

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Global navigation satellite systems (GNSS) –
Part 4: Shipborne DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment – Performance requirements, methods of testing and required test results**

**Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes –
Système mondial de navigation par satellite (GNSS) –
Partie 4: Equipement pour récepteur de balises radioélectriques DGLONASS et DGPS embarqués – Exigences d'exploitation et de fonctionnement, méthodes d'essai et résultats d'essai exigés**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2004 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
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.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Global navigation satellite systems (GNSS) –
Part 4: Shipborne DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment – Performance requirements, methods of testing and required test results**

**Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes –
Système mondial de navigation par satellite (GNSS) –
Partie 4: Equipement pour récepteur de balises radioélectriques DGLONASS et DGPS embarqués – Exigences d'exploitation et de fonctionnement, méthodes d'essai et résultats d'essai exigés**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 47.020.70

ISBN 978-2-8322-1990-4

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviations	7
3.1 Definitions	7
3.2 Abbreviations	7
4 Performance requirements	7
4.1 Introduction	7
4.2 Composition	8
4.3 Functional requirements	8
4.4 Protection.....	9
4.5 Integrity.....	9
4.6 Interfaces	10
4.7 IEC 61162-1, IEC 61162-2 implementation	10
4.8 IEC 61162-3 implementation	10
4.9 Display and control.....	10
4.10 Installation	10
5 Technical characteristics	11
5.1 Carrier frequency	11
5.2 Frequency tolerance.....	11
5.3 Message types	11
5.4 Data transmission rate	11
5.5 Dynamic range	11
5.6 Maximum bit error ratio	11
5.7 Receiver selectivity and stability.....	11
5.8 Automatic frequency selection.....	12
5.9 Protection ratios.....	12
6 Methods of testing and required test results	13
6.1 General conditions of measurement and test signals	13
6.2 Operational tests	14
6.3 Protection of external connections.....	18
6.4 Integrity.....	18
6.5 Technical tests	18
6.6 Additional functionality tests	20
Annex A (normative) Simulation of noise situations for the test of shipborne DGPS maritime radio beacon receiver equipment.....	21
A.1 Parameters describing noise	21
A.2 Noise models	22
A.3 Test procedures	26
Annex B (informative) Methodology for measuring WER	27
B.1 Recording the RTCM data stream.....	27
B.2 Analysing the RTCM data stream	27
B.3 Caution	27

Annex C (normative) Tests that are specific to integrated equipment that does not provide an output port for testing	30
C.1 General requirements	30
C.2 Test of WER display	30
C.3 Comments to Clause 6, methods of testing	30
Annex D (informative) Installation guidelines to counteract the effect of interference	31
D.1 Introduction	31
D.2 Antennas	31
D.3 General installation requirements	32
D.4 Noise/interference sources	34
D.5 Testing	34
D.6 Troubleshooting	35
Annex E (informative) Implementation using a concurrent process	36
Annex F (informative) Data interface guidance	38
Bibliography	39
Figure A.1 – Generating atmospherics according to Feldman	24
Figure A.2 – Test set-up using a PC to program a waveform synthesizer	26
Figure B.1 – Word error rate algorithm (first part)	28
Figure B.2 – Word error rate algorithm (second part)	29
Figure E.1 – Station status update	36
Figure E.2 – Navigation process	37
Table 1 – Message types (M823/1.2)	11
Table 2 – Protection ratios	12
Table A.1 – Parameters for different interference situations	23
Table A.2 – Characteristic parameters of the simulated situations	25
Table D.1 – Troubleshooting conditions	35

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MARITIME NAVIGATION AND RADIOCOMMUNICATION
EQUIPMENT AND SYSTEMS –
GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS (GNSS) –****Part 4: Shipborne DGPS and DGLONASS maritime
radio beacon receiver equipment –
Performance requirements, methods of testing
and required test results**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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.

International Standard IEC 61108-4 has been prepared by IEC technical committee 80: Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems.

This bilingual version (2014-12) corresponds to the English version, published in 2004-07.

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

FDIS	Report on voting
80/394/FDIS	80/398/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

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.

IEC 61108 consists of the following parts, under the general title *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Global navigation satellite systems (GNSS)*:

- Part 1: Global positioning system (GPS) – Receiver equipment – Performance standards, methods of testing and required test results
- Part 2: Global navigation satellite system (GLONASS) – Receiver equipment – Performance standards, methods of testing and required test results
- Part 3: (To be used at a later date)

MARITIME NAVIGATION AND RADIOCOMMUNICATION EQUIPMENT AND SYSTEMS – GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS (GNSS) –

Part 4: Shipborne DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment – Performance requirements, methods of testing and required test results

1 Scope

This part of IEC 61108 specifies the minimum operational and performance requirements, methods of testing and required test results conforming to performance standards not inferior to those adopted by the IMO in resolution MSC.114(73). In addition, it takes account of IMO resolution A.694(17) and is associated with IEC 60945. When a requirement of this standard is different from IEC 60945, the requirement in this standard shall take precedence.

This standard may be satisfied by equipment integral with GNSS equipment.

This standard is applicable to HSC.

All text of this standard, whose wording is identical to that in IMO resolution MSC.114(73) and ITU-R M.823 is printed in *italics* and the resolution (abbreviated to – 114 and M.823 respectively) and paragraph numbers are indicated in brackets i.e. (114/3.3 or M.823/3.3).

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 60945, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – General requirements – Methods of testing and required test results*

IEC 61162-1, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Digital interfaces – Part 1: Single talker and multiple listeners*

IEC 61162-2, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Digital interfaces – Part 2: Single talker and multiple listeners, high speed transmission*

IMO Resolution MSC.114(73), *Revised recommendation on performance standards for shipborne DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment*

IMO Resolution A.694(17), *General requirements for shipborne radio equipment forming part of the Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) and for electronic navigational aids*

ITU-R M.823-2, *Technical characteristics of differential transmissions for Global Navigation Satellite Systems (GNSS) from maritime radio beacons in the frequency band 283,5 – 315 kHz in Region 1 and 285 – 325 kHz in Regions 2 and 3*

3 Terms, definitions and abbreviations

For the purposes of this standard the following definitions and abbreviations apply.

3.1 Definitions

3.1.1

Eurofix

the Eurofix datalink is a scheme for modulation of the Loran-C and Chayka signals to establish a broadcast capability that can be used for distribution of GNSS corrections, integrity data and other information. Similar developments in the US are referred to as LORAN-COMM

3.1.2

global navigation satellite system (GNSS)

is a world-wide position, time and velocity radio determination system comprising space, ground and user segments

3.1.3

integrity

is the ability to provide users with warnings within a specified time when the system should not be used for navigation

3.2 Abbreviations

BER	Bit error rate
bps	Bits per second
DGLONASS	Differential GLONASS
DGNSS	Differential GNSS
DGPS	Differential GPS
EGNOS	European Geo-stationary Navigational Overlay System
EPFS	Electronic position fixing system
EUT	Equipment under test
MSAS	Multi-Satellite Augmentation System
MSK	Minimum shift keying
RTK	Real-Time Kinematics
SNR	Signal to noise ratio
UDRE	User defined range error
VTs	Vessel Tracking Services
WAAS	Wide-Area Augmentation System
WER	Word error rate

4 Performance requirements

4.1 Introduction

Differential services broadcast information for augmenting Global Positioning System (GPS) and the Global Navigation Satellite System (GLONASS) to provide the accuracy and integrity required for entrances and harbour approaches and other waters in which the freedom to manoeuvre is limited. Various service providers are broadcasting differential information applicable to localised areas. Different services provide information for augmenting GPS, GLONASS, or both. (114/1.1)

Receiver equipment for the reception and proper de-modulating / decoding of differential GPS and GLONASS maritime radio beacon broadcasts (fully compliant with ITU-R M.823) intended for navigational purposes on ships with maximum speeds not exceeding 70 knots shall, in addition to the general requirements contained in resolution A.694(17), comply with the following minimum performance requirements.(114/1.2) As noted in Clause 1 – Scope: This standard is applicable to HSC.

This standard covers the basic requirements of maritime radio beacon receiver equipment providing augmentation information to position-fixing equipment, including health messages. It does not cover other computational facilities which may be in the equipment.(114/1.3)

Additional functionality (e.g. use of differential corrections and integrity, from multiple beacon reference stations, Eurofix, LORAN-COMM, VTS, FM subcarrier, commercial satellite, WAAS, EGNOS, MSAS and RTK) is permitted if the manufacturer can demonstrate that this does not degrade performance.

4.2 Composition

The words “DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment” as used in this performance standard includes all the components and units necessary for the system to properly perform its intended functions. The equipment shall include the following minimum facilities:(114/2)

- 1) *antenna capable of receiving DGPS or DGLONASS maritime radio beacon signals;*(114/2.1)
- 2) *DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver and processor;* (114/2.2)
- 3) *receiver control interface;* (114/2.3) (See also 4.3 2))
- 4) *data output interface* (114/2.4) (See also 4.3 5)), and
- 5) *broadcast station database capable of storing at least the following data for a minimum of 1000 stations. These data elements can be initially downloaded and shall be updated from DGNSS broadcasts:*
 - ID_{REF1}, ID_{REF2}
 - BROADCAST STATION ID
 - BROADCAST STATION NAME
 - FREQUENCY
 - REFERENCE STATION POSITION
 - REFERENCE STATION DATUM
 - OFFICIAL OPERATION STATUS (operational, test, or not operational)
- 6) *broadcast station database capable of calculating and storing at least the following data for a minimum of 10 closest stations. The receiver shall update these data elements from information included in DGNSS broadcasts:*
 - TIME/DATE of UPDATE
 - REFERENCE STATION HEALTH
 - WORD ERROR RATE (WER)
 - DISTANCE (user to reference station(s))

4.3 Functional requirements

The DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment shall: (114/3)

- 1) *operate in the band of 283,5 to 315 kHz in Region 1 and 285 to 325 kHz in Regions 2 and 3 in accordance with ITU-R M.823* (114/3.1). The receiver shall perform to the requirements of this standard while subjected to typical radio frequency interference and noise sources, as follows:

- atmospheric noise (e.g. local thunderstorms);
- man-made noise (e.g. own ship, shipyard industrial, etc.);
- Gaussian noise;
- interference from LF and MF radio stations outside the band.

The specifications of these are further developed in Annex A.

- precipitation static (especially in the high latitudes) is not specified or tested against, but H-field antennas are recommended to be used on ships that go to the high latitudes that experience this environmental interference; (See Annex D.)
- 2) *provide means of automatically and manually selecting the station;* (114/3.2) When in manual mode, operator action shall be required for a change and the receiver shall provide an indication of other available stations. The database shall be continually updated and utilised to select reference stations; (See Annex E.)
 - 3) *make the data available for use with a delay not exceeding 100 ms after its reception;* (114/3.3) The delay from the first bit of the modulated data to the last bit of the decoded data output from the receiver shall be less than 100 ms plus the transmission time of the message;
 - 4) *be capable of acquiring a signal in less than 45 s in the presence of electrical storms;* (114/3.4);
 - 5) *have an omni-directional antenna in the horizontal plane.* (114/3.6) The difference between the maximum and minimum signal strength shall be less than:
 - .1 5 dB over frequency range
 - .2 3 dB over azimuth
 - .3 3 dB over roll of 20°;
 - 6) and make available the health status, of the station being used, to the system.

4.4 Protection

Precautions shall be taken to ensure that no permanent damage can result from an accidental short circuit or grounding of the antenna or any of its input or output connections or any of the DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment inputs or outputs for a duration of five minutes. (114/4)

4.5 Integrity

The following functions shall be performed in either an integrated DGNSS receiver or an associated GNSS receiver. As a consequence, there are no tests for these clauses within this standard.

4.5.1 DGNSS integrity status

When in differential mode, the GNSS receiver shall give a DGNSS integrity indication:

- a) if no DGNSS message is received within 10 s;
- b) while in manual station selection mode and the selected station is unhealthy, unmonitored, or signal quality is below threshold;
- c) while in automatic station selection mode and the only available station is unhealthy, unmonitored, or signal quality is below threshold.

4.5.2 GNSS integrity status

If the Range-rate Correction or the Pseudorange Correction of a satellite is out of tolerance, the binary code in the ITU-R M.823-2 types 1, 9, 31 and 34 messages will indicate to the GNSS receiver that the satellite shall not be used.

4.6 Interfaces

The equipment shall *have at least one serial data output that conforms to the relevant international marine interface standard*; (114/3.5) as defined in IEC 61162-1, IEC 61162-2, or IEC 61162-3 as appropriate.

4.7 IEC 61162-1, IEC 61162-2 implementation

Integrated equipment and stand-alone receivers shall use the following IEC 61162-1 messages for control and status reporting:

- MSK – MSK Receiver Interface (input/output)
- MSS – MSK Receiver Signal (output)

The Talker Identifier Mnemonic for stand-alone receivers is:

- COMMUNICATIONS: Data Receiver: CR

Stand-alone receivers shall use GGA, GNS or GLL (as defined in IEC 61162-1) to receive position data from the GNSS receiver for its automatic functions. (input)

The DGNSS receiver shall provide ITU-R M.823 data output to a port for testing. See also Annex F for informative guidance on ITU-R M.823 interface matters.

4.8 IEC 61162-3 implementation

Integrated equipment and stand-alone receivers shall use the following IEC 61162-3 parameter groups for control, status and data reporting:

- GNSS Position Data
- GNSS Differential Correction Receiver Signal Status
- GNSS Differential Correction Receiver Interface
- GNSS Differential Corrections

4.9 Display and control

The selected operational mode (manual or automatic) shall be clearly indicated or available on an appropriate interface

The following information shall be available for display of the selected station and the next two nearest stations (see 5) of 4.2):

- reference Station ID;
- station name;
- frequency;
- calculated distance to the station;
- station health (from message header);
- signal quality (acceptable < 10 % WER, unacceptable > 10 % WER).

4.10 Installation

For information guidance on installation see Annex D.

5 Technical characteristics

5.1 Carrier frequency

The carrier frequency of the differential correction signal of a radio-beacon station is an integer multiple of 500 Hz. (M.823/1.1)

5.2 Frequency tolerance

Frequency tolerance of the carrier is ± 2 Hz. (M.823/1.2)

5.3 Message types

Table 1 is for information and shows message types which may be transmitted by a service provider.

Table 1 – Message types (M823/1.2)

GPS message type number	Title	GLONASS message type number
1	Differential GNSS corrections (full set of satellites)	31
3	Reference station parameters	32
4	Reference Station Datum	4
5	Constellation health	33
6	Null frame	34 ($N=0$ or $N=1$)
7	Radio beacon almanacs	35
9	Subset differential GNSS corrections (this may replace Types 1 or 31)	34 ($N>1$)
16	Special message	36
27 (see note)	Extended beacon almanac	N/A
NOTE New message now being implemented worldwide. Equipment for test from 2005 should incorporate this message type.		

5.4 Data transmission rate

The receiver shall be capable of receiving data at selectable rates of 25 (GLONASS only), 50, 100 and 200 bits/s. (M.823/1.6)

5.5 Dynamic range

The receiver shall have a dynamic range of 10 μ V/m to 150 mV/m (M.823/1.11). 10 μ V/m is the requirement to be met while tracking, 20 μ V/m is the requirement for acquisition.

5.6 Maximum bit error ratio

The receiver shall operate at a maximum bit error ratio of 1×10^{-3} in the presence of Gaussian noise at a signal to noise ratio of 7 dB in the occupied bandwidth. (M.823/1.12)

5.7 Receiver selectivity and stability

The receiver shall have adequate selectivity and frequency stability to operate with transmissions 500 Hz apart having frequency tolerances of ± 2 Hz and protection ratios given in Table 2. (M.823/1.14)

5.8 Automatic frequency selection

Automatic frequency selection as provided in the receiver, shall be capable of searching for, receiving, collecting, storing and utilising beacon almanac information from Type 7 / 35 messages and any other relevant message. (M.823/1.17)

5.8.1 Switching criteria

The receivers shall switch from the current reference station when the Reference Station Health or signal quality falls below the minimum criteria of 5.8.2 or is no longer the nearest reference station. The receiver shall be able to select, tune and acquire valid ITU-R M.823 data within 10 s from the nearest reference station that meets minimum requirements for Reference Station Health and signal quality. See informative Annex E for method of carrying out this process.

5.8.2 Minimum requirements

The minimum requirements shall be:

5.8.2.1 Reference station health

- State 000-101 – reference station OK to use;
- State 110 (unmonitored) – do not use unless no other stations are available, and then the user must be warned;
- State 111 – do not use reference station under any circumstances.

5.8.2.2 Signal quality

WER < 0,1 as measured over 25 ITU-R M.823 words, the measurement not being older than 5 min.

5.9 Protection ratios

The protection ratios to be applied shall be as in Table 2 (M.823-2 – Table 5)

Table 2 – Protection ratios

Frequency separation between wanted and interfering signal kHz	Protection ratio dB	
Wanted	Differential (G1D)	Differential (G1D)
Interfering	Radio beacon (A1A)*	Differential (G1D)
0	15	15
0,5	–25	–22
1,0	–45	–36
1,5	–50	–42
2,0	–55	–47
* Applicable to radio beacons in the European maritime area under the 1985 Geneva Agreement.		

6 Methods of testing and required test results

This clause defines the type test 'methods of measurement' and 'results required' ensuring that equipment complies with the requirements of Clauses 4 and 5.

6.1 General conditions of measurement and test signals

All the tests to the general requirements of IEC 60945 shall be carried out on the EUT. The equipment shall comply with those requirements of IEC 60945 appropriate to its category, i.e. 'protected' (from the weather) or 'exposed' (to the weather).

The manufacturer shall declare which equipment or units are 'protected' or 'exposed'. The manufacturer shall declare the 'preconditioning' required before environmental checks.

For the purposes of this standard the following test related definitions shall apply:

Performance check – Reconfiguration of the EUT and checking, by non-quantitative visual checks and by conducting the test procedure below, that the system is still operative for the purposes of IEC 60945.

Performance test for the purposes of IEC 60945 – Reconfigure the EUT and perform test 6.2.2.2 a), with a signal level of 34 dB μ V/m, ensuring that the system is compliant.

By inspection – a visual check of the equipment or documentation.

Test procedure: After manual frequency selection and a settling time of 30 s, the EUT shall achieve continuous decoding with a WER of 0 % as measured using the methodology in Annex B.

Test signal A shall be a sequence of ITU 823 message nine type 9-3s and one type 7 that form a continuous parity loop. The station ID of test signal A shall be an ID of a station that is stored in the almanac. The type 7 message shall give data for station B.

Test signal B shall contain ITU 823 messages – Type 9-3 and 3 for station. B. The station ID of test signal B shall not be an ID of a station that is stored in the almanac.

Test signal C shall contain ITU 823 messages – Type 9-3. The station ID of test signal C shall be an ID of a station that is stored in the almanac and is closer in distance to the EUT than signal D from station D.

Test signal D shall contain ITU 823 messages – Type 9-3. The station ID of test signal D shall be an ID of a station that is stored in the almanac and is not as close in distance to the EUT as signal C from station C.

Test signal E shall contain 50 ITU 823 messages – Type 9-3 with health status "healthy", followed by a sequence of 50 ITU 823 messages – Type 9-3 with health status "unhealthy". The station ID of test signal E shall be an ID of a station that is stored in the almanac and is closer in distance to the EUT than signal D from station D.

Test signal F shall contain 150 ITU 823 messages – Type 9-3 with a WER of zero, followed by a sequence of 150 ITU 823 messages – Type 9-3 with a WER of 100 %. The station ID of test signal E shall be an ID of a station that is stored in the almanac and is closer in distance to the EUT than signal D from station D.

Test signal G shall contain 50 ITU 823 messages – Type 9-3 with health status "healthy", followed by a sequence of 50 ITU 823 messages – Type 9-3 with health status "unmonitored". The station ID of test signal G shall be an ID of a station that is stored in the almanac and is closer in distance to the EUT than signal D from station D.

Test signal H shall contain 150 ITU 823 messages – Type 9-3 with a WER of 10 %. Test signal H shall be a station listed in the almanac.

6.1.1 Test site

Tests will normally be carried out at test sites selected by the type test authority.

6.2 Operational tests

6.2.1 Composition

Show by demonstration and inspection that the requirements of 4.2 are met.

6.2.2 Operational frequency and bit rate

(See 4.3.1))

Check that the operational frequency and bit rate is as specified in 1) of 4.3 with the tests below.

6.2.2.1 Carrier frequency

(See 5.1)

Test signal A shall be applied at 20 $\mu\text{V/m}$ in the absence of noise and at 200 bps. All receivers shall be tested throughout the entire band, i.e. 283,5 to 325 kHz at integer multiples of 500 Hz. After manual frequency selection and a settling time of 30 s, the receivers shall achieve continuous decoding with a word error rate (WER) of zero, as measured using the methodology in Annex B, as measured over 30 s at the output port.

6.2.2.2 Dynamic range

(See 5.5)

- a) Test signal A shall be applied at 20 $\mu\text{V/m}$ in the absence of noise and at 200 bps. After manual frequency selection and a settling time of 30 s, the EUT shall achieve continuous decoding with a word error rate (WER) of zero, as measured using the methodology in annex B, as measured over 30 s at the output port.
- b) Reduce test signal A down to 10 $\mu\text{V/m}$ in the absence of noise and at 200 bps. The EUT shall achieve continuous tracking and decoding the signal with a word error rate (WER) of zero, as measured using the methodology in Annex B, as measured over 30 s at the output port.
- c) Raise test signal A up to 150 mV/m in the absence of noise and at 200 bps. The EUT shall achieve continuous tracking and decoding the signal with a word error rate (WER) of zero, as measured using the methodology in Annex B, as measured over 30 s at the output port.

6.2.2.3 Data transmission rate

(See 5.4)

Repeat the above tests using the remaining bit rates (25, 50 and 100 bps) shall be tested at 283,5, 305 and 325 kHz. In these tests the receiver shall achieve continuous decoding with a WER of zero as measured over 240 s (for 25 bps), 120 s (for 50 bps) and 60 s (for 100 bps).

6.2.2.4 Frequency tolerance

(See 5.2)

Repeat the above tests using 200 bps at 283,5 kHz $\pm$ 2 Hz, 305 kHz $\pm$ 2 Hz and 325 kHz $\pm$ 2 Hz. In these tests, the receiver shall achieve continuous decoding with a WER of zero as measured over 30 s.

6.2.3 Manual and automatic station selection

(see 4.3.2))

6.2.3.1 Manual method

Manual frequency/ station selection shall be demonstrated with the following test:-

Initial conditions: no signals in band. The signal level for these tests shall be 75 μ V/m in the absence of noise and at a data rate of 200 bps.

Test method and required results:

- Step 1: select a frequency / station on the EUT;
- Step 2: introduce test signal A on the adjacent channel;
- Step 3: verify using the test procedure that a WER of 100 % is achieved for test signal A;
- Step 4: introduce test signal B on the selected channel;
- Step 5: verify using the test procedure that valid test signal B is being received on the selected channel with a WER of zero.

6.2.3.2 Automatic method

Initial conditions: the signal level for these tests shall be 75 μ V/m in the absence of noise and at a data rate of 200 bps.

Position information (GGA, GLL, GNS or GNSS position data, as appropriate) shall be provided to the beacon receiver.

6.2.3.2.1 Almanac test procedure

- a) Check if the receiver works with almanac

Test method:

- Step 1: reset receiver almanac;
- Step 2: upload almanac into receiver where station A is included in the almanac and is the closest station in distance to the EUT position;
- Step 3: introduce test signal A.

Required result:

The EUT shall achieve continuous decoding of signal A with a WER of zero within 10 s as measured using the methodology in Annex B.

- b) Check update procedure of almanac

Test method:

- Step 1: introduce test signal A for 5 min;
- Step 2: introduce test signal B where station B is not in the almanac loaded in the previous test and is the closest station in distance to the EUT position;
- Step 3: allow the EUT to run for 10 s;
- Step 4: download almanac or display its contents.

Required results:

The EUT shall achieve continuous decoding of signal B with a WER of zero as measured using the methodology in Annex B and station B has been added to the almanac.

6.2.3.2.2 Automatic mode

a) Check closest station from almanac

Test method:

Step 1: introduce test signals C and D where station C is closer in distance to EUT position than station D;

Step 2: turn on EUT;

Required results:

EUT is decoding signal C with a WER of zero within 10 s.

b) Change station if tracked station becomes unhealthy

Test method:

Step 1: introduce test signals E and D where station E is closer in distance to EUT position than station D;

Step 2: turn on EUT;

Step 3: confirm that the EUT is decoding signal E with a WER of zero within 10 s;

Step 4: force station health of signal E unhealthy.

Required results:

EUT is decoding signal D with a WER of zero within 10 s.

c) Change station if tracked station becomes unmonitored

Test method:

Step 1: bring up test signals G and D where station G is closer in distance to EUT position than station D;

Step 2: turn on EUT;

Step 3: confirm that the EUT is decoding signal G with a WER of zero within 10 s;

Step 4: force station health of signal G unmonitored.

Required results:

Confirm that the EUT is decoding signal D with a WER of zero within 10 s.

d) Change station if WER of tracked station is higher than 0,1

Test method:

Step 1: introduce test signals F and D where station F is closer in distance to EUT position than station D;

Step 2: turn on EUT;

Step 3: confirm that the EUT is decoding signal F with a WER of zero within 10 s;

Step 4: force station WER of signal F > 0,1.

Required results:

Confirm that the EUT is decoding signal D with a WER of zero within 10 s.

e) Change "position" of EUT

Test method:

Step 1: introduce test signals C and D where station C is closer in distance to EUT position than station D;

Step 2: turn on EUT;

Step 3: confirm that the EUT is decoding signal C with a WER of zero within 10 s;

Step 4: change position of EUT so that station D is closer in distance to EUT position than station C.

Required results:

Confirm that the EUT is decoding signal D with a WER of zero within 10 s.

6.2.4 Latency

(see 4.3.3))

6.2.4.1 Objective

The receiver shall be tested using a known ITU-R M.823 modulated input. This data shall be compared to the data output of ITU-R M.823 data to measure the delay between transmitted and received.

6.2.4.2 Method of measurement

The serial output of the reference station is fed to the EUT via a beacon modulator. The output signal of the reference station is compared with the output of the EUT in order to measure the latency. The measurement shall take into account the latency of the beacon modulator and the duration for the reception of 30 bits plus the time needed to transmit these 30 bits packed into 5 bytes (plus start and stop bits) for transmission over the serial interface.

6.2.4.3 Required results

The maximum latency time shall be 100 ms.

6.2.5 Acquisition and performance in noise

(see 4.3 4))

Initial conditions:

Three separate signals are used to test for acquisition (see Annex A for descriptions):

- a) Noise signal 1 (Gaussian noise): A 300 kHz, 200 bps MSK signal incident upon the antenna at a level of 75 $\mu\text{V/m}$ and with an SNR of 7 dB in the 99 % containment bandwidth of the MSK signal.
- b) Noise signal 2 (electrical storm noise): A 300 kHz, 200 bps MSK signal of 75 $\mu\text{V/m}$ incident upon the antenna along with a pulse train with an amplitude of 500 mV/m, a period of 0,5 ms, a pulse width of 20 μs , and with a rise and fall time (90 %) of less than 50 ns.
- c) Noise signal 3 (man-made noise): A 300 kHz, 200 bps MSK signal of 75 $\mu\text{V/m}$ incident upon the antenna along with a pulse train with amplitude of 15 V/m, a period of 1,5 ms, a pulse width of 20 μs , and with rise and fall time (90 %) of less than 50 ns.

The test should be performed using a Helmholtz coil to provide a homogeneous H-field or by using a large capacitor to provide a homogeneous E-field.

Test methods and required results:

- Step 1: introduce noise signal 1;
- Step 2: verify that a WER of < 10,0 % measured over 5 min;
- Step 3: repeat for noise signal 2;
- Step 4: verify that a WER of < 10,0 % measured over 5 min;
- Step 5: repeat for noise signal 3;
- Step 6: verify that the MSK signal is acquired in less than 45 s.

6.2.6 Interface

(see 4.6)

Connect a simulator for the appropriate IEC 61162 interface, both input and output, and ensure compliance.

6.2.7 Antenna

(see 4.3 5))

The antenna shall be tested while tracking an MSK signal of 75 dB μ V/m at 200 bps using:

- a) frequencies of 283,5 kHz, 300 kHz and 325 kHz;
- b) an azimuth every 15° through 360°; and
- c) roll of +20°, 0° and –20°.

6.3 Protection of external connections

(see 4.4)

The EUT shall be tested in two steps:

Step 1: short the antenna connections, energise the unit for 5 min, replace any damaged fuses and check for proper operation;

Step 2: short input and output ports individual leads to ground (not power) for a duration of 5 min, replace any damaged fuses and check for proper operation.

6.4 Integrity

(see 4.5)

Unhealthy and unmonitored status modes are tested under 6.2.3.2.2 b) and c). All other integrity tests are specified in the GNSS receiver.

6.5 Technical tests

(see Clause 5)

6.5.1 Message types

(See 5.3)

Test method:

A test signal that includes all messages in Table 1 (GPS or GLONASS as appropriate) shall be applied at 75 μ V/m in the absence of noise at the data rate of 200 bps.

Results required:

The receiver shall successfully decode the messages with WER of 0,0 %.

6.5.2 Protection ratios

(see 5.9)

6.5.2.1 Protection against another differential transmission

a) Initial conditions:

Two signals in band, one wanted and one interfering.

The interfering signal level shall be 300 μ V/m, MSK modulated at 200 bps, in the absence of noise. The wanted signal consists of test signal A varied in power and frequency in accordance with Table 2, columns 1 and 3.

b) Test method:

Step 1: introduce both the wanted and interfering signals;

Step 2: select the wanted frequency/station on the EUT;

Step 3: repeat steps 1-3 for all combinations in Table 2.

c) Required results:

Verify using test procedure A that a WER of 0,0 % is achieved for test signal A.

6.5.2.2 Protection against a radio beacon transmission

a) Initial conditions:

Two signals in band, one wanted and one interfering.

The interfering signal level shall be a 300 $\mu\text{V/m}$ continuously keyed carrier (A1A), in the absence of noise. The wanted signal consists of test signal A varied in power and frequency in accordance with Table 2, columns 1 and 2.

b) Test method:

Step 1: introduce both the wanted and interfering signals;

Step 2: select the wanted frequency/station on the EUT;

Step 3: repeat steps 1 to 3 for all combinations in Table 2.

c) Required results:

Verify using test procedure A that a WER of 0,0 % is achieved for test signal A.

6.5.3 Intermodulation tests

(see 4.3 1))

Initial conditions:

Five signals are used:

- a) wanted signal: test signal A, MSK modulated at 200 bps, using a signal strength of 34 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ (nominal field strength) and a frequency of 310 kHz;
- b) interfering signal 1: A2A modulated (30 %, 1000 Hz), using a signal strength of 90 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ and a frequency of 255 kHz;
- c) interfering signal 2: continuous wave signal, using a signal strength of 90 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ and a frequency of 200 kHz;
- d) interfering signal 3: A2A modulated (30 %, 1000 Hz), using a signal strength of 90 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ and a frequency of 550 kHz;
- e) interfering signal 4: continuous wave signal, using a signal strength of 90 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ and a frequency of 790 kHz.

The test should be performed using a Helmholtz coil to provide a homogeneous H-field or by using a large capacitor to provide a homogeneous E-field. The interfering signals can be produced by using standard signal generators.

Precautions should be taken during testing to ensure that intermodulation products are not produced within the test generators or combiner system.

Test method

a) Test for interfering LF signals

Step 1: introduce the wanted signal;

Step 2: verify using test procedure A that a WER of 0,0 % is achieved for test signal A;

Step 3: additionally introduce interfering signal 1;

Step 4: verify using test procedure A that a WER of 0,0 % is achieved for test signal A;

Step 5: additionally introduce interfering signal 2;

Step 6: verify using test procedure A that a WER of 0,0 % is achieved for test signal A.

b) Test for interfering MF signals

Step 1: introduce the wanted signal;

Step 2: verify using test procedure A that a WER of 0,0 % is achieved for test signal A;

Step 3: additionally introduce interfering signal 3;

Step 4: verify using test procedure A that a WER of 0,0 % is achieved for test signal A;

Step 5: additionally introduce interfering signal 4;

Step 6: verify using test procedure A that a WER of 0,0 % is achieved for test signal A.

6.6 Additional functionality tests

The manufacturer shall declare any additional functionality and provide a full description, and means to demonstrate that the additional functionality requirements of 4.1 are met.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61108-4:2004

Annex A (normative)

Simulation of noise situations for the test of shipborne DGPS maritime radio beacon receiver equipment

A.1 Parameters describing noise

Due to the interference of many individual incidents the global thunderstorm activity causes considerable background noise from which impulses created by local thunderstorm activity stand out. The interference intensity depends on the thunderstorm activity and its propagation speed within the ionosphere. CCIR published maps on the basis of measurements taken worldwide which the interference level to be expected can be read from, in relation to its geographical position, time of the year and time of the day (in 4-hourblocks). These indications are made by means of noise factor $F_\alpha = 10 \times \log(N_r/N_{th})$, which indicates the relation of the received interference activity N_r to the thermic noise output $N_{th} = kT_0B$ within the reception band width B . k is the Boltzmann-constant $1,38 \times 10^{-23} J/K$ and $T_0 = 288 K$ the reference temperature.

The existing background noise creates an interference voltage on the output of a receiver which can be described by means of its amount and its phase. As the interference signal phase is in equipartition, the absolute value, the generating curve of an envelope, is of interest for further studies.

To be able to characterize the stochastic nature of atmospherics different figures describing the measurement have to be used. The values and functions indicated in the following have been introduced into literature and thus it can be guaranteed that the evaluations are comparable to measurements taken and published so far, for example to those in [32288].

Given the signal of the generating curve of an envelope $v(t)$, the average value v_{av} during measuring time T_m is defined by

$$v_{av} = \frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} v(t) dt \quad (A.1)$$

v_{av} is also known as the first moment.

The RMS (root mean square) v_{rms} is calculated with the help of the second moment:

$$v_{rms}^2 = \frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} v^2(t) dt \quad (A.2)$$

Further more the ratio V_{av}/V_{rms} is a measure for evaluating the interference effect. It is indicated as V_d :

$$V_d = -20 \times \log \left(\frac{v_{av}}{v_{rms}} \right) \quad (A.3)$$

In the case of a Rayleigh amplitude distribution of the generating curve of an envelope

$$V_d = 1,05$$

The median v_{med} of a signal $v(t)$ during a timespan T_m is defined by the amplitude, which for a total of $k/2$ time intervals T_α is both, passed over and passed under. Hereto T_m is to be divided into small measuring intervals $T_\alpha = T_m/k$. In contrast to the arithmetic average, the first moment mentioned above, extreme amplitude values do not enter directly into the figure describing the measurement.

The probability that the amplitude v of the generating curve of an envelope exceeds a level of T_s is indicated by the *APD*, Amplitude Probability Distribution:

$$APD(v) = P(v > T_s) = 1 - P(v) \quad (A.4)$$

Here $P(v)$ is the distribution function of the amplitudes v of the signal of the generating curve of an envelope. If there is a white Gaussian noise on the receiver input, $P(v)$ is a Rayleigh distribution.

A.2 Noise models

A.2.1 Atmospheric noise model

Feldman [Fel72] made noise measurements in the summer of 1971. He divided the data in three scenarios:

- quiet (-night); a quiet situation, in which the pulse shaped component, created by single flashes, is relatively small;
- tropical; this situation is typical for regions of mean latitude during the summer months. Here numerous thunderstorms occur distributed over a wide area. Sometimes interference's have to cover long distances until they reach the receiver in the vicinity of which there is not necessarily a firm interference area;
- frontal; here a thunderstorm is assumed to be in the vicinity of the receiver, i.e. a local firm interference area.

The noise model he suggested can be seen as a refinement of the one introduced by Hall [Hal66]. It does not only take account of the amplitude distribution function but also of the time correlation of the pulse shaped (flash) interferences. His noise model has this form:

$$y(t) = n_2(t) + X(t) A(t) n_1(t) \quad (A.5)$$

Here $n_2(t)$ is the Gaussian component of the background noise. The second independent Gaussian disturbance source $n_1(t)$ is modulated by the time dependent intensity function $A(t)$. This multiplicative term was first described by Hall [Hal66] and is called Hall component. Hall suggested to create $A(t)$ out of the reciprocal of a Chi-square distribution with M degrees of freedom:

$$A(t) = \left[\sum_{i=1}^M b_i(t)^2 \right]^{-0,5} \quad (A.6)$$

The $b_i(t)$ are values of an independent Gaussian process.

The Hall component itself is switched on and off by the two-state $[0, 1]$ random process $X(t)$. This switching simulates the impulsive nature of lightning noise.

Not only time of occurrence but also duration and intensity of the pulse shaped interference's are stochastic and non-stationary. Figure A.1 shows how $Y(t)$ is generated. $X(t)$ is given by means of two Poisson processes with the parameters $\lambda_{10} = \text{Const.}$ and $\lambda_{01} = \frac{P}{1-P} \lambda_{10}$, which control the time behavior of pulse interferences. The index xy of the parameter λ_{xy} stands for the transition from state x into state y . The parameter P itself which defines λ_{01} , is generated by another Markov process which enforces in its 1-state the probability p_x^f for P and in its 0-state $P = p_x^s \times W(t)$, too, is characterized by two transition parameters: $\mu_{10} = \text{const.}$ and $\mu_{01} = \mu_{10} \frac{P_w}{1-P_w}$, $P_w = \text{const.}$. The constant μ_{10} controls the correlation between multiple flashes, whereas the constant μ_{01} (indirectly via P_w) defines the occurrence of the 0-1 transition. With each transition of $X(t)$ from 0 to 1 a new $A(t)$ is defined by first squaring M values of a $N(0,1)$ normal distribution and then adding them. The reciprocal of the square root from this is finally being multiplied by an intensity factor to result in $A(t)$ (equation A.6).

Table A.1 – Parameters for different interference situations

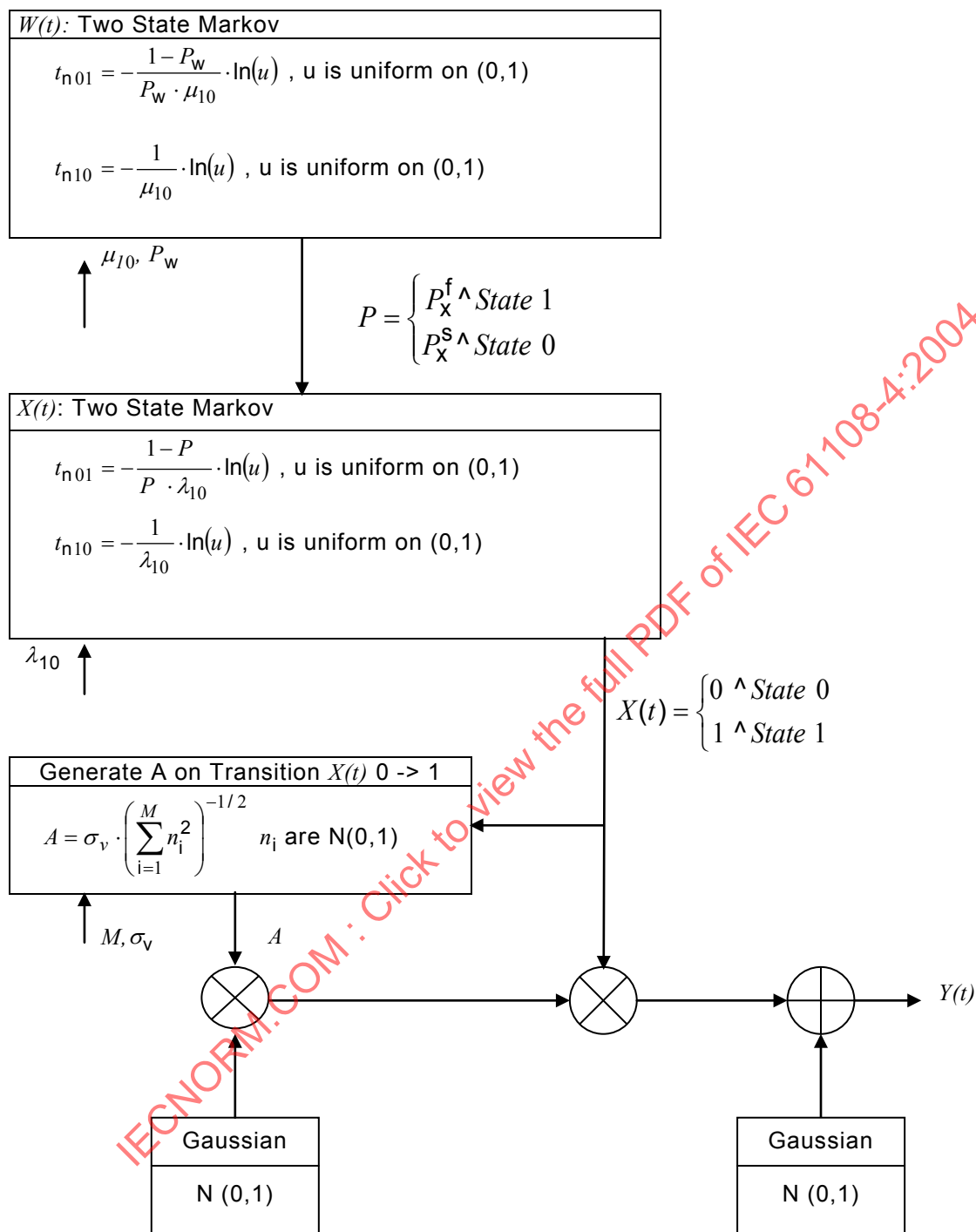
Situation	σ_0	M	p_x^f	p_x^s	P_w	μ_{10}	λ_{10}
Quiet	2,222	2	0,11	0,11	–	–	850
Quiet-Night	1,34	2	0,75	0,25	0,50	1,00	850
Frontal	3,50	1	0,99	0,15	0,89	0,20	850
Tropical	1,26	1	0,99	0,27	0,66	0,60	850
Gauss	0,00	–	–	–	–	–	–
Moderate	0,04	1	0,90	0,18	0,90	0,42	850
Strong	0,12	1	0,69	0,08	0,95	0,20	10 000
NOTE The situations 'Moderate' and 'Strong' were modeled to fit the thunderstorm recordings made in Germany in 1996 and 1997.							

Table 1 shows the parameters used by Feldman as well as those for the newly introduced situations 'Moderate' and 'Strong'.

The output of a software realization of the noise generator is a composition of white Gaussian noise sources each having a bandwidth of exactly half the frequency with which the samples are generated. Hence, this is not quite comparable to the output of a real digital receiver. The latter one has a bandwidth of less than half of its sampling frequency combined with the characteristic of the filters in the signal path.

Furthermore, the characteristic measures use the signal's envelope. So, some further processing was done in order to yield comparable results. A simple software receiver was used to extract a section with a bandwidth of 3 kHz¹ from the generated noise. From the complex baseband output as a first step, the envelope signal was calculated and as a second step the characteristic values were determined.

¹ 'The same filter is used in the DME-1 receiver with which the noise measurements were recorded.



IEC 908/04

NOTE See reference 4. of the bibliography.

Figure A.1 – Generating atmospherics according to Feldman

The factor A will be generated anew on each transition of $X(t)$ from 0 to 1. Hence, $A \cdot X(t)$ can be written as $A(t) \cdot X(t)$ to clarify the time dependency of A .

A.2.1.1 Examples of simulated atmospheric noise

In 1996 and 1997, the Federal Waterways Administration of Germany carried out some noise measurements (at a latitude of about 50 degrees north) with specially made recording equipment². These data were recorded with a bandwidth of 3 kHz and stored digitally on a hard disk of a PC. A comparison of the characteristic measures showed some correspondence with these of the situation 'Quiet-Night'. Now a further investigation was carried out. The parameters of the Feldman noise model were adjusted so as to match the measurements. These new situations are called 'Moderate' and 'Strong'. The situation 'Gauss' models is the case in which no impulsive noise components are present. The situation 'Moderate' models is a thunderstorm which is relatively far away from the receiver whereas 'Strong' is appropriate for cases where a nearby thunderstorm is to be simulated.

NOTE It seems advisable to do some more measurements at different latitudes to verify if other parameters are more appropriate to simulate atmospheric noise for those regions.

A.2.2 Man-made noise

Several measurements were made by the Federal Waterways Administration of Germany near electrified railway lines, power transmission lines, a shipyard and onboard a ship. As a common component periodic impulses with an intensity of about 12 dB above the Gaussian part can be seen. The impulsive noise component is very often always only detectable if an E-Field antenna type is used. The following procedure to generate man-made noise is suggested: Every 33 ms, a factor A is set to 4 for a time of 0,7 ms. All the time in-between, the factor A is set to 0. The noise is formed from two parts. One source is a white Gaussian noise generator the output of which is multiplied 'by the factor A '. Added to this switched component is the output of a second white Gaussian noise generator.

Table A.2 – Characteristic parameters of the simulated situations

Measurement	v_{rms}	v_{av}	V_d	v_{med}	v_{rms}/v_{med}
Quiet	1,30	0,83	3,9	0,66	5,9 dB
Quiet-Night	2,10	1,19	4,9	0,71	9,4 dB
Tropical	27,7	3,85	17,1	0,71	31,8 dB
Frontal	40,8	6,06	16,6	0,78	34,4 dB
Man-made	0,95	0,74	1,9	0,64	3,4 dB
Gauss	0,79	0,69	1,2	0,63	1,9 dB
Moderate	3,9	0,77	14,0	0,65	15,6 dB
Strong	10,4	0,97	20,6	0,65	24,0 dB

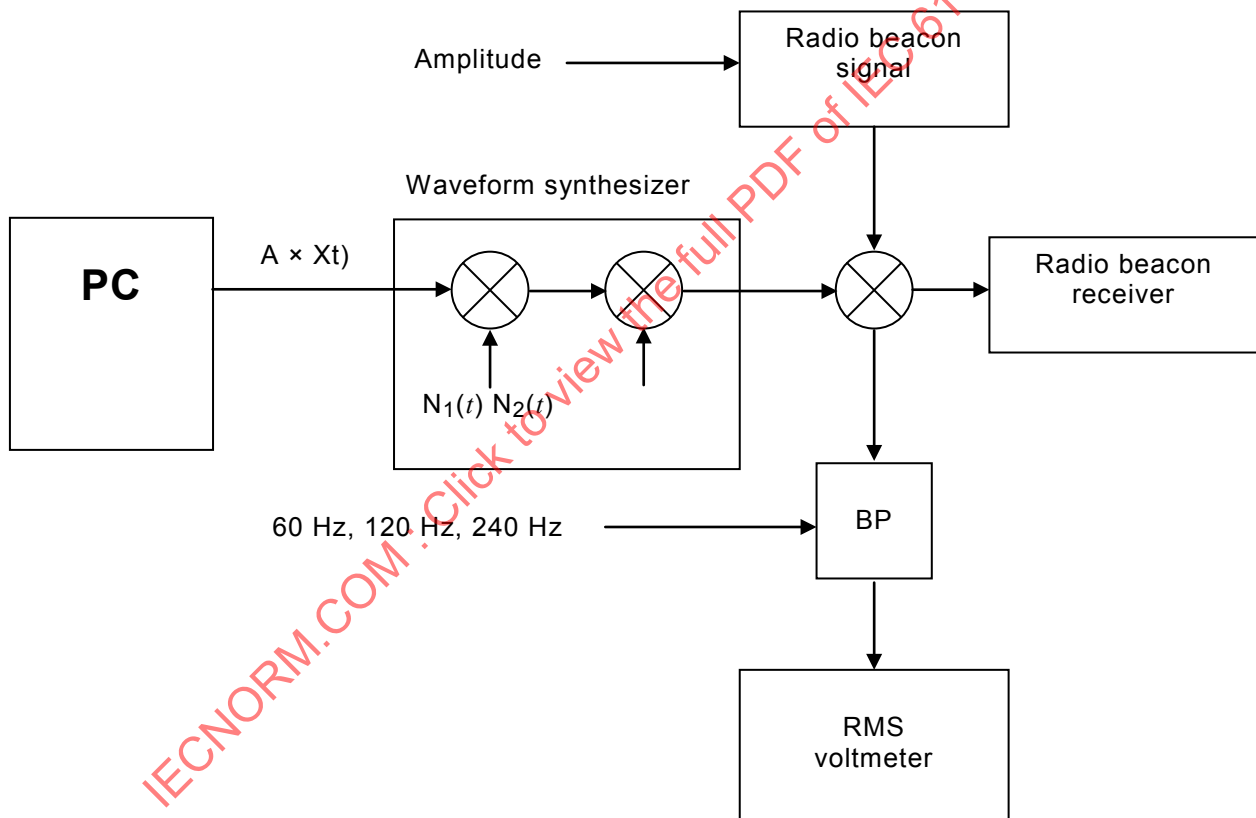
In order to be able to compare the APD -curves with the data given in literature the ratio v_{rms}/v_{med} was indicated; as the levels there refer to the RMS value. White Gaussian noise is to be regarded as the common component of all received data (in RF). The median happens to be a good assessed value for this part of the signal at the output of a receiver when the envelope is analyzed. For the simulations the magnitude of the factor $A(t)$ was limited to $10^6 = 120$ dB.

² The receiver is a DME-1 made by Attingimus Nachrichtentechnik GmbH, 38102 Braunschweig, Germany. A transmitter called DMS-1 is also available. It uses the recorded (and processed, i.e. added with an MSK-signal) data to retransmit into the 300 kHz domain.

A.3 Test procedures

A common approach to the generation of test signals is as follows. All noise scenarios use two independent white Gaussian noise generators. One noise generator provides a constant part within the noise model. The other one is switched over time in its intensity. While the switching itself doesn't pose a problem the changing intensity of this component is a bit more difficult to achieve. The suggested way to reach this goal is to use a waveform synthesizer with a programmable Gaussian noise generator. The synthesizer's remote control interface can be used to program different amplitudes.

An implementation of the noise models discussed could use a PC to calculate the amplitude factor A and the switching function $X(t)$. This can be done before the measurement for each noise model used. So the only task for the PC is to read the data and program the waveform synthesizer accordingly. Depending on the speed of the PC model used it can be advisable to store all data in RAM to avoid time consuming reading from the hard disk. Figure A.2 shows the structure of this test set-up.



IEC 909/04

Figure A.2 – Test set-up using a PC to program a waveform synthesizer

The component $A \times X(t)$ selects the duration and amplitude of the noise component from the white Gaussian noise generator $N_1(t)$. The second white Gaussian noise generator is constantly switched on. Depending on the data rate of the radio beacon signal (50 bps, 100 bps or 200 bps) the signal to noise ratio (SNR) has to be calibrated using an equivalent noise bandwidth of 60 Hz, 120 Hz or 240 Hz. To this end, an adjustable band-pass filter (BP) and an RMS voltmeter will be used. In conjunction with the amplitude of the Radio Beacon Signal, the absolute level of the noise generators can be programmed to achieve the desired SNR value. It is suggested to use only the noise component $N_2(t)$ as a reference.

Annex B (informative)

Methodology for measuring WER

The RTCM in the USA have studied this methodology and the following algorithm describes how to determine the word-error-rate of a recorded RTCM data stream via a PC.

B.1 Recording the RTCM data stream

The aim of the test is to determine how many RTCM words the beacon receiver in a noisy environment can receive.

The test signal that is applied to the beacon receiver consists of a MSK signal that is superimposed with a noise signal (e.g. gaussian, thunderstorm, etc.).

The time the beacon receiver needs to lock to the signal is different and depends on several parameters. This shall not influence the results of the tests.

So a “start word” is introduced: there is a delay time of e.g. 90 s, where only the MSK signal is transmitted to ensure, that all receivers are able to lock to the signal. After this period, a start word (e.g. „abcd“, transmitted with message type 16) is sent. In addition to that, the noise signal is added to the MSK signal.

B.2 Analysing the RTCM data stream

Basically, the algorithm counts the number of valid received RTCM words after the initial start word has been occurred.

The knowledge of the number of RTCM words in the transmitted signal makes it possible to calculate the word-error-rate.

The complete algorithm is shown in Figures B.1 and B.2 of this international standard.

B.3 Caution

- a) The pattern of the preamble may also appear within a data word even though it is not exclusively reserved for this purpose. Even the parity check of each word cannot prevent this in all cases.

So the algorithm decodes the message type number and the station – id and checks them for plausibility.

- b) Data words (words 3..n) can only be checked by the parity test. If word 1 or word 2 is not received correctly, the whole message is rejected. This means the algorithm looks for the next valid preamble and continues at the next message.

It is also possible to read 30 bit words until the next preamble appears.

But regarding a GPS receiver connected to a beacon receiver, the GPS receiver needs word 1 and word 2 to process the message. If one of these two words is not received correctly the whole message has to be skipped.

NOTE The described algorithm has been realised as a computer program using “Borland Delphi” and has been used to do the “Tests of beacon receiver in a noisy environment” by the Aids to Navigation Centre of Germany, Seezeichenversuchsfeld, in 1998.

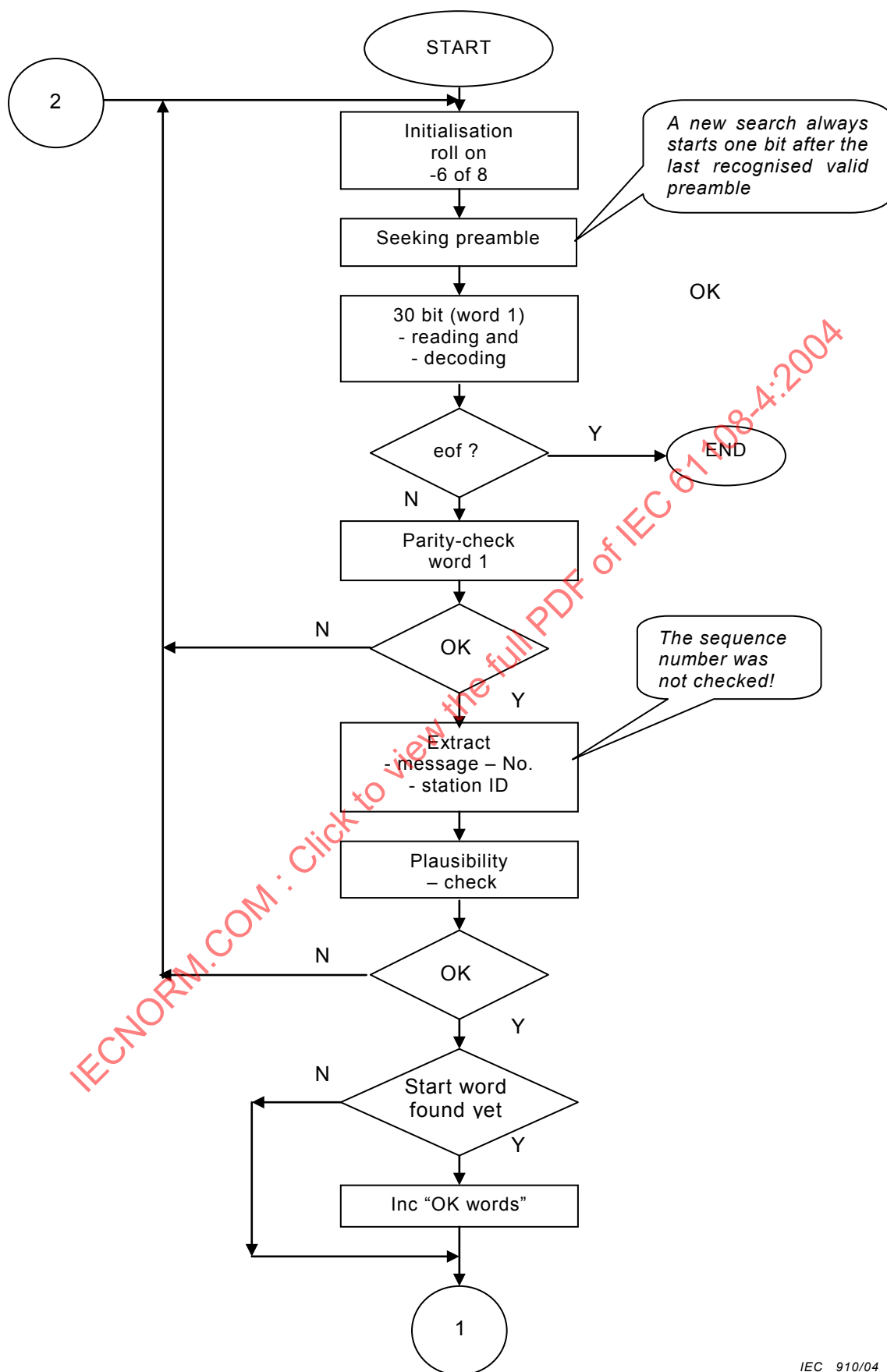


Figure B.1 – Word error rate algorithm (first part)

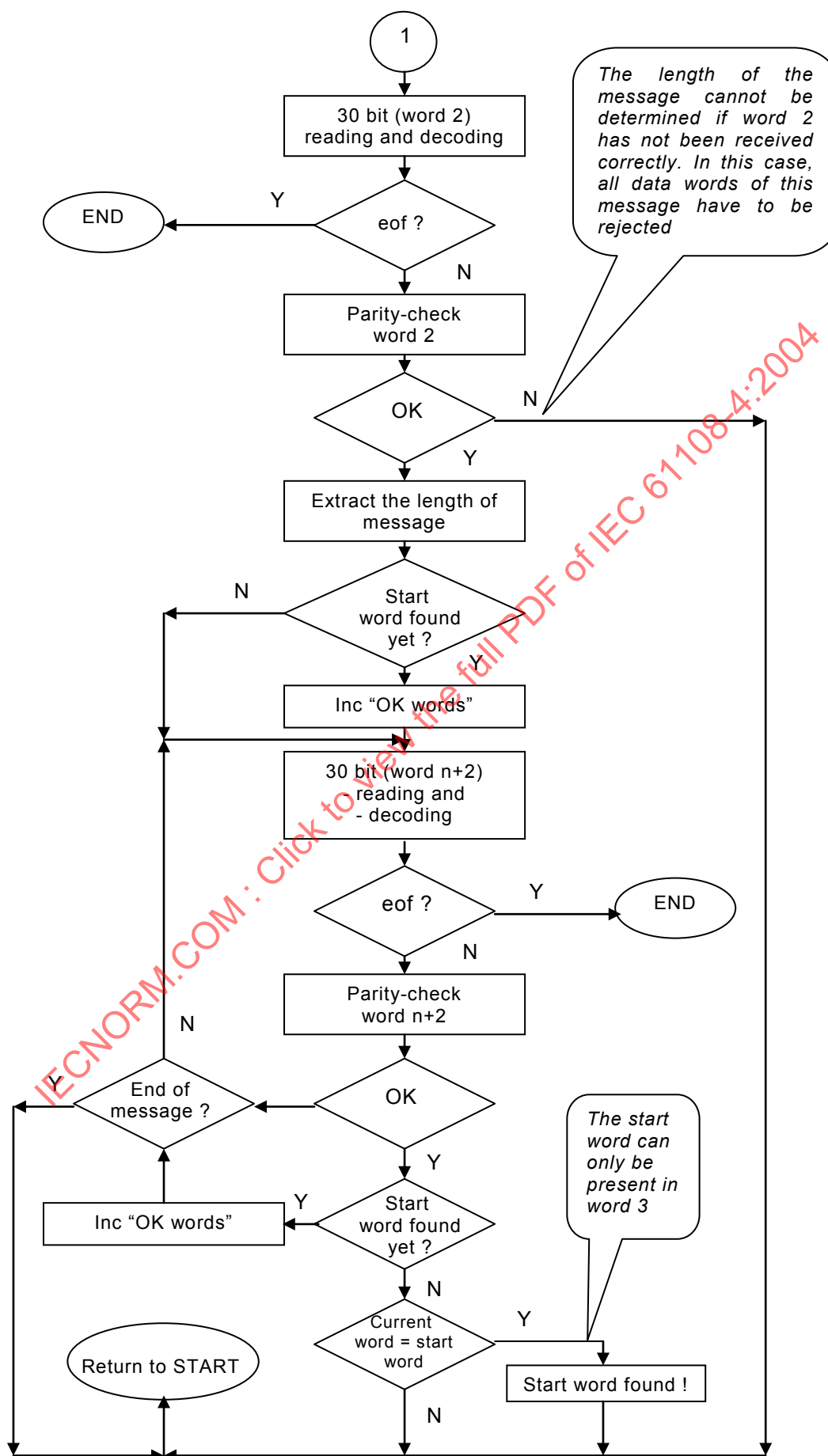


Figure B.2 – Word error rate algorithm (second part)

Annex C (normative)

Tests that are specific to integrated equipment that does not provide an output port for testing

C.1 General requirements

Test of integrated equipment is based on either the output of decoded ITU-R M.823 data on the output port or display on the integrated receiver of relevant data, related to the reference station used and nearest stations or a combination of these.

A possibility to display WER on the integrated equipment will greatly simplify the testing. If display of WER is not provided; the verification of the results shall be done by evaluating the output on the IEC 61162 port.

C.2 Test of WER display

Bring up test signal H

Verify that the displayed WER is 0,1 (10 %)

Bring up test signal F

Verify that the displayed WER is 1 (100 %)

C.3 Comments to Clause 6, methods of testing

The tests in 6.2.2, 6.2.3, 6.2.5, 6.5.1 and 6.5.2 can be verified by observing displayed data according to 4.9 and WER display on the integrated receiver.

The tests in 6.2.4 and 6.2.5 require the integrated receiver to be set to a test mode that outputs ITU-R M.823 data on the output port.

In 6.2.6 and 6.2.7 – no change.

In 6.3, step 1, is not applicable if the antenna is integrated into the DGNSS receiver.

In 6.3, step 2 – no change.

Annex D (informative)

Installation guidelines to counteract the effect of interference

D.1 Introduction

- To provide the user with maximum performance from the beacon receiver, a proper receiver equipment installation is essential.
- These recommendations are general guidelines on common installation practice and are not intended to replace any specific manufacturer instructions.
- The recommendations deal with both separate MF receivers for the differential signal and with combined GNSS/MF receivers.
- In the context of this document, the words “maritime radio beacon receiver equipment” include all the components and units necessary for the system to properly perform its intended functions. The following basic components of the system are included in the recommendations:
 - a) antenna, capable of receiving DGPS or DGLONASS maritime radio beacon signals (could also be included in a combined GNSS/MF antenna);
 - b) DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver and processor;
 - c) antenna and interface cabling;
 - d) power supply.

D.2 Antennas

D.2.1 Description of the different types of antennas

- E-field (whip)

The E-field whip antenna is sensitive to the electrical component of the radio beacon broadcast.

- H-field (loop)

The H-field loop antenna is sensitive to the magnetic component of the radio beacon broadcast.

- Combined antennas (GNSS/MF)

The combined antenna uses the same enclosure but combine two individual antennas, an H-field loop antenna and a GPS antenna.

D.2.2 Description of the advantages and disadvantages of E-field and H-field antennas

- E-field (whip)

E-field antennas are in general more sensitive than H-field antennas. When the signal plus external noise is extremely weak then the whip can have an advantage due to the very low effective height of the loop [1,2].

It should be noted here that a 6 dB increase in sensitivity is equivalent to an increase in usable range from the reference station of nearly a factor of 2 over the sea [3]³.

Disadvantage is the need for good grounding and the performance in man-made noise and in "p-static" environments.

- H-field (loop)

The H-field performance in noise (man made, "p-static") is much better than the E-field performance.

No antenna ground connection is required when using an H-field antenna.

Disadvantage is the lower sensitivity that may result in a lower usable range.

D.3 General installation requirements

D.3.1 Location of antennas

D.3.1.1 E-Field-Antenna

The E-field antenna should be mounted as vertically as possible and at least [1m] away from any radiating antennas. To get maximum sensitivity with this kind of antenna it is also essential to place the antenna as high as possible and with a separation of [3m] from large metal constructions, but to protect the antenna as much as possible from "p-static" the antenna should not be installed at the top of the mast [4].

D.3.1.2 H-field antenna

The H-Field antenna should be mounted [1m] away from any radiating antennas. To get maximum sensitivity with this kind of antenna it is also essential to place the antenna at a distance of [3m] from large metal constructions and at least 10 cm above any metal surface upon which it sits.

D.3.1.3 Combined GNSS/MF antenna

If the H-Field antenna is integrated with the GPS antenna to make a combined antenna, additional recommendations should be considered:

- clear view of sky;
- antenna out of the beam path of transmitting radars and INMARSAT terminals (beams typically $\pm 15^\circ$ from centre point);
- below and at least 3 m away from any transmitting antennas;
- keep antennas above superstructure but otherwise as low as possible. For example the antenna should not be located on a mast where the vessel pitch and roll will affect the receiver position or where it may be inadvertently used as a handheld.

D.3.2 Location of the DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver and processor

- The equipment should be located so that the status indication on the front panel is visible.
- Ensure clearance between the antenna and interface connections.
- The equipment should be mounted in a location within the recommended reach of the interface cables.

³ Figures in square brackets refer to the bibliography.

- The equipment should not constitute an obstruction.
- Equipment should be located so as to avoid exposure to extreme environmental conditions, including:
 - frequent exposure to water;
 - excessive heat ($> 65\text{ °C}$);
 - excessive cold ($< -30\text{ °C}$);
 - high vibration;
 - corrosive fluids and gases.

D.3.3 Grounding

- Seawater ground is a direct electrical connection to the water below the vessel's water-line. This is the proper ground to use for DGNSS equipment.
- For an E-Field beacon antenna, grounding is essential. Improper grounding is the primary source of poor performance with this type of antenna.
- Power cable shields should also be connected to a seawater ground.
- It is preferable to ground each piece of equipment individually to the same earth rather than grounding pieces of equipment to each other.
- The shields of interface cables should not be grounded at both ends, as this may induce ground loops.
- Fibreglass or wooden ships need to have an appropriate grounding system.
- All components of a DGNSS installation should have a common grounding.

D.3.4 Cabling

- Cables should be as short as practical.
- Manufacturers' recommended cable types should be used.
- The antenna cable should be secured along its length using tie-wraps.
- The following hazards should be avoided:
 - joining cables with adapters;
 - sharp bends in cables;
 - hot surfaces (exhaust manifolds or stacks);
 - rotating or reciprocating equipment;
 - sharp or abrasive surfaces;
 - door and window frames;
 - corrosive fluids or gases.
- If cables must pass each other, they should cross at right angles rather than run in parallel.
- If it is necessary to use longer cables than provided by the manufacturer, a cable with the same impedance but with lower attenuation should be used.

D.3.5 Power supply

- Filtering should be installed to provide surge protection and for smoothing of power supply.
- Isolated power supply may be required to enable earthing of the receiving equipment without compromising the main vessel electrical shock protection system.

- To minimise power fluctuations resulting from additional electrical accessories connected to the same power supply an in-line power filter should be used.
- The receivers power and ground wires shall be connected directly to the DC power panel on the vessel.

D.3.6 Interfacing with other equipment (GNSS, radar, ECDIS, etc.)

- Interference (particularly with beacon DGPS reception) is sometimes caused when the GPS receiver is connected to both RS232 and RS422 devices. In this case, noise on the RS232 signal ground shows up on the RS422 return line. In these cases, the RS232 output of the GPS should be used, or an NMEA buffer box should be interposed to isolate the noise.

D.4 Noise/interference sources

When investigating the source of interference signals, it is important to exercise each of the electrical sources onboard, to test their contribution to the interference [5, 6]. VHF communication transmitters should be used on as many channels as possible (particularly those with a harmonic close to L1). HF transmitters and satellite communications terminals should be used where applicable. The radar should be operated with all combinations of PRF and pulse width. Ancillary equipment such as bridge window wipers, ship's cranes air-conditioning, microwave ovens and television receivers should all be used. For the satellite communications terminal, tests should be carried out with the antenna pointing in different directions relative to the position of the measuring antennas.

Further common onboard sources of electrical and magnetic noise and interference, in a typical maritime environment, are:

- generators and alternators;
- equipment with DC to AC converters;
- TV and PC monitors;
- electric motors;
- propeller shafts;
- fluorescent lights;
- power lines;
- switched mode power supplies;
- non-metallic ships with ungrounded deck equipment, which can cause electrostatic discharge.

D.5 Testing

After installation of the beacon receiver equipment in accordance with the above recommendations, some tests should be carried out to verify correct performance:

- if the receiver is located within the specified coverage area of a DGNSS radio beacon reference station, it should be confirmed that the receiver is achieving continuous decoding of RTCM messages from that station with a word error rate (WER) of zero;
- if the signal to noise ratio (SNR) is greater than 7 dB, the receiver should achieve continuous decoding of RTCM messages with a WER of zero. As mentioned in Clause 4, it is important to exercise the various electrical noise sources onboard, by switching these possible noise sources on and off. Within the specified coverage area of a DGNSS radio beacon reference station, the field strength should be at least 50 $\mu\text{V/m}$.

D.6 Troubleshooting

Table D.1 – Troubleshooting conditions

Symptom	Possible Solution
No signal lock	• Check antenna connections • Verify data rate is set correctly when in manual mode or choose automatic mode • Verify frequency of transmitting beacon when in manual mode or use automatic mode • Check antenna ground if using an E-field antenna
No valid RTCM data from beacon receiver	• Check receiver power status • Verify that the beacon receiver is locked to a valid beacon station • Check integrity of power and data cable connections • Check interface parameters
Low Signal to Noise Ratio (SNR) or low fieldstrength	• Check integrity of antenna connections • Check antenna ground if using an E-field antenna • Select alternate antenna position

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61108-4:2004

Annex E (informative)

Implementation using a concurrent process

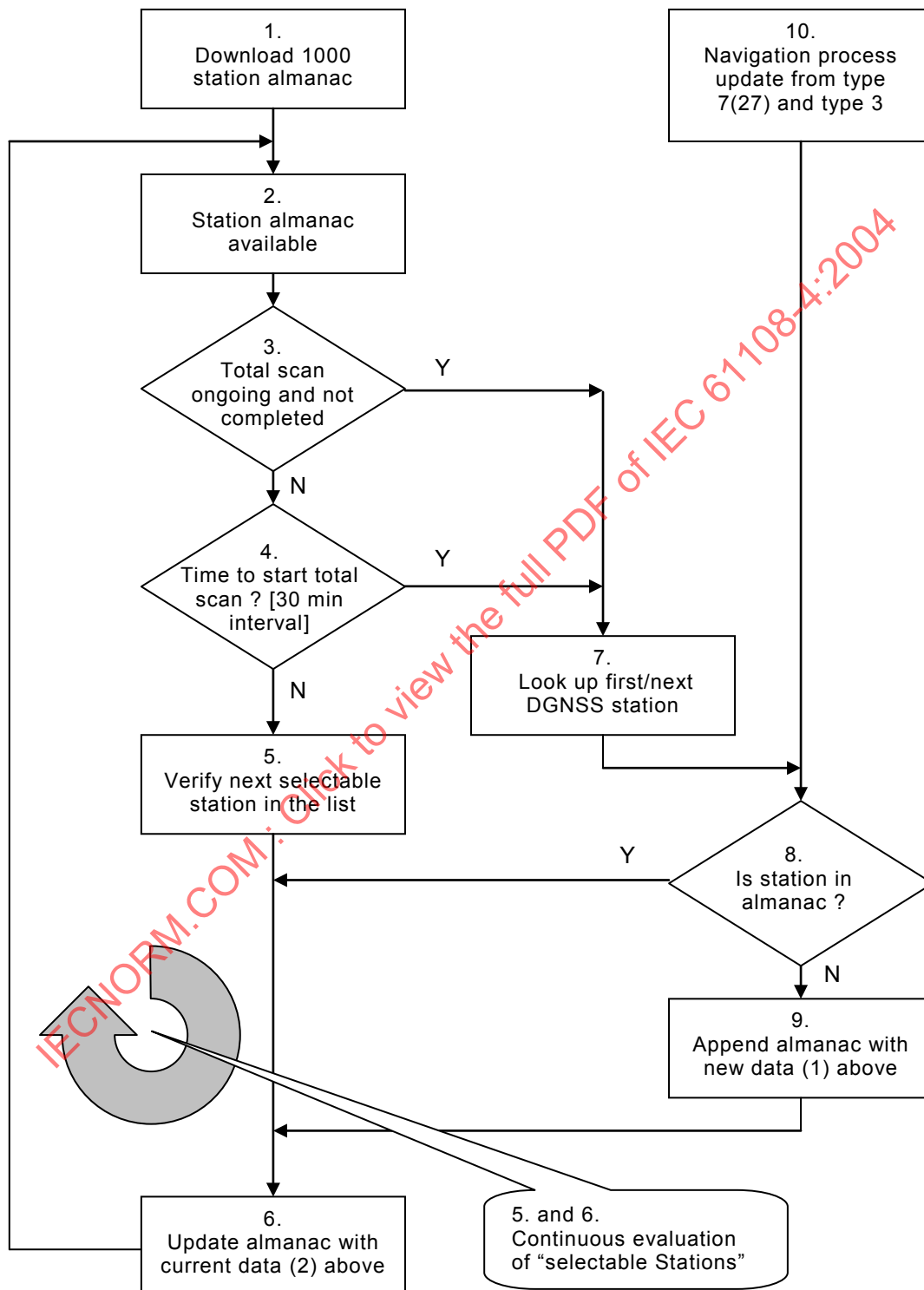
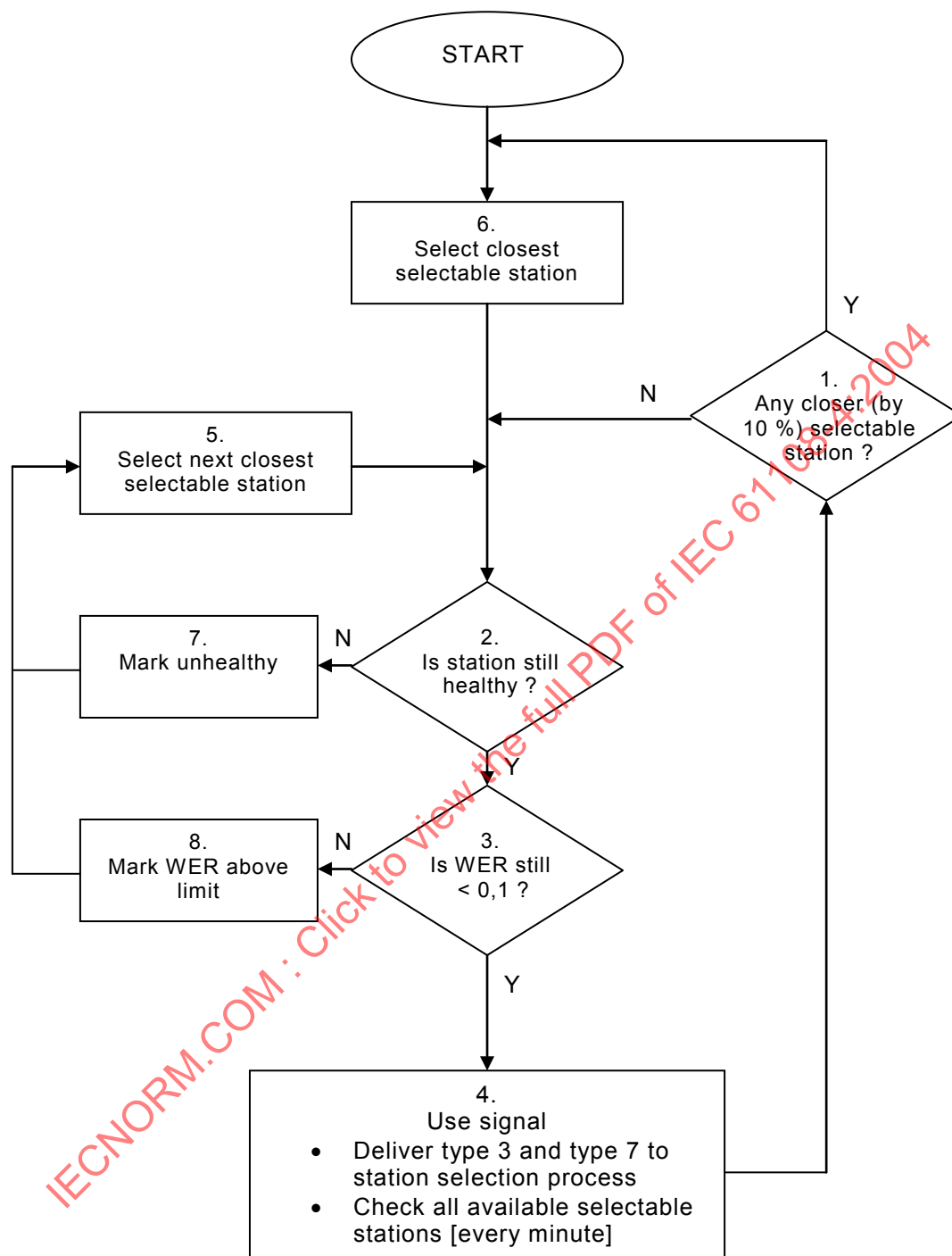


Figure E.1 – Station status update



IEC 913/04

Figure E.2 – Navigation process

Annex F (informative)

Data interface guidance

ITU-R M.823 data interface specification: the GNSS equipment shall be designed in such a way that the ITU-R M.823 digital data link information enters and exits through an asynchronous full duplex serial input/output port.

The American National Standards Institute (ANSI) X3.16 [8] and X3.15 [7] standards for eight-bit character structure shall govern the rules for serial data transfers. Note that the use of all eight bits in the transfer of serial data precludes the use of 7 bit parity formats. The recommended protocol being 8 bits, no parity, 1 stop bit. The serial data rate shall be selectable at least over the 1200 to 9600 baud range (1200, 2400, 4800, or 9600 baud).

Important interface rules: although the data is packaged in 8-bit bytes, the interpretation of what each of the 8 bits means is dictated by a combination of what is presented in ITU-R M.823 and the rules that follow.

Byte format rule: a standard 8-bit byte is described as the "8-Bit Environment" in ANSI X3.16. This standard assigns the order of the start, stop, and eight data bits: the first data bit transmitted is designated "a8" and the last is "a1"; bit "a1" is designated the least significant bit. This is a source of problems and is discussed in the next section (see – Most Significant Bit First Rule). All equipment shall support the use of the "6 of 8" format (data bits a1 through a6) to transfer the information contained in ITU-R M.823. As an indication that bits a1 through a6 are "message information", bit a7 shall be set "marking" and a8 shall be set "spacing". The appropriate mark and space signalling conditions are discussed in ITU-T V.28 (RS232) and ITU-T V.11 (RS422).

Most significant bit first rule: the data link binary information shall always be passed in the order it appears in ITU-R M.823. This is known as most significant bit first. Unfortunately, the ANSI X3.15-1976 standard states that the least significant bit is first. Almost all integrated circuits designed for serial communications follow this convention. The use of X3.15 standard Universal Asynchronous Receivers and Transmitters (UARTs) introduces the need for a "byte roll" prior to leaving the reference station equipment and then again just after entering the GPS user equipment. The following is from ANSI standard X 3.15-1976: "The bit sequence for an ASCII nomenclature b1 through b7 in ascending (consecutive) order, or in terms of the 8-bit nomenclature a1 through a8 in ascending (consecutive) order."

The "roll" process is performed on each byte prior to transmission. Rolling means that bits a1 and a6, a2 and a5, a3 and a4 are swapped. This same process is repeated after user equipment accepts each byte.

Bit slip rule: in a typical installation the communications receiver or modem will assemble the received bits into 8-bit bytes. No specific (except bit synchronisation) byte or "word" synchronisation should be assumed. The user equipment shall be required to recover the message synchronisation just as it is responsible for recovering the synchronisation of the satellite navigation data. This simply means that the user equipment designer should not assume there will be any consistent relationship between the word boundaries of this standard's 30 bits words and the communications channel 8 bit bytes.

Bibliography

- [1] DGPS/Radiobeacon Receivers: Mitigation of Precipitation Static, Per Enge, Stanford University; David Young, Brian Westfall, and Robert Samsel, Trimble Navigation Limited; Saemundur Thorsteinsson, Thorsteinn Gunnarsson, and Gudbjarni Gudmundsson, Engineering Research Institute, University of Iceland
- [2] the Impact of Precipitation Static on the Range and Availability of a Radiobeacon Broadcast of Differential GPS Data, Per Enge, Stanford University; Saemundur Thorsteinsson, Thorsteinn Gunnarsson, and Gudbjarni Gudmundsson, Engineering Research Institute, University of Iceland; David Young, Brian Westfall, and Robert Samsel, Trimble Navigation Limited
- [3] Performance of DGPS Beacon Receivers in a noisy Environment, Dr. Hans Speckter, Michael Hoppe, Mario Walterfang, Seezeichenversuchsfeld, 1998
- [4] CSI Reference Manual, PN 875-0021-00, June 1998
- [5] Interference to GPS in the Marine Environment, Journal of the Royal Institute of Navigation, Volume 49, Number 2, page 210, N. Ward & R. Johannessen, 1996
- [6] Trinity House Development Department internal report, reference RD/12/1998, N. Ward

NOTE The above references, [1] to [6], refer to Annex D.

- [7] ANSI X3.15 – 1976: Bit Sequencing of the American National Standard Code for Information Interchange in Serial-by-Bit Data Transmission
 - [8] ANSI X3.16 – 1976: Character Structure and Character Parity Sense for Serial-by-Bit Data Communication in the American National Standard Code for Information Interchange
1. [32288] CCIR Report 322-3. Characteristics and applications of atmospheric radio noise data, Genève, 1988.
 2. [Bro25] C.E.P. Brooks. The distribution of thunderstorms over the globe. Geophys. Memoirs London, Vol. 3(24):pages 147, 1925.
 3. [CRSB60] W.Q. Crichlow, C.J. Roubique, A.D. Spaulding, und W.M. Beery. Determination of the amplitude probability distribution function of atmospheric radio noise from statistical moments. Radio Science, 64D(1):pages 49-56, 1960.
 4. [Fel72] D.A. Feldman. An atmospheric Noise Model with Application to Low Frequency Navigation Systems. Sc.D., Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, City, 1972.
 5. [GH72] A.A. Giordano und F. Haber. Modeling of atmospheric noise. Radio Science, 7:pages 1011-1023, November 1972.
 6. [Hal66] H.M. Hall. A New Modell for Impulsive Phenomena: Application to atmospheric Noise Communication Channels. AD-648-650 SEL-66-052, Stanford Electronics Laboratory, 1966.
 7. [Ibu66] O. Ibukun. Structural Aspects of Atmospheric radio noise in the Tropics. Proc. IEEE, 54:pages 361-367, March 1966.

8. [Ogo82] Toshio Ogowa. The lightning current. In H. Volland, Herausgeber, Handbook of Atmospherics, Vol. 1, pages 23-63. CRC Press, Inc., 1982.
9. [OS79] R.E Orville und D.W. Spencer. Global lightning flash frequency. Mon. Weather Rev., vol. 107:page 934, 1979.
10. [Spa82] Arthur D. Spaulding. Atmospheric noise and its effects on telecommunication systems performance. In H. Volland, Herausgeber, Handbook of Atmospherics, Vol. 1, pages 289-328. CRC Press, Inc., 1982.
11. [Win74] W.P. Winn. Measurement of electrical fields in thunderclouds. J. Geophys. Res., vol. 79:page 1716, 1974.

ITU-T V.11, Electrical characteristics for balanced double-current interchange circuits operating at data signalling rates up to 10 Mbit/s

ITU-T V.28, Electrical characteristics for unbalanced double-current interchange circuits

NOTE The above references, 1. to 11., refer to Annex A.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61108-4:2004

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61108-4:2004

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	44
1 Domaine d'application	46
2 Références normatives	46
3 Termes, définitions et abréviations	47
3.1 Définitions	47
3.2 Abréviations	47
4 Exigences de performance	48
4.1 Introduction	48
4.2 Composition	48
4.3 Exigences fonctionnelles	49
4.4 Protection	49
4.5 Intégrité	50
4.6 Interfaces	50
4.7 Mise en œuvre des normes CEI 61162-1 et CEI 61162-2	50
4.8 Mise en œuvre de la norme CEI 61162-3	50
4.9 Affichage et contrôle	51
4.10 Installation	51
5 Caractéristiques techniques	51
5.1 Fréquence de porteuse	51
5.2 Tolérance de fréquence	51
5.3 Types de messages	51
5.4 Vitesse de transmission de données	52
5.5 Plage dynamique	52
5.6 Taux d'erreurs de bits maximum	52
5.7 Sélectivité et stabilité du récepteur	52
5.8 Sélection automatique de la fréquence	52
5.9 Rapports de protection	53
6 Méthodes d'essai et résultats exigibles	53
6.1 Conditions générales des signaux de mesure et d'essai	53
6.2 Essais opérationnels	54
6.3 Protection des connexions externes	58
6.4 Intégrité	59
6.5 Essais techniques	59
6.6 Essais de fonctionnalité supplémentaires	61
Annexe A (normative) Simulation de situations de bruit pour l'essai de l'équipement pour récepteur de balises radioélectriques maritimes DGPS embarqué	62
A.1 Paramètres de description du bruit	62
A.2 Modèles de bruit	63
A.3 Procédures d'essai	67
Annexe B (informative) Méthodologie relative à la mesure du WER	69
B.1 Enregistrement du flux de données RTCM	69
B.2 Analyse du flux de données RTCM	69
B.3 Prudence	69

Annexe C (normative) Essais spécifiques à un équipement intégré qui ne fournit pas un port de sortie pour les essais	73
C.1 Exigences générales.....	73
C.2 Essai de l'affichage du WER	73
C.3 Commentaires relatifs à l'Article 6, méthodes d'essais	73
Annexe D (informative) Consignes d'installation pour contrer l'effet d'interférence	74
D.1 Introduction	74
D.2 Antennes	74
D.3 Exigences d'installation générales	75
D.4 Bruit/sources d'interférence	77
D.5 Essais.....	78
D.6 Dépannage	78
Annexe E (informative) Mise en œuvre à l'aide d'un processus concurrent.....	79
Annexe F (informative) Instructions relatives à l'interface de données	81
Bibliographie.....	82
Figure A.1 – Génération d'atmosphériques selon Feldman.....	65
Figure A.2 – Montage d'essai à l'aide d'un PC pour programmer un synthétiseur de forme d'onde.....	67
Figure B.1 – Algorithme du taux d'erreurs de mots (première partie).....	71
Figure B.2 – Algorithme du taux d'erreurs de mots (seconde partie)	72
Figure E.1 – Mise à jour du statut de la station	79
Figure E.2 – Processus de navigation	80
Tableau 1 – Types de messages (M823/1.2).....	51
Tableau 2 – Rapports de protection	53
Tableau A.1 – Paramètres pour différentes situations d'interférence	64
Tableau A.2 – Paramètres caractéristiques des situations simulées.....	66
Tableau D.1 – Conditions de dépannage.....	78

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIELS ET SYSTÈMES DE NAVIGATION ET DE RADIOCOMMUNICATION MARITIMES – SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS) –

Partie 4: Equipement pour récepteur de balises radioélectriques DGLONASS et DGPS embarqués – Exigences d'exploitation et de fonctionnement, méthodes d'essai et résultats d'essai exigés

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 61108-4 a été établie par le comité d'études 80 de la CEI: Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes.

La présente version bilingue (2014-12) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2004-07.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 80/394/FDIS et 80/398/RVD.

Le rapport de vote 80/398/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

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 relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

La norme CEI 61108 comprend les parties suivantes, sous le titre général *Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes - Système mondial de navigation par satellite (GNSS)*:

Partie 1: système de positionnement par satellite GPS - Matériel de réception - Normes de fonctionnement, méthodes d'essai et résultats d'essai exigibles

Partie 2: système de navigation par satellite GLONASS - Matériel de réception - Normes de fonctionnement, méthodes d'essai et résultats d'essai exigibles

Partie 3: (à utiliser ultérieurement)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61108-4:2004

MATÉRIELS ET SYSTÈMES DE NAVIGATION ET DE RADIOCOMMUNICATION MARITIMES – SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS) –

Partie 4: Equipement pour récepteur de balises radioélectriques DGLONASS et DGPS embarqués – Exigences d'exploitation et de fonctionnement, méthodes d'essai et résultats d'essai exigés

1 Domaine d'application

La présente partie de la norme CEI 61108 spécifie les exigences d'exploitation et de fonctionnement minimales, les méthodes d'essai et les résultats d'essai exigés conformément aux normes de performances qui ne sont pas inférieurs à ceux adoptés par l'IMO dans la résolution MSC.114(73). De plus, elle prend en compte la résolution OMI A.694(17) et est associée à la CEI 60945. Lorsqu'une exigence de cette norme diverge de la CEI 60945, l'exigence de cette norme doit prévaloir.

La présente norme peut être satisfaite avec des équipements complétés par des équipements GNSS.

La présente norme est applicable au HSC.

La totalité du texte de cette norme, dont la formulation est identique à celle de la résolution OMI MSC.114(73) et ITU-R M.823, est imprimée en *italique* et la résolution (abrégé par – 114 et M.823 respectivement) et les numéros d'alinéa sont indiqués entre parenthèses (114/3.3 ou M.823/3.3).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60945, *Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes – Spécifications générales – Méthodes d'essai et résultats exigibles*

CEI 61162-1, *Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes – Interfaces numériques – Partie 1: Emetteur unique et récepteurs multiples*

CEI 61162-2, *Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes – Interfaces numériques – Partie 2: Emetteur unique et récepteurs multiples, transfert rapide de données*

IMO Resolution MSC 114(73), *Revised recommendation on performance standards for shipborne DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment*

IMO Resolution A.694 (17), *General requirements for shipborne radio equipment forming part of the Global maritime distress and safety system and for electronic navigational aids*

UIT-R M.823-2, *Caractéristiques techniques de la transmission de données en mode différentiel pour les systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) à partir de radiophares maritimes dans les bandes de fréquences 283,5-315 kHz (Région 1) et 285-325 kHz (Régions 2 et 3)*

3 Termes, définitions et abréviations

Pour les besoins de la présente norme, les définitions et abréviations suivantes s'appliquent.

3.1 Définitions

3.1.1

Eurofix

le système Eurofix est un schéma de modulation des signaux Loran-C et Chayka pour établir une capacité de diffusion qui peut être utilisée pour la distribution de corrections GNSS, de données d'intégrité et d'autres informations. Les développements similaires aux Etats-Unis sont appelés LORAN-COMM

3.1.2

système de navigation par satellite mondial (GNSS, *global navigation satellite system*)

système de détermination radio mondial de la position, du temps et de la vitesse comprenant l'espace, le sol et les segments utilisateur

3.1.3

intégrité

aptitude du système à avertir les utilisateurs dans le temps imparti qu'il convient de ne plus utiliser ce système pour la navigation

3.2 Abréviations

TEB	Taux d'erreurs sur les bits
bps	Bits par seconde
DGLONASS	Différentiel GLONASS
DGNSS	GNSS différentiel
DGPS	GPS différentiel
EGNOS	European Geo-stationary Navigational Overlay System (système européen de navigation par recouvrement géostationnaire)
SEP	Système de fixation de position électronique
EEE	Equipement en essai
MSAS	Multi-Satellite Augmentation System (système d'augmentation multi-satellite)
MSK	Minimum shift keying (modulation par déplacement minimum)
RTK	Real-Time Kinematics (cinématique en temps réel)
SNR	Signal to noise ratio (rapport signal sur bruit)
UDRE	User defined range error (erreur de gamme définie par l'utilisateur)
VTS	Vessel Tracking Services (services de suivi des navires)
WAAS	Wide-Area Augmentation System (système large d'augmentation de secteur)
WER	Word error rate (taux d'erreur de mots)

4 Exigences de performance

4.1 Introduction

Les services différentiels diffusent des informations d'augmentation du système de positionnement mondial (GPS) et du système mondial de navigation par satellite (GLONASS) afin de fournir la précision et l'intégrité requises pour les entrées de port, approches et eaux côtières dans lesquelles la liberté de manœuvre est limitée. Les divers fournisseurs de services diffusent des informations différentielles applicables aux zones localisées. Différents services fournissent des informations pour augmenter les systèmes GPS et GLONASS, ou les deux.(114/1.1)

Le matériel de réception pour la réception et la démodulation / le décodage correct des émissions de balises radioélectriques maritimes GPS et GLONASS différentielles (entièrement conformes à l'ITU-R M.823) utilisées à des fins de navigation sur les navires avec des vitesses maximales ne dépassant pas 70 nœuds doit, outre les exigences générales contenues dans la résolution A.694(17), satisfaire aux exigences de performance minimum suivantes.(114/1.2) Comme indiqué dans l'Article 1 – Domaine d'application: La présente norme est applicable au HSC.

La présente norme couvre les exigences de base de l'équipement pour récepteur de balises radioélectriques maritimes fournissant les informations d'augmentation à un équipement de relevé de position, y compris les messages d'intégrité. Elle ne couvre pas les autres fonctions de calcul qui peuvent être dans l'équipement.(114/1.3)

Le fabricant peut ajouter une fonctionnalité supplémentaire (ex.: utilisation de corrections différentielles et intégrité, des stations de référence à balises multiples, Eurofix, LORAN-COMM, VTS, sous porteuse FM, satellite commercial, WAAS, EGNOS, MSAS et RTK) s'il peut prouver que cela ne dégrade pas les performances.

4.2 Composition

Le terme "équipement pour récepteur de balises radioélectriques maritimes DGLONASS et DGPS", tel qu'il est utilisé dans la présente norme de fonctionnement, comprend tous les composants et tous les accessoires nécessaires au bon fonctionnement prévu du système. L'équipement doit inclure les fonctions minimales suivantes:(114/2)

- 1) *antenne capable de recevoir les signaux des balises radioélectriques maritimes DGPS ou DGLONASS;(114/2.1)*
- 2) *récepteur et processeur de balises radioélectriques maritimes DGPS et DGLONASS; (114/2.2)*
- 3) *interface de commande de récepteur; (114/2.3) (voir aussi 4.3 2))*
- 4) *interface de sortie données (114/2.4) (voir aussi 4.3 5) et*
- 5) *base de données de station de radiodiffusion capable de stocker au moins les données suivantes pendant minimum 1000 stations. Ces éléments de données peuvent être initialement téléchargés et doivent être mis à jour à partir des diffusions DGNSS:*

ID_{REF1}, ID_{REF2}

ID DE LA STATION DE DIFFUSION

NOM DE LA STATION DE DIFFUSION

FREQUENCE

POSITION DE LA STATION DE REFERENCE

DATE DE LA STATION DE REFERENCE

STATUT DE FONCTIONNEMENT OFFICIEL (opérationnel, essai ou non opérationnel)

- 6) *base de données de station de radiodiffusion capable de calculer et stocker au moins les données suivantes pendant minimum 10 stations les plus proches. Le récepteur*

doit mettre à jour ces éléments de données à partir des informations incluses dans les émissions DGNSS:

HEURE/DATE de la MISE A JOUR

INTEGRITE DE LA STATION DE REFERENCE

TAUX D'ERREUR DE MOTS (WER)

DISTANCE (utilisateur-station(s) de référence)

4.3 Exigences fonctionnelles

L'équipement pour réception de balises radioélectriques maritimes DGPS et DGLONASS doit: (114/3)

- 1) *fonctionner dans la bande de 283,5 à 315 kHz dans la Région 1 et de 285 à 325 kHz dans les Régions 2 et 3 conformément à l'ITU-R M.823 (114/3.1).* Le récepteur doit fonctionner conformément aux exigences de cette norme tout en étant soumis aux perturbations radioélectriques et sources sonores typiques, comme suit:
 - bruit atmosphérique (ex.: orages locaux);
 - bruit généré par l'homme (ex.: navire, chantier naval, etc.);
 - bruit gaussien;
 - interférences générées par les stations radio LF et MF en dehors de la bande.

Les spécifications correspondantes sont développées en Annexe A.

- les interférences statiques atmosphériques (notamment à des latitudes élevées) ne sont pas spécifiées ou soumises à essai, mais il est recommandé d'utiliser des antennes de champ H sur les navires se rendant à des latitudes élevées soumises à ces interférences environnementales; (voir Annexe D.)
- 2) *fournir des moyens de sélection automatique et manuelle de la station;* (114/3.2) En mode manuel, l'action de l'opérateur doit être requise pour tout changement et le récepteur doit fournir une indication des autres stations disponibles. La base de données doit être, en permanence, mise à jour et utilisée pour sélectionner les stations de référence; (voir Annexe E.)
 - 3) *mettre les données à disposition pour pouvoir les utiliser avec un retard ne dépassant pas 100 ms après leur réception;* (114/3.3) Le retard du premier bit des données modulées au dernier bit de la sortie de données décodées à partir du récepteur doit être inférieur à 100 ms plus le temps de transmission du message;
 - 4) *être capable d'acquérir un signal en moins de 45 s en présence d'orages électriques;* (114/3.4);
 - 5) *avoir une antenne omni-directionnelle sur le plan horizontal.* (114/3.6) La différence entre l'intensité du signal maximum et minimum doit être inférieure à:
 - .1 5 dB sur la gamme de fréquences
 - .2 3 dB sur l'azimut
 - .3 3 dB sur un roulis de 20°;
 - 6) et mettre à disposition du système l'état d'intégrité de la station utilisée.

4.4 Protection

Des précautions doivent être prises pour faire en sorte qu'un court-circuit accidentel ou qu'une mise à la terre de l'antenne, de l'une de ses connexions d'entrée ou de sortie ou de l'une des entrées ou sorties de l'équipement pour récepteur de balises radioélectriques maritimes DGLONASS et DGPS pendant cinq minutes ne puisse produire des dommages irréversibles. (114/4)

4.5 Intégrité

Les fonctions suivantes doivent être exécutées dans un récepteur DGNSS intégré ou un récepteur GNSS associé. Par conséquent, il n'y a pas d'essais pour ces articles dans cette norme.

4.5.1 Statut d'intégrité DGNSS

En mode différentiel, le récepteur GNSS doit fournir une indication d'intégrité DGNSS:

- a) si aucun message DGNSS n'est reçu dans les 10 s;
- b) en mode de sélection manuelle de la station et la station sélectionnée n'est pas intègre et contrôlée ou la qualité du signal est inférieure au seuil;
- c) en mode de sélection automatique de la station et la seule station disponible n'est pas intègre et contrôlée ou la qualité du signal est inférieure au seuil.

4.5.2 Statut d'intégrité GNSS

Si la correction de la variation de la distance ou la correction de la pseudo-distance d'un satellite est en dehors de la tolérance, le code binaire dans les messages 1,9, 31 et 34 de type ITU-R M.823-2 indiquera au récepteur GNSS que le satellite ne doit pas être utilisé.

4.6 Interfaces

Le matériel doit *avoir au moins une sortie de données en série qui est conforme à la norme d'interface marine internationale correspondante*; (114/3.5) comme défini dans les normes CEI 61162-1, CEI 61162-2 ou CEI 61162-3 si approprié.

4.7 Mise en œuvre des normes CEI 61162-1 et CEI 61162-2

Le matériel intégré et les récepteurs autonomes doivent utiliser les messages CEI 61162-1 suivants pour le contrôle et rapport d'état:

- Interface récepteur MSK - MSK (entrée/sortie)
- Signal récepteur MSS - MSK (sortie)

Le code mnémotechnique de l'identifiant de l'émetteur pour les récepteurs autonomes est le suivant:

- COMMUNICATIONS: Récepteur de données: CR

Les récepteurs autonomes doivent utiliser GGA, GNS ou GLL (comme défini dans la CEI 61162-1) pour recevoir les données de position du récepteur GNSS pour ses fonctions automatiques. (entrée)

Le récepteur DGNSS doit fournir une sortie de données ITU-R M.823 vers un port à des fins d'essais. Voir aussi Annexe F pour plus d'informations sur les questions d'interface ITU-R M.823.

4.8 Mise en œuvre de la norme CEI 61162-3

Le matériel intégré et les récepteurs autonomes doivent utiliser les groupes de paramètres CEI 61162-3 suivants pour le contrôle, le rapport d'état et de données:

- Données de position GNSS
- Statut de signal du récepteur de correction de différentiel GNSS
- Interface de récepteur de correction de différentiel GNSS
- Corrections de différentiel GNSS

4.9 Affichage et contrôle

Le mode opérationnel sélectionné (manuel ou automatique) doit être clairement indiqué ou disponible sur une interface appropriée.

Les informations suivantes doivent être disponibles pour l'affichage de la station sélectionnée et les deux stations suivantes les plus proches (voir 5) de 4.2):

- ID de la station de référence;
- nom de la station;
- fréquence;
- distance calculée par rapport à la station;
- intégrité de la station (de l'en-tête de message);
- qualité du signal (acceptable < 10 % WER, inacceptable > 10 % WER).

4.10 Installation

Pour plus d'informations sur l'installation, voir Annexe D.

5 Caractéristiques techniques

5.1 Fréquence de porteuse

La fréquence de porteuse du signal de correction de différentiel d'une station de balise radioélectrique est un multiple entier de 500 Hz. (M.823/1.1)

5.2 Tolérance de fréquence

La tolérance de fréquence de la porteuse est de ± 2 Hz. (M.823/1.2)

5.3 Types de messages

Le Tableau 1 est donné à titre d'informations et indique les types de messages qui peuvent être transmis par un fournisseur de services.

Tableau 1 – Types de messages (M823/1.2)

Numéro de type de message GPS	Titre	Numéro de type de message GLONASS
1	Corrections GNSS différentielles (ensemble complet de satellites)	31
3	Paramètres de la station de référence	32
4	Date de la station de référence	4
5	Intégrité de la constellation	33
6	Trame nulle	34 ($N=0$ ou $N=1$)
7	Ephémérides de balises radioélectriques	35
9	Corrections GNSS différentielles de sous-ensemble (peut remplacer les types 1 ou 31)	34 ($N>1$)
16	Message spécial	36
27 (voir note)	Ephéméride de balises radioélectriques étendu	N/A
NOTE Nouveau message maintenant mis en œuvre dans le monde entier. Il convient que le matériel d'essai de 2005 intègre ce type de message.		

5.4 Vitesse de transmission de données

Le récepteur doit être capable de recevoir des données à des vitesses sélectionnables de 25 bits/s (GLONASS uniquement), 50 bits/s, 100 bits/s et 200 bits/s. (M.823/1.6)

5.5 Plage dynamique

Le récepteur doit avoir une plage dynamique comprise entre 10 μ V/m et 150 mV/m (M.823/1.11). 10 μ V/m est l'exigence à satisfaire pendant le suivi, 20 μ V/m est l'exigence pour l'acquisition.

5.6 Taux d'erreurs de bits maximum

Le récepteur doit fonctionner à un taux d'erreurs de bits maximum de 1×10^{-3} en présence de bruit gaussien à un rapport signal-bruit de 7 dB dans la bande passante occupée. (M.823/1.12)

5.7 Sélectivité et stabilité du récepteur

Le récepteur doit avoir une sélectivité et stabilité de fréquence adéquates pour fonctionner avec des transmissions de 500 Hz et des tolérances de fréquence de ± 2 Hz et taux de protection figurant dans le Tableau 2. (M.823/1.14)

5.8 Sélection automatique de la fréquence

La sélection automatique de la fréquence telle que fournie dans le récepteur, doit être capable de rechercher, recevoir, collecter, stocker et utiliser les données des éphémérides de balises radioélectriques des messages de type 7 / 35 et de tout autre message correspondant. (M.823/1.17)

5.8.1 Critères de commutation

Les récepteurs doivent permuter de la station de référence actuelle lorsque l'intégrité de la station de référence ou la qualité du signal est inférieure aux critères minimum de 5.8.2 ou n'est plus la station de référence la plus proche. Le récepteur doit pouvoir sélectionner, ajuster et acquérir des données ITU-R M.823 valides dans un délai de 10 s à partir de la station de référence la plus proche qui satisfait aux exigences minimales en termes d'intégrité de la station de référence et de qualité du signal. Voir Annexe E informative pour la méthode d'application de ce processus.

5.8.2 Exigences minimales

Les exigences minimales doivent être:

5.8.2.1 Intégrité de la station de référence

- Etat 000-101 – station de référence OK à utiliser;
- Etat 110 (non contrôlé) – ne pas utiliser à moins qu'il n'y ait pas d'autres stations disponibles, puis l'utilisateur doit être averti;
- Etat 111 – ne pas utiliser la station de référence dans d'autres circonstances.

5.8.2.2 Qualité du signal

WER < 0,1 comme mesuré sur 25 termes ITU-R M.823, la mesure ne datant pas de plus de 5 min.

5.9 Rapports de protection

Les rapports de protection à appliquer doivent être comme indiqués dans le Tableau 2 (M.823-2 – Tableau 5)

Tableau 2 – Rapports de protection

Séparation de fréquence entre signal voulu et interférent kHz	Rapport de protection dB	
Voulu	Différentiel (G1D)	Différentiel (G1D)
Interférent	Balise radioélectrique (A1A)*	Différentiel (G1D)
0	15	15
0,5	–25	–22
1,0	–45	–36
1,5	–50	–42
2,0	–55	–47
* Applicable aux balises radioélectriques dans la zone maritime européenne selon l'Accord de Genève de 1985.		

6 Méthodes d'essai et résultats exigibles

Cet article définit l'essai de type "méthodes de mesure" et "résultats exigibles" garantissant que le matériel est conforme aux exigences des Articles 4 et 5.

6.1 Conditions générales des signaux de mesure et d'essai

Tous les essais conformément aux exigences générales de la norme CEI 60945 doivent être effectués sur l'EEE. L'équipement doit satisfaire aux exigences de la norme CEI 60945 qui sont appropriées à sa catégorie, à savoir "protégé" (des intempéries) ou "exposé" (aux intempéries).

Le fabricant doit déclarer les équipements ou unités qui sont "protégés" ou "exposés". Le fabricant doit déclarer le "préconditionnement" requis avant les vérifications d'environnement.

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes relatives aux essais doivent s'appliquer:

Contrôle de performances - Reconfiguration de l'EEE et vérification, au moyen de contrôles visuels non quantitatifs et en effectuant la procédure d'essai ci-après, que le système est encore opérationnel aux fins de la norme CEI 60945.

Essai de performances aux fins de la norme CEI 60945 – Reconfigurer l'EEE et effectuer l'essai 6.2.2.2 a), avec un niveau de signal de 34 dB μ V/m, garantissant que le système est conforme.

Au moyen d'une inspection - contrôle visuel de l'équipement ou documentation.

Procédure d'essai: Après la sélection manuelle de la fréquence et un temps d'établissement de 30 s, l'EEE doit atteindre un décodage continu avec un WER de 0 % comme mesuré à l'aide de la méthodologie en Annexe B.

Le signal d'essai A doit être une séquence de neuf messages ITU 823 de type 9-3s et d'un message de type 7 qui forme une boucle de parité continue. L'identifiant de station du signal

d'essai A doit être l'ID d'une station enregistrée dans l'éphéméride. Le message de type 7 doit donner des informations à la station B.

Le **signal d'essai B** doit contenir des messages ITU 823 de type 9-3 et 3 pour la station B. L'identifiant de station du signal d'essai B ne doit pas être l'identifiant d'une station enregistrée dans l'éphéméride.

Le **signal d'essai C** doit comporter des messages ITU 823 de type 9-3. L'identifiant de la station du signal d'essai C doit être un identifiant d'une station qui est enregistrée dans l'éphéméride et est plus proche en distance de l'EEE que le signal D de la station D.

Le **signal d'essai D** doit comporter des messages ITU 823 de type 9-3. L'identifiant de la station du signal d'essai D doit être un identifiant d'une station qui est enregistrée dans l'éphéméride et n'est pas aussi proche en distance de l'EEE que le signal C de la station C.

Le **signal d'essai E** doit comporter 50 messages ITU 823 de type 9-3 avec le statut d'intégrité "intègre", suivis d'une séquence de 50 messages ITU 823 de type 9-3 avec le statut d'intégrité "non intègre". L'identifiant de la station du signal d'essai E doit être un identifiant d'une station qui est enregistrée dans l'éphéméride et est plus proche en distance de l'EEE que le signal D de la station D.

Le **signal d'essai F** doit comporter 150 messages ITU 823 de type 9-3 avec un WER de zéro, suivis d'une séquence de 150 messages ITU 823 de type 9-3 avec un WER de 100 %. L'identifiant de la station du signal d'essai E doit être un identifiant d'une station qui est enregistrée dans l'éphéméride et est plus proche en distance de l'EEE que le signal D de la station D.

Le **signal d'essai G** doit comporter 50 messages ITU 823 de type 9-3 avec le statut d'intégrité "intègre", suivis d'une séquence de 50 messages ITU 823 de type 9-3 avec le statut d'intégrité "non contrôlé". L'identifiant de la station du signal d'essai G doit être un identifiant d'une station qui est enregistrée dans l'éphéméride et est plus proche en distance de l'EEE que le signal D de la station D.

Le **signal d'essai H** doit comporter 150 messages ITU 823 de type 9-3 avec un WER de 10 %. Le signal d'essai H doit être une station répertoriée dans l'éphéméride.

6.1.1 Site d'essai

Les essais sont normalement effectués sur les sites d'essai sélectionnés par l'autorité d'essai de type.

6.2 Essais opérationnels

6.2.1 Composition

Indique au moyen d'une démonstration et inspection que les exigences de 4.2 sont satisfaites.

6.2.2 Fréquence opérationnelle et débit binaire

(Voir 4.3.1)

Vérifier que la fréquence opérationnelle et le débit binaire sont comme spécifiés dans 1) de 4.3 avec les essais ci-après.

6.2.2.1 Fréquence de porteuse

(Voir 5.1)

Le signal d'essai A doit être appliqué à 20 $\mu\text{V/m}$ en l'absence de bruit et à 200 bps. Tous les récepteurs doivent être soumis à essai sur toute la bande, à savoir entre 283,5 kHz et 325 kHz à des multiples entiers de 500 Hz. Après la sélection manuelle de la fréquence et un temps d'établissement de 30 s, les récepteurs doivent atteindre un décodage continu avec un taux d'erreur de mots (WER) de zéro, comme mesuré à l'aide de la méthodologie figurant en Annexe B, comme mesuré pendant 30 s au niveau du port de sortie.

6.2.2.2 Plage dynamique

(Voir 5.5)

- a) Le signal d'essai A doit être appliqué à 20 $\mu\text{V/m}$ en l'absence de bruit et à 200 bps. Après la sélection manuelle de la fréquence et un temps d'établissement de 30 s, les EEE doivent atteindre un décodage continu avec un taux d'erreur de mots (WER) de zéro, comme mesuré à l'aide de la méthodologie figurant en Annexe B, comme mesuré pendant 30 s au niveau du port de sortie.
- b) Réduire le signal d'essai A à 10 $\mu\text{V/m}$ en l'absence de bruit et à 200 bps. L'EEE doit atteindre un suivi et décodage continus du signal avec un taux d'erreur de mots (WER) de zéro, comme mesuré à l'aide de la méthodologie en Annexe B, comme mesuré pendant 30 s au niveau du port de sortie.
- c) Augmenter le signal d'essai A jusqu'à 150 mV/m en l'absence de bruit et à 200 bps. L'EEE doit atteindre un suivi et décodage continus du signal avec un taux d'erreur de mots (WER) de zéro, comme mesuré à l'aide de la méthodologie en Annexe B, comme mesuré pendant 30 s au niveau du port de sortie.

6.2.2.3 Vitesse de transmission de données

(Voir 5.4)

Répéter les essais ci-dessus à l'aide des débits binaires restants (25 bps, 50 bps et 100 bps). Ils doivent être soumis à essai à 283,5 kHz, 305 kHz et 325 kHz. Dans ces essais, le récepteur doit atteindre un décodage continu avec un WER de zéro comme mesuré sur 240 s (pour 25 bps), 120 s (pour 50 bps) et 60 s (pour 100 bps).

6.2.2.4 Tolérance de fréquence

(Voir 5.2)

Répéter les essais ci-dessus avec 200 bps à 283,5 kHz $\pm$ 2 Hz, 305 kHz $\pm$ 2 Hz et 325 kHz $\pm$ 2 Hz. Dans ces essais, le récepteur doit atteindre un décodage continu avec un WER de zéro comme mesuré sur 30 s.

6.2.3 Sélection manuelle et automatique d'une station

(voir 4.3 2))

6.2.3.1 Méthode manuelle

La sélection manuelle d'une fréquence/station doit être démontrée avec l'essai suivant:-

Conditions initiales: pas de signaux dans la bande. Le niveau de signal de ces essais doit être de 75 $\mu\text{V/m}$ en l'absence de bruit et à un débit de données de 200 bps.

Méthode d'essai et résultats exigibles:

Etape 1: sélectionner une fréquence / station sur l'EEE;

Etape 2: introduire le signal d'essai A sur le canal adjacent;

Etape 3: vérifier à l'aide de la procédure d'essai qu'un WER de 100 % est atteint pour le signal d'essai A;

Etape 4: introduire le signal d'essai B sur le canal sélectionné;

Etape 5: vérifier à l'aide de la procédure d'essai que le signal d'essai valide B a été reçu sur le canal sélectionné avec un WER de zéro.

6.2.3.2 Méthode automatique

Conditions initiales: le niveau de signal de ces essais doit être de 75 $\mu\text{V/m}$ en l'absence de bruit et à un débit de données de 200 bps.

Les données de position (données de position GGA, GLL, GNS ou GNSS, si approprié) doivent être fournies sur le récepteur de balises.

6.2.3.2.1 Procédure d'essai de l'éphéméride

a) Vérifier si le récepteur fonctionne avec l'éphéméride

Méthode d'essai:

Etape 1: réinitialiser l'éphéméride du récepteur;

Etape 2: télécharger l'éphéméride dans le récepteur où la station A est incluse dans l'éphéméride et est la station la plus proche en distance de la position de l'EEE;

Etape 3: introduire le signal d'essai A.

Résultat exigé:

L'EEE doit atteindre un décodage continu du signal A avec un WER de zéro dans un délai de 10 s comme mesuré à l'aide de la méthodologie en Annexe B.

b) Vérifier la procédure de mise à jour de l'éphéméride

Méthode d'essai:

Etape 1: introduire le signal d'essai A pendant 5 min;

Etape 2: introduire le signal d'essai B où la station B n'est pas dans l'éphéméride situé dans l'essai précédent et est la station la plus proche en distance de la position de l'EEE;

Etape 3: laisser l'EEE fonctionner pendant 10 s;

Etape 4: télécharger l'éphéméride ou afficher son contenu.

Résultats exigés:

L'EEE doit atteindre un décodage continu du signal B avec un WER de zéro comme mesuré à l'aide de la méthodologie en Annexe B et la station B a été ajoutée à l'éphéméride.

6.2.3.2.2 Mode automatique

a) Vérifier la station la plus proche de l'éphéméride

Méthode d'essai:

Etape 1: introduire les signaux d'essai C et D où la station C est plus proche en distance de la position de l'EET que la station D;

Etape 2: mettre sous tension l'EEE;

Résultats exigés:

L'EEE décode le signal C avec un WER de zéro en 10 s.

b) Modifier la station si la station suivie n'est plus intègre

Méthode d'essai:

Etape 1: introduire les signaux d'essai E et D où la station E est plus proche en distance de la position de l'EET que la station D;

Etape 2: mettre sous tension l'EEE;

Etape 3: confirmer que L'EEE décode le signal E avec un WER de zéro en 10 s;

Etape 4: forcer l'intégrité de la station du signal E non intègre.

Résultats exigés:

L'EEE décode le signal D avec un WER de zéro en 10 s.

c) Modifier la station si la station suivie n'est plus contrôlée

Méthode d'essai:

Etape 1: afficher les signaux d'essai G et D où la station G est plus proche en distance de la position de l'EET que la station D;

Etape 2: mettre sous tension l'EEE;

Etape 3: confirmer que L'EEE décode le signal G avec un WER de zéro en 10 s;

Etape 4: forcer l'intégrité de la station du signal G non contrôlé.

Résultats exigés:

confirmer que l'EEE décode le signal D avec un WER de zéro en 10 s.

d) Modifier la station si le WER de la station suivie est supérieur à 0,1

Méthode d'essai:

Etape 1: introduire les signaux d'essai F et D où la station F est plus proche en distance de la position de l'EET que la station D;

Etape 2: mettre sous tension l'EEE;

Etape 3: confirmer que l'EEE décode le signal F avec un WER de zéro en 10 s;

Etape 4: forcer la station avec un WER du signal F > 0,1.

Résultats exigés:

confirmer que l'EEE décode le signal D avec un WER de zéro en 10 s.

e) Modifier la "position" de l'EEE

Méthode d'essai:

Etape 1: introduire les signaux d'essai C et D où la station C est plus proche en distance de la position de l'EET que la station D;

Etape 2: mettre sous tension l'EEE;

Etape 3: confirmer que l'EEE décode le signal C avec un WER de zéro en 10 s;

Etape 4: modifier la position de l'EEE de manière à ce que la station D soit plus proche en distance de la position de l'EEE que la station C.

Résultats exigés:

confirmer que l'EEE décode le signal D avec un WER de zéro en 10 s.

6.2.4 Latence

(voir 4.3 3))

6.2.4.1 Objectif

Le récepteur doit être soumis à essai à l'aide d'une entrée modulée ITU-R M.823 connue. Ces données doivent être comparées à la sortie des données ITU-R M.823 pour mesurer le retard entre transmis et reçu.

6.2.4.2 Méthode de mesure

La sortie en série de la station de référence est alimentée vers l'EEE via un modulateur de balises radioélectriques. Le signal de sortie de la station de référence est comparé à la sortie de l'EEE pour mesurer la latence. La mesure doit prendre en compte la latence du modulateur de balises radioélectriques et la durée de la réception de 30 bits plus le temps nécessaire pour transmettre ces 30 bits groupés en 5 octets (plus bits de début et d'arrêt) pour la transmission sur l'interface série.

6.2.4.3 Résultats exigés

Le temps de latence maximum doit être de 100 ms.

6.2.5 Acquisition et performance en termes de bruit

(voir 4.3 4))

Conditions initiales:

Trois signaux séparés sont utilisés pour soumettre à essai l'acquisition (voir Annexe A pour les descriptions):

- a) Signal de bruit 1 (bruit gaussien): Un incident de signal MSK 300 kHz, 200 bps avec l'antenne à un niveau de $75 \mu\text{V/m}$ et avec un SNR de 7 dB dans la bande passante de confinement de 99 % du signal MSK.
- b) Signal de bruit 2 (bruit d'orage électrique): Un signal MSK 300 kHz, 200 bps d'incident de $75 \mu\text{V/m}$ sur l'antenne avec un train d'impulsions et une amplitude de 500 mV/m, une période de 0,5 ms, une largeur d'impulsion de 20 μs , et un temps de montée et de descente (90 %) inférieur à 50 ns.
- c) Signal de bruit 3 (bruit généré par l'homme): Un signal MSK 300 kHz, 200 bps d'incident de $75 \mu\text{V/m}$ sur l'antenne avec un train d'impulsions et une amplitude de 15 V/m, une période de 1,5 ms, une largeur d'impulsion de 20 μs , et un temps de montée et de descente (90 %) inférieur à 50 ns.

Il convient d'effectuer l'essai à l'aide d'une bobine Helmholtz pour fournir un champ H homogène ou à l'aide d'un grand condensateur pour fournir un champ E homogène.

Méthodes d'essai et résultats exigibles:

- Etape 1: introduire le signal de bruit 1;
- Etape 2: vérifier qu'un WER de $< 10,0\%$ est mesuré sur 5 min;
- Etape 3: répéter pour le signal de bruit 2;
- Etape 4: vérifier qu'un WER de $< 10,0\%$ est mesuré sur 5 min;
- Etape 5: répéter pour le signal de bruit 3;
- Etape 6: vérifier que le signal MSK est acquis en moins de 45 s.

6.2.6 Interface

(voir 4.6)

Connecter un simulateur pour l'interface CEI 61162 appropriée, entrée et sortie, et garantir la conformité.

6.2.7 Antenne

(voir 4.3 5))

L'antenne doit être soumise à essai tout en suivant un signal MSK de $75 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ à 200 bps avec:

- a) fréquences de 283,5 kHz, 300 kHz et 325 kHz;
- b) un azimut tous les 15° à 360° ; et
- c) roulement de $+20^\circ$, 0° et -20° .

6.3 Protection des connexions externes

(voir 4.4)

L'EEE doit être soumis à essai en deux étapes:

Etape 1: court-circuiter les connexions d'antenne, mettre l'unité sous tension pendant 5 min, remplacer les fusibles endommagés et vérifier le fonctionnement correct;

Etape 2: court-circuiter les fils individuels des ports d'entrée et de sortie à la terre (pas sous tension) pendant 5 min, remplacer les fusibles endommagés et vérifier le bon fonctionnement.

6.4 Intégrité

(voir 4.5)

Les modes d'état non intègre et non contrôlé sont soumis à essai selon 6.2.3.2.2 b) et c). Tous les autres essais d'intégrité sont spécifiés dans le récepteur GNSS.

6.5 Essais techniques

(voir Article 5)

6.5.1 Types de messages

(voir 5.3)

Méthode d'essai:

Un signal d'essai qui inclut tous les messages dans le Tableau 1 (GPS ou GLONASS si approprié) doit être appliqué à $75 \mu\text{V/m}$ en l'absence de bruit au débit de données de 200 bps.

Résultats exigés:

Le récepteur doit décoder avec succès les messages avec WER de 0,0 %.

6.5.2 Rapports de protection

(voir 5.9)

6.5.2.1 Protection contre une autre transmission différentielle

a) Conditions initiales:

Deux signaux dans la bande, un utile et un brouilleur.

Le niveau de signal brouilleur doit être de $300 \mu\text{V/m}$, MSK modulé à 200 bps, en l'absence de bruit. Le signal utile consiste en un signal d'essai A de puissance et fréquence variées conformément au Tableau 2, colonnes 1 et 3.

b) Méthode d'essai:

Etape 1: introduire les signaux utile et brouilleur;

Etape 2: sélectionner la fréquence/station souhaitée sur l'EEE;

Etape 3: répéter les étapes 1-3 pour toutes les combinaisons dans le Tableau 2.

c) Résultats exigés:

vérifier à l'aide de la procédure d'essai A qu'un WER de 0,0 % est atteint pour le signal d'essai A.

6.5.2.2 Protection contre une transmission de balise radioélectrique

a) Conditions initiales:

Deux signaux dans la bande, un utile et un brouilleur.

Le niveau de signal brouilleur doit être de 300 $\mu\text{V/m}$, porteuse verrouillée en continu (A1A), en l'absence de bruit. Le signal utile consiste en un signal d'essai A de puissance et fréquence variés conformément au Tableau 2, colonnes 1 et 2.

b) Méthode d'essai:

Etape 1: introduire les signaux utile et brouilleur;

Etape 2: sélectionner la fréquence/station souhaitée sur l'EEE;

Etape 3: répéter les étapes 1 à 3 pour toutes les combinaisons dans le Tableau 2.

c) Résultats exigés:

vérifier à l'aide de la procédure d'essai A qu'un WER de 0,0 % est atteint pour le signal d'essai A.

6.5.3 Essais d'intermodulation

(voir 4.3 1))

Conditions initiales:

Cinq signaux sont utilisés:

- a) signal utile: signal d'essai A, MSK modulé à 200 bps, avec une intensité de signal de 34 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ (intensité du champ nominale) et une fréquence de 310 kHz;
- b) signal brouilleur 1: A2A modulé (30 %, 1000 Hz), avec une intensité de signal de 90 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ et une fréquence de 255 kHz;
- c) signal brouilleur 2: signal d'onde en continu, avec une intensité de signal de 90 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ et une fréquence de 200 kHz;
- d) signal brouilleur 3: A2A modulé (30 %, 1000 Hz), avec une intensité de signal de 90 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ et une fréquence de 550 kHz;
- e) signal brouilleur 4: signal d'onde en continu, avec une intensité de signal de 90 $\text{dB}\mu\text{V/m}$ et une fréquence de 790 kHz.

Il convient d'effectuer l'essai à l'aide d'une bobine Helmholtz pour fournir un champ H homogène ou à l'aide d'un grand condensateur pour fournir un champ E homogène. Les signaux brouilleurs peuvent être produits à l'aide de générateurs de signaux standard.

Il convient de prendre des précautions pendant les essais pour garantir que les produits d'intermodulation ne sont pas générés dans les générateurs d'essai ou le système combineur.

Méthode d'essai

a) Essai pour signaux LF brouilleurs

Etape 1: introduire le signal utile;

Etape 2: vérifier à l'aide de la procédure d'essai A qu'un WER de 0,0 % est atteint pour le signal d'essai A;

Etape 3: introduire également le signal brouilleur 1;

Etape 4: vérifier à l'aide de la procédure d'essai A qu'un WER de 0,0 % est atteint pour le signal d'essai A;

Etape 5: introduire également le signal brouilleur 2;

Etape 6: vérifier à l'aide de la procédure d'essai A qu'un WER de 0,0 % est atteint pour le signal d'essai A.

b) Essai pour signaux MF brouilleurs

Etape 1: introduire le signal utile;

Etape 2: vérifier à l'aide de la procédure d'essai A qu'un WER de 0,0 % est atteint pour le signal d'essai A;

Etape 3: introduire également le signal brouilleur 3;

Etape 4: vérifier à l'aide de la procédure d'essai A qu'un WER de 0,0 % est atteint pour le signal d'essai A;

Etape 5: introduire également le signal brouilleur 4;

Etape 6: vérifier à l'aide de la procédure d'essai A qu'un WER de 0,0 % est atteint pour le signal d'essai A.

6.6 Essais de fonctionnalité supplémentaires

Le fabricant doit déclarer toute fonctionnalité supplémentaire et fournir une description complète, ainsi que les moyens permettant de démontrer que les exigences de fonctionnalité supplémentaire de 4.1 sont satisfaites.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61108-4:2004

Annexe A (normative)

Simulation de situations de bruit pour l'essai de l'équipement pour récepteur de balises radioélectriques maritimes DGPS embarqué

A.1 Paramètres de description du bruit

En raison de l'interférence de nombreux incidents individuels, l'activité orageuse globale entraîne un bruit de fond considérable à partir duquel les impulsions générées par l'activité orageuse locale se dégagent. L'intensité d'interférence dépend de l'activité orageuse et de sa vitesse de propagation dans l'ionosphère. CCIR a publié des cartes sur la base des mesures effectuées dans le monde entier sur lesquelles on peut lire le niveau d'interférence prévu, en relation avec sa position géographique, la période de l'année et l'heure du jour (en 4 tranches horaires). Ces indications sont établies au moyen du facteur de bruit $F_a = 10 \times \log(N_r/N_{th})$, qui indique la relation de l'activité d'interférence reçue N_r avec le bruit thermique à la sortie $N_{th} = kT_0B$ dans la bande passante de réception B . k est la constante Boltzmann $1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ et $T_0 = 288 \text{ K}$ la température de référence.

Le bruit de fond existant crée une tension d'interférence sur la sortie d'un récepteur qui peut être décrite au moyen de sa quantité et de sa phase. Comme la phase du signal d'interférence est en équipartition, la valeur absolue, la courbe de génération d'une enveloppe, est intéressante pour des études ultérieures.

Afin de pouvoir caractériser la nature stochastique des atmosphériques, différentes valeurs décrivant la mesure doivent être utilisées. Les valeurs et fonctions indiquées ci-après figurent dans les ouvrages de référence et on peut ainsi garantir que les évaluations sont comparables aux mesures prises et publiées jusqu'à présent, par exemple à celles dans [32288].

Etant donné le signal de la courbe de génération d'une enveloppe $v(t)$, la valeur moyenne v_{av} pendant la durée de mesure T_m est définie par

$$v_{av} = \frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} v(t) dt \quad (\text{A.1})$$

v_{av} est également appelé le premier moment.

La valeur efficace v_{rms} est calculée à l'aide du second moment:

$$v_{rms}^2 = \frac{1}{T_m} \int_0^{T_m} v^2(t) dt \quad (\text{A.2})$$

De plus, le rapport V_{av}/V_{rms} est une mesure permettant d'évaluer l'effet d'interférence. Il est indiqué sous la forme V_d :

$$V_d = -20 \times \log \left(\frac{v_{av}}{v_{rms}} \right) \quad (\text{A.3})$$

Dans le cas d'une répartition d'amplitude Rayleigh de la courbe de génération d'une enveloppe

$$V_d = 1,05$$

La valeur médiane v_{med} d'un signal $v(t)$ pendant un intervalle de temps T_m est définie par l'amplitude qui, pour un total de $k/2$ intervalles de temps T_α , est à la fois dépassée et non. T_m doit ainsi être divisé en petits intervalles de mesure $T_\alpha = T_m/k$. Contrairement à la moyenne arithmétique, le premier moment mentionné ci-dessus, les valeurs d'amplitude extrêmes n'entrent pas directement dans le chiffre décrivant la mesure.

La probabilité pour que l'amplitude v de la courbe de génération d'une enveloppe dépasse un niveau de T_s est indiquée par l'APD, distribution de probabilité d'amplitude:

$$APD(v) = P(v > T_s) = 1 - P(v) \quad (\text{A.4})$$

$P(v)$ est la fonction de distribution des amplitudes v du signal de la courbe de génération d'une enveloppe. En cas de bruit gaussien blanc sur l'entrée du récepteur, $P(v)$ est une distribution Rayleigh.

A.2 Modèles de bruit

A.2.1 Modèle de bruit atmosphérique

Feldman [Fel72] a effectué des mesures de bruit à l'été 1971. Il a divisé les données en trois scénarios:

- a) calme (nuit); une situation calme dans laquelle la composante en forme d'impulsions, générée par des éclairs individuels, est relativement faible;
- b) tropical; cette situation est typique des régions de latitude moyenne pendant les mois d'été. De nombreux orages y éclatent de manière répartie sur une grande zone. Parfois, des interférences doivent couvrir de longues distances jusqu'à ce qu'elles atteignent le récepteur à proximité duquel il n'y a pas nécessairement de zone d'interférence ferme;
- c) frontal; on suppose qu'un orage est présent à proximité du récepteur, à savoir une zone d'interférence ferme locale.

Le modèle de bruit qu'il a suggéré peut être vu comme une amélioration de celui présenté par Hall [Hal66]. Il ne tient pas seulement compte de la fonction de distribution d'amplitude mais également de la corrélation temporelle des interférences en forme d'impulsions (éclair). Son modèle de bruit a cette forme:

$$y(t) = n_2(t) + X(t) A(t) n_1(t) \quad (\text{A.5})$$

$n_2(t)$ est la composante gaussienne du bruit de fond. La seconde source de perturbation gaussienne indépendante $n_1(t)$ est modulée par la fonction d'intensité en fonction du temps $A(t)$. Ce terme multiplicateur a été le premier décrit par Hall [Hal66] et est appelé composante de Hall. Hall a suggéré de créer $A(t)$ à partir de la réciproque d'une distribution Chi-carré avec M degrés de liberté:

$$A(t) = \left[\sum_{i=1}^M b_i(t)^2 \right]^{-0,5} \quad (\text{A.6})$$

$b_i(t)$ sont les valeurs d'un processus gaussien indépendant.

La composante Hall elle-même est activée et désactivée par le processus aléatoire $X(t)$ à deux états [0, 1]. Cette commutation simule la nature impulsive du bruit de la foudre.

Non seulement le temps d'occurrence mais également la durée et l'intensité des interférences en forme d'impulsions sont stochastiques et non-stationnaires. La Figure A.1 illustre comment $Y(t)$ est généré. $X(t)$ est obtenu au moyen de deux processus de Poisson avec les paramètres $\lambda_{10} = \text{Const.}$ et $\lambda_{01} = \frac{P}{1-P} \lambda_{10}$, qui contrôlent le comportement dans le temps des interférences impulsionnelles. L'indice xy du paramètre λ_{xy} représente la transition de l'état x à l'état y . Le paramètre P lui-même qui définit λ_{01} , est généré par un autre processus de Markov qui applique dans son état 1 la probabilité p_x^f pour P et dans son état 0 $P = p_x^s \times W(t)$, également, est caractérisé par deux paramètres de transition: $\mu_{10} = \text{const.}$ et $\mu_{01} = \mu_{10} \frac{P_w}{1-P_w}$, $P_w = \text{const.}$. La constante μ_{10} contrôle la corrélation entre de multiples éclairs, tandis que la constante μ_{01} (indirectement via P_w) définit l'occurrence de la transition 0-1. Avec chaque transition de $X(t)$ de 0 à 1, une nouvelle valeur $A(t)$ est définie en calculant d'abord au carré les valeurs M d'une distribution normale $N(0,1)$ et en les ajoutant. La réciproque de la racine carrée obtenue est finalement multipliée par un facteur d'intensité donnant $A(t)$ (équation A.6).

Tableau A.1 – Paramètres pour différentes situations d'interférence

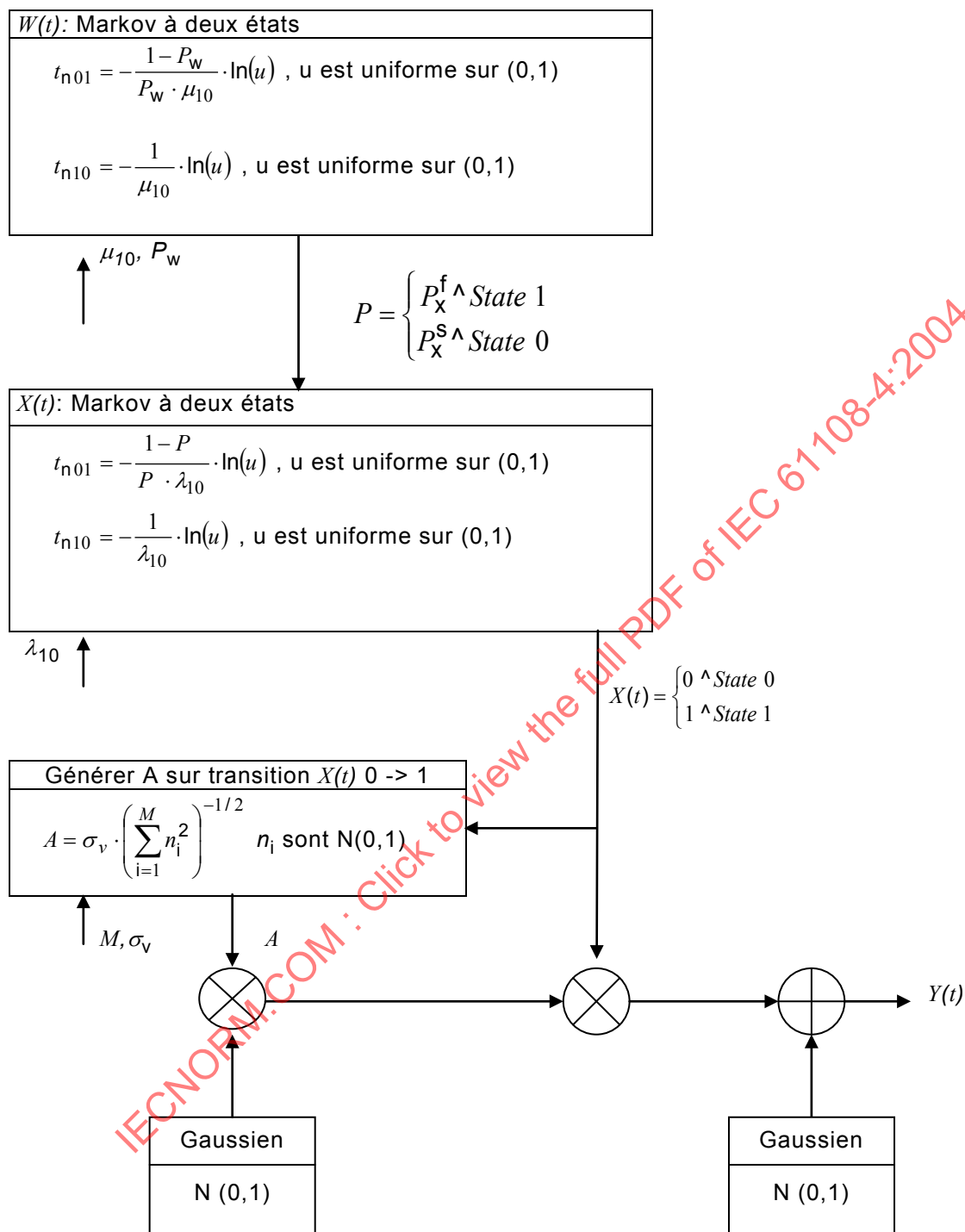
Situation	σ_0	M	p_x^f	p_x^s	P_w	μ_{10}	λ_{10}
Calme	2,222	2	0,11	0,11	–	–	850
Nuit calme	1,34	2	0,75	0,25	0,50	1,00	850
Frontale	3,50	1	0,99	0,15	0,89	0,20	850
Tropicale	1,26	1	0,99	0,27	0,66	0,60	850
Gaussienne	0,00	–	–	–	–	–	–
Modérée	0,04	1	0,90	0,18	0,90	0,42	850
Forte	0,12	1	0,69	0,08	0,95	0,20	10 000
NOTE Les situations "Modérée" et "Forte" ont été modélisées pour répondre aux enregistrements d'orage effectués en Allemagne en 1996 et 1997.							

Le Tableau 1 illustre les paramètres utilisés par Feldman ainsi que ceux pour les nouvelles situations "Modérée" et "Forte".

La sortie d'une réalisation logicielle du générateur de bruit est une composition de sources de bruit gaussien blanc ayant chacune une bande passante d'exactly la moitié de la fréquence avec laquelle les échantillons sont générés. Ainsi, ce n'est pas vraiment comparable avec la sortie d'un récepteur numérique réel. Ce dernier a une bande passante inférieure à la moitié de sa fréquence d'échantillonnage combinée à la caractéristique des filtres dans le parcours du signal.

De plus, les mesures de caractéristique utilisent l'enveloppe du signal. Ainsi, un traitement supplémentaire a eu lieu pour obtenir des résultats comparables. Un simple récepteur logiciel a été utilisé pour extraire une section avec une bande passante de 3 kHz¹ à partir du bruit généré. A partir de la sortie de bande de base complexe, le signal d'enveloppe a été calculé en premier, puis les valeurs caractéristiques ont été déterminées.

¹ Le même filtre est utilisé dans le récepteur DME-1 avec lequel les mesures de bruit ont été enregistrées.



IEC 908/04

Légende

Anglais	Français
State	Etat

NOTE Voir référence 4. de la bibliographie.

Figure A.1 – Génération d'atmosphériques selon Feldman

Le facteur A sera généré de nouveau sur chaque transition de $X(t)$ de 0 à 1. Par conséquent, $A \cdot X(t)$ peut être écrit $A(t) \cdot X(t)$ pour clarifier la dépendance temporelle de A .

A.2.1.1 Exemples de bruit atmosphérique simulé

En 1996 et 1997, l'Administration fédérale allemande des cours d'eau a réalisé quelques mesures de bruit (à une latitude d'environ 50 degrés au Nord) avec du matériel d'enregistrement spécialement conçu à cet effet². Ces données ont été enregistrées avec une bande passante de 3 kHz et enregistrées au format numérique sur le disque dur d'un PC. Une comparaison des mesures caractéristiques a montré une certaine correspondance avec celles de la situation "Nuit calme". Une autre étude a maintenant été effectuée. Les paramètres du modèle de bruit de Feldman ont été ajustés de manière à répondre aux mesures. Ces nouvelles situations sont appelées "Modérée" et "Forte". Le modèle de la situation "Gaussienne" est le cas où aucune composante de bruit impulsif n'est présente. Le modèle de la situation "Modérée" est un orage qui est relativement éloigné du récepteur tandis que la situation "Forte" est appropriée pour les cas où un orage proche doit être simulé.

NOTE Il semble recommandé d'effectuer des mesures supplémentaires à différentes latitudes pour vérifier si les autres paramètres sont plus appropriés pour simuler le bruit atmosphérique pour ces régions.

A.2.2 Bruit généré par l'homme

Plusieurs mesures ont été réalisées par l'administration fédérale allemande des cours d'eau à proximité de lignes de chemins de fer électrifiées, de lignes de transmission de puissance, d'un chantier naval et à bord d'un navire. On peut observer comme composante commune, des impulsions périodiques avec une intensité d'environ 12 dB au-dessus de la partie gaussienne. La composante de bruit impulsif est très souvent uniquement détectable si une antenne de type champ E est utilisée. La procédure suivante pour générer un bruit généré par l'homme est suggérée: Toutes les 33 ms, un facteur A est défini sur 4 pour une période de 0,7 ms. Pendant tout le temps intermédiaire, le facteur A est défini sur 0. Le bruit est formé par deux parties. Une source est un générateur de bruit gaussien blanc dont la sortie est multipliée par le facteur A . A cette composante commutée s'ajoute la sortie d'un second générateur de bruit gaussien blanc.

Tableau A.2 – Paramètres caractéristiques des situations simulées

Mesure	v_{rms}	v_{av}	V_d	v_{med}	v_{rms}/v_{med}
Calme	1,30	0,83	3,9	0,66	5,9 dB
Nuit calme	2,10	1,19	4,9	0,71	9,4 dB
Tropicale	27,7	3,85	17,1	0,71	31,8 dB
Frontale	40,8	6,06	16,6	0,78	34,4 dB
Générée par l'homme	0,95	0,74	1,9	0,64	3,4 dB
Gaussienne	0,79	0,69	1,2	0,63	1,9 dB
Modérée	3,9	0,77	14,0	0,65	15,6 dB
Forte	10,4	0,97	20,6	0,65	24,0 dB

Pour pouvoir comparer les courbes APD avec les données figurant dans les ouvrages de référence, le rapport v_{rms}/v_{med} a été indiqué; comme les niveaux font référence à la valeur efficace. Le bruit gaussien blanc doit être considéré comme la composante commune de toutes les données reçues (dans RF). La valeur médiane s'avère être une valeur correctement évaluée pour cette partie du signal à la sortie d'un récepteur lorsque l'enveloppe est

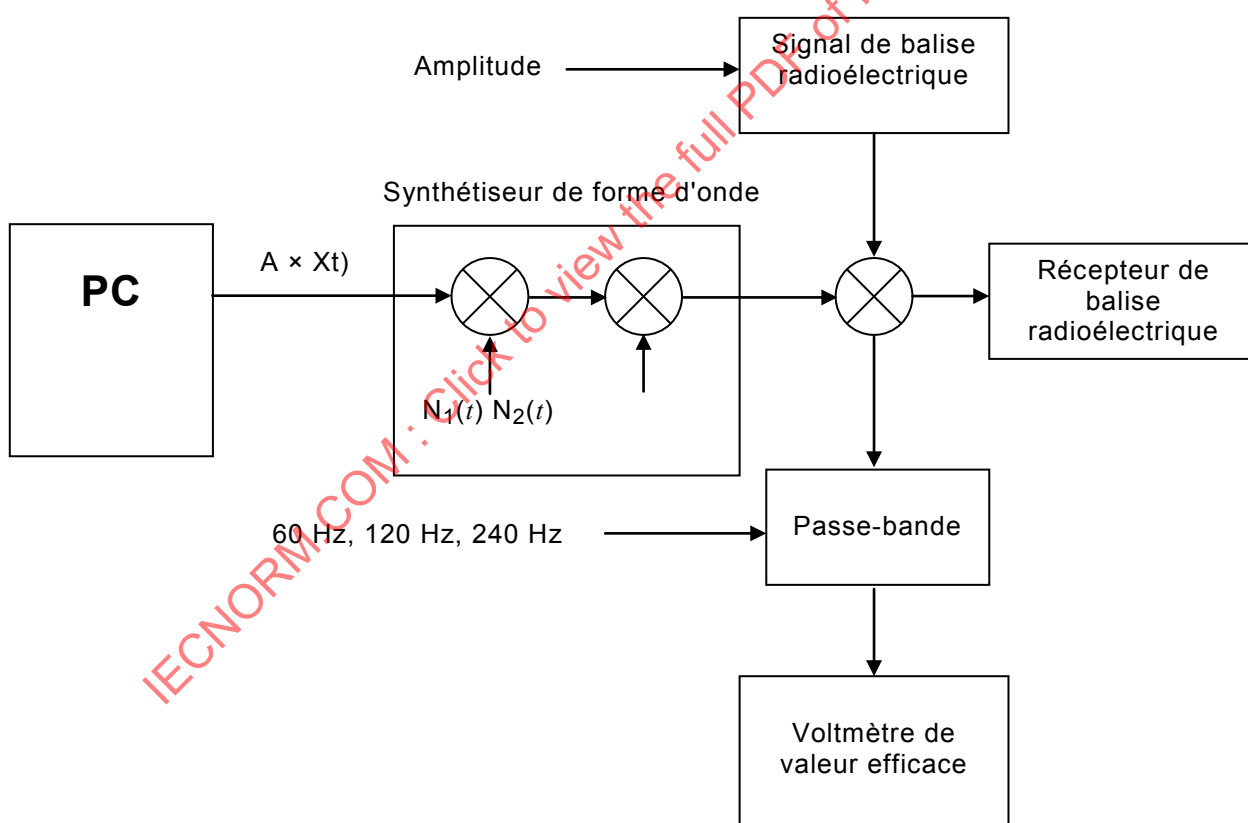
² Le récepteur est de type DME-1 et a été fabriqué par la société Attingimus Nachrichtentechnik GmbH, 38102 Braunschweig, Allemagne. Un émetteur appelé DMS-1 est également disponible. Il utilise les données enregistrées (et traitées, à savoir complétées avec un signal MSK) pour retransmettre dans le domaine 300 kHz.

analysée. Pour les simulations, la magnitude du facteur $A(t)$ a été limitée à $10^6 = 120$ dB.

A.3 Procédures d'essai

Une approche commune de la génération de signaux d'essai est la suivante. Tous les scénarios de bruit utilisent deux générateurs de bruit gaussien blanc indépendants. Un générateur de bruit fournit une partie constante dans le modèle de bruit. L'autre est commuté dans le temps dans son intensité. Alors que la commutation elle-même ne pose pas de problème, l'intensité variable de cette composante est un peu difficile à atteindre. Le moyen proposé pour atteindre cet objectif est d'utiliser un synthétiseur de forme d'onde avec un générateur de bruit gaussien programmable. L'interface de commande à distance du synthétiseur peut être utilisée pour programmer différentes amplitudes.

Une mise en œuvre des modèles de bruit abordés peut utiliser un PC pour calculer le facteur d'amplitude A et la fonction de commutation $X(t)$. Ceci peut être effectué avant la mesure pour chaque modèle de bruit utilisé. La seule tâche du PC est ainsi de lire les données et de programmer le synthétiseur de forme d'onde en conséquence. Selon la vitesse du modèle de PC utilisé, il peut être recommandé de stocker toutes les données dans la mémoire RAM pour éviter de perdre du temps à lire le disque dur. La Figure A.2 illustre la structure de ce montage d'essai.



IEC 909/04

Figure A.2 – Montage d'essai à l'aide d'un PC pour programmer un synthétiseur de forme d'onde

La composante $A \times X(t)$ sélectionne la durée et l'amplitude de la composante bruit à partir du générateur de bruit gaussien blanc $N_1(t)$. Le second générateur de bruit gaussien blanc est constamment sous tension. Selon le débit de données du signal de balise radioélectrique (50 bps, 100 bps ou 200 bps), le rapport signal-bruit (SNR) doit être étalonné à l'aide d'une bande passante équivalente de bruit de 60 Hz, 120 Hz ou 240 Hz. A cette fin, un filtre passe-bande ajustable (BP) et un voltmètre de valeur efficace sont utilisés. En conjonction avec l'amplitude du signal de balise radioélectrique, le niveau absolu des générateurs de bruit peut

être programmé pour atteindre la valeur efficace souhaitée. Il est suggéré d'utiliser uniquement la composante bruit $N_2(t)$ comme référence.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61108-4:2004