

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**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**

**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**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2003 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de 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.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you 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 on-line 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 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

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 la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI 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.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. 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 au monde 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 les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

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 1: Global positioning system (GPS) – Receiver equipment – Performance standards, methods of testing and required test results**

**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**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 47.020.70

ISBN 978-2-83220-621-8

**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.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references	5
3 Terms, definitions and abbreviations	6
3.1 Definitions	6
3.2 Abbreviations	6
4 Minimum performance standards.....	7
4.1 Object	7
4.2 GPS receiver equipment.....	7
4.3 Performance standards for GPS receiver equipment	8
5 Methods of testing and required test results	15
5.1 Test sites	15
5.2 Test sequence.....	15
5.3 Standard test signals.....	15
5.4 Determination of accuracy	16
5.5 Test conditions.....	16
5.6 Methods of test and required test results	17
5.7 Typical interference conditions	24
5.8 Performance checks under IEC 60945 conditions	28
Figure 1 – Broadband interference environment.....	25
Figure 2 – CW interference mask.....	25
Table 1 – Acquisition time limits.....	10
Table 2 – Accuracy of COG.....	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**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**

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, 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 61108-1 has been prepared by IEC technical committee 80: Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1996.

This edition of the IEC standard for GPS, compared to the previous edition, includes the following technical changes:

- a) it reflects the changes brought about by IMO adopting GPS as part of the carriage requirement on ships defined in SOLAS Chapter V;
- b) the new IMO performance standard, resolution MSC.112(73), replaced the previous issue, A.819(19), for new installations on the 1st of July 2002. This second edition of IEC 61108-1 incorporates revised tests for type approvals to the new performance standard;

- c) changes include the need for a data output to the IEC 61162 series giving COG SOG and UTC with validity marking, operation during interference conditions and improved failure warnings.

This bilingual version (2013-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2003-07.

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

FDIS	Report on voting
80/371/FDIS	80/373/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 2005. At this date, the publication will be

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

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

**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**

1 Scope

This part of IEC 61108 specifies the minimum performance standards, methods of testing and required test results for GPS shipborne receiver equipment, based on IMO Resolution MSC.112(73), which uses the signals from the United States of America, Department of Defence (US DOD), Global Positioning System (GPS) in order to determine position. A description of the GPS SPS is given in the normative reference – GPS, SPS signal specification – USA Department of Defence – 3rd Edition October 2001. This receiver standard applies to phases of the voyage "other waters" as defined in IMO Resolution A.529(13).

All text of this standard, whose meaning is identical to that in IMO Resolution MSC.112(73), is printed in *italics* and the Resolution and paragraph number indicated between brackets i.e. (M.112/A1.2).

The requirements in clause 4 are cross-referenced to the tests in clause 5 and vice versa.

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 60721-3-6:1987, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Ship environment*

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

IEC 61162 (all parts), *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Digital interfaces*

IMO Resolution A.529(13):1983, *Accuracy standards for navigation*

IMO Resolution A.694(17):1991, *General requirements for shipborne radio equipment forming part of the Global maritime distress and safety system (GMDSS) and for electronic navigational aids*

IMO Resolution A.815(19):1995, *Worldwide radionavigation system*

IMO Resolution MSC.112(73):2000, *Performance standards for shipborne global positioning system (GPS) receiver equipment*

IMO Resolution MSC.114(73):2000, *Performance standards for shipborne DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment*

ITU-R Recommendation M.823-1:1995, *Technical characteristics of differential transmissions for global navigation satellite systems (GNSS) from maritime radio beacons in the frequency band 285 kHz-325 kHz (283,5 kHz-315 kHz in Region 1)*

ITU-R Recommendation M.823-2:1997, *Technical characteristics of differential transmissions for Global Navigation Satellite Systems from maritime radio beacons in the frequency band 283.5-315 kHz in Region 1 and 285-325 kHz in Regions 2 and 3*

ITU-R Recommendation M.1477:2000, *Technical and performance characteristics of current and planned radionavigation-satellite service (space-to-Earth) and aeronautical radio-navigation service receivers to be considered in interference studies in the band 1 559-1 610 MHz*

Global Positioning System – Standard Positioning Service – Performance Specification – USA Department of Defence – 3rd Edition October 2001

3 Terms, definitions and abbreviations

For the purposes of this document, all definitions and abbreviations used are the same as those used in the normative reference of the GPS SPS performance signal specification.

3.1 Definitions

3.1.1 integrity

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

3.2 Abbreviations

COG – Course Over Ground
 DGPS – Differential Global Positioning System
 GPS – Global Positioning System
 HDOP – Horizontal Dilution Of Precision
 PDOP – Position Dilution Of Precision
 RAIM – Receiver Autonomous Integrity Monitor
 SDME – Speed and Distance Measuring Equipment
 SOG – Speed Over Ground
 SPS – Standard Positioning Service
 USNO – United States Naval Observatory
 UTC – Universal Time Coordinated

4 Minimum performance standards

4.1 Object

(M.112/A1.2) *Receiver equipment for the Global Positioning System (GPS) system 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)¹, comply with the following minimum performance requirements.*

(M.112/A1.3) *This standard covers the basic requirements of position fixing for navigation purposes only and does not cover other computational facilities which may be provided in the equipment.*

This standard contains the basic minimum performance standards for use of GPS Standard Positioning Service (SPS) signals for navigational position fixing, including differential corrections, and, in addition, for the determination of speed and direction of the movement of the antenna over the ground.

Other computational activity, input/output activity or extra display functions which may be provided shall not degrade the performance of the equipment below the minimum performance standards set out in this standard.

The GPS receiver equipment shall comply with

- the provisions of IMO Resolutions A.529(13), A.815(19), MSC.112(73) and A.694(17),
- the accuracy requirements of the GPS SPS Performance Standard,
- IEC 61162-1, IEC 61162-2, as appropriate, on digital interfaces, and
- shall be tested in accordance with IEC 60945.

NOTE For high speed craft purposes the EUT has to provide an IEC 61162-2 interface with a position update rate of 2 Hz.

4.2 GPS receiver equipment

(See 5.6.1)

4.2.1 Minimum facilities

(M.112/A2.1) *The words "GPS receiver equipment" as used in these performance standards include all the components and units necessary for the system to properly perform its intended functions. The equipment shall include the following minimum facilities:*

- a) *antenna capable of receiving GPS signals;*
- b) *GPS receiver and processor;*
- c) *means of accessing the computed latitude/longitude position;*
- d) *data control and interface; and*
- e) *position display and, if required, other forms of output.*

4.2.2 Configuration

The GPS receiver equipment may be supplied in one of several configurations to provide the necessary position information. Examples are:

¹ Refer to Publication IEC 60945.

- stand-alone receiver with means of accessing computed position via a keyboard with the positional information suitably displayed;
- GPS black box receiver fed with operational parameters from external devices/remote locations and feeding an integrated system with means of access to the computed position via an appropriate interface, and the positional information available to at least one remote location.

The above examples should not be implied as limiting the scope of future development.

4.2.3 Quality assurance

The equipment shall be designed produced and documented by companies complying with approved quality systems as applicable.

4.3 Performance standards for GPS receiver equipment

4.3.1 General

(See 5.6.2)

(M.112/A3.1) *The GPS receiver equipment shall be capable of receiving and processing the Standard Positioning Service (SPS) and provide position information in latitude and longitude World Geodetic System (WGS-84) co-ordinates in degrees, minutes and thousandths of minutes and time of solution referenced to UTC (USNO). Means may be provided to transform the computed position based upon WGS-84 into data compatible with the datum of the navigational chart in use. Where this facility exists, the display shall indicate that co-ordinate conversion is being performed and shall identify the co-ordinate system in which the position is expressed.*

(M.112/A3.2) *The GPS receiver equipment shall operate on the L1 signal and C/A code.*

4.3.2 Equipment output

(See 5.6.3)

(M.112/A3.3) *The GPS receiver equipment shall be provided with at least one output from which position information can be supplied to other equipment. The output of position information based upon WGS-84 shall be in accordance with International Standards – IEC 61162.*

The position information output shall be in accordance with IEC 61162 as follows:

For positioning reporting purposes the following sentences shall be available in any combination.

DTM – Datum reference

GBS – GNSS satellite fault detection

GGA – GPS fix data

GNS – GNSS fix data

RMC – Recommended minimum specific GNSS data

VTG – Course over ground and ground speed

ZDA – Time and date

If a sentence uses a datum other than WGS-84 then the DTM sentence must be used in compliance with IEC 61162.

In addition, for integrating with other navigational aids the following sentences may be available in any combination.

GRS – GNSS range residuals

GSA – GNSS DOP and active satellites

GST – GNSS pseudorange error statistics

GSV – GNSS satellites in view

NOTE GRS, GSA, GST, GSV are required to support external integrity checking. They are to be synchronized with corresponding fix data (GGA or GNS).

4.3.3 Accuracy

(See 5.6.4)

4.3.3.1 Static accuracy

(M.112/A3.4) *The GPS receiver equipment shall have static accuracy such that the horizontal position of the antenna is determined to within 100 m (95 %) with horizontal dilution of precision (HDOP) ≤ 4 (or PDOP ≤ 6). Since Selective Availability has been set to zero, the static accuracy has been determined to be within 13 m (95 %) as specified by the GPS SPS Performance Standards of October 2001.*

4.3.3.2 Dynamic accuracy

(M.112/A3.5) *The GPS receiver equipment shall have dynamic accuracy such that the position of the ship is determined to within 100 m (95 %) with HDOP ≤ 4 (or PDOP ≤ 6) under the conditions of sea state and ship's motion likely to be experienced in ships.² Since Selective Availability has been set to zero, the dynamic accuracy has been determined to be within 13 m (95 %) as specified by the GPS SPS Performance Standards of October 2001.*

4.3.4 Acquisition

(See 5.6.5)

(M.112/A3.6) *The GPS receiver equipment shall be capable of selecting automatically the appropriate satellite transmitted signals for determination of the ship's position with the required accuracy and update rate.*

(M.112/A3.8) *The GPS receiver equipment shall be capable of acquiring position to the required accuracy, within 30 min, when there is no valid almanac data.*

(M.112/A3.9) *The GPS receiver equipment shall be capable of acquiring position to the required accuracy, within 5 min, when there is valid almanac data.*

(M.112/A3.10) *The GPS receiver equipment shall be capable of re-acquiring position to the required accuracy, within 5 min, when the GPS signals are interrupted for a period of at least 24 h, but there is no loss of power.*

(M.112/A3.11) *The GPS receiver equipment shall be capable of re-acquiring position to the required accuracy, within 2 min, when subjected to a power interruption of 60 s.*

Acquisition is defined as the processing of GPS satellite signals to obtain a position fix within the required accuracies.

Four conditions of the GPS receiver equipment are set out under which the minimum performance standards shall be met.

² IMO Resolution A.694 (17), IEC 60721-3-6 and IEC 60945.

Condition A

Initialization – the equipment has

- been transported over large distances (>1000 km to <10 000 km) without power or GPS signals or by the deletion of the current almanac; or
- not been powered for >7 days.

Condition B

Power outage: under normal operation the equipment loses power for at least 24 h.

Condition C

Interruption of GPS signal reception – under normal operation the GPS signal reception is interrupted for at least 24 h, but there is no loss of power.

Condition D

Brief interruption of power for 60 s.

No user action other than applying power and providing a clear view from the antenna for the GPS signals, shall be necessary, from any of the initial conditions above, in order to achieve the required acquisition time limits in Table 1.

Table 1 – Acquisition time limits

Equipment condition	A	B	C	D
Acquisition time limits (minutes)	30	5	5	2

4.3.5 Protection

(See 5.6.6)

4.3.5.1 Antenna and input/output connections

(M.112/A4) *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 GPS receiver equipment inputs or outputs for a duration of 5 min.*

4.3.6 Antenna design

(See 5.6.7)

(M.112/A2.2) *The antenna design shall be suitable for fitting at a position on the ship which ensures a clear view of the satellite constellation.*

4.3.7 Dynamic range

(See 5.6.8)

(M.112/A3.7) *The GPS receiver equipment shall be capable of acquiring satellite signals with input signals having carrier levels in the range of –130 dBm to –120 dBm as measured at the output of a 3 dBi linear polarized receiving antenna. Once the satellite signals have been acquired the equipment shall continue to operate satisfactorily with satellite signals having carrier levels down to –133 dBm as measured at the output of a 3 dBi linear polarized receiving antenna.*

4.3.8 Effects of specific interfering signals

(See 5.6.9)

The GPS receiver equipment shall meet the following requirements:

- a) In a normal operating mode, i.e. switched on and with antenna attached, it is subject to radiation of 3 W/m^2 at a frequency of 1636,5 MHz for 10 min. When the unwanted signal is removed and the GPS receiver antenna is exposed to the normal GPS satellite signals, the GPS receiver equipment shall calculate valid position fixes within 5 min without further operator intervention;

NOTE This is equivalent to exposing a GPS antenna to radiation from an INMARSAT-A antenna at 10 m distance along the bore sight.

- b) In a normal operating mode, i.e. switched on, and with antenna attached, it is subject to radiation consisting of a burst of 10 pulses, each $1,0 \mu\text{s}$ to $1,5 \mu\text{s}$ long on a duty cycle of 1600:1 at a frequency lying between 2,9 GHz and 3,1 GHz at power density of about $7,5 \text{ kW/m}^2$. The condition shall be maintained for 10 min with the bursts of pulses repeated every 3 s. When the unwanted signal is removed and the GPS receiver antenna is exposed to the normal GPS satellite signals, the receiver shall calculate valid position fixes within 5 min without further operator intervention.

NOTE This condition is approximately equivalent to exposing the antenna to radiation from a 60 kW "S" Band marine radar operating at a nominal $1,2 \mu\text{s}$ pulse width at 600 pulses/s using a 4 m slot antenna rotating at 20 r/min with the GPS antenna placed in the plane of the bore site of the radar antenna at a distance of 10 m from the centre of rotation.

Advice shall be given in the manual for adequate installation of the antenna unit, to minimize interference with other radio equipment such as marine radars, Inmarsat SES's, etc.

4.3.9 Position update

(See 5.6.10)

(M.112/A3.12) *The GPS receiver equipment shall generate and output to a display and digital interface a new position solution at least once every 1 s.*

NOTE For craft meeting the HSC code, a new position solution at least every 0,5 s is recommended.

(M.112/A3.13) *The minimum resolution of position i.e. latitude and longitude shall be 0,001 min.*

4.3.10 Differential GPS input

(See 5.6.11)

(M.112/A3.15) *The GPS receiver equipment shall have the facilities to process differential GPS (DGPS) data fed to it in accordance with the standards of Recommendation ITU-R M.823 and an appropriate RTCM standard.*

When a GPS receiver is equipped with a differential receiver, performance standards for static and dynamic accuracies (M.112/A3.4 and A3.5) shall be 10 m (95 %) together with integrity monitoring.

An integrated DGPS receiver shall have an ITU-R M.823 compliant data output port for testing or alternatively, a possibility to display Word Error Rate (WER) on the integrated equipment. The WER is the number of incorrect ITU-R M.823 words in relation to total number of words received.

NOTE The standard for the differential GPS receiver is contained in IEC 61108-4 (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 results³).

³ Under consideration.

4.3.11 Failure warnings and status indications

(See 5.6.12)

(M.112/A5.1) *The equipment shall provide an indication if the position calculated is likely to be outside of the requirements of these performance standards;*

4.3.11.1 General

(M.112/A5.2) *The GPS receiver equipment shall provide as a minimum:*

a) (M.112/A5.2.1) an indication within 5 s if either:

- 1) *the specified HDOP has been exceeded; or*
- 2) *a new position has not been calculated for more than 1 s;*

NOTE For craft meeting the HSC Code, a new position solution at least every 0,5 s is recommended.

- 3) *under such conditions the last known position and the time of the last valid fix, with explicit indication of this state, so that no ambiguity can exist, shall be output until normal operation is resumed;*

b) (M.112/A5.2.2) *a warning of loss of position; and*

c) (M.112/A5.2.3) *differential GPS status indication of:*

- 1) *the receipt of DGPS signals; and*
- 2) *whether DGPS corrections are being applied to the indicated ship's position;*

d) (M.112/A5.2.5) *DGPS text message display.* The GPS receiver either shall have as a minimum the capability of displaying appropriate DGPS text messages or forwarding those messages to for display on a remote system.

4.3.11.2 Integrity using RAIM

The GPS receiver equipment shall incorporate integrity monitoring using fault detection, for example receiver autonomous integrity monitoring (RAIM), or similar means to determine if accuracy is within the performance standards and provide an integrity indication.

An integrity indication shall be used to present the result of the integrity calculation with respect to the selected accuracy level appropriate for the vessels operational mode. According to IMO Resolution A.815 these accuracy levels shall be user selectable for 10 m and 100 m. Additional accuracy levels for user selection may be provided.

The integrity indication for different position accuracy levels shall be expressed in three states:

- "safe",
- "caution", and
- "unsafe"

for the currently selected accuracy level with a 95 % confidence level.

The integrity status shall be continuously displayed along with an indication of the accuracy level selected. The integrity status and the accuracy level selected, shall be provided to other equipment in accordance with the equipment output requirements in 4.3.2.

The manufacturer may use colours for integrity indication and if so the following colours shall be used:

- "safe" shall be green,
- "caution" shall be yellow, and
- "unsafe" shall be red.

The maximum delay for reaction of the integrity calculation by means of RAIM due to negative changes affecting the integrity status is 10 s.

The integrity status shall be provided to other equipment in accordance with the equipment output requirements in 4.3.2. For receiver equipment which do not provide information by a dedicated display, the provision of the integrity indication status and the selected accuracy level with an appropriate output interface is mandatory.

Conditions for the "safe" state

The result of integrity calculation by means of RAIM shall be stated as "safe", if the integrity calculation can be performed with a confidence level above 95 % for the selected accuracy level and RAIM calculates the probable position error to be within the selected accuracy level. This generally requires at least 5 "healthy" satellites available and in a robust geometry, i.e. the worst 4 satellite geometry is still suitable for navigation.

Conditions for the "caution" state

The "caution" status shall be used to indicate:

- insufficient information to reliably calculate with a confidence level above 95 % for the selected accuracy level, or
- the probability of false alarms >5 %, or
- the probability of not detecting an error condition >5 %.

Those conditions may occur if an insufficient number of satellites are available, for example 4 or 5 with 2 satellites "close" together in azimuth and elevation, causing the geometry to degrade to the point that the RAIM calculation becomes unreliable. Note that the resulting accuracy based on 4 or 5 satellites in use may be within the selected accuracy level, but the RAIM algorithm cannot verify it.

Conditions for the "unsafe" state

The "unsafe" status shall be used if the integrity calculation is performed with a confidence level above 95 % for the selected accuracy level, and RAIM calculates the probable position error exceeding the selected accuracy level. Note that also here a robust geometry is required to reach this confidence level. The "unsafe" state can be reached when satellite range errors degrade the navigation solution, causing the resulting accuracy to be outside the selected accuracy level.

4.3.11.3 GPS integrity status using DGPS

(M.112/A5.2) *The GPS receiver equipment shall provide as a minimum GPS integrity status using DGPS.*

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 cause the GPS receiver not to use that satellite.

4.3.11.4 DGPS integrity status and alarm

(M.112/A5.2.4) *The GPS receiver equipment shall provide as a minimum DGPS integrity status and alarm.*

The following functions shall be performed in either an integrated DGPS receiver or an associated GPS receiver connected to a DGPS radiobeacon receiver.

When in differential mode, the GPS receiver shall present a DGPS integrity indication on a display, or forward those messages for display on a remote system:

- a) if no DGPS 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.

4.3.12 Output of COG, SOG and UTC

(See 5.6.13)

(M.112/A3.14) *The GPS receiver equipment shall generate and output to the digital interface⁴ course over ground (COG), speed over ground (SOG) and universal time co-ordinated (UTC). Such outputs shall have a validity mark aligned with that on the position output. The accuracy requirement for COG and SOG shall not be inferior to the relevant performance standards for heading⁵ and SDME⁶, within the limitations of GPS measurements provided by one antenna, compared to the requirements of those standards. Generation and output of COG and SOG are not intended to satisfy the carriage requirements of SOLAS, Chapter V for Heading Devices and SDME by GPS receivers.*

GPS receivers of this standard have limitations in COG accuracy under high dynamic movement. Such limitations shall be described in the manufacturer's operating manual as shown in Table 2.

4.3.12.1 Accuracy of COG

The error in the COG (the path of the antenna position over ground) due to the actual ship's speed over ground shall not exceed the following values:

Table 2 – Accuracy of COG

Speed range (knots)	Accuracy of COG output to user
0 to ≤ 1 knot	Unreliable or not available
> 1 to ≤ 17 knots	$\pm 3^\circ$
> 17 knots	$\pm 1^\circ$

Due to the limitations of GPS receivers of this standard, it is not appropriate to include requirements for COG errors attributed to high dynamic movement. Such limitations shall be in the manufacturer's operational manual.

4.3.12.2 Accuracy of SOG information

Errors in the SOG (velocity of the antenna position over ground) shall not exceed 2 % of the actual speed or 0,2 knots, whichever is greater.

⁴ Conforming to the IEC 61162 series.

⁵ Resolution A.424(XI).

⁶ Resolution A.824(19).

4.3.12.3 Availability and validity of time information

The GPS receiver equipment shall provide UTC with resolution of 0,01 s on the digital interface. The validity mark of the digital interface for position contained in GGA message of IEC 61162 shall be used for interpretation of validity of digital interface for UTC contained in ZDA message of IEC 61162.

4.3.13 Typical interference conditions

(See 5.7)

(M.112/A3.16) *The GPS receiver equipment shall be capable of operating satisfactorily in typical inference conditions.*

For a clarification of this requirement see 5.7.1 and for the associated tests see 5.7.2.

5 Methods of testing and required test results

5.1 Test sites

The manufacturer shall, unless otherwise agreed, set up the GPS receiver equipment to be tested and ensure that it is operating normally before testing commences.

During performance of all tests contained in the test section the following information shall be recorded for later evaluation:

- position;
- course over ground;
- speed over ground;
- time;
- indications and warnings.

Indications and warnings shall be appropriate to the conditions being experienced by the EUT at the time of their display.

5.2 Test sequence

The sequence of tests is not specified. Before commencement of testing, the sequence shall be agreed between the test laboratory and the supplier of the equipment.

Where appropriate, tests against different clauses of this standard may be carried out simultaneously. The manufacturer shall provide sufficient technical documentation to permit the GPS receiver equipment to be operated correctly.

Additional data shall be provided by the manufacturer to cover specific tests which do not form part of the normal user operations, for example means to remove the almanac data, when applicable, for the purpose of testing according to 5.6.5.

5.3 Standard test signals

The aim of the performance tests is to establish that the GPS receiver equipment meets the minimum performance standards set out in Clause 4, by performing practical tests under various environmental conditions. Because of the difficulty of establishing uniformity of performance of GPS signal simulators, over a range of simulators which may be provided by test laboratories and the difficulty of uniformly coupling the simulated signals into varying and unknown GPS receiver equipment architectures, these tests have been based upon using the actual GPS signals.

Other methods of simulating the test signals may be used, provided that the simulator produces signals which have the same characteristics as the satellites, including receiver noise, had good satellite signal reception been used from geometrically well-placed satellites in a normally dynamic constellation.

A "performance check" is defined as a shortened version of the static accuracy test described in 5.6.4.1, i.e. a minimum of 100 position measurements shall be taken over a period of not <5 min and not >10 min, discarding any measurements with HDOP ≥ 4 . The position of the antenna of the EUT shall not be in error compared with the known position by >100 m 95 % using WGS 84 as the reference datum.

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.

5.4 Determination of accuracy

In the determination of the accuracy of position being calculated by the GPS receiver equipment, note must be taken of the geometry of the satellites in use. The HDOP measurement is an indication of the suitability of the constellation in view for use in receiver equipment testing. If the HDOP is ≤ 4 , the test conditions can be considered as suitable. If HDOP is >4 but ≤ 6 , then results may be unreliable. For HDOP > 6, testing shall be delayed until better geometry is established. The aim of the accuracy tests is to establish that the measurement of position calculated by the EUT under static and dynamic conditions is as good as or better than the performance levels set out in this minimum performance standard.

If a simulator is used, the HDOP threshold shall be set at ≤ 4 or PDOP ≤ 6 .

5.5 Test conditions

5.5.1 Environmental conditions for tests

5.5.1.1 Normal conditions

Normal environmental conditions shall be a convenient combination of +15 °C to +30 °C temperature and 20 % to 75 % relative humidity.

When it is impractical to carry out the test under the conditions stated above, a note to this effect, stating the actual temperature and relative humidity during the tests, shall be added to the test report.

5.5.1.2 Extreme test conditions

Carry out the performance check in the extreme environmental and power supply conditions specified in IEC 60945.

5.5.2 Static test site

The antenna shall be mounted according to the manufacturer's instructions at a height of between 1 m and 1,5 m above the electrical ground in an area providing clear line of sight to the satellites from zenith through to an angle of +5° above horizontal. The position of the antenna shall be known, with reference to WGS 84 to an accuracy of better than 0,1 m in (x, y, z). Maximum cable lengths as specified by the manufacturer shall be used during testing.

All static tests shall utilize actual GPS signals.

5.6 Methods of test and required test results

NOTE The number in brackets is the subclause of the relevant performance standard.

5.6.1 GPS receiver equipment

(See 4.2.1)

The equipment under test (EUT) shall be checked for composition by inspection of the equipment and the manufacturer's documentation.

5.6.2 Position output

(See 4.3.1)

The EUT shall be checked for the form of the position output by inspection of the manufacturer's documentation.

5.6.3 Equipment output

(See 4.3.2)

The EUT shall be checked for conformity to IEC 61162 by inspection of the manufacturer's documentation and protocol tests.

5.6.4 Accuracy

(See 4.3.3)

5.6.4.1 Static accuracy

(See 4.3.3.1)

5.6.4.1.1 GPS

Position fix measurements shall be taken over a period of not <24 h. The absolute horizontal position accuracy shall be within 13 m (95 %), having discarded measurements taken in conditions of HDOP ≥ 4 and PDOP ≥ 6 .

5.6.4.1.2 Differential GPS

Position fix measurements shall be taken once per second over a period of not <24 h. The distribution of the horizontal error shall be within 10 m (95 %). The horizontal position of the antenna shall be known to within 0,1 m in the datum used for the generation of the corrections. The corrections shall be provided by an actual DGPS broadcast in accordance with ITU-R M.823.

5.6.4.2 Angular movement of the antenna

The static tests specified in 5.6.4.1.1 and 5.6.4.1.2 shall be repeated with the antenna performing an angular displacement of $\pm 22,5^\circ$ (simulating roll) in a period of about 8 s (see IEC 60721-3-6) during the duration of the tests.

The results shall be as in 5.6.4.1.1 and 5.6.4.1.2.

5.6.4.3 Dynamic accuracy

(See 4.3.3.2)

5.6.4.3.1 GPS

The tests for dynamic accuracy are a practical interpretation of the conditions set out in IEC 60721-3-6, Table V, item e), X – direction (surge) and Y – direction (sway). These are stated as surge 5 m/s² and sway 6 m/s² for all classes of environment. When using a simulator, the simulator characteristics shall accurately represent the signals required.

The results of the test performed by simulation facilities shall be identical with those in a) and b) below.

Alternatively to the use of a simulator, an example of applying these accelerations is given below:

- a) a fully locked and settled EUT travelling in a straight line at 48 knots $\pm$ 2 knots for a minimum of 1,2 min which is reduced to 0 knots in the same straight line in 5 s, shall not indicate a positional offset $>\pm 13$ m from the final position 10 s after coming to rest;
- b) a fully locked and settled EUT travelling at least 100 m at 24 knots $\pm$ 1 knot in a straight line then subjected, for at least 2 min, to smooth deviations either side of the straight line of approximately 2 m at a period of 11 s to 12 s shall remain in lock and follow the actual position to within a lane of 30 m wide centred on the mean direction of motion.

For all methods above, the rest position shall be established by one of the following methods:

- a) providing a stationary receiver identical to the EUT alongside the rest point and comparing indicated output positions; or
- b) providing the reference inputs from a simulator.

5.6.4.3.2 Differential GPS

The tests for dynamic accuracy are a practical interpretation of the conditions set out in IEC 60721-3-6, Table V, item e), X – direction (surge) and Y – direction (sway). These are stated as surge 5 m/s² and sway 6 m/s² for all classes of environment.

When using a simulator, the simulator characteristics shall accurately represent the signals required.

The results of the test performed by simulation facilities shall be identical with those in a) and b) below.

Alternatively to the use of a simulator, an example of applying these accelerations is given below:

- a) a fully locked and settled EUT travelling in a straight line at 48 knots $\pm$ 2 knots for a minimum of 1,2 min which is reduced to 0 knots in the same straight line in 5 s, shall not indicate a positional offset $>\pm 10$ m from the true position at rest and the indicated position shall settle to within ± 2 m of the rest position indication within 10 s of coming to rest;
- b) using a simulator, the simulator characteristics shall accurately represent the signals required in 5.6.4.3.2 a).

For the methods above, the true and rest positions shall be established by one of the following methods:

- a) for method a) above, the rest position indication shall be determined by averaging the 15 consecutive position indications recorded following the 10 s settling period and the true position at rest shall be measured to an accuracy of 1 m;
- b) for method b) above, by providing the reference inputs from a simulator within 1 m.

5.6.5 Acquisition

(See 4.3.4)

5.6.5.1 Condition A – Initialization

The EUT shall be either:

- a) initialized to a false position at least 1 000 km and not greater than 10 000 km from the test position, or alternatively, by deletion of the current almanac; or

b) isolated from a power source for >7 days.

A performance check shall be carried out after the time limit contained in Table 1.

5.6.5.2 Condition B – Power outage

The EUT shall be isolated from the power source for a period within 24 h to 25 h.

At the end of the period, a performance check shall be carried out after the time limit contained in Table 1.

5.6.5.3 Condition C – Interruption of GPS signals

During normal operation of the EUT, the antenna shall be completely masked for a period between 24 h and 25 h.

At the end of the period, a performance check shall be carried out after the time limit contained in Table 1.

5.6.5.4 Condition D – Brief interruption of power

During normal operation of the EUT, the power shall be removed for a period of 60 s. At the end of this period, the power shall be restored.

A performance check shall be carried out after the time limit contained in Table 1.

5.6.6 Protection

(See 4.3.5)

5.6.6.1 Antenna and input/output connections

(See 4.3.5.1)

The antenna input of the receiver, if provided, shall be connected to ground for 5 min. After completion of the test and reset of the EUT, if required, the antenna or input/output connections shall be connected normally, and a performance check shall be carried out to ensure that no permanent damage has resulted.

5.6.7 Antenna design

(See 4.3.6)

The antenna of the EUT shall be checked by inspection of the documentation provided by the manufacturer, to confirm that it is suitable for shipborne installation to ensure a clear view of the satellite constellation.

5.6.8 Sensitivity and dynamic range

(See 4.3.7)

5.6.8.1 Acquisition

This is tested by using a simulator.

Method

- a) Transmit the simulator signal over a suitable antenna.
- b) Adjust the signal power by use of a calibrated test receiver to $-125 \text{ dBm} \pm 5 \text{ dBm}$.
- c) Replace the antenna of the calibrated test receiver by the receiving unit of the EUT.
- d) A performance check shall be carried out.

Required result

The EUT shall meet the requirements of this check, within this signal range.

5.6.8.2 Tracking

The received satellite signals shall be monitored by a suitable test receiver. These signals shall be attenuated down to -133 dBm. Under these conditions, the performance requirements shall be met.

This is tested by using a simulator.

Method

- a) Transmit the simulator signal over a suitable antenna.
- b) Adjust the signal power by use of a calibrated test receiver to -125 dBm ± 5 dBm.
- c) Replace the antenna of the calibrated test receiver by the receiving unit of the EUT.
- d) After the start of transmission and tracking with the nominal transmission level condition, gradually reduce transmission level down to -133 dBm.

Required result

The EUT shall continue tracking at least one satellite.

5.6.9 Effects of specific interfering signals

(See 4.3.8)

5.6.9.1 L Band interference

(See 4.3.8 a))

In a normal operating mode, using an appropriate signal source, the EUT shall be subjected to radiation of 3 W/m² at a frequency of $1636,5$ MHz for 10 min.

The signal shall be removed and a successful performance check shall be carried out within 5 min.

5.6.9.2 S Band interference

(See 4.3.8 b))

In a normal operating mode, using an appropriate signal source, the EUT shall be subjected to radiation consisting of a burst of 10 pulses, each $1,0$ μ s to $1,5$ μ s long on a duty cycle of $1600:1$ at a frequency in the range of $2,9$ GHz to $3,1$ GHz at power density of approximately $7,5$ kW/m². This condition shall be maintained for 10 min with the bursts of pulses repeated every 3 s.

NOTE The peak power density is $7,5$ kW/m² to be measured at the EUT, this is approximately $4,7$ W/m² average power at a fixed transmitting antenna.

The signal shall be removed and a successful performance check shall be carried out within 5 min.

5.6.10 Position update

(See 4.3.9)

5.6.10.1 Slow speed update rate

The EUT shall be placed upon a platform, moving in approximately a straight line, at a speed of 5 knots $\pm$ 1 knot. The position output of the EUT shall be checked at intervals of 10 s, over a period of 10 min. The output position shall be observed to be updated on each occasion.

This test may be carried out by using a simulator.

5.6.10.2 High speed update rate

The EUT shall be placed upon a platform, moving in approximately a straight line, at a speed of 50 knots $\pm$ 5 knots. The position output of the EUT shall be checked at intervals of 1 s, over a period of 10 min. The output position shall be observed to be updated on each occasion.

This test may be carried out by using a simulator with a speed of 70 knots at intervals of 0,5 s.

The minimum resolution of position, i.e. latitude and longitude shall be checked by observation during 5.6.10.1 and 5.6.10.2 above.

Record the IEC 61162 output of the EUT during this test and confirm that received positions at the end of each interval are in compliance with the real or simulated reference position.

5.6.11 Differential GPS input

(See 4.3.10)

The manufacturer's documentation shall be inspected to:

- a) verify that the EUT will correctly process the message protocol of
 - 1) the RTCM recommended standards for differential NAVSTAR GPS service, or
 - 2) in the case where maritime radiobeacons are used as the means of communication of the differential corrections, the standards contained in ITU-R M.823, and
- b) confirm that
 - 1) receipt of DGPS signals will be indicated;
 - 2) that the application of DGPS signals to the output ship's position is indicated; and
 - 3) the WER information is provided on an output port or at the display.

5.6.12 Failure warnings and status indications

(See 4.3.11)

5.6.12.1 General alarm tests

5.6.12.1.1 Position/HDOP alarm test

This test applies to 4.3.11.1 a) and to 4.3.11.1 b).

- a) Set up the EUT in a simulation environment with an HDOP <4 . Select a specific EUT HDOP value as an indication threshold >4 . Modify the simulator output until its HDOP is greater than the EUT specified HDOP threshold. Observe that an indication is given at the EUT within 5 s.
- b) Modify the simulator output until HDOP <4 and observe that the indication is removed.
- c) Switch off transmission of simulated signals and observe that the EUT releases an appropriate indication within 5 s.

- d) Verify that the last known position and its time stamp are being displayed indicating the "loss of position" condition. Verify that this mode is provided constantly on display and output interface until removal of the error condition at the simulation environment.
- e) Switch on transmission of simulated signals and observe that the EUT resumes normal operation.

5.6.12.1.2 Differential GPS status indication test

This test applies to 4.3.11.1 c).

- a) Set up the EUT in a simulation environment providing with an HDOP <4. Observe that the status of EUT operation is GPS without using DGPS corrections.
- b) Set the EUT differential correction age mask to 30 s (if available).
- c) Start transmission of ITU-R M.823 differential corrections. Observe that the indication for DGPS status of EUT operation is given within 40 s.
- d) Stop transmission of ITU-R M.823 differential corrections. Observe that the status of EUT operation resumes to GPS without using DGPS corrections within 40 s.

5.6.12.2 Test of integrity monitoring using RAIM

This test applies to 4.3.11.2.

For the purpose of testing of the RAIM functionality, it is recommended that means are provided for real-time display of the actual position error with reference to the simulated position.

5.6.12.2.1 Testing of "safe" and "caution" status

The EUT shall be set up under simulated conditions, providing 8 "healthy" satellites available, acquired and tracked.

- a) Select an accuracy level of 100 m.
- b) Observe that
 - 1) RAIM is indicated as "in operation", and
 - 2) the "safe" status is indicated.
- c) Consecutively reduce the number of "healthy" satellites until the "caution" state is raised. Observe that
 - 1) RAIM is still indicated as "in operation", and
 - 2) that the status indication switched to "caution" within 10 s of the satellite change that caused it.
- d) Increase the number of "healthy" satellites until the RAIM state returns to "safe" state. Observe that
 - 1) RAIM is still indicated as "in operation", and
 - 2) the status indication switches to "safe" within 2 min of the satellite change that prompted it.

For each step of the above test sequence observe if the appropriate interface output is provided.

Repeat the above test sequence for a selected accuracy level of 10 m and, if provided, for another accuracy level.

5.6.12.2.2 Testing of "unsafe" status

The EUT shall be set up under simulated conditions, providing 8 "healthy" satellites available, acquired and tracked.

- a) Select an accuracy level of 100 m.
- b) Observe that
 - 1) RAIM is indicated as "in operation", and
 - 2) the "safe" status is indicated.
- c) Change the behaviour of at least 1 satellite by varying the satellite clocks with the result that the position accuracy gradually degrades until it will no longer be inside the selected accuracy level with 95 % confidence level.

Observe that

- 1) RAIM is still indicated as "in operation", and
 - 2) the status indication switches to "unsafe" within 10 s of the actual position error exceeding the selected accuracy level.
- d) Change the behaviour of the satellites back to regular behaviour with the result that the position accuracy will be again inside of the selected accuracy level with 95 % confidence level.

Observe that

- 1) RAIM is still indicated as "in operation", and
- 2) the status indication switches to "safe" within 2 min.

For each step of the above test sequence observe if the appropriate interface output is provided.

Repeat the above test sequence for a selected accuracy level of 10 m and, if provided, for another accuracy level.

5.6.13 Accuracy of COG and SOG

(See 4.3.12)

Method of tests

The EUT shall be set up on an appropriate mobile unit or simulator and all outputs indicating course over ground shall be monitored.

At a constant forward direction, the forward speed shall be within 0 knots to 1 knot. Ten seconds after being in the range, measurements shall be made for a duration of 2 min. This cycle shall be repeated for all speed ranges of the Table 2 above.

Required results

The test results shall be observed on the display and the approved interface.

For SOG tests, no reading of the speed indicator shall differ from the constant speed being applied at the time by more than 2 % of that speed or 0,2 knots, whichever is the greater.

For COG tests, the differences between the reference direction and measured course over ground of in each test cycle shall not exceed the limits of Table 2.

Validity of COG and SOG information

The quality indicator of the GGA and VTG message of IEC 61162 shall be used for interpretation of validity of COG and SOG.

Method of testing

Check of digital interface with IEC 61162. With the EUT normally operating, preclude invalid position data by reducing the number of received satellites. Investigate the content of the resultant GGA and VTG.

Required result

Observe that the quality indicators of GGA and VTG messages of IEC 61162 turn to invalid. Observe that the COG and SOG information contained in VTG message of IEC 61162 is replaced by null fields.

5.6.14 Output of UTC

(See 4.3.12)

Method of testing

Check of digital interface with IEC 61162. While the EUT is navigating, provoke an invalid position by reducing the number of received satellites to two. Investigate the content of the GGA and ZDA messages provided.

Required results

Observe that the resolution of UTC information contained in the ZDA message is according to IEC 61162 requirements. Observe that the validity flag of GGA message of IEC 61162 turns to invalid. Observe that the ZDA message remains transmitted carrying complete UTC information.

5.7 Typical interference conditions

(See 4.3.13)

5.7.1 Requirements

5.7.1.1 Typical interference conditions

The GPS receiver equipment shall be *capable of operating satisfactorily in typical interference conditions*. Operational situations include static accuracy and reacquisition within 30 s after satellite signals have been masked for 60 s or less by an obstruction, for example a bridge.

Typical GPS interference effects can be characterized as being broadband noise-like interference, Continuous Wave Interference (CWI), or pulsed interference. Much work has been done in the aviation community to define interference levels in these three categories as reported in the *Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for Global Positioning System/Wide Area Augmentation System (GPS/WAAS) Airborne Equipment* (RTCA/DO-229B October 6, 1999). The levels defined in this subclause are based upon the interference masks developed within RTCA. These masks are also described in ITU-R Recommendation M.1477.

5.7.1.2 Broadband interference levels

The interference mask for broadband noise-like interference varies as a function of the bandwidth of the interfering signal. This interference effect can be represented by broadband noise centred at 1575,42 MHz. The bandwidth dependent interference mask can be seen in Figure 1.

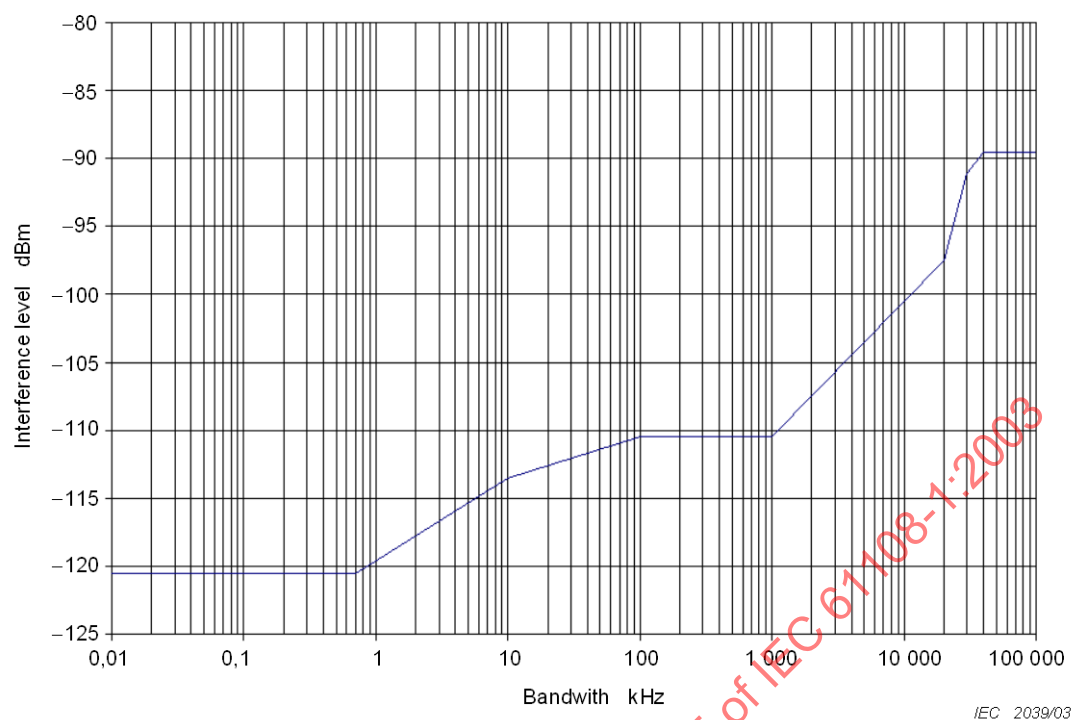


Figure 1 – Broadband interference environment

5.7.1.3 Continuous wave interference (CWI)

Continuous wave interference interacts with the individual C/A code spectral lines found in the GPS signal structure. GPS receivers are typically more susceptible to CWI than to any other type of interference. The CWI mask can be seen in Figure 2.

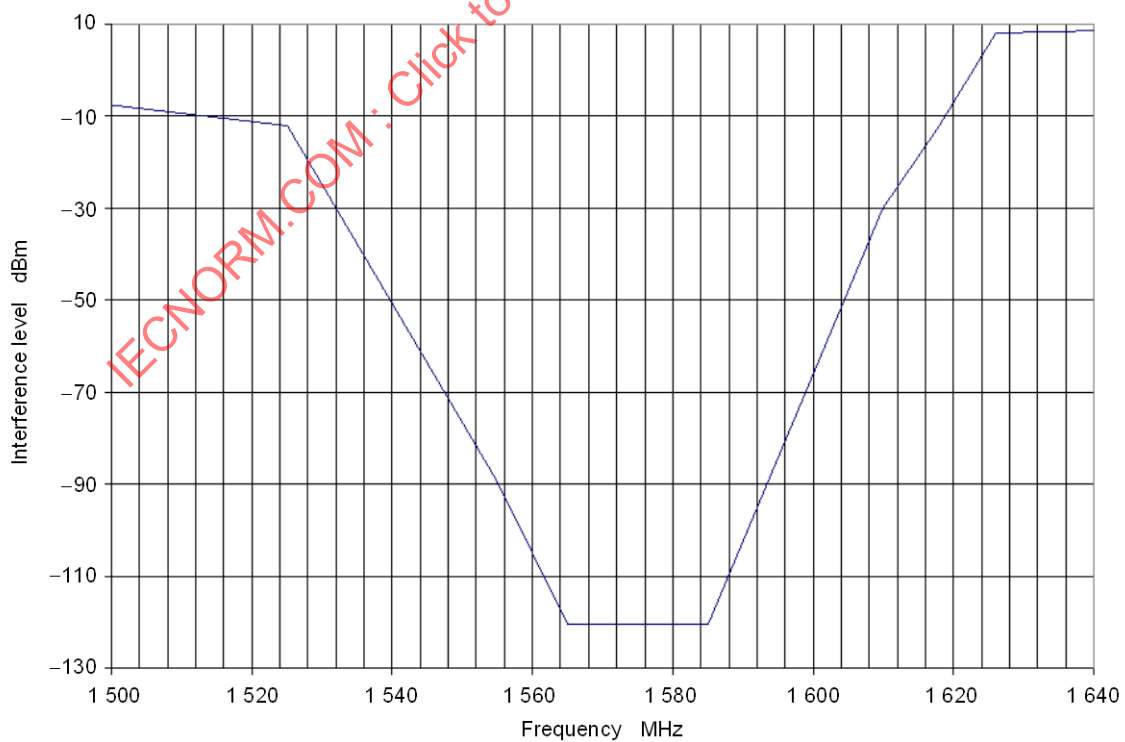


Figure 2 – CW interference mask

5.7.1.4 Pulsed interference

Pulsed interference can occur due to proximity to radars or other RF devices using pulsed waveforms. GPS receivers typically are fairly robust when exposed to low duty cycle pulsed interference. The interference mask for pulsed interference will consist of a pulse modulated carrier (CW) at 1575 MHz, with peak carrier level of –20 dBm and duty factor of 10 % while using a 1 ms pulse width.

5.7.2 Testing

5.7.2.1 Interference test procedures

The interference test procedures presented in this subclause follow closely the procedures used by aviation receiver manufacturers in the self-certification process used to show compliance with RTCA/DO-229B. The procedures have been adapted as necessary to meet the requirements of the IMO GPS requirements.

5.7.2.2 Simulator conditions

The simulator conditions are as follows:

- five GPS satellites;
- one satellite at a maximum level of –120 dBm plus antenna gain at 90° elevation;
- one satellite at a minimum level of –130 dBm plus antenna gain at 5° elevation;
- three satellites at a level of –127 dBm plus antenna gain at 45° elevation.

5.7.2.3 Navigation solution accuracy test

The normalized error associated with the navigation solution, which will be compared with the 10 m, 95 % horizontal accuracy requirement shall be computed using the formula shown below:

$$NE = \frac{4(d_i)}{HDOP_i}$$

where

NE is the normalized error;

d_i is the instantaneous 2-D horizontal position error (meters);

$HDOP_i$ is the instantaneous horizontal dilution of precision.

Scaling the instantaneous 2-dimensional position error (d_i) by $4/HDOP_i$ provides a means of normalizing the tests to a constant $HDOP = 4$ and accounts for fluctuations in the satellite coverage due to changing geometries. $HDOP_i$ may be obtained from the receiver under test or calculated. Only those satellites used in the position solution shall be included in the $HDOP_i$ calculation.

5.7.2.4 Navigation solution accuracy test procedures

5.7.2.4.1 Interference conditions

Interference conditions, including broadband noise centred at 1575,42 MHz, continuous wave interference (CWI), and pulsed interference shall be simulated. For the pulsed interference tests, a pulse-modulated carrier (CW) with peak carrier level of –20 dBm and duty factor of 10 % shall be used. The interference values are shown in the three tables below.

Broad-band interference values	
Noise bandwidth (MHz)	Total RMS power (dBm)
1	–110,5

Pulsed interference values	
Frequency (MHz)	Pulse width (ms)
1575,42	1

Continuous wave interference (CWI) values	
Frequency (MHz)	Power (dBm)
1575,42	–120,5
1626,0	+8,0

5.7.2.4.2 Test procedures

- The equipment under test is subjected to one of the interference sources.
- The simulator scenario shall be engaged and the satellite signals turned on.
- The equipment under test shall be powered and initialized.
- While the EUT is providing position solutions, the interference shall be applied to the equipment under test, and the level of the interference shall be adjusted to the required value.
- When steady-state accuracy is reached, record a minimum of 100 position and HDOP value as reported by the EUT at a rate of one sample every 2 min.
- Repeat this cycle for any remaining interference source.

5.7.2.4.3 Required results

Pass/fail determination

If the EUT reports a position with a normalized error greater than 10 m or fails to report a position in more than 5 % of the samples, a test failure is declared.

5.7.2.5 Reacquisition test

Method of test

The reacquisition test is designed to simulate a temporary loss of signal, such as passing under a bridge. To determine the re-acquisition pass/fail criteria, consider a single trial where the EUT provides a valid position fix that is within required accuracy at 30 s from restoration of the satellite signals, and maintains a tracking status for at least the next 60 s. This unit is considered to have passed one trial.

5.7.2.5.1 Re-acquisition test procedures

5.7.2.5.2 Interference conditions

The interference condition to be tested is shown below. This is a broadband noise value centred at 1575,42 MHz.

Noise bandwidth (MHz)	Total RMS power (dBm)
1	–110,5

5.7.2.6 Re-acquisition scenarios

5.7.2.6.1 Test procedures

- a) The equipment under test is subjected to the broadband interference source.
- b) The simulator scenario shall be engaged and the satellite signals turned on.
- c) The equipment under test shall be powered and initialized.
- d) The EUT shall be allowed to reach steady-state accuracy before the satellites are to be switched off.
- e) The simulator RF output shall be removed for 30 s.
- f) The simulator RF output shall be restored to the EUT.
- g) After 30 s record a position and HDOP value as reported by the EUT. If after 30 s, no position report has been sent from the receiver, record a trial failure and go to step i).
- h) Ensure that the receiver continues position reporting for the next 60 s.
- i) Go to Step d) and repeat as required. (note that if the simulator scenario is reset, some receivers may require purging of all previous data to enable proper operation. This is due to the persistence of time data in the receiver and the inability of the receiver's software to deal with a backward transition in time).

5.7.2.6.2 Required results

Pass/fail determination

A failure by the EUT to provide a position output after 30 s, reporting a position with normalized error greater than 10 m, or failing to continue position reporting for 60 s after sampling indicates a failure mode, and results in declaring a trial failure. To determine the re-acquisition time pass/fail criteria, the test disposition table shall be used.

5.8 Performance checks under IEC 60945 conditions

Environmental requirements of IEC 60945 appropriate to its category, i.e. "protected" and "exposed", shall be carried out. The manufacturer shall declare any pre-conditioning required before environmental checks.

Performance checks shall be performed for

- initial (cold) start
 - acquisition
 - tracking (navigation).
-

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61108-1:2003

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	31
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives	33
3 Termes, définitions et abréviations	34
3.1 Définitions	34
3.2 Abréviations	34
4 Normes minimales de fonctionnement	35
4.1 Objet	35
4.2 Matériel de réception GPS	35
4.3 Normes de performances du matériel de réception GPS	36
5 Méthodes d'essai et résultats d'essai exigibles	43
5.1 Sites d'essai	43
5.2 Séquence d'essais	44
5.3 Signaux d'essai normalisés	44
5.4 Détermination de la précision	44
5.5 Conditions d'essais	45
5.6 Méthodes d'essai et résultats d'essai exigibles	45
5.7 Conditions de brouillage classiques	53
5.8 Contrôles des performances dans les conditions de la CEI 60945	57
Figure 1 – Environnement de brouillage à large bande	54
Figure 2 – Masque de brouillage du type onde entretenue	54
Tableau 1 – Limites de temps d'acquisition	38
Tableau 2 – Précision de la route fond	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**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**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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 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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent 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 l'identification de l'un quelconque ou de la totalité de ces droits de propriété industrielle.

La Norme Internationale CEI 61108-1 a été préparée par le Comité d'études 80 de la CEI: Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 1996.

La présente édition de la norme CEI relative au GPS contient les modifications techniques suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) elle reflète les modifications apportées par l'OMI adoptant la norme GPS comme partie intégrante des exigences de présence à bord définies par la norme SOLAS, Chapitre V;

- b) la nouvelle norme de fonctionnement de l'OMI, résolution MSC.112(73), a remplacé la précédente édition, A.819(19), pour les nouvelles installations le 1^{er} juillet 2002. Cette deuxième édition de la CEI 61108-1 intègre les essais approuvés à la nouvelle norme de fonctionnement;
- c) les modifications incluent la nécessité d'un transfert de données vers la série CEI 61162 assurant la validité de la route fond (COG), de la vitesse fond (SOG) et du temps universel coordonné (UTC), le fonctionnement dans des conditions de brouillage et des avertissements d'échec améliorés.

La présente version bilingue (2013-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2003-07.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 80/371/FDIS et 80/373/RVD.

Le rapport de vote 80/373/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 2005. A cette date, la publication sera

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

Les travaux d'élaboration de la présente norme ont été conduits sur la base de projets rédigés en anglais. Dans le cas d'une incompréhension possible de la version française, il convient de se reporter à la version anglaise.

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

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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61108 spécifie les exigences minimales en matière de normes de fonctionnement, de méthodes d'essai et de résultats d'essai exigés pour le matériel de réception de bord GPS, conformément à la Résolution MSC.112(73) de l'OMI, qui utilise les signaux provenant du système de positionnement mondial (GPS) du Département de la Défense américain (US DOD) afin de déterminer une position. Une description du service de positionnement normal GPS est donnée dans la référence normative – GPS, spécification de signaux SPS – Département de la Défense américain – 3^{ème} édition d'octobre 2001. La présente norme, relative au récepteur, s'applique aux parties du voyage en "d'autres eaux" telles que les définit la Résolution A.529(13) de l'OMI.

Le texte de la présente norme dont la signification est identique à celle de la Résolution MSC.112(73) de l'OMI est imprimé en *italiques*, la Résolution et les numéros d'alinéa étant indiqués entre parenthèses, par exemple (M.112/A1.2).

Les exigences de l'article 4 font référence aux essais de l'article 5, et réciproquement.

2 Références normatives

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

CEI 60721-3-6:1987, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Environnement des navires*

CEI 60945, *Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes – Spécifications générales – Méthodes d'essai et résultats exigibles*

CEI 61162 (toutes les parties), *Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes – Interfaces numériques*

Résolution A.529(13):1983 de l'OMI, *Normes de précision pour la navigation*

Résolution A.694 (17):1991 de l'OMI, *Prescriptions générales applicables au matériel radio-électrique de bord faisant partie du système mondial de détresse et de sécurité en mer et aux aides électroniques à la navigation*

Résolution A.815(19):1995 de l'OMI, *Système mondial de radionavigation*

IMO Resolution MSC.112(73):2000, *Performance standards for shipborne global positioning system (GPS) receiver equipment*

IMO Resolution MSC.114(73):2000, *Performance standards for shipborne DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment*

Recommandation UIT-R M.823-1:1995, *Caractéristiques techniques de la transmission de données en mode différentiel pour les systèmes globaux de navigation par satellite GNSS à partir de radiophares maritimes dans la bande 285 kHz-325 kHz (283,5 kHz-315 kHz dans la Région 1)*

Recommandation UIT-R M.823-2:1997, *Caractéristiques techniques de la transmission de données en mode différentiel pour les systèmes mondiaux de navigation par satellite à partir de radiophares maritimes dans les bandes de fréquences 283,5-315 kHz (Région 1) et 285-325 kHz (Régions 2 et 3)*

Recommandation UIT-R M.1477:2000, *Caractéristiques techniques et fonctionnelles des récepteurs actuels et futurs du service de radionavigation par satellite (espace vers Terre) et du service de radionavigation aéronautique à prendre en compte dans les études de brouillage dans la bande 1 559-1 610 MHz*

Global Positioning System – Standard Positioning Service – Performance Specification – USA Department of Defence – 3rd Edition October 2001

3 Termes, définitions et abréviations

Pour les besoins du présent document, toutes les définitions et abréviations utilisées sont identiques à celles utilisées dans la référence normative de la spécification du signal de performance GPS SPS.

3.1 Définitions

3.1.1 intégrité

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

3.2 Abréviations

COG – Course Over Ground (Route fond)

DGPS – Differential Global Positioning System (GPS différentiel)

GPS – Global Positioning System (système de positionnement à capacité globale)

HDOP – Horizontal Dilution Of Precision (Dilution de précision horizontale)

PDOP – Position Dilution Of Precision (Dilution de précision de la position)

RAIM – Receiver Autonomous Integrity Monitor (Contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur)

SDME – Speed and Distance Measuring Equipment (Équipement de mesure de la vitesse et de la distance)

SOG – Speed Over Ground (Vitesse fond)

SPN – Service de Positionnement Normalisé

USNO – United States Naval Observatory

UTC – Temps universel coordonné

4 Normes minimales de fonctionnement

4.1 Objet

(M.112/A1.2) *Le matériel de réception du système GPS destiné aux navires dont la vitesse maximale ne dépasse pas 70 nœuds doit, outre les exigences générales de la résolution A.694(17)¹, satisfaire aux exigences de performances minimales ci-dessous.*

(M.112/A1.3) *La présente norme couvre uniquement les exigences de base en matière de détermination de la position aux fins de la navigation et ne s'applique pas aux autres calculateurs qui peuvent être fournis dans le matériel.*

La présente norme contient les normes de fonctionnement de base minimales pour l'utilisation des signaux GPS SPN permettant de déterminer la position de navigation, y compris les corrections différentielles, ainsi que la vitesse et la direction de l'antenne sur le fond.

D'autres fonctions de calcul, d'entrée/sortie ou d'affichage supplémentaire qui peuvent être fournies ne doivent pas dégrader les performances du matériel en dessous des normes de fonctionnement minimales définies dans la présente norme.

Le matériel de réception GPS doit satisfaire

- aux dispositions des résolutions A.529(13), A.815(19), MSC.112(73) et A.694(17) de l'OMI,
- aux exigences de précision de la norme de fonctionnement GPS SPN,
- à la CEI 61162-1 et à la CEI 61162-2, selon le cas, relatives aux interfaces numériques, et
- doit être soumis à essai conformément à la CEI 60945.

NOTE Pour les navires à grande vitesse, l'EEE doit fournir une interface conforme à la CEI 61162-2 avec une cadence de mise à jour de la position de 2 Hz.

4.2 Matériel de réception GPS

(Voir 5.6.1)

4.2.1 Matériel minimal

(M.112/A2.1) *Le terme "matériel de réception GPS", tel qu'il est utilisé dans les présentes normes de performances, comprend tous les composants et accessoires nécessaires au bon fonctionnement du système. Le matériel doit comporter au moins les éléments suivants:*

- a) *une antenne pouvant recevoir les signaux GPS;*
- b) *un récepteur GPS et son calculateur;*
- c) *des moyens d'accéder à la position latitude/longitude calculée;*
- d) *un contrôle et une interface de données; et*
- e) *un écran affichant la position et, le cas échéant, d'autres formes de sortie.*

4.2.2 Configuration

Le matériel de réception GPS peut faire l'objet de plusieurs configurations afin de fournir les informations nécessaires relatives à la position. En voici quelques exemples:

- un récepteur autonome doté de moyens d'accès à la position calculée par l'intermédiaire d'un clavier et d'un afficheur de position;

¹ Voir la publication CEI 60945.

- un récepteur GPS fermé recevant des paramètres opérationnels provenant de dispositifs externes/emplacements distants et alimentant un système intégré doté de moyens d'accès à la position calculée par l'intermédiaire d'une interface appropriée, et les informations de position à disposition d'au moins un emplacement distant.

Il convient de remarquer que les exemples ci-dessus ne limitent pas les domaines d'application des développements à venir.

4.2.3 Assurance qualité

Le matériel doit être de préférence conçu, produit et documenté par des sociétés satisfaisant aux systèmes d'assurance de qualité.

4.3 Normes de performances du matériel de réception GPS

4.3.1 Généralités

(Voir 5.6.2)

(M.112/A3.1) *Le matériel de réception GPS doit pouvoir recevoir et traiter les signaux émis dans le cadre du service de positionnement normalisé (SPN) et fournir des renseignements sur la position sous forme de coordonnées WGS-84 (World Geodetic System) en degrés, minutes et millièmes de minutes de latitude et de longitude, ainsi que l'heure de la résolution exprimée en temps universel coordonné (USNO). Des moyens peuvent être prévus pour convertir la position calculée en fonction de WGS-84 en données compatibles avec le niveau de référence de la carte marine utilisée. Lorsque cette possibilité existe, le récepteur doit indiquer que la conversion des coordonnées est en cours et doit identifier le système de coordonnées utilisé pour exprimer la position.*

(M.112/A3.2) *Le matériel de réception GPS doit fonctionner sur le signal L1 et le code C/A.*

4.3.2 Sortie du matériel

(Voir 5.6.3)

(M.112/A3.3) *Le matériel de réception GPS doit être doté d'au moins une sortie à partir de laquelle des informations de position peuvent être fournies à d'autres matériels. La sortie des informations de position en fonction de WGS-84 doit satisfaire aux Normes internationales – CEI 61162.*

La sortie des informations de position doit satisfaire à la CEI 61162, comme suit:

Pour les besoins de la génération de rapport de positionnement, toutes les combinaisons de sentences suivantes doivent être disponibles:

DTM – Signaux de référence

GBS – Détection de défaillance du satellite GNSS

GGA – Données fixes GPS

GNS – Données fixes GNSS

RMC – Données GNSS spécifiques minimales recommandées

VTG – Route fond et vitesse fond

ZDA – Date et heure

Si une sentence utilise une référence autre que WGS-84, il est nécessaire d'utiliser la sentence DTM conformément à la CEI 61162.

En outre, pour assurer l'intégration avec d'autres systèmes d'aide à la navigation, des combinaisons des sentences suivantes peuvent être disponibles.

GRS – Résidus de variation de la distance GNSS

GSA – Dilution de la précision (DOP) d'un GNSS et satellites actifs

GST – Statistiques d'erreur de pseudodistance GNSS

GSV – Satellites GNSS en vue

NOTE GRS, GSA, GST, GSV sont obligatoires pour prendre en charge la vérification d'intégrité externe. Ces sentences sont à synchroniser avec les données fixes correspondantes (GGA ou GNS).

4.3.3 Précision

(Voir 5.6.4)

4.3.3.1 Précision statique

(M.112/A3.4) *Le matériel de réception GPS doit présenter une précision statique telle que la position horizontale de l'antenne soit déterminée à 100 m (95 %) près avec une dilution de précision horizontale (HDOP) ≤ 4 (ou PDOP ≤ 6). La disponibilité sélective ayant été définie sur zéro, la précision statique a été déterminée à 13 m (95 %) près, comme indiqué par les normes de performance GPS SPN d'octobre 2001.*

4.3.3.2 Précision dynamique

(M.112/A3.5) *Le matériel de réception GPS doit présenter une précision dynamique telle que la position du navire soit déterminée à 100 m (95 %) près avec HDOP ≤ 4 (ou PDOP ≤ 6) et un état de la mer et des mouvements du navire susceptibles de se produire à bord des navires.² La disponibilité sélective ayant été définie sur zéro, la précision dynamique a été déterminée à 13 m (95 %) près, comme indiqué par les normes de performance GPS SPN d'octobre 2001.*

4.3.4 Acquisition

(Voir 5.6.5)

(M.112/A3.6) *Le matériel de réception GPS doit pouvoir sélectionner automatiquement les signaux émis par satellites appropriés pour déterminer la position du navire avec la précision et la fréquence de mise à jour requises.*

(M.112/A3.8) *Le matériel de réception GPS doit pouvoir déterminer la position avec la précision requise dans un délai de 30 min, en l'absence d'éphémérides valides.*

(M.112/A3.9) *Le matériel de réception GPS doit pouvoir déterminer la position avec la précision requise dans un délai de 5 min, en présence d'éphémérides valides.*

(M.112/A3.10) *Le matériel de réception GPS doit pouvoir déterminer à nouveau la position avec la précision requise, dans un délai de 5 min, lorsque la transmission des signaux GPS est interrompue pendant au moins 24 h, sans perte de puissance.*

(M.112/A3.11) *Le matériel de réception GPS doit pouvoir déterminer à nouveau la position avec la précision requise, dans un délai de 2 min, en cas de coupure d'alimentation électrique pendant 60 s.*

L'acquisition est définie comme étant le traitement des signaux satellite GPS visant à obtenir une position avec la précision requise.

Quatre états du matériel de réception GPS sont exposés, sous lesquels les normes de fonctionnement minimales doivent être réalisées.

² IMO Resolution A.694 (17), CEI 60721-3-6 et CEI 60945.

État A

Initialisation – le matériel

- a été déplacé sur de grandes distances (> 1 000 km à < 10 000 km) sans alimentation, sans réception de signaux GPS ou par la suppression des éphémérides en cours; ou
- n'a pas été mis sous tension pendant plus de 7 jours.

État B

Coupure d'alimentation: en fonctionnement normal, le matériel n'est pas alimenté pendant au moins 24 h.

État C

Interruption de la réception du signal GPS: en fonctionnement normal, la réception du signal GPS est interrompue pendant au moins 24 h, mais il n'y a pas de perte d'alimentation.

État D

Brève interruption de l'alimentation pendant 60 s.

Aucune action de l'utilisateur, autre que la mise sous tension et une visibilité claire des signaux GPS depuis l'antenne, ne doit être nécessaire, dans l'une des conditions ci-dessus, afin d'obtenir les limites de temps d'acquisition requises dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Limites de temps d'acquisition

État du matériel	A	B	C	D
Limites de temps d'acquisition (minutes)	30	5	5	2

4.3.5 Protection

(Voir 5.6.6)

4.3.5.1 Antenne et connexions d'entrée/sortie

(M.112/A4) *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 du matériel de réception GPS pendant 5 min ne puisse produire des dommages irréversibles.*

4.3.6 Conception de l'antenne

(Voir 5.6.7)

(M.112/A2.2) *L'antenne doit être conçue de manière à pouvoir être installée en un point du navire qui garantisse une vue dégagée de la constellation des satellites.*

4.3.7 Plage dynamique

(Voir 5.6.8)

(M.112/A3.7) *Le matériel de réception GPS doit pouvoir acquérir les signaux satellite dont les niveaux de porteuse des signaux d'entrée sont compris entre –130 dBm et –120 dBm mesurés à la sortie de l'antenne de réception à polarisation linéaire 3 dBi. Une fois que les signaux des satellites ont été acquis, le matériel doit continuer à fonctionner de manière*

satisfaisante en présence de porteuses dont le niveau n'est plus que de -133 dBm mesurés à la sortie de l'antenne de réception à polarisation linéaire 3 dBi.

4.3.8 Effets de signaux parasites spécifiques

(Voir 5.6.9)

Le matériel de réception GPS doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a) en mode de fonctionnement normal, c'est-à-dire en étant sous tension et l'antenne étant connectée, il est soumis à un rayonnement de 3 W/m^2 à une fréquence de $1\,636,5 \text{ MHz}$ pendant 10 min. Lorsque le signal non désiré est supprimé et que l'antenne du récepteur GPS est exposée aux signaux satellite GPS normaux, le matériel de réception GPS doit calculer les positions valides dans les 5 min sans autre intervention de l'opérateur;

NOTE Cela équivaut à exposer une antenne GPS au rayonnement d'une antenne INMARSAT-A placée à 10 m le long de la ligne de visée.

- b) en mode de fonctionnement normal, c'est-à-dire en étant sous tension et l'antenne étant connectée, il est soumis à un rayonnement composé d'une salve de dix impulsions, de $1,0 \mu\text{s}$ à $1,5 \mu\text{s}$ chacune, selon un cycle d'utilisation de 1 600:1 à une fréquence comprise entre $2,9 \text{ GHz}$ et $3,1 \text{ GHz}$ et une densité de puissance d'environ $7,5 \text{ kW/m}^2$. La condition doit être maintenue pendant 10 min, les salves d'impulsions étant répétées toutes les 3 s. Lorsque le signal non désiré est supprimé et que l'antenne du récepteur GPS est exposée aux signaux satellite GPS normaux, le récepteur doit calculer des positions valides dans les 5 min sans autre intervention de l'opérateur.

NOTE Cette condition revient à peu près à exposer l'antenne au rayonnement d'un radar de navigation maritime de bande "S" de 60 kW, fonctionnant sur une largeur d'impulsion nominale de $1,2 \mu\text{s}$ à 600 impulsions/s, utilisant une antenne à fentes de 4 m tournant à 20 tours/min, l'antenne GPS étant placée dans le plan de la ligne de visée de l'antenne radar à 10 m du centre de rotation.

Pour assurer l'installation correcte de l'antenne, le manuel utilisateur doit conseiller de limiter les interférences produites par d'autres matériels radioélectriques comme les radars de navigation, les stations Inmarsat SES, etc.

4.3.9 Mise à jour de la position

(Voir 5.6.10)

(M.112/A3.12) *Le matériel de réception GPS doit générer et afficher une nouvelle position sur un écran et délivrer celle-ci via une interface numérique au moins une fois par seconde.*

NOTE Pour les embarcations satisfaisant au code HSC, une nouvelle solution de position d'au moins toutes les 0,5 s est recommandée.

(M.112/A3.13) *La résolution minimale de la position, c'est-à-dire de la latitude et de la longitude doit être de 0,001 min.*

4.3.10 Entrée GPS différentielle

(Voir 05/06/2011)

(M.112/A3.15) *Le matériel de réception GPS doit disposer de moyens qui lui permettent de traiter les données GPS différentielles (DGPS) qui lui sont fournies conformément aux normes énoncées dans la recommandation UIT-R M.823 et à celles d'une norme RTCM appropriée.*

Si un récepteur GPS est équipé d'un récepteur différentiel, les normes de performances en matière de précisions statique et dynamique (M.112/A3.4 et A3.5) doivent être de 10 m (95 %) avec indication de l'intégrité.

Un récepteur DGPS intégré doit être doté d'un port de sortie de données satisfaisant à l'UIT-R M.823 pour les essais ou, par ailleurs, de moyens d'afficher le taux d'erreur sur les mots

(WER) du matériel intégré. Le WER est le nombre de mots UIT-R M.823 incorrects par rapport au nombre de mots total reçu.

NOTE La norme relative au récepteur GPS différentiel est contenue dans la CEI 61108-4 (Matériels et système 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 exigés³).

4.3.11 Signalisation des pannes et indications d'état

(Voir 5.6.12)

(M.112/A5.1) *Si la position calculée est susceptible de ne pas satisfaire aux exigences des présentes normes de performances, l'équipement doit indiquer ce fait;*

4.3.11.1 Généralités

(M.112/A5.2) *Le matériel de réception GPS doit fournir au minimum:*

a) (M.112/A5.2.1) dans un délai de 5 s, une indication du fait que:

- 1) *la HDOP est supérieure à la valeur spécifiée; ou*
- 2) *qu'une nouvelle position n'a pas été calculée depuis plus de 1 s;*

NOTE Pour les embarcations satisfaisant au code HSC, une nouvelle solution de position d'au moins toutes les 0,5 s est recommandée.

3) *dans ces conditions, la dernière position connue et l'heure du dernier relevé de position, avec l'indication explicite de cette situation, de manière à pouvoir éliminer toute ambiguïté, doivent être émises jusqu'à la reprise du fonctionnement normal;*

b) (M.112/A5.2.2) *un signal de perte de position; et*

c) (M.112/A5.2.3) *une indication quant au statut GPS différentiel:*

- 1) *de la réception des signaux DGPS; et*
- 2) *de l'application des corrections DGPS à la position indiquée du navire;*

d) (M.112/A5.2.5) *Affichage de message texte DGPS.* Le récepteur GPS doit au moins offrir la fonctionnalité d'afficher les messages texte DGPS appropriés ou de transférer ces messages pour les afficher sur un système distant.

4.3.11.2 Contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur

Le matériel de réception GPS doit intégrer une surveillance d'intégrité utilisant la détection de défaut (contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur (RAIM), par exemple) ou des moyens semblables permettant de déterminer si la précision est conforme aux normes de performances et d'offrir une indication de l'intégrité.

Une indication de l'intégrité doit être utilisée pour présenter le résultat du calcul d'intégrité par rapport au niveau de précision sélectionné adapté au mode de navigation du navire. Conformément à la Résolution A.815 de l'OMI, l'utilisateur doit pouvoir sélectionner les niveaux de précision pour 10 m et 100 m. D'autres niveaux de précision peuvent être fournis.

L'indication de l'intégrité pour les différents niveaux de précision de position doit être exprimée selon trois statuts:

- "sûr",
- "prudence", et
- "dangereux"

³ A l'étude.

pour le niveau de précision sélectionné avec un niveau de confiance de 95 %.

Le statut d'intégrité doit être affiché en permanence avec une indication du niveau de précision sélectionné. Le statut d'intégrité et le niveau de précision sélectionnés doivent être délivrés aux autres matériels conformément aux exigences de 4.3.2 relatives aux données en sortie du matériel.

Le fabricant peut utiliser des couleurs pour indiquer l'intégrité et, dans ce cas, doit utiliser les couleurs suivantes:

- "sûr" doit être vert,
- "prudence" doit être jaune, et
- "dangereux" doit être rouge.

Le temps maximal de réaction du calcul de l'intégrité au moyen de RAIM est de 10 s en raison des modifications négatives affectant le statut d'intégrité.

Le statut d'intégrité doit être fourni aux autres matériels conformément aux exigences de 4.3.2 relatives aux données en sortie du matériel. Si le matériel de réception ne donne pas d'informations à l'aide d'un affichage prévu à cet effet, il est obligatoire de préciser le statut d'indication d'intégrité et le niveau de précision sélectionné avec une interface de sortie appropriée.

Conditions du statut d'intégrité "sûr"

Le résultat du calcul d'intégrité à l'aide de RAIM doit afficher le statut "sûr" si le calcul d'intégrité peut être réalisé selon un niveau de confiance supérieur à 95 % pour le niveau de précision sélectionné, et si l'erreur de position probable calculée par RAIM se situe dans le niveau de précision sélectionné. En règle générale, cela implique qu'au moins 5 satellites "en parfait état de marche" soient disponibles et se trouvent dans une géométrie robuste, c'est-à-dire que la géométrie à 4 satellites la moins favorable est encore adaptée à la navigation.

Conditions du statut d'intégrité "prudence"

Le statut "prudence" doit être utilisé pour indiquer:

- que la quantité d'informations est insuffisante pour assurer un calcul fiable selon un niveau de confiance supérieur à 95 % pour le niveau de précision sélectionné, ou
- que la probabilité de fausses alertes > 5 %, ou
- que la probabilité de ne pas détecter une condition d'erreur > 5 %.

Ces conditions peuvent se produire si un nombre insuffisant de satellites est disponible (4 ou 5, dont 2 satellites "proches" l'un de l'autre en azimut et élévation, par exemple, provoquant la dégradation de la géométrie au point de rendre le calcul RAIM peu fiable). A noter que la précision obtenue reposant sur 4 ou 5 satellites en cours d'utilisation peut entrer dans le cadre du niveau de précision sélectionné, mais que l'algorithme RAIM ne peut pas le vérifier.

Conditions du statut d'intégrité "dangereux"

Le statut "dangereux" doit être utilisé si le calcul d'intégrité est réalisé selon un niveau de confiance supérieur à 95 % pour le niveau de précision sélectionné, et si l'erreur de position probable calculée par RAIM dépasse le niveau de précision sélectionné. A noter également qu'une géométrie robuste est requise pour atteindre ce niveau de confiance. Le statut "dangereux" peut être atteint lorsque les erreurs de portée du satellite dégradent la solution de navigation, la précision obtenue étant par conséquent hors du niveau de précision sélectionné.

4.3.11.3 Statut d'intégrité GPS à l'aide de DGPS

(M.112/A5.2) *Le matériel de réception GPS doit fournir au minimum un statut d'intégrité GPS à l'aide de DGPS.*

Si la correction de vitesse radiale ou la correction de pseudodistance d'un satellite est hors des limites de la tolérance, le code binaire des messages 1, 9, 31 et 34 de l'UIT-R M.823-2 empêche le récepteur GPS d'utiliser ce satellite.

4.3.11.4 Statut et alarme d'intégrité DGPS

(M.112/A5.2.4) *Le matériel de réception GPS doit fournir au minimum un statut et une alarme d'intégrité DGPS.*

Les fonctions suivantes doivent être réalisées dans un récepteur DGPS intégré ou dans un récepteur GPS associé connecté à un récepteur de radiobalise DGPS.

En mode différentiel, le récepteur GPS doit présenter une indication d'intégrité DGPS sur un écran ou transférer ces messages pour les afficher sur un système distant:

- a) si aucun message DGPS n'est reçu dans les 10 s;
- b) en cas de mode de sélection manuelle de station et lorsque la station sélectionnée est en mauvais état, non surveillée ou que la qualité du signal est en dessous d'un certain seuil;
- c) en cas de mode de sélection automatique de station et lorsque la seule station disponible est en mauvais état, non surveillée ou que la qualité du signal est en dessous d'un certain seuil.

4.3.12 Sortie relative à la route fond, à la vitesse fond et au temps universel coordonné

(Voir 5.6.13)

(M.112/A3.14) *Le matériel de réception GPS doit générer et afficher une sortie relative à la route fond (COG), à la vitesse fond (SOG) et au temps universel coordonné (UTC) sur l'interface numérique⁴. Ces sorties doivent comporter un indicateur de validité aligné à celui de la sortie de la position. Les exigences de précision de la route fond et de la vitesse fond ne doivent pas être inférieures aux normes de performances pertinentes pour le cap⁵ et l'équipement de mesure de la vitesse et de la distance⁶, dans les limites des mesures GPS fournies par une antenne, par rapport aux exigences de ces normes. La génération et la sortie d'une route fond et d'une vitesse fond ne sont pas destinées à satisfaire aux exigences de présence à bord de SOLAS, Chapitre V pour les dispositifs de transmission de cap et SDME par les récepteurs GPS.*

Les récepteurs GPS de la présente norme font l'objet de limitations en matière de précision de route fond lors de mouvement dynamique élevé. Ces limitations doivent être décrites dans le manuel d'utilisation du fabricant (voir Tableau 2).

4.3.12.1 Précision de la route fond

L'erreur sur la route fond (le déplacement de la position de l'antenne sur le fond) due à la vitesse fond réelle du navire ne doit pas dépasser les valeurs ci-dessous:

⁴ Conformément à la série CEI 61162.

⁵ Résolution A.424(XI).

⁶ Résolution A.824(19).

Tableau 2 – Précision de la route fond

Plage de vitesses (nœuds)	Précision de la sortie de vitesse fond présentée à l'utilisateur
0 à ≤ 1 nœud	Peu fiable ou non disponible
> 1 à ≤ 17 nœuds	$\pm 3^\circ$
> 17 nœuds	$\pm 1^\circ$

En raison des limitations des récepteurs GPS de la présente norme, il n'est pas approprié d'inclure des exigences pour les erreurs de route fond attribuées à un mouvement dynamique élevé. Ces limitations doivent se trouver dans le manuel d'utilisation du fabricant.

4.3.12.2 Précision des informations sur la vitesse fond

Les erreurs de vitesse fond (vitesse du déplacement de l'antenne sur le fond) ne doivent pas dépasser 2 % de la vitesse réelle ou 0,2 nœud, en prenant la valeur la plus élevée.

4.3.12.3 Disponibilité et validité des informations de temps

Le matériel de réception GPS doit fournir le temps universel coordonné selon une résolution de 0,01 s sur l'interface numérique. L'indicateur de validité de l'interface numérique pour la position dans le message GGA de la CEI 61162 doit être utilisé pour interpréter la validité du temps universel coordonné délivré par l'interface numérique dans le message ZDA de la CEI 61162.

4.3.13 Conditions de brouillage classiques

(Voir 5.7)

(M.112/A3.16) *Le matériel de réception GPS doit pouvoir fonctionner de manière satisfaisante dans des conditions de brouillage classiques.*

Pour préciser cette exigence, voir 5.7.1 et pour les essais associés, voir 5.7.2.

5 Méthodes d'essai et résultats d'essai exigibles

5.1 Sites d'essai

Sauf accord contraire, le fabricant doit configurer le matériel de réception GPS à soumettre à essai et s'assurer qu'il fonctionne normalement avant de commencer à effectuer les essais.

Au cours des essais présentés dans la section correspondante, les informations suivantes doivent être enregistrées pour une évaluation ultérieure:

- la position;
- la route fond;
- la vitesse fond;
- l'heure;
- les indications et les avertissements.

Les indications et avertissements doivent être adaptés aux conditions rencontrées par l'EEE au moment de leur affichage.

5.2 Séquence d'essais

La séquence des essais n'est pas spécifiée. Avant de procéder aux essais, la séquence doit être convenue entre le laboratoire d'essai et le fournisseur du matériel.

Le cas échéant, des essais qui vont à l'encontre des différents articles de la présente norme peuvent être réalisés simultanément. Le fabricant doit fournir une documentation technique suffisante afin de permettre au matériel de réception GPS de fonctionner correctement.

Le fabricant doit fournir des données supplémentaires afin de couvrir les essais spécifiques qui n'entrent pas dans le cadre des opérations normales de l'utilisateur (des moyens permettant de supprimer les données d'éphémérides, par exemple) et de pouvoir procéder aux essais conformément à 5.6.5.

5.3 Signaux d'essai normalisés

Les essais de performances sont destinés à prouver que le matériel de réception GPS satisfait aux normes de performances minimales présentées à l'Article 4, en effectuant des essais pratiques dans différentes conditions d'environnement. Comme il est difficile d'établir l'uniformité des performances des simulateurs de signaux GPS pouvant être fournis par les laboratoires d'essai, et qu'il est en outre difficile de coupler uniformément les signaux simulés dans le cadre d'architectures variables et inconnues de matériels de réception GPS, ces essais se basent sur les signaux GPS réels.

D'autres méthodes de simulation de signaux d'essai peuvent être utilisées, pourvu que le simulateur produise des signaux présentant les mêmes caractéristiques que ceux des satellites, y compris le bruit propre, s'il est possible d'utiliser des signaux de satellites de bonne qualité reçus de satellites géométriquement bien placés dans une configuration dynamique normale.

Un "contrôle des performances" se présente comme une version abrégée de l'essai de précision statique décrit en 5.6.4.1, c'est-à-dire qu'au moins cent mesures de position doivent être réalisées sur une période comprise entre 5 min au moins et 10 min au maximum, en écartant toutes les mesures dont la valeur HDOP ≥ 4 . La position de l'antenne de l'EEE ne doit pas être à plus de 100 m (95 %) de la position connue, WGS 84 étant la référence.

Le **Signal d'essai A** doit être une séquence de neuf messages UIT 823 de type 9-3s et d'un message de type 7 formant 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 UIT 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'ID d'une station enregistrée dans l'éphéméride.

5.4 Détermination de la précision

Pour déterminer la précision de la position calculée par le matériel de réception GPS, il est nécessaire de noter la géométrie des satellites utilisés. La mesure de la valeur HDOP est une indication de la pertinence de la constellation en vue utilisée dans le cadre de l'essai du matériel de réception. Si la valeur HDOP ≤ 4 , les conditions d'essai peuvent être considérées comme étant adaptées. Si $4 < \text{HDOP} \leq 6$, les résultats ne peuvent pas être fiables. Si HDOP > 6 , les essais doivent être retardés jusqu'à ce qu'une meilleure géométrie s'établisse. Les essais de précision ont pour objet d'établir que la mesure de la position calculée par l'EEE dans les conditions statiques et dynamiques est aussi bonne, voire meilleure, que les niveaux de performances définis dans la présente norme de performances minimales.

Si un simulateur est utilisé, le seuil HDOP doit être ≤ 4 ou PDOP ≤ 6 .

5.5 Conditions d'essais

5.5.1 Conditions d'environnement pour les essais

5.5.1.1 Conditions normales

Les conditions d'environnement normales doivent combiner selon les cas une température allant de +15 °C à +30 °C et une humidité relative de 20 % à 75 %.

S'il s'avère impossible de réaliser l'essai dans les conditions indiquées ci-dessus, une note à cet effet, indiquant la température réelle et l'humidité relative rencontrées pendant les essais, doit être ajoutée au rapport d'essai.

5.5.1.2 Conditions d'essai extrêmes

Procéder aux contrôles de performances dans les conditions d'environnement et d'alimentation électrique extrêmes spécifiées dans la CEI 60945.

5.5.2 Site d'essai statique

L'antenne doit être montée conformément aux instructions du fabricant à une hauteur comprise entre 1 m et 1,5 m au-dessus de la mise à la terre électrique, dans une zone offrant une vue dégagée des satellites par rapport au zénith, jusqu'à un angle de +5° au-dessus de l'horizontale. La position de l'antenne doit être connue, en référence au système WGS 84, selon une précision supérieure à 0,1 m dans les axes (x, y, z). La longueur maximale du câble indiquée par le fabricant doit être utilisée pendant l'essai.

Tous les essais statiques doivent utiliser les signaux GPS réels.

5.6 Méthodes d'essai et résultats d'essai exigibles

NOTE Le numéro entre crochets est celui du paragraphe de la norme de performances pertinente.

5.6.1 Matériel de réception GPS

(Voir 4.2.1)

La composition de l'équipement en essai (EEE) doit être contrôlée par examen du matériel et de la documentation du fabricant.

5.6.2 Sortie de la position

(Voir 4.3.1)

Le format de la sortie de la position de l'EEE doit être contrôlé en consultant la documentation du fabricant.

5.6.3 Sortie du matériel

(Voir 4.3.2)

La conformité de l'EEE à la CEI 61162 doit être contrôlée en consultant la documentation du fabricant et en procédant à des essais de protocole.

5.6.4 Précision

(Voir 4.3.3)

5.6.4.1 Précision statique

(Voir 4.3.3,1)

5.6.4.1.1 GPS

Les mesures de relevé de position doivent être réalisées sur une période n'excédant pas 24 h. La précision de position horizontale absolue doit être de 13 m (95 %), après avoir écarté les mesures prises dans les conditions de valeur HDOP ≥ 4 et PDOP ≥ 6 .

5.6.4.1.2 GPS différentiel

Des mesures de relevé de position doivent être réalisées chaque seconde sur une période d'au moins 24 h. La distribution de l'erreur horizontale doit être de 10 m (95 %). La position horizontale de l'antenne doit être connue à 0,1 m près par rapport à la référence utilisée pour générer des corrections. Les corrections doivent être fournies par une diffusion DGPS réelle conformément à l'UIT-R M.823.

5.6.4.2 Mouvement angulaire de l'antenne

Les essais statiques décrits en 5.6.4.1.1 et 5.6.4.1.2 doivent être répétés en faisant pivoter l'antenne selon un angle de $\pm 22,5^\circ$ (pour simuler le roulis) pendant environ 8 s (voir CEI 60721-3-6) pendant la durée de l'essai.

Les résultats doivent être conformes à ceux de 5.6.4.1.1 et 5.6.4.1.2.

5.6.4.3 Précision dynamique

(Voir 4.3.3,2)

5.6.4.3.1 GPS

Les essais de précision dynamique sont une interprétation pratique des conditions définies dans la CEI 60721-3-6, Tableau V, élément e), direction X (choc) et direction Y (balancement). Elles sont établies comme résultant d'un choc de 5 m/s² et d'un balancement de 6 m/s² pour toutes les classes d'environnement. Si un simulateur est utilisé, ses caractéristiques doivent représenter avec précision les signaux requis.

Les résultats de l'essai réalisé par des installations de simulation doivent être identiques à ceux de a) et b) ci-dessous.

Outre l'utilisation d'un simulateur, un exemple d'application de ces accélérations est présenté ci-dessous:

- a) un EEE entièrement verrouillé et stabilisé se déplaçant en ligne droite à 48 nœuds ± 2 nœuds pendant au moins 1,2 min, et dont la vitesse est ramenée à 0 nœud sur la même ligne droite en 5 s, ne doit pas indiquer un décalage de position supérieur à ± 13 m par rapport à la position finale dans les 10 s suivant le retour au repos;
- b) un EEE entièrement verrouillé et stabilisé ayant parcouru au moins 100 m en ligne droite à 24 nœuds ± 1 nœud, puis ayant été soumis pendant au moins 2 min à des déviations en douceur d'environ 2 m de part et d'autre de la ligne droite pendant 11 s à 12 s, doit rester verrouillé et suivre la position réelle sur une voie de 30 m de large centrée sur la direction moyenne du déplacement.

Pour toutes les méthodes ci-dessus, la position de repos doit être établie par l'une des méthodes suivantes:

- a) en fournissant un récepteur stationnaire identique à l'EEE le long du point de repos et en comparant les positions affichées; ou
- b) en fournissant les entrées de référence provenant d'un simulateur.

5.6.4.3.2 GPS différentiel

Les essais de précision dynamique sont une interprétation pratique des conditions définies dans la CEI 60721-3-6, Tableau V, élément e), direction X (choc) et direction Y (balancement).

Elles sont établies comme résultant d'un choc de 5 m/s^2 et d'un balancement de 6 m/s^2 pour toutes les classes d'environnement.

Si un simulateur est utilisé, ses caractéristiques doivent représenter avec précision les signaux requis.

Les résultats de l'essai réalisé par des installations de simulation doivent être identiques à ceux de a) et b) ci-dessous.

Outre l'utilisation d'un simulateur, un exemple d'application de ces accélérations est présenté ci-dessous:

- a) un EEE entièrement verrouillé et stabilisé se déplaçant en ligne droite à 48 nœuds ± 2 nœuds pendant au moins 1,2 min, et dont la vitesse est ramenée à 0 nœud sur la même ligne droite en 5 s, ne doit pas indiquer un décalage de position supérieur à $\pm 10 \text{ m}$ par rapport à la position réelle au repos, la position indiquée devant se stabiliser au maximum à $\pm 2 \text{ m}$ de la position indiquée de repos dans les 10 s suivant le retour au repos;
- b) si un simulateur est utilisé, ses caractéristiques doivent représenter avec précision les signaux requis en 5.6.4.3.2 a).

Pour les méthodes ci-dessus, les positions réelles et de repos doivent être établies par l'une des méthodes suivantes:

- a) pour la méthode a) ci-dessus, la position de repos indiquée doit être déterminée par la moyenne des 15 indications de position consécutives enregistrées au bout d'une période de stabilisation de 10 s, la position réelle de repos devant être mesurée à 1 m près;
- b) pour la méthode b) ci-dessus, en fournissant les entrées de référence d'un simulateur à moins de 1 m.

5.6.5 Acquisition

(Voir 4.3.4)

5.6.5.1 Condition A – Initialisation

L'EEE doit être:

- a) initialisé dans une position erronée comprise entre 1 000 km et 10 000 km de la position d'essai ou par suppression de l'éphéméride en cours; ou
- b) isolé d'une source d'alimentation pendant plus de 7 jours.

Un contrôle des performances doit être réalisé après le temps limite indiqué au Tableau 1.

5.6.5.2 Condition B – Coupure d'alimentation

L'EEE doit être isolé de la source d'alimentation pendant 24 h à 25 h.

Au terme de cette période, un contrôle des performances doit être réalisé après le temps limite indiqué au Tableau 1.

5.6.5.3 Condition C – Interruption des signaux GPS

Pendant le fonctionnement normal de l'EEE, l'antenne doit être totalement masquée pendant 24 h à 25 h.

Au terme de cette période, un contrôle des performances doit être réalisé après le temps limite indiqué au Tableau 1.