19 illustrates the test configuration for the synchronized wander measurement basic technique.

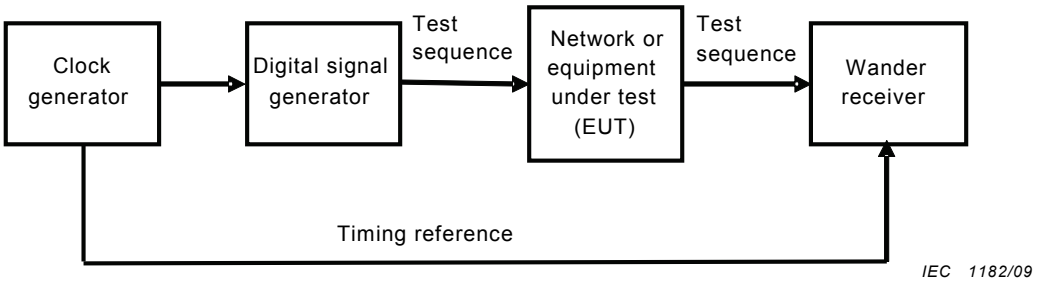


Figure 19 – Synchronized wander measurement configuration

This configuration is applicable if the timing signals required to perform the measurement can be derived from a common reference clock. This means that only loop measurements, where input and output ports of the unit-under-test are accessible at the same location, can be carried out in this way. In this set-up, the measurement result is not affected by phase variations of the reference clock. Thus, the requirements on the stability of the reference clock are not very high and are achievable in portable test instrumentation.

12.2.1.2 Non-synchronized wander measurements

Figure 20 illustrates the test configuration for the non-synchronized wander measurement basic technique. This configuration is applicable to wander measurements in cases where both input and output ports of the network or equipment under test are not available at the same location (e.g. end-to-end measurements). In this set-up, any frequency/phase drift of the two clocks involved in the measurement affects the measurement result. This means that the stability of the two clocks has to be at least one order of magnitude better than the quantity to be measured. Such reference clocks may not be provided in portable test instrumentation in which case synchronization to an external reference is required.

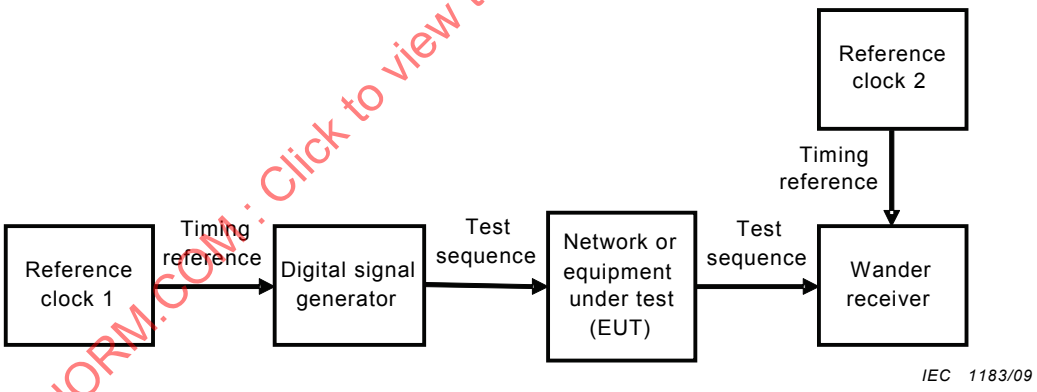


Figure 20 – Non-synchronized wander measurement configuration

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

12.2.2 Equipment settings

In order to calculate and estimate the various wander parameters defined in Clause 3, TIE is treated as a sampled parameter since continuous knowledge of the time interval error is not practically attainable.

The maximum sampling time τ_0, of TIE shall be: 1/30 s.

Wander shall be measured through an equivalent 10 Hz, first-order, low-pass measurement filter and with the following characteristics: The low-pass measurement filter has a single-order characteristic and a roll-off of –20 dB/decade. The –3 dB point of the measurement filter shall be at a frequency of 10 Hz.

12.2.3 Measurement procedure

The test sample shall be an item of the fibre optic transmission system, as used under normal operating conditions and having inputs and outputs normally seen by the user of the system. The sample is identified in Figure 19 and 20 as network or equipment under test (EUT).

13 Measurement of wander TDEV tolerance

13.1 Intent

The intent of this test procedure is to measure wander TDEV tolerance in terms of the wander TDEV amplitude that, when applied to an equipment input, causes a designated degradation of error performance. Wander TDEV tolerance is a function of the amplitude and integration time of the applied wander TDEV mask.

13.2 Apparatus

The following apparatus is required:

- external reference clock source
- wander generator (TDEV)
- clock generator

The wander receiver (TDEV) is optional.

13.3 Basic technique

The onset of errors criterion for wander TDEV tolerance measurements is defined as the largest amplitude of wander TDEV mask that causes a cumulative total of more than 2 errored seconds, where these errored seconds have been summed over 12 times of TDEV integration time measurement intervals of increasing wander amplitude.

13.4 Equipment connection

Subclauses 13.4.1 and 13.4.2 contain information on test configurations for wander TDEV tolerance measurements that are in accordance with ITU-T Recommendation G.813.

13.4.1 Wander TDEV tolerance measurement for the test signal of EUT

Figure 21 illustrates the test configuration for the test signal of EUT basic technique. The optional wander receiver (TDEV) is used to verify the amplitude of generated wander TDEV.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

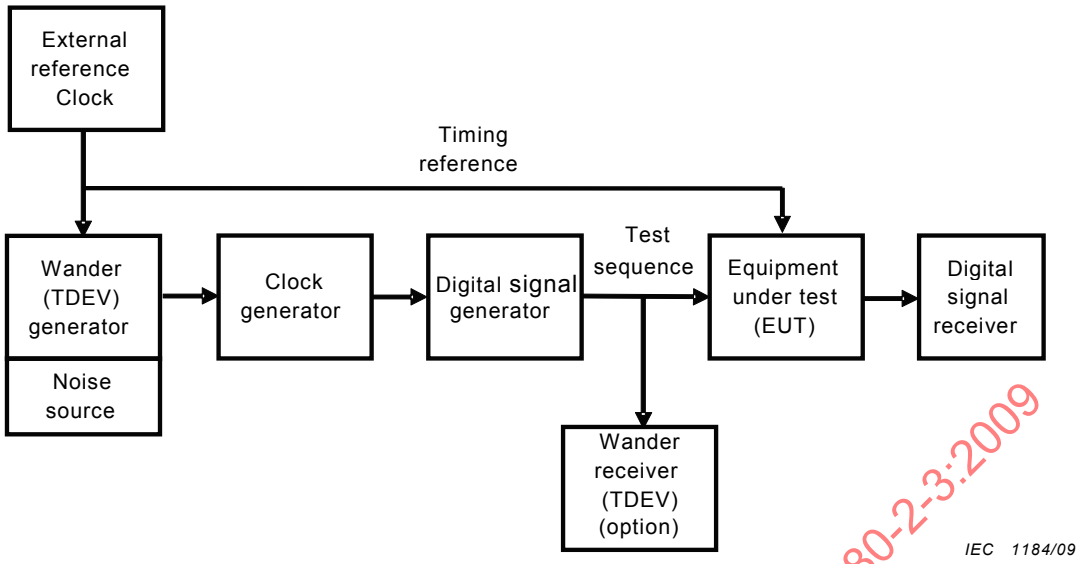


Figure 21 – Wander TDEV tolerance measurement configuration for the test signal of EUT

13.4.2 Wander TDEV tolerance measurement for timing reference signal of EUT

Figure 22 illustrates the test configuration for the timing reference signal of the EUT basic technique. The optional wander receiver (TDEV) is used to verify the amplitude of generated wander TDEV.

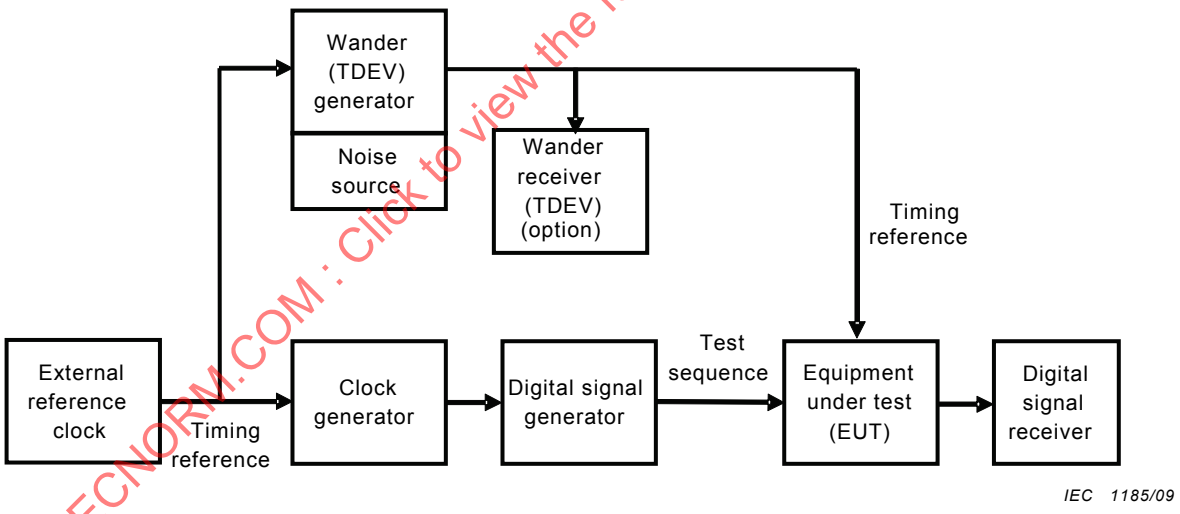


Figure 22 – Wander TDEV tolerance measurement configuration for the timing signal of EUT

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

13.5 Equipment settings

This technique involves setting an integration time of TDEV for measurement interval and determining the wander TDEV amplitude of the test signal which causes the onset of errors criterion to be satisfied. Specifically, this technique requires:

a) isolation of the wander TDEV amplitude "transition region" (in which error-free operation ceases);

b) one errored second measurement, 12 times of TDEV integration time in duration, for each incrementally added wander TDEV amplitude from the beginning of this region;

c) determination of the largest wander TDEV mask for which the cumulative errored second count is no more than 2 errored seconds.

13.6 Measurement procedure

a) Connect the equipment as shown in Figure 21 or Figure 22. Verify proper continuity and error-free operation.

b) Set and initialize the wander TDEV amplitude to 0ns peak-to-peak.

c) Set the wander TDEV amplitude as desired TDEV mask, which is specified in applicable standard.

d) Record the number of errored seconds that occur over 12 times of integration time of TDEV measurement interval. Note that the initial measurement shall be 0 errored seconds.

e) Increase the wander TDEV amplitude in fine increments, repeating step d) for each increment, until the onset of errors criterion is satisfied.

f) Record the indicated wander TDEV to characterize the wander TDEV tolerance curve.

14 Measurement of wander TDEV transfer

14.1 Apparatus

The following apparatus are required:

– external reference clock source
– wander generator (TDEV)
– clock generator
– digital signal generator
– wander receiver (TDEV)

14.2 Equipment connection

Subclauses 14.2.1 and 14.2.2 contain information on test configurations for wander and TDEV transfer measurements that are in accordance with ITU-T Recommendation G.813.

14.2.1 Wander TDEV transfer measurement for the test signal of EUT

Figure 23 illustrates the test configuration for the test signal of EUT basic technique.

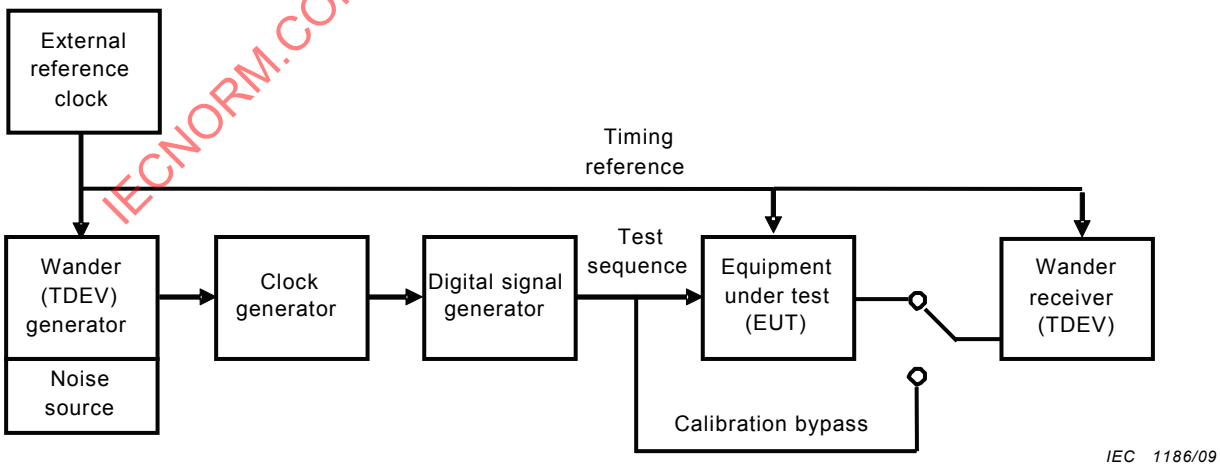


Figure 23 – Wander TDEV transfer measurement configuration for the test signal of EUT

14.2.2 Wander TDEV transfer measurement for timing reference signal of EUT

Figure 24 illustrates the test configuration for the timing reference signal of EUT.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

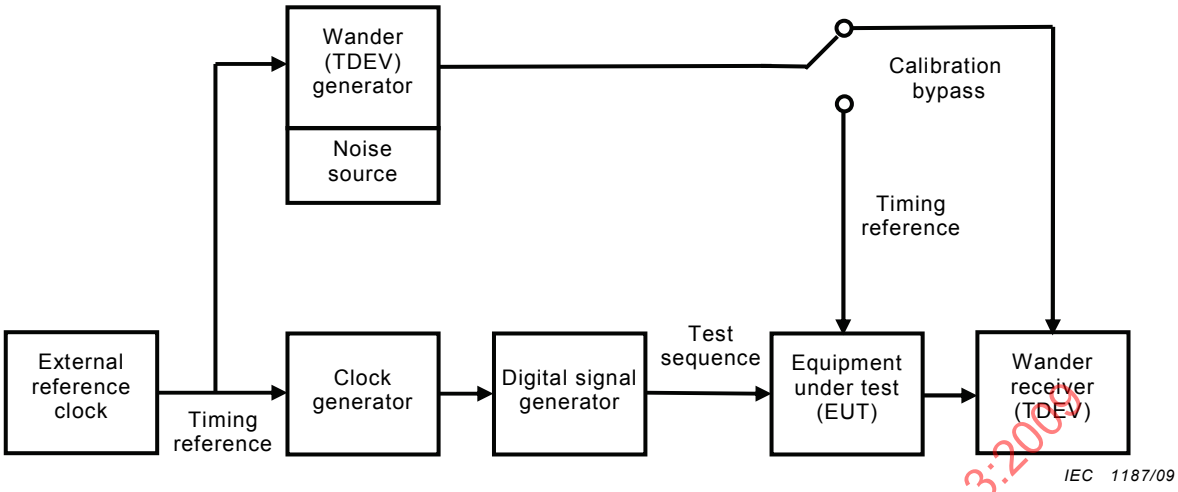


Figure 24 – Wander TDEV transfer measurement configuration for the timing signal of EUT

14.3 Equipment settings

Set tolerable wander amplitude over the specific integration time range, which should be large enough to ensure adequate measurement accuracy, yet sufficiently small to preserve linear operation.

14.4 Measurement procedure

a) Perform a wander TDEV tolerance measurement of the EUT over 12 times of integration time of TDEV measurement interval.

b) Connect the equipment as shown in Figure 23 or 24, bypassing the EUT. Verify proper continuity, linearity, and error-free operation.

c) Set specific wander TDEV mask over the specific integration time range.

d) Measure wander TDEV with adding the desired TDEV mask, and record the difference between measured TDEV result and reference TDEV mask which is ideal adding TDEV mask as reference trace of the test equipment.

e) Re-connect the EUT as shown in Figure 23 or 24. Verify proper continuity and error-free operation.

f) Measure wander TDEV with adding the desired TDEV mask same as step d). Record the wander TDEV results as Wander TDEV transfer function of EUT.

g) To obtain the magnitude of the EUT wander TDEV transfer function, subtract the reference trace (step d) from the overall wander TDEV measurement result.

15 Test results

15.1 Mandatory information

The following information shall be provided when the tests have been completed:

– full identification of the equipment under test (EUT)
– full title of test performed
– identification of the test method used
– identification of the test procedure used
– statement of the operating conditions
– statement of environmental conditions
– test results

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

– date and time when the test was performed

15.2 Available information

The following information shall also be available:

– full identification of the test equipment used
– identification of electrical patch cords
– identification and performance details of any optical patch cords
– statement of measurement uncertainty
– calibration details of test equipment
– names of test personnel.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

Bibliography

[1] P. Bylinski and D.G.W. Ingram: *Digital transmission Systems 2nd Edition, IEE Telecommunications Series 4, 1980*

[2] W. R. Bennet: *Bell System Technical Journal 1958, 37*

[3] C.J. Byrne, B.J. Karafin and D.B. Robinson Jr.: *Systematic jitter in a chain of digital regenerators, Bell System Technical Journal 1963, 42*

IEC/TR 61931, *Fibre optics – Terminology*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 45
1 Domaine d'application 47
1.1 Types de mesures de la gigue 47
1.2 Types de mesures des dérapages 47
2 Références normatives 47
3 Termes et définitions 47
4 Considérations générales 51
4.1 Génération de gigue 51
4.1.1 Gigue du rythme 51
4.1.2 Gigue d'alignement 52
4.1.3 Autres effets 53
4.2 Effets de la gigue sur la qualité du signal 53
4.3 Tolérance de gigue 53
4.4 Gigue du temps d'attente 54
4.5 Dérapage 54
5 Procédures d'essai de gigue 55
5.1 Généralités 55
5.1.1 Méthode analogique 55
5.1.2 Méthode numérique 56
5.2 Equipement d'essai commun 56
5.3 Sécurité 58
5.4 Connexions à fibres optiques 58
5.5 Echantillon d'essai 59
6 Procédure de mesure de la tolérance de gigue 59
6.1 But 59
6.2 Matériel 59
6.3 Technique de pénalité TEB 59
6.3.1 Connexion de l'équipement 59
6.3.2 Réglages d'équipement 60
6.3.3 Procédure de mesure 60
6.4 Technique d'apparition des erreurs 60
6.4.1 Connexion de l'équipement 61
6.4.2 Réglages d'équipement 61
6.4.3 Procédure de mesure 61
6.5 Essai du récepteur à œil sous contrainte pour tolérance de gigue 62
6.5.1 But 62
6.5.2 Matériel 62
6.5.3 Technique du modèle de gigue sinusoïdale 62
7 Mesure de la fonction de transfert de gigue 63
7.1 Généralités 63
7.2 Matériel 63
7.3 Technique de base 64
7.3.1 Connexion de l'équipement 64
7.3.2 Réglages d'équipement 64
7.3.3 Procédure de mesure 65
7.4 Technique du détecteur de phase analogique 65

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

7.4.1 Connexions de l'appareillage 65
7.4.2 Réglages d'équipement 66
7.4.3 Procédure de mesure 66
7.4.4 Calculs relatifs aux mesures 66
8 Mesure de la gigue de sortie 66
8.1 Généralités 66
8.2 Connexion de l'équipement 67
8.2.1 Réglages d'équipement 67
8.2.2 Procédure de mesure 67
8.2.3 Données commandées 67
9 Mesure de gigue systématique 68
9.1 Matériel 68
9.2 Technique de base 68
9.2.1 Connexion de l'équipement 68
9.2.2 Réglages d'équipement 69
9.2.3 Procédure de mesure 69
10 Technique de balayage BERT 70
10.1 Matériel 71
10.2 Technique de base 71
10.2.1 Connexion de l'équipement 71
10.2.2 Réglages d'équipement 71
10.2.3 Processus de mesure 72
11 Technique de séparation de la gigue 72
11.1 Matériel 74
11.2 Connexions de l'appareillage 75
11.3 Réglages d'équipement 75
11.4 Procédure de mesure 75
11.4.1 Oscilloscope à échantillonnage: 75
11.4.2 Oscilloscope en temps réel 75
12 Mesure du dérapage 77
12.1 Matériel 77
12.2 Technique de base 77
12.2.1 Connexion de l'équipement 77
12.2.2 Réglages de l'équipement 78
12.2.3 Procédure de mesure 78
13 Mesure de la tolérance de TDEV (d'écart de temps) du dérapage 78
13.1 Objet 78
13.2 Matériel 78
13.3 Technique de base 79
13.4 Connexion de l'équipement 79
13.4.1 Mesures de la tolérance de TDEV de dérapage pour le signal d'essai de l'EUT 79
13.4.2 Mesure de la tolérance de TDEV de dérapage pour le signal de référence de rythme de l'EUT 79
13.5 Réglages d'équipement 80
13.6 Procédure de mesure 80
14 Mesure du transfert de TDEV (d'écart de temps) du dérapage 80
14.1 Matériel 80

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

14.2 Connexion de l'équipement 81
14.2.1 Mesure du transfert de TDEV de dérapage pour le signal d'essai de l'EUT 81
14.2.2 Mesure du transfert de TDEV de dérapage pour le signal de référence de rythme de l'EUT 81
14.3 Réglages d'équipement 82
14.4 Procédure de mesure 82
15 Résultats d'essai 82
15.1 Informations obligatoires 82
15.2 Informations disponibles 83
Bibliographie 84

Figure 1 – Génération de la gigue 51
Figure 2 – Exemple de tolérance de gigue 54
Figure 3 – Générateur de gigue et de dérapage 57
Figure 4 – Mesure de la gigue et du dérapage 58
Figure 5 – Générateur de contrainte de gigue 58
Figure 6 – Configuration de mesure de la tolérance de gigue: Technique de pénalité du taux d'erreur binaire (TEB) 60
Figure 7 – Configuration de mesure de la tolérance de gigue: Technique d'apparition des erreurs 61
Figure 8 – Configuration d'équipement pour l'essai de tolérance de l'œil sous contrainte 62
Figure 9 – Mesure de la fonction de transfert de gigue: technique de base 64
Figure 10 – Mesure du transfert de gigue: technique du détecteur de phase analogique 66
Figure 11 – Mesure de la gigue de sortie 68
Figure 12 – Configuration de mesure de la gigue systématique: technique de base 68
Figure 13 – Mesure de la séquence xi de phase dépendant du motif 69
Figure 14 – Courbes en baignoire de balayage BERT (ligne continue pour gigue faible, ligne en pointillés pour gigue élevée) 71
Figure 15 – Montage de l'équipement pour le balayage BERT 72
Figure 16 – Modèle de gigue de Dirac double 74
Figure 17 – Montage d'équipement pour la mesure de la séparation de la gigue 75
Figure 18 – Mesure de l'erreur d'intervalle de temps 76
Figure 19 – Configuration de mesure du dérapage synchronisé 77
Figure 20 – Configuration de mesure du dérapage non synchronisé 78
Figure 21 – Configuration de mesure de la tolérance de TDEV de dérapage pour le signal d'essai de l'EUT 79
Figure 22 – Configuration de mesure de la tolérance de TDEV de dérapage pour le signal de rythme de l'EUT 80
Figure 23 – Configuration de mesure du transfert de TDEV de dérapage pour le signal d'essai de l'EUT 81
Figure 24 – Configuration de mesure du transfert de TDEV de dérapage pour le signal de rythme de l'EUT 82

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS À FIBRES OPTIQUES –

Partie 2-3: Systèmes numériques – Mesures des gigues et des dérapages

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61280-2-3 a été établie par le sous-comité 86C: Systèmes et dispositifs actifs à fibres optiques, du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

La présente version bilingue, publiée en 2010-02, correspond à la version anglaise.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86C/885/FDIS et 86C/905/RVD.

Le rapport de vote 86C/905/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61280-2, publiées sous le titre général *Procédures d'essai des sous-systèmes de télécommunications à fibres optiques – Systèmes numériques,* peut être trouvée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données liées à la publication spécifique. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

PROCÉDURES D'ESSAI DES SOUS-SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS À FIBRES OPTIQUES –

Partie 2-3: Systèmes numériques – Mesures des gigues et des dérapages

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61280 spécifie des méthodes relatives à la mesure des paramètres de la gigue et du dérapage associés à la transmission et au traitement des signaux numériques.

1.1 Types de mesures de la gigue

La présente norme couvre la mesure des types suivants de paramètres de la gigue:

a) tolérance de gigue
   1) méthode sinusoïdale
   2) méthode de l'œil sous contrainte
b) fonction de transfert de gigue
c) gigue de sortie
d) gigue systématique
e) séparation de la gigue

1.2 Types de mesures des dérapages

La présente norme couvre la mesure des types suivants de paramètres de dérapage:

a) dérapage non synchronisé
b) tolérance de TDEV
c) transfert de TDEV
d) dérapage synchronisé

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60825-1: *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

Recommandation UIT-T G.813, *Caractéristiques de rythme des horloges asservies utilisées dans les équipements SDH*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE Voir aussi la CEI 61931.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

3.1
gigue
variations dans le temps, rapides, non cumulatives des instants significatifs d'un signal numérique par rapport aux positions qu'ils devraient occuper dans le temps. Les variations rapides dans ce contexte correspondent aux composantes de la gigue dont la fréquence de répétition est égale ou supérieure à 10 Hz

3.2
amplitude de la gigue
écart de l'instant significatif d'un signal numérique par rapport à la position qu'il devrait occuper dans le temps

NOTE Dans le cadre de cette norme, l'amplitude de la gigue est exprimée en termes d'intervalles unitaires (ou UI, *interval unit*). Il est reconnu que l'amplitude de gigue peut également être exprimée en unités de temps.

3.3
intervalle unitaire
UI, *unit interval*
intervalle le plus court entre deux instants équivalents aux positions idéales qu'ils devraient occuper dans le temps. En pratique, ceci est équivalent à la période de rythme idéal du signal numérique

3.4
fréquence de la gigue
vitesse de variation dans le temps des instants significatifs d'un signal numérique par rapport aux positions qu'ils devraient occuper dans le temps. La fréquence de gigue est exprimée en hertz (Hz)

3.5
largeur de bande de la gigue
fréquence de la gigue à laquelle l'amplitude de la gigue a diminué de 3 dB par rapport à sa valeur maximale

3.6
gigue d'alignement
gigue provoqué lorsque le rythme d'un signal de données est rétabli à partir du signal lui-même

3.7
gigue du rythme
gigue présente sur la source de rythme

3.8
gigue systématique
composantes de la gigue qui ne sont pas aléatoires et comportent un taux prévisible d'occurrence. La gigue systématique dans un signal numérique résulte des caractéristiques récurrentes de manière régulière dans le signal numérique, telles que les données d'alignement de trame, et les données de commande de justification. On la désigne parfois sous le nom de gigue déterministe et elle est composée d'une gigue périodique non corrélée et d'une gigue dépendante des données

3.9
gigue périodique sans corrélation
forme de gigue systématique qui se produit à un rythme régulier, mais est sans corrélation avec les données lorsque le motif de données se répète. La gigue périodique sans corrélation sera la même quel que soit le front dans un motif qui est observé au cours du temps. Les sources de gigue périodique sans corrélation comprennent les modulations de la phase des horloges de référence des alimentations à découpage, ou toute forme de modulation de phase périodique des horloges qui commandent les débits de données

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

3.10
gigue de brouillage entre symboles
causée par des limitations de largeur de bande dans les voies de transmission. Si la largeur de bande du canal est faible, les transitions de signal peuvent ne pas atteindre une amplitude complète avant la transition vers un état logique différent. En partant d'un niveau plus proche du point moyen entre les états logiques, le moment auquel le front du signal franchit ensuite un seuil d'amplitude spécifique peut être comparé en amont aux éléments numériques identiques consécutifs qui ont atteint leur pleine amplitude pour ensuite commuter à l'autre état logique

3.11
distorsion du cycle de fonctionnement
elle se produit lorsque la durée d'une logique 1 (0-1-0) est différente de la durée d'une logique 0 (1-0-1). Par exemple, si la logique 1 est d'une durée plus longue, des fronts montants se produiront plus tôt par rapport aux fronts descendants, en comparaison de leurs emplacements idéaux dans le temps

3.12
gigue dépendant des données
représente la gigue qui est corrélée à des bits spécifiques dans un motif de données en répétitif. À savoir, lorsqu'un motif de données se répète, la gigue sur tout front de signal donné se manifeste lui-même de la même manière pour toute répétition du motif. Cela est dû à la distorsion du cycle de fonctionnement et/ou au brouillage entre symboles

3.13
gigue du temps d'attente
s'applique au multiplexage plésiochrone et est définie comme la gigue provoquée par la variation du délai entre la demande de justification et son exécution

3.14
tolérance de gigue
amplitude maximale de gigue qu'un récepteur numérique peut accepter pour une pénalité donnée ou en variante, sans l'ajout d'un nombre donné d'erreurs au signal numérique. L'amplitude maximale de gigue tolérée dépend généralement de la fréquence de la gigue

3.15
génération de gigue
procédé d'ajout d'une dégradation de la gigue à un signal de données

3.16
gigue d'entrée
grandeur de la gigue se produisant à une interface hiérarchique ou l'accès d'entrée d'un équipement ou d'un dispositif

3.17
gigue de sortie
grandeur de la gigue se produisant à une interface hiérarchique ou l'accès de sortie d'un équipement ou d'un dispositif

3.18
transfert de gigue
quantité de gigue transférée de l'entrée à la sortie d'un équipement ou d'un dispositif. Il est habituellement exprimé comme le rapport (en dB) de la gigue de sortie sur la gigue d'entrée

3.19
gigue totale
sommation (ou convolution) de la gigue déterministe et de la gigue aléatoire. La gigue totale est exprimée en valeur de crête

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

3.20
courbe en baignoire de la gigue
affichage du taux d'erreur binaire en fonction de l'emplacement en temps du point d'échantillonnage du détecteur d'erreurs BERT. La courbe qui en résulte correspond alors à un affichage de la probabilité qu'un front de données sera mal placé à un emplacement spécifique ou au-delà (plus proche du centre d'un bit) dans un intervalle unitaire

3.21
dérapage
variations lentes non cumulatives des instants significatifs d'un signal numérique par rapport aux positions idéales qu'ils devraient occuper dans le temps. Les variations lentes dans ce contexte correspondent aux composantes de gigue dont la fréquence de répétition est inférieure à 10 Hz

NOTE Dans le cadre de ce document, l'amplitude du dérapage est exprimée en unités de temps (s). Il est reconnu que l'amplitude de dérapage peut également être exprimée en termes d'intervalles unitaires (ou UI).

3.22
erreur d'intervalle de temps
TIE, ***time interval error***
différence entre la mesure d'un intervalle de temps fourni par une horloge et la mesure de ce même intervalle de temps tel que fourni par une horloge de référence. Mathématiquement, la fonction d'**erreur d'intervalle de temps** TIE (t; τ) peut être exprimée comme suit:

$$TIE(t;\tau) = \left[T(t+\tau) - T(t)\right] - \left[Tref(t+\tau) - Tref(t)\right] = x(t+\tau) - x(t) \qquad (1)$$

où τ est l'intervalle de temps, habituellement désigné par le terme intervalle d'observation

3.23
erreur d'intervalle de temps maximale
MTIE, ***maximum time interval error***
variation du délai de crête à crête d'un signal de rythme donné par rapport à un signal de rythme idéal dans le cadre d'un temps d'observation (τ = $n\tau_0$) pour tous les temps d'observation de cette longueur dans la période de mesure (T). Il est estimé au moyen de la formule suivante:

$$MTIE(n\tau_0) \cong \max_{1\le k\le N-n}\left[\max_{k\le i\le k+n} x_i - \min_{k\le i\le k+n} x_i\right] \qquad n = 1,2\ldots N-1 \qquad (2)$$

3.24
écart de temps
TDEV ou σx, ***time deviation***
mesure de la variation de temps prévue d'un signal en fonction du temps d'intégration. Le TDEV peut également fournir des informations au sujet du contenu spectral du bruit de phase (ou temps) d'un signal. Le TDEV figure en unités de temps. En se basant sur la séquence des échantillons d'erreurs de temps, le TDEV est estimé au moyen du calcul suivant:

$$TDEV(n\tau_0) \cong \sqrt{\frac{1}{6n^2(N-3n+1)}\sum_{j=1}^{N-3n+1}\left[\sum_{i=j}^{n+j-1}(x_{i+2n} - 2x_{i+n} + x_i)\right]^2} \qquad n = 1,2\ldots,\text{int}\ \ part\left(\frac{N}{3}\right) \qquad (3)$$

où

x_i indique les échantillons d'erreurs de temps;

N indique le nombre total d'échantillons;

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

τ_0 indique l'intervalle d'échantillonnage d'erreurs de temps;

τ indique le temps d'intégration, la variable indépendante de TDEV;

n indique le nombre d'intervalles d'échantillonnage dans la limite du temps d'intégration t.

3.25
taux d'erreur binaire
TEB
nombre de bits reçus en erreur en tant que rapport du nombre total de bits reçus

3.26
seconde erronée
intervalle de temps de durée 1 s pendant lequel une ou plusieurs erreurs numériques se produisent dans un flux de données

4 Considérations générales

4.1 Génération de gigue

La gigue est générée dans un signal numérique par trois processus de base décrits succinctement ci-après. L'analyse mathématique des processus de gigue est complexe et elle n'entre pas dans le domaine d'application de la présente norme. Une analyse détaillée et un premier traité mathématique des processus de gigue sont fournis par [1][1].

4.1.1 Gigue du rythme

Dégradation de la gigue de l'horloge à rythmes de données d'origine. Même les sources de rythme les plus stables contiennent une certaine quantité de gigue, ou de modulation de phase ou encore de bruit de phase intempestifs. Dans les premiers générateurs de rythme, cette dégradation est excessivement réduite, mais elle connaît une augmentation lorsque ces signaux de rythme sont répartis dans un système. L'effet du bruit sur le signal de rythme dans un système numérique est démontré à un degré exagéré à la Figure 1.

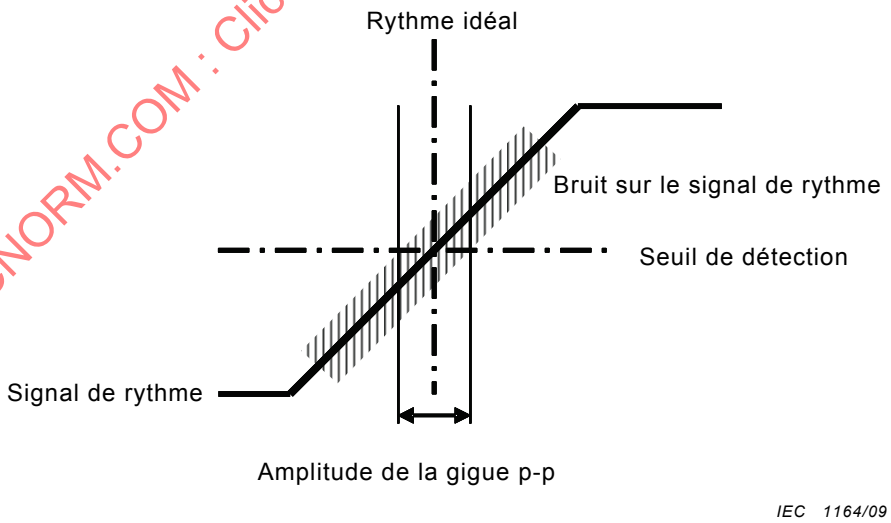


Figure 1 – Génération de la gigue

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

[1] Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

4.1.2 Gigue d'alignement

Lorsqu'un motif numérique se présente à un circuit de récupération du rythme, la variation continue du motif numérique donne lieu à la création de la gigue dans le signal d'horloge récupéré par rapport aux données entrantes (gigue d'alignement). Cet effet, pour la première fois analysé et décrit en détail par [2] constitue la cause principale de la génération de gigue. Cela signifie que les composantes de la gigue du signal d'horloge récupéré sont ajoutées aux données lorsqu'elles sont réajustées. La largeur de bande de la gigue créée par ce processus est la même que la largeur de bande analogique du circuit de récupération d'horloge utilisé.

Lorsque que le processus est répété sur un équipement similaire, le signal d'horloge résultant présente une augmentation de la gigue due à l'ajout de la gigue du rythme et d'alignement. Ainsi, la gigue s'ajoute au signal de données, et est amplifiée à l'opération suivante de récupération du rythme. Une répétition de ce processus, comme elle se produit dans les liaisons de transmission avec de nombreux répéteurs, ou des chaînages de multiplexeurs pour distribution, peut développer des amplitudes de gigue considérables, mais tant que la largeur de bande du processus de récupération du rythme est égale ou supérieure à la largeur de bande du signal, la gigue sera toujours prise en compte. Une analyse de l'accumulation de gigue dans des opérations successives de récupération du rythme a déjà été publiée par [3]. Le développement de la gigue peut être représenté par une équation de la forme suivante:

$$\theta_n = \sum_{k=1}^{n} \theta_0(j\omega) \left(\frac{1}{1 + j\,\omega / B} \right)^k \tag{4}$$

L'équation précédente produit un spectre de densité de puissance de gigue qui peut être exprimé sous la forme:

$$\phi_n \approx n^2 \left[\frac{\sin \frac{n}{2B}\omega}{\frac{n}{2B}\omega} \right]^2 \phi_0 \text{ (pour } \omega << B) \tag{5}$$

où

θ_n indique l'amplitude de la gigue après n processus de récupération du rythme ;

θ_0 indique l'amplitude de gigue introduite à chaque processus de récupération du rythme pris individuellement ;

n indique le nombre de processus de récupération du rythme simultanés ;

ω indique la pulsation (2πf) de la composante de gigue ;

B indique la demi bande passante pulsationnelle du circuit de récupération du rythme ;

Φ_n indique la densité de puissance de la gigue après n processus de récupération du rythme ;

Φ_0 indique la densité de puissance de la gigue introduite à chaque processus de récupération du rythme pris individuellement.

Il convient de noter que pour des valeurs de fréquences basses, la densité de puissance, et donc l'amplitude de la gigue augmente de façon linéaire avec le nombre de processus de récupération de rythme simultanés.

Dans des systèmes de communications point-à-point, où la base de temps de l'émission n'est pas obtenue à partir des données entrantes, la gigue d'alignement ainsi que la façon dont elle se crée ne représentent pas un problème significatif.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

4.1.3 Autres effets

Au cours de la transmission d'un signal numérique, d'autres dégradations telles du bruit supplémentaire et des effets de dispersion procurent des composantes supplémentaires de gigue lorsque le rythme est récupéré à partir du signal. De tels effets sont plus sévères lorsque l'amplification analogique est utilisée plus que la régénération numérique afin d'augmenter la longueur d'une liaison numérique.

4.2 Effets de la gigue sur la qualité du signal

La gigue n'a aucun effet sur la transmission de données dans la mesure où l'équipement peut contenir l'amplitude de la gigue et le taux d'écart (voir 4.3). Lorsque la gigue est suffisamment grande ou rapide pour que le point de décision du récepteur soit fait près ou au-delà d'un front de données, une erreur peut être faite et un TEB dégradé. La gigue, en fonction de son amplitude et de sa fréquence, peut également entraîner de sérieux effets sur des services analogiques, tels que la musique et la télévision transmises sur liaisons numériques. L'effet de gigue est d'introduire des effets de modulation de phase et de fréquence non désirés qui sont audibles en musique et visibles dans les images télévisuelles

4.3 Tolérance de gigue

Dans les systèmes de télécommunications, les exigences de tolérance de gigue sont typiquement spécifiées en termes de modèles de gigue, qui couvrent un domaine d'amplitude/de fréquence en régime sinusoïdal spécifié. Les modèles de gigue représentent la quantité minimale de gigue que l'équipement doit être en mesure d'accepter sans produire la dégradation spécifique de la qualité de fonctionnement liée à l'erreur. Une relation typique entre la tolérance de gigue réelle et son modèle de tolérance associé est illustrée à la Figure 2.

Les amplitudes de gigue que l'équipement tolère réellement à une fréquence donnée sont définies comme toutes les amplitudes pouvant atteindre une valeur immédiatement inférieure à celle qui provoque la dégradation désignée de la qualité de fonctionnement liée à une erreur. La dégradation désignée de la qualité de fonctionnement liée à une erreur peut être exprimée soit en termes de critères de pénalité sur le taux d'erreur binaire (TEB) soit de critères d'apparition d'erreurs. L'existence de ces deux critères tient au fait que la tolérance de gigue d'entrée de l'équipement numérique est principalement déterminée par les trois facteurs suivants:

a) la capacité du circuit de récupération d'horloge d'entrée à récupérer précisément le rythme à partir d'un signal de données à gigue, y compris la présence d'autres dégradations telles que la distorsion d'impulsions, la diaphonie, le bruit, et autres dégradations ;

b) la capacité du tampon du circuit d'entrée, par exemple une mémoire flexible, à contenir l'amplitude de la gigue ;

c) la capacité des autres composants à contenir dynamiquement différents débits de données d'entrée tels que la capacité de justification d'impulsion et la taille de tampons de synchronisation et désynchronisation en un multiplex numérique asynchrone.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

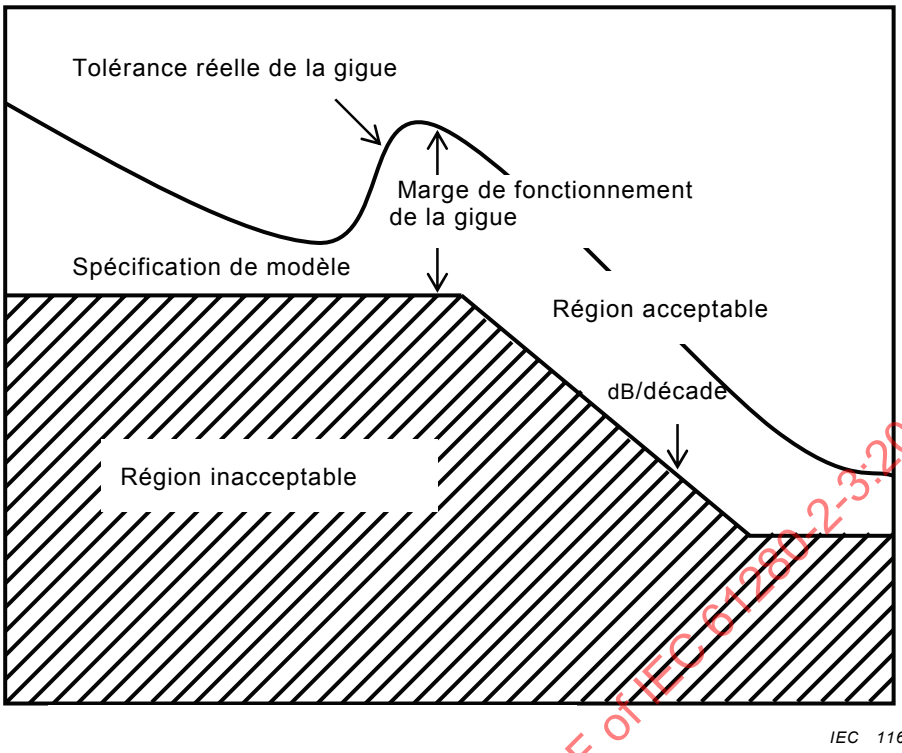


Figure 2 – Exemple de tolérance de gigue

Dans des systèmes de communications complexes, la tolérance de gigue est souvent déterminée avec des dégradations de signaux qui sont plus complexes que la gigue sinusoïdale simple. Le concept général est de vérifier que le récepteur est capable d'atteindre le TEB souhaité lorsqu'il se présente avec le signal admissible qu'il rencontrera dans un système réel. Ainsi, le signal d'essai de tolérance de la gigue inclura des dégradations qui sont autorisées tant pour l'émetteur que pour la voie. Par exemple, un émetteur réel peut connaître une gigue périodique, une gigue aléatoire et une distorsion du cycle de fonctionnement. Tandis que le signal traverse la voie, il peut être encore dégradé au travers d'une voie à largeur de bande limitée, ajoutant ainsi une gigue de brouillage entre symboles. Tandis que le récepteur doit être en mesure de tolérer un tel signal dans un système réel, le signal utilisé pour vérifier la tolérance du récepteur doit inclure toutes ces dégradations. Cette méthode d'essai est parfois désignée sous le terme d'essai de "l'œil sous contrainte", indiquant que le diagramme de l'œil du signal présenté à un récepteur a été intentionnellement détérioré ou soumis à une contrainte.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

4.4 Gigue du temps d'attente

Lorsque des signaux asynchrones (plésiochrones) sont multiplexés, une technique de justification (également connue sous le nom de bourrage d'impulsions) est utilisée et qui implique la comparaison de la phase du signal numérique entrant avec le rythme des affluents du multiplexeur. Lorsqu'une différence préréglée est détectée, un signal de commande est transmis, via le surdébit dans la structure de trames du multiplex, vers le démultiplexeur. Afin d'assurer l'intégrité du signal de commande en présence d'erreurs, ceci est répété 3 ou 5 fois. Au niveau du démultiplexeur, une décision à la majorité est prise pour reconnaître le signal de commande. Ce retard introduit une incertitude et une variation de temps entre la demande de justification et son exécution au niveau du démultiplexeur, et s'exprime lui-même comme gigue du temps d'attente.

4.5 Dérapage

Le dérapage est essentiellement provoqué par des variations périodiques du temps de propagation d'un trajet de transmission et par des variations lentes de la fréquence des

horloges de données. La limite entre la gigue et le dérapage à une fréquence de 10 Hz est quelque peu artificielle étant donné que la plupart des effets significatifs de dérapage se produisent à des taux de répétition en heures, jours, mois et saisons. En général, le dérapage est provoqué par des variations de température qui affectent les délais du support ou de l'équipement de transmission. Pour la transmission terrestre, les composantes de dérapage sont normalement limitées à quelques dizaines de nanosecondes.

Dans les réseaux synchrones, l'accommodation du dérapage est une caractéristique essentielle étant donné qu'une dérive de bits unique déclenchera un processus de resynchronisation entraînant une perte de données. Si cela se produit pour un démultiplexeur de haut niveau, tous les niveaux inférieurs se resynchroniseront également, ce qui aggravera la perte de données. Le dérapage est normalement accommodé en augmentant la taille de la mémoire élastique utilisée pour accommoder la gigue.

Un cas particulier est celui de l'effet de dérapage qui se produit dans les communications par l'intermédiaire des satellites géostationnaires. Alors que la position latérale de ces satellites est relativement stable, leur hauteur moyenne de quelque 35 000 km au-dessus de la surface de la terre a une variation diurne qui peut atteindre approximativement ±1 000 km. Ceci donne lieu à des variations de retard par bond d'approximativement 26 ms. Un débit de données de 150 Mbit/s cela représente un taux de dérapage de quelque 45 bits/s et nécessite une mémoire élastique avec une capacité d'au moins 3,9 Mbits pour le contenir dans un réseau synchrone.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

5 Procédures d'essai de gigue

5.1 Considérations générales

Afin de mesurer la gigue, des méthodes analogiques et numériques peuvent être utilisées. Les deux méthodes reposent sur la comparaison de phases entre un signal de rythme récupéré représentant le signal à mesurer ou dans certains cas le signal lui-même, et un signal d'horloge stable dont la fréquence représente le signal idéal. Dans des applications de télécommunications, ce signal idéal est donné par la fréquence moyenne à long terme du signal de rythme dérivé. Afin d'obtenir des résultats significatifs, la largeur de bande de la gigue de l'horloge dérivée doit être significativement inférieure à 10 Hz. Dans le cadre d'applications dans les communications de données, l'horloge de référence est également typiquement dérivée du signal, mais la largeur de bande de la gigue du signal dérivé sera souvent similaire à la largeur de bande de la récupération d'horloge du récepteur avec lequel un émetteur en essai est apparié. En utilisation système, la gigue qui se situe dans la largeur de bande en boucle du récepteur est accommodée par le récepteur et est d'un intérêt moindre. Lors de l'essai, la gigue qui est commune au signal de référence et au signal à mesurer peut intentionnellement ne pas être observée. Ceci facilite l'aptitude à observer la gigue en dehors de la largeur de bande de la gigue.

5.1.1 Méthode analogique

La méthode analogique utilise la sortie analogique d'une comparaison de phase entre l'horloge récupérée et l'horloge stable qui fournit une présentation du signal modulé en largeur d'impulsion des composantes de gigue en termes d'amplitude et de fréquence. On convertit ensuite cela en une sortie analogique qui est utilisée pour traiter les résultats.

Comme toutes les techniques de mesure analogiques, cette méthode nécessite un étalonnage minutieux et elle dépend pour une très grande part des caractéristiques de performance, y compris de la stabilité, du comparateur de phase.

5.1.2 Méthode numérique

5.1.2.1 Horloge dérivée par rapport à l'horloge à largeur de bande étroite de la gigue

La méthode numérique utilise une horloge d'échantillonnage à très grande vitesse pour mesurer la différence de temps entre les instants significatifs des signaux d'horloge récupérés et des signaux d'horloge stables dérivés. Les résultats sont ensuite obtenus par le traitement numérique des intervalles de temps mesurés. Cette méthode est capable de fournir essentiellement des résultats précis et elle est naturellement adaptée à l'équipement de mesure utilisant des techniques numériques. La principale difficulté de cette méthode réside dans le fait de fournir un signal de rythme avec un débit suffisant pour obtenir une résolution suffisante.

5.1.2.2 Front de données par rapport à l'horloge de référence ou extraite

Avec une horloge de référence représentant la position idéale des fronts de données, une population d'emplacements de fronts par rapport à la population idéale est collectée. Cette population est ensuite post-traitée pour déterminer la performance de la gigue. Les contributions des gigues déterministes et aléatoires peuvent être isolées. Un traitement supplémentaire permet l'estimation de la gigue globale (gigue totale) selon des probabilités extrêmement faibles sans longue durée de mesure requise pour effectuer une mesure directe à de faibles probabilités. Cette technique est à même d'effectuer des mesures et des estimations très précises. La principale difficulté de cette technique est de mal interpréter la gigue déterministe à faible probabilité comme la gigue aléatoire, qui à son tour conduit à des estimations pessimistes de la gigue totale. Les limitations de largeur de bande du système d'essai et le bruit peuvent également corrompre les résultats de gigue, car ils servent de sources de gigue.

5.2 Equipement d'essai commun

Les Figures 3, 4 et 5 représentent les schémas fonctionnels de l'équipement d'essai commun sous une forme générale, identifiant les fonctions principales qui sont utilisées pour les mesures décrites dans la présente norme. Les figures n'impliquent pas une méthode spécifique de mise en œuvre.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

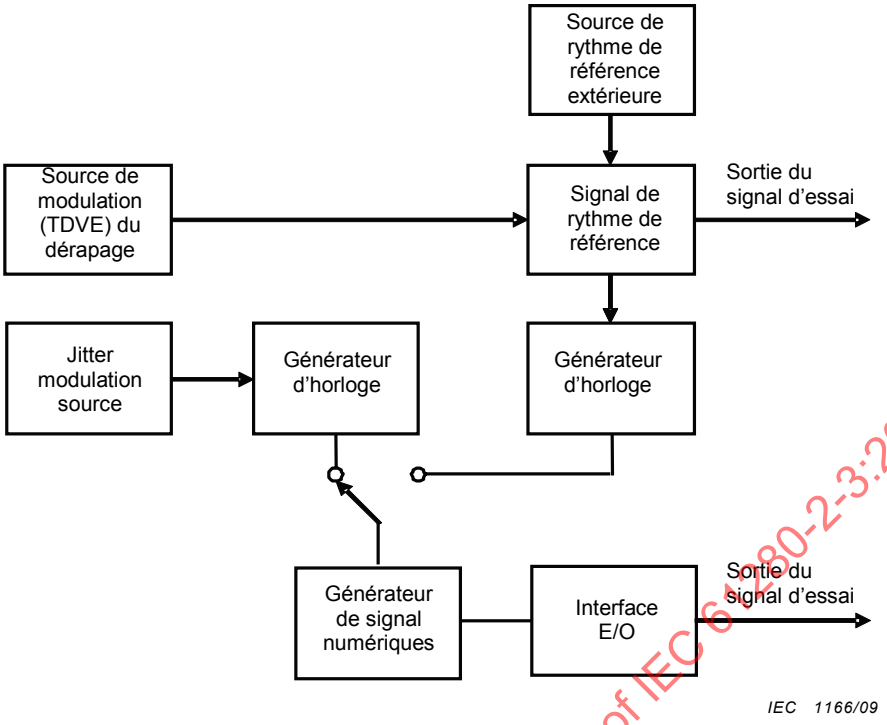


Figure 3 – Générateur de gigue et de dérapage

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

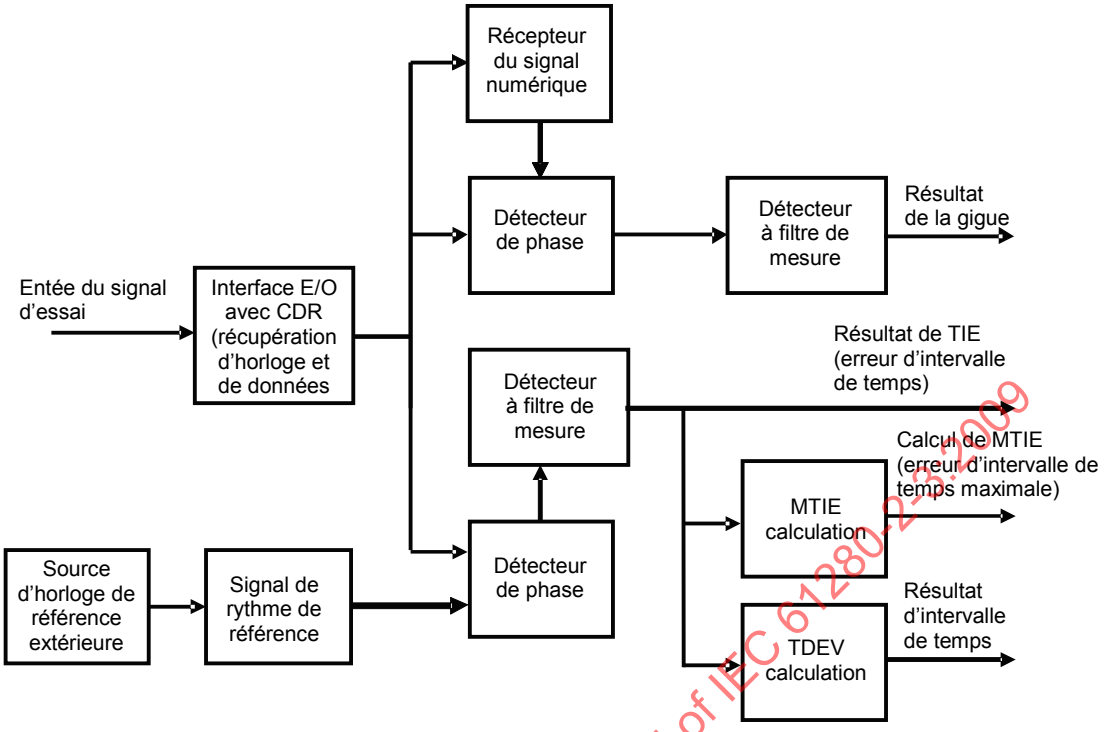


Figure 4 – Mesure de la gigue et du dérapage

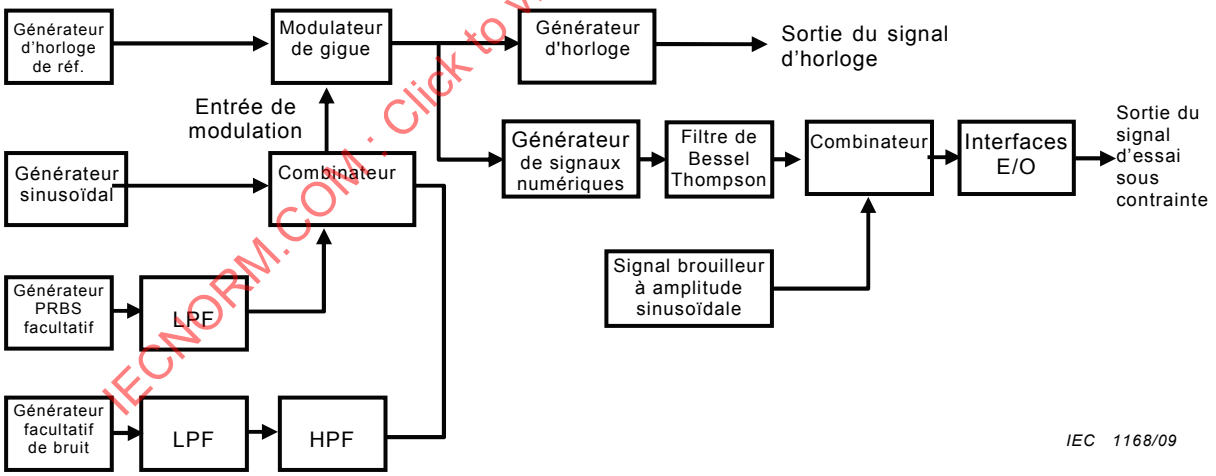


Figure 5 – Générateur de contrainte de gigue

5.3 Sécurité

Tous les essais, réalisés sur des systèmes de communications à fibres optiques, ou qui utilisent un laser ou des diodes luminescentes dans un jeu d'essais, doivent être effectués avec les précautions de sécurité conformes à la CEI 60825-1.

5.4 Connexions à fibres optiques

Les connexions à fibres optiques, dans le cadre des mesures, doivent être effectuées à l'aide de cordons d'essai à fibres optiques.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

Avant de connecter l'équipement, tous les connecteurs doivent être nettoyés.

Dans le cas où les signaux optiques de haute puissance sont employés le rayon de courbure des cordons d'essai doit être supérieur à 30 mm.

5.5 Echantillon d'essai

L'échantillon est l'équipement spécifié ou le trajet de transmission en essai.

6 Procédure de mesure de la tolérance de gigue

6.1 But

L'objet de cette procédure d'essai est de mesurer la tolérance de gigue (également connue sous le terme d'accommodation) en termes d'amplitude sinusoïdale de la gigue qui, lorsqu'elle est appliquée à une entrée d'équipement, provoque une dégradation désignée de la qualité de fonctionnement liée à l'erreur. La tolérance de gigue dépend de l'amplitude et de la fréquence de la gigue appliquée.

6.2 Matériel

Le matériel suivant est nécessaire:

– générateur de gigue
– générateur de signaux numériques
– récepteur de signaux numériques
– affaiblisseur

Le matériel suivant est facultatif:

– synthétiseur de fréquence
– récepteur de gigue

6.3 Technique de pénalité TEB

Le critère de pénalité du taux d'erreur binaire (TEB) pour les mesures de tolérance de gigue est défini comme l'amplitude de gigue, à une fréquence de gigue donnée, qui double la dégradation TEB provoquée par une réduction spécifiée du rapport signal-sur-bruit (SNR).

6.3.1 Connexion de l'équipement

La Figure 6 illustre la configuration d'essai pour la technique de pénalité TEB. Le synthétiseur de fréquence facultatif est utilisé pour fournir une détermination plus précise des fréquences utilisées dans la procédure de mesure. Ceci peut être particulièrement important pour la répétabilité des mesures pour certains types d'équipement, à savoir des multiplexeurs numériques asynchrones. Le récepteur de gigue facultatif est utilisé pour vérifier l'amplitude de la gigue engendrée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

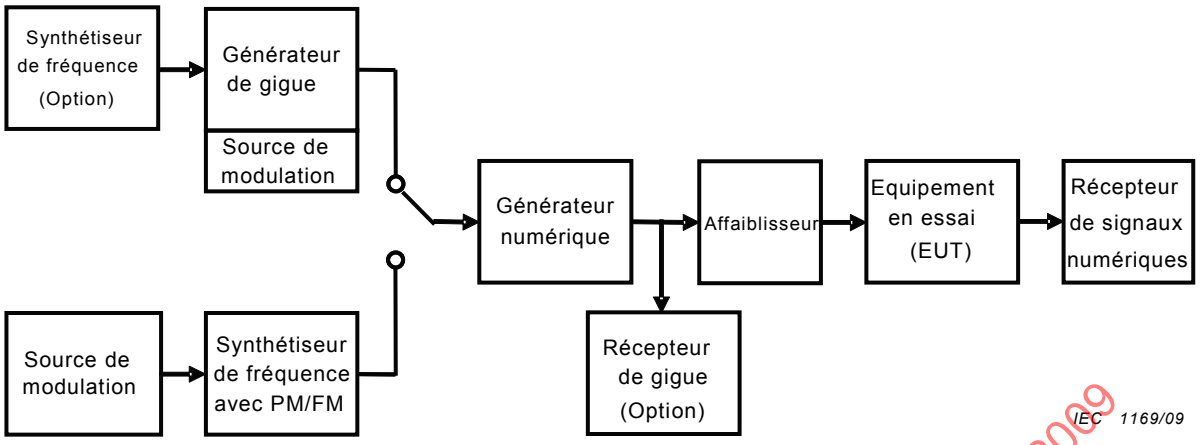


Figure 6 – Configuration de mesure de la tolérance de gigue: technique de pénalité du taux d'erreur binaire (TEB)

6.3.2 Réglages d'équipement

Cette technique est divisée en deux parties. La partie une détermine deux TEB par rapport aux points de référence SNR pour l'équipement en essai. En l'absence d'application de gigue, le signal est affaibli, jusqu'à ce que l'on obtienne un TEB initial approprié. Puis l'affaiblissement du signal est diminué jusqu'à ce que le SNR au niveau du circuit de décision soit augmenté de la quantité spécifiée de dB (c'est-à-dire 1 dB). La partie deux utilise le TEB par rapport aux points de référence SNR; à une fréquence donnée, la gigue est ajoutée au signal d'essai avant que le TEB ne revienne à sa valeur choisie initialement. Étant donné qu'une marge connue de largeur de l'œil du circuit de décision a été établie par les deux TEB par rapport aux points SNR, la gigue équivalente ajoutée est une mesure vraie et reproductible de la performance de tolérance de gigue du circuit de décision. La partie deux de la technique est répétée en un nombre suffisant de fréquences de telle sorte que la mesure représente précisément la tolérance de la gigue d'entrée continue sinusoïdale de l'EUT sur la plage de fréquence applicable. L'équipement d'essai doit être capable de produire un signal à gigue commandé, un SNR commandé sur le flux de données, et de mesurer le TEB résultant de l'EUT.

6.3.3 Procédure de mesure

a) Connecter l'équipement comme l'illustre la Figure 6. Vérifier que la continuité est appropriée et que le fonctionnement est exempt d'erreurs.

b) Sans application de gigue, augmenter l'affaiblissement du signal jusqu'à ce que l'on observe au moins 100 erreurs binaires par seconde. (c'est-à-dire, Taux d'erreur = 1E-10 pour G.8251).

c) Consigner le TEB correspondant et son SNR associé.

d) Augmenter le SNR de la quantité spécifiée. (c'est-à-dire, 1 dB)

e) Régler sur la fréquence de la gigue d'entrée souhaitée.

f) Ajuster l'amplitude de la gigue jusqu'à ce que le TEB revienne à la valeur enregistrée de l'étape c).

g) Consigner l'amplitude et la fréquence de la gigue d'entrée appliquée, et répéter les étapes e) à g) pour un nombre suffisant de fréquences pour caractériser la courbe de tolérance de la gigue.

6.4 Technique d'apparition des erreurs

Le critère d'apparition des erreurs pour les mesures de la tolérance de gigue est défini comme la plus grande amplitude de gigue à une fréquence spécifiée qui aboutit à un total cumulatif ne dépassant pas 2 secondes erronées, où ces secondes erronées ont été sommées sur des intervalles de mesure de 30 s successives d'amplitude de la gigue croissante.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

6.4.1 Connexion de l'équipement

La Figure 7 illustre la configuration d'essai pour la technique d'apparition des erreurs. Le synthétiseur de fréquence facultatif est utilisé pour fournir une détermination plus précise des fréquences utilisées dans la procédure de mesure. Le circuit de mesure de gigue facultatif est utilisé pour vérifier l'amplitude de la gigue engendrée.

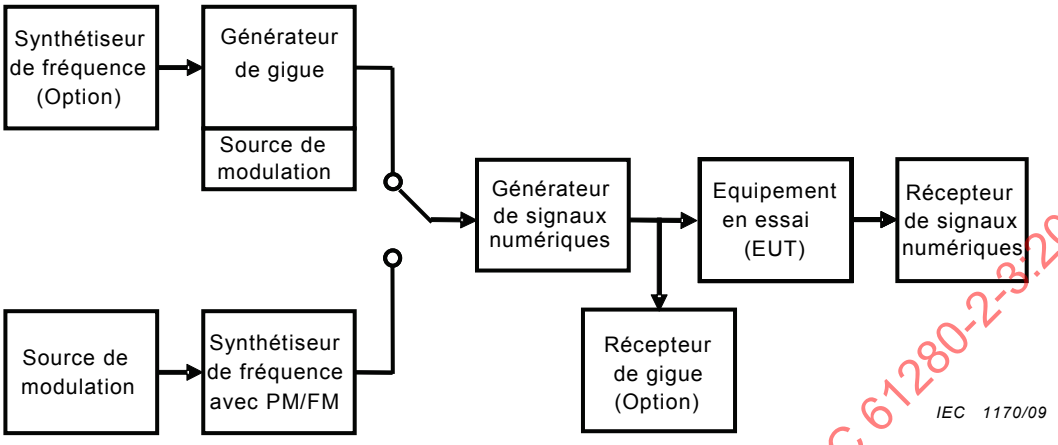


Figure 7 – Configuration de mesure de la tolérance de gigue: technique d'apparition des erreurs

6.4.2 Réglages d'équipement

Cette technique implique le réglage d'une fréquence de la gigue et la détermination de l'amplitude de gigue du signal d'essai, ce qui donne lieu à la satisfaction du critère d'apparition des erreurs. Spécifiquement, cette technique exige:

a) l'isolation de la "région de transition" de l'amplitude de la gigue (dans lequel le fonctionnement sans erreur cesse);

b) une mesure des secondes erronées, 30 s de durée, pour chaque amplitude de gigue augmentée par incrément depuis le début de cette région; et

c) la détermination de l'amplitude de gigue la plus grande pour laquelle le nombre cumulatif des secondes erronées ne dépasse pas 2 secondes erronées.

Le processus est répété pour un nombre suffisant de fréquences de telle sorte que la mesure représente précisément la tolérance de la gigue d'entrée continue sinusoïdale de l'EUT sur la plage de fréquence applicable de la gigue. L'équipement d'essai doit être capable de produire un signal à gigue commandé et de mesurer les secondes erronées résultantes provoquées par la gigue sur le signal entrant.

6.4.3 Procédure de mesure

a) Connecter l'équipement comme l'illustre la Figure 7. Vérifier que la continuité est appropriée et que le fonctionnement est sans erreurs.

b) Régler sur la fréquence de la gigue d'entrée à la valeur souhaitée, et initialiser l'amplitude de la gigue à 0 UI, crête-à-crête.

c) Augmenter l'amplitude de la gigue par incréments bruts pour déterminer la région de l'amplitude où cesse le fonctionnement sans erreur. Réduire l'amplitude de la gigue à son niveau au début de cette région.

d) Enregistrer le nombre de secondes erronées qui surviennent sur un intervalle de mesure de 30 secondes. Noter que la mesure initiale doit être de 0 seconde erronée.

e) Augmenter l'amplitude de la gigue par incréments fins, en répétant l'étape d) pour chaque incrément, jusqu'à ce que le critère d'apparition des erreurs soit satisfait.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

f) Consigner l'amplitude et la fréquence indiquées de la gigue d'entrée appliquée, et répéter les étapes b) à d) pour un nombre suffisant de fréquences en vue de caractériser la courbe de tolérance de la gigue.

6.5 Essai du récepteur à œil sous contrainte pour tolérance de gigue

6.5.1 But

Cet essai est destiné à déterminer l'aptitude d'un récepteur ou d'un système à fonctionner en présence de signaux non idéaux susceptibles d'exister dans un système réel de communications. Il est similaire à un essai de tolérance de gigue. Cependant, contrairement à une tolérance de gigue, la dégradation intentionnelle du signal n'est pas limitée à la gigue sinusoïdale et comprend généralement plusieurs mécanismes de dégradation de signaux.

6.5.2 Matériel

Le matériel suivant est nécessaire:

– générateur de motifs numériques
– détecteur d'erreur numérique
– générateur de gigue
– horloge de référence

L'instrumentation destinée à engendrer une contrainte peut comprendre:

– un générateur d'ondes sinusoïdales (gigue sinusoïdale)
– un générateur de forme d'onde arbitraire (ARB, pour gigue périodique)
– une source de bruit (gigue aléatoire) et
– des méthodes destinées à appliquer les signaux de contrainte au flux de données numériques (source d'horloge modulable en fréquence/phase, modulateur de ligne à retard, etc.)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

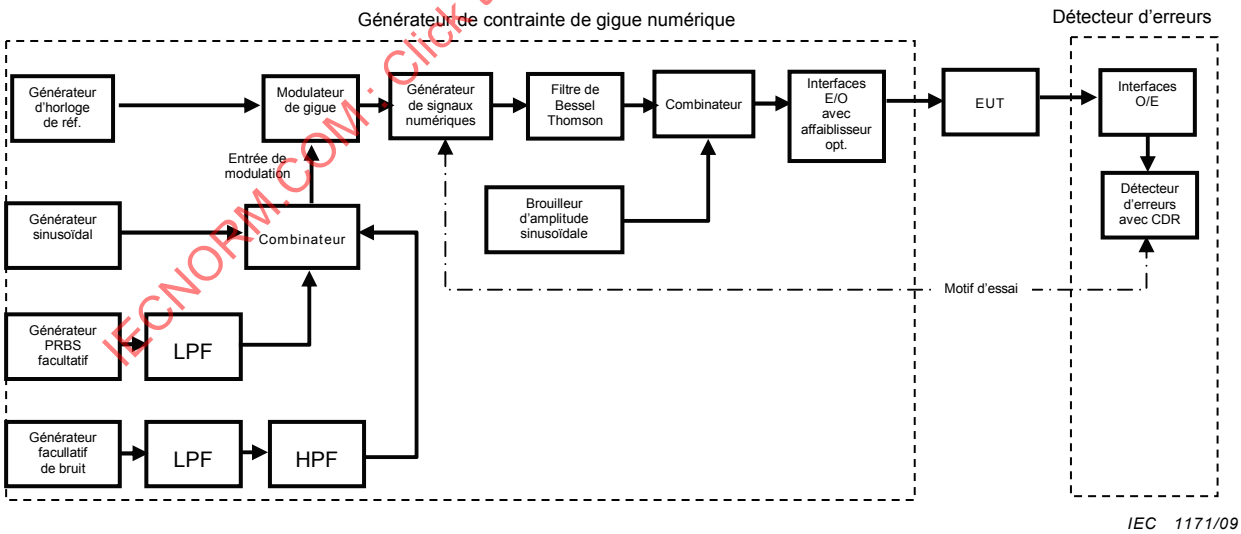


Figure 8 – Configuration d'équipement pour l'essai de tolérance de l'œil sous contrainte

6.5.3 Technique du modèle de gigue sinusoïdale

Etant donné qu'il peut exister des éléments multiples de contrainte, il est courant de faire varier un élément de contrainte tout en conservant fixes d'autres éléments de contrainte. La technique la plus courante consiste à mesurer le TEB sur une plage de fréquences de gigue sinusoïdale discrètes avec d'autres éléments de contrainte maintenus constants.

6.5.3.1 Connexion de l'équipement

La Figure 8 illustre la configuration d'essai à l'aide du générateur pour œil sous contrainte à éléments multiples. Le signal est présenté à l'EUT. La sortie de l'EUT est surveillée par un détecteur d'erreurs pour faciliter la mesure du TEB.

6.5.3.2 Réglages d'équipement

Cette technique est destinée à confirmer que l'EUT est capable d'atteindre un niveau minimal de TEB en recevant un signal avec des niveaux spécifiés de dégradation. La puissance du signal dans le récepteur est réglée pour représenter le niveau prévu le plus défavorable qui puisse apparaître lors d'un fonctionnement normal du système. La dégradation du signal (gigue sinusoïdale, gigue aléatoire, brouillages entre symboles, etc.) est également généralement réglée à des niveaux qui représentent typiquement les niveaux prévus les plus défavorables qui puissent apparaître lors du fonctionnement normal du système.

La dégradation du signal comprend généralement une certaine forme de gigue sinusoïdale. La fréquence de la gigue est généralement modifiée sur une plage de fréquences pour vérifier l'aptitude des récepteurs à localiser et suivre une gigue à basse fréquence. Dans des systèmes réels, la gigue à basse fréquence est souvent plus grande en amplitude que la gigue à haute fréquence. Ainsi, le processus d'essai vérifie le TEB à plusieurs fréquences de gigues sinusoïdales discrètes, avec de grandes amplitudes de gigue à basses fréquences, diminuant vers des amplitudes plus faibles à hautes fréquences de gigues.

À chaque fréquence de gigue, une mesure du TEB est effectuée. Le processus est répété pour un nombre suffisant de fréquences de telle sorte que la mesure représente précisément la tolérance de l'EUT à une gigue d'entrée continue sinusoïdale sur la plage de fréquence applicable de la gigue. D'autres éléments de contrainte de signal sont conservés fixes.

6.5.3.3 Procédure de mesure

a) Connecter l'équipement à la sortie de données comme l'illustre la Figure 8. Vérifier que la continuité est appropriée et que le fonctionnement est sans erreur tandis que les éléments de contrainte de signal sont neutralisés.

b) Régler sur la fréquence de la gigue d'entrée et l'amplitude souhaitées. Déneutraliser tous les autres éléments de contrainte requis.

c) Mesurer le TEB et vérifier qu'il répond aux niveaux acceptables.

d) Incrémenter la fréquence de la gigue et régler sur l'amplitude de la gigue appropriée. Répéter l'étape c).

e) Répéter l'étape d) pour la plage complète des fréquences de gigues sinusoïdales requises en vue de vérifier la tolérance du récepteur avec l'œil sous contrainte.

7 Mesure de la fonction de transfert de gigue

7.1 Généralités

L'objet de cette procédure d'essai est de déterminer la relation de l'amplitude et de la fréquence entre la gigue à l'entrée d'un équipement ou une partie d'un réseau et la sortie correspondante.

7.2 Matériel

Le matériel suivant est nécessaire:

– générateur de gigue
– générateur de signaux numériques
– analyseur de spectre
– récepteur de gigue

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

Le synthétiseur de fréquence est facultatif.

De plus, la technique améliorée requiert le matériel suivant:

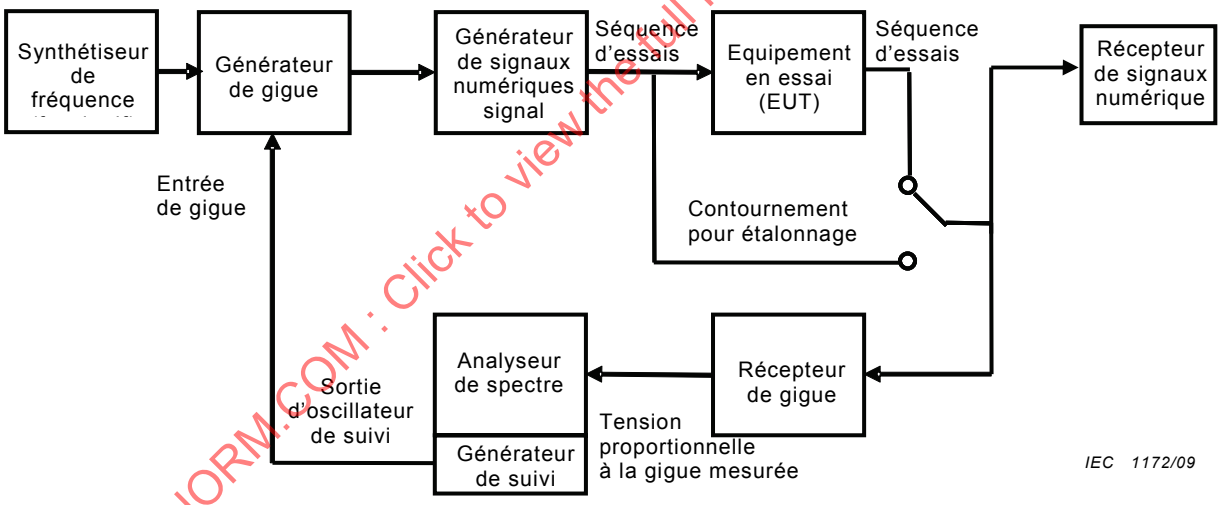
– générateur d'ondes sinusoïdales
– synthétiseur de fréquence avec modulation de phase
– amplificateur tampon
– ligne à retard variable
– diviseur
– mélangeur
– filtre passe-bas
– phasemètre
– voltmètre.

La technique du démultiplexeur exige également un multiplexeur.

7.3 Technique de base

7.3.1 Connexion de l'équipement

Connecter l'appareillage comme indiqué à la Figure 9, en contournant l'EUT. Vérifier la bonne continuité, la linéarité, et que le fonctionnement soit sans erreur.



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

Figure 9 – Mesure de la fonction de transfert de gigue: technique de base

7.3.2 Réglages d'équipement

Régler la plage de fréquences sur l'analyseur de spectre comme souhaité. Ajuster le niveau de sortie de l'oscillateur de suivi sur l'analyseur de spectre pour produire une amplitude de gigue tolérable sur la plage de fréquences choisie; il convient que celle-ci soit suffisamment grande pour garantir une précision de mesure appropriée, néanmoins suffisamment petite pour conserver un fonctionnement linéaire.

En réglant la largeur de bande de l'analyseur de spectre aussi étroite que possible, balayer la plage de fréquences désirée et consigner la trace de référence d'amplitude 0 dB de l'équipement d'essai. (Le réglage d'une largeur de bande étroite de l'analyseur de spectre peut permettre une réduction de l'amplitude de la gigue appliquée sans perte de précision de la mesure.)

7.3.3 Procédure de mesure

Reconnecter l'équipement comme l'illustre la Figure 9. Vérifier la bonne continuité, la linéarité, et que le fonctionnement soit sans erreur.

Utiliser l'analyseur de spectre pour balayer la plage de fréquences choisie et consigner l'amplitude de la fonction de transfert de gigue globale (équipement d'essai et EUT). Pour obtenir la fonction de transfert de gigue de l'EUT, soustraire la trace de référence d'amplitude 0 dB de la fonction de transfert de gigue globale.

Répéter les mesures pour un nombre suffisant de plages de fréquences pour caractériser la plage de fréquences globale considérée.

7.4 Technique du détecteur de phase analogique

Un système de récupération d'horloge de qualité «instruments» peut être utilisé pour déterminer l'amplitude de la gigue sinusoïdale. La sortie du détecteur de phase interne à récupération d'horloge peut être étalonnée pour fournir un calibre précis de la gigue entrant dans l'EUT et de la gigue sortant de l'EUT. En faisant progresser par échelons la fréquence de la gigue sur une plage de valeurs et en prenant le rapport de la gigue de sortie à la gigue d'entrée, on peut obtenir le résultat du transfert de gigue. La technique est analogue à celle de 7.3.1, dans laquelle la gigue est extraite du signal d'entrée de l'EUT (à l'étape de l'étalonnage) ou de la sortie de l'EUT. Le détecteur de phase analogique sert de récepteur de gigue. Toutefois, plutôt que de mesurer la gigue extraite avec un analyseur de spectre, l'instrument dans le système de détecteur de phase, généralement une certaine forme de convertisseur étalonné analogique/numérique, mesure directement l'amplitude de la gigue.

7.4.1 Connexions de l'appareillage

Les connexions d'équipement varient en fonction de la classe de l'EUT. Un système de récupération d'horloge contiendrait des données comme entrée et l'horloge comme la sortie. Un répéteur comprendrait des données entrées et des données sorties. Un multiplicateur d'horloge comprendrait une horloge entrée et une horloge sortie. Un émetteur numérique peut utiliser une entrée d'horloge de référence qui est multipliée dans l'EUT pour produire une sortie de données à grande vitesse. Voir Figure 10. Une mesure d'étalonnage pour représenter l'absence d'uniformité de la source et du récepteur est effectuée en connectant la ligne d'horloge ou de données directement au système de récupération d'horloge analogique (voir 7.4.2 et 7.4.3). La ligne d'horloge ou la ligne de données est ensuite connectée à l'EUT et la sortie de l'EUT au système de récupération d'horloge.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

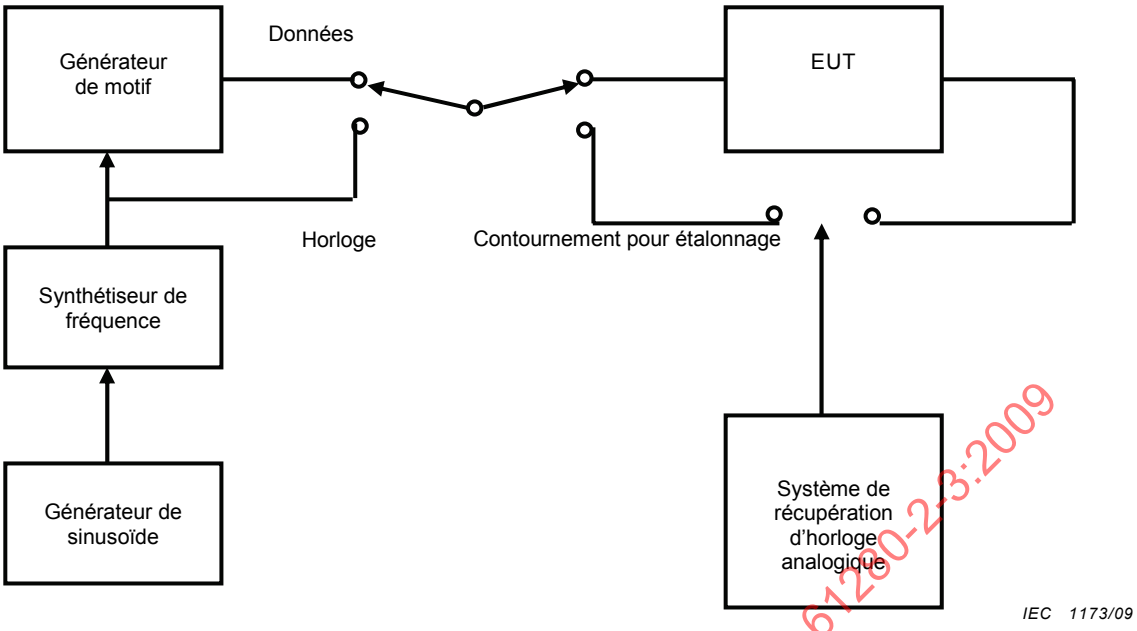


Figure 10 – Mesure du transfert de gigue: technique du détecteur de phase analogique

7.4.2 Réglages d'équipement

La source sinusoïde est réglée à une amplitude nécessaire pour produire le niveau souhaité de modulation (de phase) de gigue du synthétiseur de fréquence. Le niveau optimal dépend typiquement de l'EUT. Il convient que la gigue ne soit pas trop grande de sorte que soit l'EUT soit le système de récupération d'horloge est mis en fonctionnement dans une plage non linéaire ou est forcé à entrer dans un état non bloqué. La fréquence de la sinusoïde est initialement réglée à une valeur qui est bien inférieure à la largeur de bande de la boucle de l'EUT.

7.4.3 Procédure de mesure

La fréquence de la sinusoïde est incrémentée sur une plage bien inférieure et bien supérieure à la largeur de bande de la boucle prévue de l'EUT (peut-être de 1 décade inférieure à 1 décade supérieure). À chaque réglage de fréquence de la gigue, l'amplitude de la gigue est mesurée et enregistrée (pour l'étalonnage et la mesure de l'EUT. La gigue est mesurée et enregistrée à la fois pour les observations de l'étalonnage et celles de la sortie de l'EUT sur des plages de fréquences de gigue identiques.

7.4.4 Calculs relatifs aux mesures

Le transfert de gigue est obtenu en prenant le rapport de la gigue mesurée à la sortie de l'EUT à la gigue mesurée à au cours de l'étalonnage. Une 'courbe' du transfert de la gigue est obtenue en traçant ce rapport à chaque fréquence de gigue en essai

8 Mesure de la gigue de sortie

8.1 Généralités

L'objet de cette procédure d'essai est de mesurer la gigue de sortie à des interfaces hiérarchiques, et la gigue intrinsèque engendrée par un équipement numérique individuel. Les mesures de la gigue de sortie peuvent se faire en termes d'amplitudes efficaces ou de crête-à-crête sur des plages de fréquences désignées et elles peuvent nécessiter une caractérisation statistique.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

8.2 Connexion de l'équipement

L'équipement d'essai suivant est requis pour réaliser cet essai:

– récepteur de signaux numériques
– générateur de signaux numériques
– récepteur de gigue
– filtre de mesure de gigue
– voltmètre

L'équipement d'essai supplémentaire suivant est facultatif et il est destiné à être utilisé lorsqu'une plus grande précision est exigée:

– synthétiseur de fréquence
– analyseur de spectre

NOTE Ce paragraphe sera développé dans une édition ultérieure pour solliciter les attributs nécessaires et les tolérances des jeux d'essais.

8.2.1 Réglages d'équipement

L'équipement soumis à essai est configuré de façon à générer une séquence de données répétitive identique à celle du générateur et du récepteur de signal. An amplitude at which jitter is measured is defined and set.

8.2.2 Procédure de mesure

L'échantillon d'essai doit être un élément du système de transmission à fibre optique, utilisé dans des conditions de fonctionnement normales et dont les entrées et les sorties sont normalement vues par l'utilisateur du système. L'échantillon est identifié à la Figure 11 comme l'équipement en essai (EUT).

8.2.2.1 Trafic réel

Connecter l'équipement comme l'illustre la Figure 11. Vérifier que la continuité est appropriée et que le fonctionnement est sans erreurs. Choisir le filtre de mesure de gigue souhaité et mesurer la gigue de sortie filtrée, en consignant l'amplitude vraie de la gigue de crête-à-crête qui apparaît au cours de l'intervalle de temps de mesure spécifié. Répéter la procédure pour tous les filtres de mesure de gigue souhaités.

8.2.3 Données commandées

Connecter l'équipement comme l'illustre la Figure 11, à l'aide du générateur de signaux numériques pour fournir un motif de données commandées exempt de gigue (par exemple, une séquence binaire pseudo-aléatoire de longueur 2^{23}-1) à l'équipement en essai (EUT). Vérifier la bonne continuité, la linéarité, et que le fonctionnement soit sans erreur.

Choisir le filtre de mesure de gigue souhaité et mesurer la gigue de sortie filtrée, en consignant l'amplitude vraie de la gigue de crête-à-crête qui apparaît au cours de l'intervalle de temps de mesure spécifié.

Répéter la procédure pour tous les filtres de mesure de gigue souhaités.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

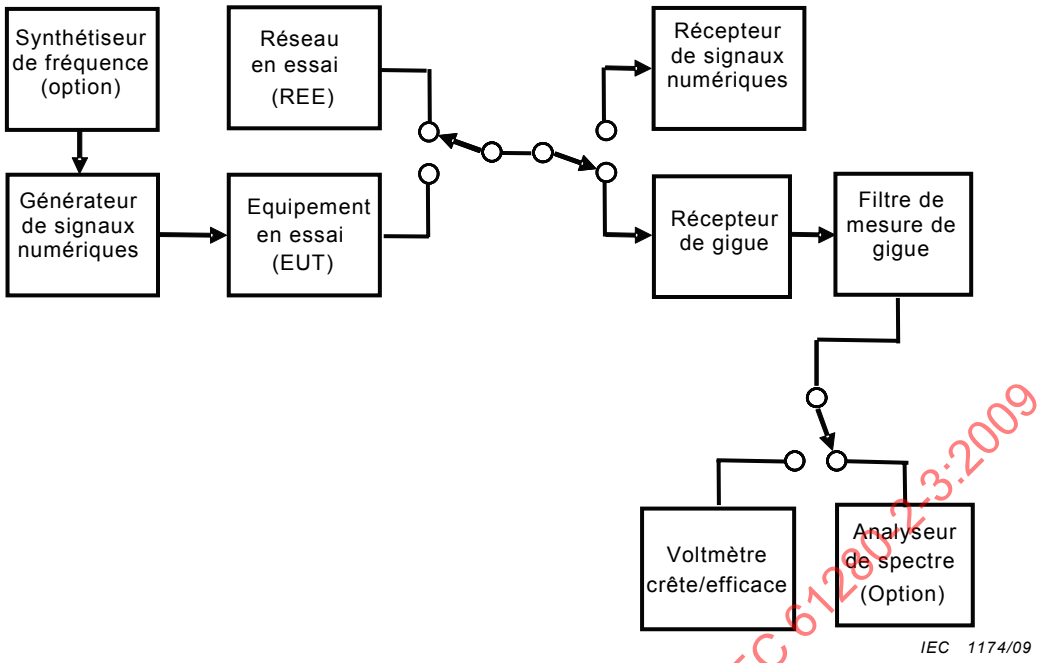


Figure 11 – Mesure de la gigue de sortie

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61280-2-3:2009

9 Mesure de gigue systématique

9.1 Matériel

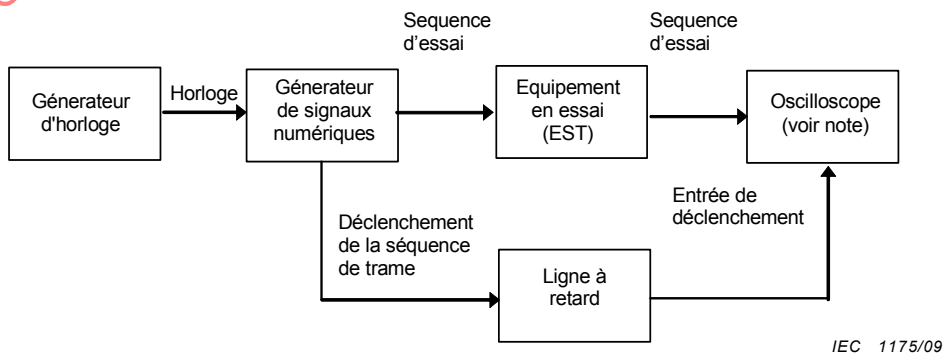
Le matériel suivant est nécessaire:

– générateur d'horloge
– générateur de signaux numériques
– ligne à retard
– oscilloscope

9.2 Technique de base

9.2.1 Connexion de l'équipement

La Figure 12 illustre la configuration d'essai pour la technique de base de mesure de la gigue systématique.



NOTE Il peut remplacer d'autres équipements détecteurs de phase fondés sur la forme d'onde.

Figure 12 – Configuration de mesure de la gigue systématique: technique de base