

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Track control systems – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results

Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes – Systèmes de contrôle de route – Exigences opérationnelles et de fonctionnement, méthodes d'essai et résultats exigibles

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62065:2014



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Track control systems – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results

Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes – Systèmes de contrôle de route – Exigences opérationnelles et de fonctionnement, méthodes d'essai et résultats exigibles

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 47.020.70

ISBN 978-2-8322-4858-4

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

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviations	8
3.1 Terms and definitions	8
3.2 Abbreviations	12
4 Application of this standard	12
5 Requirements	14
5.1 Operational requirements	14
5.1.1 Functionality.....	14
5.1.2 Accuracy and performance constraint documentation	17
5.1.3 Alerts.....	18
5.2 Ergonomic criteria	20
5.2.1 Operational controls	20
5.2.2 Presentation of information.....	21
5.3 Design and installation	21
5.4 Interfacing	22
5.4.1 Sensors.....	22
5.4.2 Status information	22
5.4.3 Standards.....	22
5.5 Fall-back arrangements	22
5.5.1 Failure of track control.....	22
5.5.2 Failure of position sensor	23
5.5.3 Failure of the heading measuring system.....	23
5.5.4 Failure of the speed sensor	24
6 Test requirements and results	25
6.1 General	25
6.2 General requirements.....	25
6.2.1 Environmental tests	25
6.2.2 Documentation	26
6.2.3 Declarations	27
6.3 Environment setup	27
6.3.1 General	27
6.3.2 Ship motion simulator	29
6.3.3 Test scenarios	30
6.3.4 Planning	30
6.4 Test execution.....	31
6.4.1 General	31
6.4.2 Check the track	31
6.4.3 Execution of the scenarios.....	33
6.4.4 Execution of additional tests	39
6.4.5 Monitoring and alerts	41
6.4.6 Fallback and manual change over	47
6.4.7 Display of information	50
6.4.8 Operational controls	50
Annex A (normative) Graphical description of sequences.....	51

Annex B (informative) Speed control	53
Annex C (informative) Track control systems with dual controllers	55
Annex D (informative) Management of static and dynamic data.....	56
Annex E (informative) Limits	58
Annex F (informative) Data flow diagram	59
Annex G (normative) Scenario definitions and plots	61
Annex H (informative) Sensor errors and noise models	67
Annex I (normative) Ship model specification.....	73
Annex J (informative) Explanation of adaptation tests (6.4.4.1).....	94
Annex K (normative) IEC 61162 interfaces.....	97
Bibliography.....	100
Figure 1 – Functional model of track control as part of an integrated navigation system.....	26
Figure 2 – Block diagram	28
Figure 3 – High level block diagram	29
Figure A.1 – Sequence of course change alerts (~A)	51
Figure A.2 – Handling of the Back-up Navigator Alarm (NA).....	52
Figure G.1 – Scenario 1 plot	62
Figure G.2 – Scenario 2 plot	63
Figure G.3 – Scenario 3 plot	64
Figure G.4 – Scenario 4 plot	66
Figure H.1 – Spectral distribution of modelled GPS errors	68
Figure H.2 – Wave sequence – sea state 5.....	70
Figure H.3 – Wave spectrum – sea state 5.....	70
Figure H.4 – Supertanker – sea state 5.....	71
Figure H.5 – Container ship – sea state 5	71
Figure H.6 – Fast ferry – sea state 5.....	71
Figure H.7 – Container ship – sea state 2	72
Figure I.1 – High level model block diagram.....	74
Figure I.2 – Model block diagram	86
Figure I.3 – Application with simple follow-up.....	87
Figure I.4 – Control system using actuator outputs and feedback.....	87
Figure I.5 – System with actuator mechanism, bypassing the rudder response model	88
Figure I.6 – System with actuator mechanism using a fast rudder response time in the model	88
Figure I.7 – Turning circle manoeuvre – Ferry.....	91
Figure I.8 – Turning circle manoeuvre – Container ship	92
Figure I.9 – Turning circle manoeuvre – Tanker	93
Figure J.1 – Adaptation to speed change	94
Figure J.2 – Adaptation to changes along a leg.....	95
Figure J.3 – Adaptation to current changes during turn	95
Figure J.4 – Adaptation to sea state during turn	96
Figure J.5 – Adaptation to sea state change on a leg	96

Figure K.1 – Track control system logical interfaces	97
Table 1 – Simulator input rate	29
Table 2 – Simulator output rate	30
Table E.1 – Limits	58
Table G.1 – Scenario 1	61
Table G.2 – Scenario 2	62
Table G.3 – Scenario 3	63
Table G.4 – Scenario 4	65
Table H.1 – Heights and periods for half-waves	69
Table I.1 – Relationship between thrust lever and rudder models	76
Table I.2 – Constant parameters of the model	83
Table I.3 – Run-time inputs	85
Table I.4 – Model outputs	85
Table I.5 – Parameter sets for three ships	89
Table I.6 – Results from turning circle manoeuvres	90
Table K.1 – IEC 61162-1 sentences transmitted by the track control system	97
Table K.2 – IEC 61162-1 sentences received by the track control system	98

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62065:2014

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MARITIME NAVIGATION AND
RADIOCOMMUNICATION EQUIPMENT AND SYSTEMS –
TRACK CONTROL SYSTEMS –****Operational and performance requirements,
methods of testing and required test results**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62065 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 2002 and constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- alarms and warnings have been brought into line with the requirements for Bridge Alert Management;
- requirements for the category B system have been revised;

- the parameters of the ship models of Annex I have been adjusted to resemble more Newtonian-like behaviour and the tidal current has been modelled;
- a new Annex K has been added with interface requirements.

This bilingual version (2017-09) corresponds to the monolingual English version, published in 2014-02.

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

FDIS	Report on voting
80/716/FDIS	80/729/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.

All text of this standard that is identical to that in IMO resolution MSC.74(69), Annex 2, is printed in *italics* and the resolution (abbreviated to – A2) and paragraph numbers are indicated in brackets i.e. (A2/3.3).

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

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

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

MARITIME NAVIGATION AND RADIOCOMMUNICATION EQUIPMENT AND SYSTEMS – TRACK CONTROL SYSTEMS –

Operational and performance requirements, methods of testing and required test results

1 Scope

This International Standard specifies the minimum operational and performance requirements, methods of testing and required test results conforming to performance standards adopted by the IMO in resolution MSC.74(69) Annex 2 Recommendation on Performance Standards for Track Control Systems. In addition, it takes into account IMO resolution A.694(17) to which IEC 60945 is associated.

When a requirement of this standard is different from IEC 60945, the requirement in this standard takes precedence. Also it takes into account IMO resolution MSC.302(87) on bridge alert management (BAM).

2 Normative references

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

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

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

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

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

IEC 61924-2, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Integrated navigation systems – Part 2: Modular structure for INS – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results*

IEC 62288, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Presentation of navigation-related information on shipborne navigational displays – General requirements, methods of testing and required test results*

IEC 62616, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Bridge navigational watch alarm system (BNWAS)*

IMO MSC.74(69) Annex 2, *Recommendation on Performance Standards for Track Control Systems*

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

IMO MSC.302(87), *Performance standards for bridge alert management (BAM)*

3 Terms, definitions and abbreviations

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the following terms and definitions apply

3.1.1

active track

track activated for track control

3.1.2

alarm

high-priority alert

Note 1 to entry: Condition requiring immediate attention and action by the bridge team, to maintain the safe navigation of the ship.

3.1.3

alert

announcement of abnormal situations and conditions requiring attention

Note 1 to entry: Alerts are divided in four priorities: emergency alarms, alarms, warnings and cautions.

Note 2 to entry: Alerts are additionally classified in two different categories for navigational purposes: category A and category B as described in IMO resolution MSC.302(87).

Note 3 to entry: An alert provides information about a defined state change in connection with information about how to announce this event in a defined way to the system and the operator.

3.1.4

along-track speed control

automatic control of the ship's speed during track control based on a pre-planned track

3.1.5

assisted turn

manoeuvre of a ship automatically controlled by a pre-set radius or rate of turn but not based on the ship's position to perform an approximation of a curved track

3.1.6

back-up navigator

any individual, generally an officer, who has been designated by the ships master to be on call if assistance is needed on the bridge

3.1.7

back-up navigator alarm

signal automatically sent from the TCS to call assistance to the bridge when the officer of the watch fails to acknowledge certain alarms within a defined time period

Note 1 to entry: Note that the back-up navigator alarm does not represent an alarm as defined in 3.1.2.

3.1.8

consistent common reference system

sub-system or function of a TCS for acquisition, processing, storage, surveillance and distribution of data and information providing identical and obligatory reference to sub-

systems and subsequent functions within a TCS and to other connected equipment, if available

3.1.9 **course**

for marine navigation, horizontal direction in which a vessel is steered or intended to be steered, expressed as angular distance from north, usually 000° at north, clockwise through 360°

Note 1 to entry: 360° is indicated as 000°.

3.1.10 **course difference limit**

maximum difference between track course and heading before a warning is activated

3.1.11 **cross-track distance**

cross-track error

perpendicular distance of a predefined point on the ship from the track including direction (negative if the ship is left of the intended track)

3.1.12 **cross-track limit**

maximum cross-track distance before an alarm is activated

3.1.13 **curved track**

non-straight track between two legs

3.1.14 **fall-back arrangements**

automatic reaction of the TCS by using data, function or hardware of degraded quality in relation to the failed one

EXAMPLE Dead reckoning for position information, heading control in case of a failure of track control.

3.1.15 **FROM-waypoint**

last passed waypoint

3.1.16 **great circle sailing**

sailing on the intersection of the earth surface and a plane containing the points A, B and the centre of the sphere

3.1.17 **heading**

horizontal direction in which a ship actually points or heads at any instant, expressed in angular units from a reference direction, usually from 000° at the reference direction clockwise through 360°

Note 1 to entry: 360° is indicated as 000°.

3.1.18 **heading control**

control of the ship's heading

3.1.19

heading monitor function

monitoring of the actual heading sensor by an independent second source

3.1.20

leg

straight line between two waypoints and/or curved track(s)

3.1.21

main conning position

place on the bridge with a commanding view providing the necessary information and equipment for the conning officer to carry out his functions

3.1.22

minimum manoeuvring speed for track control

lowest fore/aft speed through the water at which the track control system is capable of maintaining its performance within the specified accuracy limits

Note 1 to entry: The value depends on the ship's design and loading and on the present environmental conditions.

3.1.23

NEXT-waypoint

waypoint following the TO-waypoint

3.1.24

override facility

control to perform the override function

3.1.25

override function

intentional fast change-over from automatic to temporary manual control

3.1.26

position monitor function

monitoring of the actual position sensor by an independent second source

3.1.27

primary position-fixing system

electronic position-fixing system (EPFS) used for track control and approved by the International Maritime Organization (see 5.1.1.3)

3.1.28

radius of turn

radius of a curved track

3.1.29

rate of turn

change of heading per time unit

3.1.30

rhumb line sailing

sailing on a line on the surface of the earth making the same angle with each meridian crossed

3.1.31

ship manoeuvring characteristics

range-of-manoeuvre possible for the ship

Note 1 to entry: Examples of the range-of-manoeuvres are: maximum rate of turn, minimum radius of turn, maximum turn acceleration and deceleration.

3.1.32**single operator action**

procedure achieved by no more than one hard-key or soft-key action, excluding any necessary cursor movements, or voice actuation using programmed codes

3.1.33**speed**

absolute value of velocity

Note 1 to entry: May either be the ship's speed through the water, or the speed made good over the ground.

3.1.34**steering mode selector**

switch provided for the selection of manual steering modes and automatic steering devices

3.1.35**surge**

forward component of ship motion

3.1.36**sway**

athwartships component of ship motion (positive to starboard)

3.1.37**temporary track**

track that originates at the current position of the ship and joins the pre-planned track

Note 1 to entry: The temporary track may include temporary waypoints which can be identified as different from the waypoints of the pre-planned track.

3.1.38**TO-waypoint**

waypoint which the ship is approaching

3.1.39**track**

path to be followed over ground

3.1.40**track control**

control of the ship's movement along a track, where corrections made by the controller to compensate for wind, drift and other influences, are based on the cross-track error and not only on the bearing to the destination waypoint (TO-waypoint)

3.1.41**track course**

direction from one waypoint to the next, a constant course on a rhumb line track and a varying course on a Great Circle track

3.1.42**warning**

alert for condition requiring immediate attention, but no immediate action by the bridge team

Note 1 to entry: Warnings are presented for precautionary reasons to make the bridge team aware of changed conditions which are not immediately hazardous, but may become so if no action is taken.

3.1.43

waypoint

geographic position together with its associated data

3.1.44

wheel-over-line

WOL

line where the ship has to initiate a curved track to eliminate the effect of any offset with respect to the new course, taking into consideration the distance required for the ship to build up the necessary rate of turn

3.1.45

wheel-over-time

WOT

point in time when the track control system initiates the planned course change

3.1.46

yaw

rate of turn (positive to starboard)

3.2 Abbreviations

~A	Not applicable for category A systems
ACCA	Actual course change alarm
ACCW	Actual course change warning
BAM	Bridge alert management
CCRP	Consistent common reference point
CCRS	Consistent common reference system
COG	Course over ground
DGPS	Differential GPS
DR	Dead reckoning
ECCA	Early course change alarm
ECCW	Early course change warning
ENC	Electronic navigational chart
EPFS	Electronic position fixing system
EUT	Equipment under test
GC	Great circle
GPS	Global positioning system
INS	Integrated navigation system
NA	(Back up) Navigator alarm
RL	Rhumb line
ROT	Rate-of-turn
SDME	Speed and distance measuring equipment
SWH	Significant wave height
TCS	Track control system
WOL	Wheel-over-line
WOT	Wheel-over-time

4 Application of this standard

The application of this standard is as follows.

- a) (A2/1) *Track control systems in conjunction with their sources of position, heading and speed information are intended to keep a ship automatically on a pre-planned track over ground under various conditions and within the limits related to the ship's manoeuvrability. A track control system may additionally include or be combined with*
- *heading control;*
 - *along-track speed control (see Annex B).*
- b) Planning the track by waypoints may be performed
- as part of the track control system, or
 - by importing waypoint or track data.
- c) The track control system shall ensure the integrity of the geodetic datum, the ship manoeuvring characteristics and the curved tracks of the imported data.
- d) This standard applies for track control systems which can exchange data with a heading sensor, speed sensor, EPFS and/or heading controller but excludes waypoint data exchange.
- e) If a track control system automatically receives additional data, including waypoints, from other navigational aids, the requirements of IEC 61924-2 for this data exchange shall also apply.
- f) If a track control system is integrated into an INS, the corresponding requirements of INS (as defined in IEC 61924-2) shall apply, for example concerning
- route planning by waypoints,
 - data transfer of safety-checked waypoints and
 - monitoring of navigational safety for example by charts.
- g) Track control does not necessarily require that ENC or other geographic data such as shallow area information be taken into consideration by the track control system.
- h) (A2/2.1) *These IMO Performance Standards are applicable for track control systems working*
- *at ship's speed from minimum manoeuvring speed up to 30 kn; and*
 - *at ship's maximum rate of turn not greater than 10°/s.*
- i) These performance standards do not apply to High Speed Craft as defined by SOLAS chapter 10.
- j) (A2/2.2) *Track control systems fitted on ships shall meet all requirements of the IMO Performance Standards (MSC.74(69) Annex 2 Recommendation on Performance Standards for Track Control Systems) relating to straight tracks.*
- k) *Systems fitted on ships requiring curved track control shall additionally meet all the requirements relating to curved tracks (category C).*
- l) This standard applies to three categories of track control systems:
- Category A: Single leg track control or multiple leg track control without assisted turns between legs;
 - Category B: Multiple leg track control with assisted turns between legs;
 - Category C: Full track control on legs and turns.

Some requirements contained in this clause cannot be verified by objective measurements. The manufacturer shall declare that compliance to these requirements is achieved and shall provide relevant documentation. The declaration(s), documentation and, where necessary, the equipment shall be checked. The manufacturer shall also declare the general hardware and functional composition of the equipment and the relevant category of IEC 60945 for each unit.

5 Requirements

5.1 Operational requirements

5.1.1 Functionality

5.1.1.1 Track control steering modes

(See 6.4.3.2)

(A2/5.1.1) *A track control system shall be able to steer the ship from its position*

- .1 *to a single waypoint; or*
- .2 *along a track containing a sequence of waypoints*

using rhumb line or great circle sailing.

5.1.1.2 Starting requirements

(See 6.4.2.1, 6.4.2.2, 6.4.2.3, 6.4.2.4, 6.4.3.1)

(A2/5.1.2) *The system shall allow the officer of the watch (user) to start or restart track control only if*

- the required position, heading and speed sensor data are valid and selected.
- the pre-planned track has been checked for plausibility and correctness of geometric and ship-dependent limits (see Annex E) before becoming the active track

and if

- *the ship's position* relative to the selected track,
- *the difference between track course and actual heading,*
- *the ship's manoeuvrability*

will result in a safe approach manoeuvre to the track. A safe approach manoeuvre is a planned manoeuvre which is within the manoeuvring characteristics of the vessel and which does not result in an unexpected turning direction.

For this purpose, the system shall allow the user at least one of the following options:

- a) to select the TO-waypoint or a leg on a pre-planned track and to select the maximum allowable difference between the bearing to the TO-waypoint and the actual heading;
- or
- b) to define a temporary track to go to the pre-planned track. The temporary track shall meet all ship manoeuvring characteristics which apply to a pre-planned track (~A).

5.1.1.3 Primary position-fixing system

(See 6.2.2.2)

(A2/5.1.3) *The primary position-fixing system used for track control shall be an electronic position-fixing system (EPFS) approved by the International Maritime Organization.*

5.1.1.4 Position monitoring

(See 6.4.5.3)

(A2/5.1.4) *The ship's position shall be continuously monitored by a second or additional independent position source.* If the ship is fitted with a second EPFS and position is available from this EPFS its position shall be used for position monitoring. Otherwise, estimated position by dead reckoning (DR) as a minimum shall be used as the second position source for position monitoring. The DR position shall be derived from a shipborne heading sensor

and a speed and distance measuring equipment (SDME). Means shall be provided to adapt the acceptable deviation to the required steering accuracy. *This monitoring need not be an integral part of the track control system.*

5.1.1.5 Early course change warning (~A)

(See 6.4.5.12)

A graphical description of the sequences described here is given in Annex A Figure A.1.

(A2/5.1.5) *In the case of track control by a sequence of waypoints, an 'early course change warning' shall be given up to 6 min, and no later than 3 min, before the wheel-over time.*

If the early course change warning is not acknowledged within 30 s, at the latest 2 min 30 s before the wheel-over-time, the alert priority shall change from warning to alarm.

The early course change alarm is defined to be associated with NA activation (see 5.1.3.11).

5.1.1.6 Actual course change warning (~A)

(See 6.4.5.12)

A graphical description of the sequences described here is given in Annex A Figure A.1.

(A2/5.1.6.1) *In the case of track control by a sequence of waypoints an actual course change warning shall be given 30 s before the wheel-over time.*

If the actual course change warning is not confirmed/acknowledged by the officer of the watch (user) within 30 s the alert priority shall change from warning to alarm.

NOTE This warning is superfluous, if the NA from the unacknowledged early course change alarm is already active.

(A2/5.1.6.2) *The system shall provide means for the officer of the watch (user) to confirm/acknowledge the actual course change alerts.*

(A2/5.1.6.3) *With or without the confirmation/acknowledgement, the ship shall follow automatically the track.*

(A2/5.1.6.4) *If the actual course change alarm is not confirmed/acknowledged by the officer of the watch (user) within 30 s of wheel-over a back-up navigator alarm shall be given as fully described in 5.1.3.11.*

5.1.1.7 Change of waypoints

(See 6.4.2.2, 6.4.2.3, 6.4.2.4, 6.4.2.5, 6.4.3.1.6, 6.4.3.1.8, 6.4.3.1.9)

(A2/5.1.7) *In the case of track control by a pre-planned sequence of waypoints, it shall not be possible to modify the TO-waypoint, the FROM-waypoint and (~A) the NEXT-waypoint of the active track and their relevant associated waypoint data while in the track control mode without creating a new track and until:*

- a) the pre-planning of the new track is completed;
and
- b) *the starting requirements (5.1.1.2) are fulfilled.*

5.1.1.8 Turn performance (~A)

(See 6.4.3.2)

(A2/5.1.8) *The track control shall enable the ship to sail from one leg to another by turns based:*

- a) on a preset radius of turn;
or
- b) *on a radius calculated on the base of a preset rate of turn and the planned speed;*
and

within the turning capability of the ship.

The planned track shall be checked for plausibility and correctness of geometry and of ship-dependent limits before becoming the active track.

5.1.1.9 Adaptation to steering characteristics

(See 6.4.4.1, 6.4.4.3)

(A2/5.1.9) *The track control shall be capable of manual or automatic adjustment to different steering characteristics of the ship under various weather, speed and loading conditions.*

5.1.1.10 Permitted tolerance

(See 6.4.4.2)

(A2/5.1.10) *Means shall be incorporated to prevent unnecessary activation of the rudder due to normal yaw or sway motion, sensor data resolution and statistically scattered position errors.*

The quality of the track control shall be so that overshoot, oscillation and constant track deviation are within tolerable limits both for straight and curved tracks.

Category B TCS shall comply with the requirements for curved track TCS, except that, after having passed the wheel-over, the actual cross-track distance is merely used for monitoring until completion of the automatic course change manoeuvre. Manual or automatic means shall be provided to adapt to variable drift and speed changes during a turn (e.g. facilitating manual adjustments of rate of turn or radius of turn).

5.1.1.11 Override function

(See 6.4.6.5, 6.4.8)

(A2/5.1.11) *A track control system shall be able to accept a signal from the override facilities to terminate track control mode and switch to these override facilities. After change-over to override, return to track control shall require user intervention (see 5.1.1.2).*

5.1.1.12 Heading control mode

(A2/5.1.12) *A track control system may be operated in heading control mode. In this case, the performance standards of heading control systems are to be applied.*

NOTE The IMO performance standards for heading control are given in IMO resolution MSC.64(67) annex 3 and these are incorporated into ISO 11674.

5.1.1.13 Manual change over from track control to manual steering

(See 6.4.6.5)

(A2/5.1.13.1) *Change over from track control to manual steering shall be possible at any rudder angle.*

(A2/5.1.13.2) *Change over from track control to manual steering shall be possible under any conditions, including any failure in the track control system.*

(A2/5.1.13.3) *After change over to manual control, return to automatic control shall require operator (user) intervention.*

5.1.1.14 Manual change over from track control to heading control

(See 6.4.6.6)

This subclause only applies if the heading control is included in the track control system.

(A2/5.1.14.1) *Any change over from track control to heading control shall be possible under all conditions of normal operation.*

(A2/5.1.14.2) *To maintain the course, the heading control system shall*

- *if sailing on a leg, take over the actual heading as the preset heading,*
- *if sailing on a curved track, take over the actual heading as the preset heading.*

Optionally, if sailing on a curved track, based on an intended operator selection, the heading control system may complete the turn with the track course of the next leg as the preset heading (~A). This selection shall only be available after the turn has started and shall be clearly and unambiguously indicated.

(A2/5.1.14.3) *Any switching back to track control shall require operator (user) intervention.*

5.1.1.15 Steering mode indication

(See 6.4.7.1)

(A2/5.1.15) *Adequate indication shall be provided to show which method of steering is in operation.* The indication of the steering mode is not required to be an integral part of the track control system, but shall be displayed at any work station of the track control system where the steering mode can be affected.

5.1.1.16 Heading monitoring

(A2/5.1.16) *Heading monitoring shall be provided to monitor the actual heading information by independent heading sources. The heading monitor is not required to be an integral part of the track control system.*

NOTE This is an installation issue which is not covered by this standard.

5.1.1.17 End of track

(See 6.4.5.10)

At the end of the pre-planned track, an 'end of track warning' shall be generated.

Until the user takes over, the system shall follow the track course of the final leg. As a minimum, the system shall maintain the actual heading.

For category A systems, the 'end of track warning' shall be given at the end of each leg.

5.1.2 Accuracy and performance constraint documentation

(See 6.2.2.1)

(A2/5.2.1) *A short qualitative description of the effect of:*

- .1 *the accuracy of the sensors for position, heading and speed;*
- .2 *changes of course and speed;*
- .3 *actual speed through the water; and*
- .4 *environmental conditions*

on the track control system shall be provided to the user in appropriate documentation.

5.1.3 Alerts

5.1.3.1 Failure or reduction in power supply

(See 6.4.5.2)

(A2/5.3.1) *In case of failure or reduction of power supply to the track control system which effects its safe operation, a warning shall be given.*

5.1.3.2 Position monitoring alert

(See 6.4.5.3)

(A2/5.3.2) *A warning shall be given when the position monitor detects a deviation between the primary and secondary position-fixing system beyond a preset limit. See Annex E.*

5.1.3.3 Heading monitoring alert

(See 6.4.5.4)

(A2/5.3.3) *A warning shall be given when the heading monitor detects a deviation beyond a preset limit. See Annex E.*

5.1.3.4 Failure and alert status of sensor

(See 6.4.5.5)

(A2/5.3.4) *In the case of any failure or alert status received from the position-fixing sensor, the heading sensor or the speed sensor in use:*

- .1 *in case of a performance reduction of the track control process an alert of an appropriate priority shall be generated at the track control system;*
- .2 *the system shall automatically provide guidance to the user of a safe steering mode; and*
- .3 *a back-up navigator alarm shall be given if a failure or alert status of priority alarm is not acknowledged by the officer of the watch (user) within 30 s as fully described in 5.1.3.11.*

Fall-back procedures consequential to the failure and alert conditions are stated in 5.5.

5.1.3.5 Use of faulty signals

(See 6.4.5.6)

(A2/5.3.5) *It shall not be possible to select any sensor signal tagged with a fault or alert status of priority alarm.*

5.1.3.6 Cross-track alert

(See 6.4.5.7)

(A2/5.3.6) *A cross-track alarm, shall be provided when the actual position deviates from the track beyond a preset cross-track limit. See Annex E.*

Category B and C systems shall monitor the actual position against the curved tracks. If this monitoring and alerting is not done, the system shall be a category A system and track control shall stop at the end of each leg.

5.1.3.7 Course difference alert

(See 6.4.5.8)

(A2/5.3.7) A warning shall be given if the actual heading of the ship deviates from the track course beyond a preset value. The preset course difference limit shall be large enough to prevent unnecessary alerts (see Annex E).

5.1.3.8 Low speed alert

(See 6.4.5.9)

(A2/5.3.8) If speed through the water in the fore/aft direction is lower than a predefined limit necessary for steering the ship under track control (minimum manoeuvring speed for track control) a warning shall be given. This alert is not required to be an integral part of the track control system.

5.1.3.9 End of track alert

(See 6.4.5.10)

A warning shall be given between 3 min and 6 min before the last waypoint of the active track is passed. If the end of track warning is not confirmed/acknowledged by the officer of the watch (user) within 30 s the alert priority shall change from warning to alarm. The end of track alarm is defined to be associated with NA activation (see 5.1.3.11).

5.1.3.10 Track control stopped alert

(See 6.4.5.11)

A track control stopped warning shall be given if the system automatically switches over to heading control or is unable to continue operation. If the track control stopped warning is not confirmed/acknowledged by the officer of the watch (user) within 30 s the alert priority shall change from warning to alarm. The track control stopped alarm is defined to be associated with NA activation (see 5.1.3.11).

5.1.3.11 Handling of the Back-up Navigator Alarm (NA)

(See 6.4.5.13)

A graphical description of the sequences described here is given in Figure A.2.

The back-up navigator alarm shall call assistance to the bridge by transfer of the unacknowledged alarm within the track control system to the BNWAS (see IEC 62616).

For all those unacknowledged alarms, required by this standard to have the NA activation function, the track control system shall generate the back-up navigator alarm output to the BNWAS, i.e. activate the NA signal output (either by contact closure or equivalent circuit, or an IEC 61162 interface using the ALR sentence).

Power failure of track control system shall not activate the NA signal output.

The NA shall be activated in accordance with the following.

- If within 30 s of the alarm's occurrence, the alarm has not been acknowledged, or has not been temporarily silenced, and the alarm condition has not been rectified, then the NA shall be activated.

- If within 30 s of the alarm's occurrence, the alarm has not been acknowledged, has not been rectified, but has been temporarily silenced by the operator, then the following will apply:

When the silencing expires, the NA activation shall function as if the alarm condition just arose, but any further silencing shall not result in further delay of the NA. Note that the silencing specified here is the temporary silence function which expires, reactivating the audible announcement, after 30 s.

As soon as all of the alarms associated with NA activation are acknowledged or rectified, the NA shall be deactivated. Note that acknowledgement may occur locally, remotely, or as a result of turning off the alert generating function (e.g. disabling track control).

5.1.3.12 Remote acknowledgments of alerts

(See 6.4.5.14)

Remote temporary silencing and remote acknowledgement shall be possible via alert related communication described in IEC 61924-2 (see also Annex K).

Remote acknowledgement shall only be possible for category B alerts (alerts where no additional information for decision support is necessary as described in IEC 61924-2).

Remote silencing of the relevant audible alarms of the TCS shall be possible at any time.

5.2 Ergonomic criteria

5.2.1 Operational controls

5.2.1.1 Controls for track control

(See 6.4.8)

(A2/6.1.1) *Means shall be provided to:*

- .1 *accept or calculate the course between subsequent waypoints; and*
- .2 *adjust radius or rate of turn, all user settable track control related limits, limits for alerts, functions and other control parameters.*

Means may include but are not limited to a keyboard, knob or input at a screen.

NOTE There are restrictions described in 5.1.1.7.

5.2.1.2 Change over controls

(See 6.4.6.5, 6.4.8)

(A2/6.1.2.1) *Track control to manual control*

Changing over from track control to manual steering shall be possible by a single operator action.

(A2/6.1.2.2) *Track control to heading control*

If the track control system can be operated with a heading control system, changing over from track to heading control shall be possible by a single operator action.

(A2/6.1.2.3) *Location of change over controls*

The steering mode selector switch or override facility, if installed, shall be located at or in the immediate vicinity of the main conning position.

5.2.2 Presentation of information

5.2.2.1 Continuously displayed information

(See 6.4.7.1)

(A2/6.2.1) *The following information shall be displayed clearly and continuously in the vicinity of the main conning position; but not necessarily on a single display:*

- .1 *mode of steering;* for category B systems, an additional “assisted turn” indication shall be provided during course change manoeuvres;
- .2 *sources of actual selected position, heading and speed;*
- .3 *status and failure of selected heading, speed, and position sensors (if any) and their related monitoring functions;*
- .4 *track course and actual heading;*
- .5 *actual position, cross-track distance including direction and speed over ground;*
- .6 *TO-waypoint and NEXT-waypoint;*
- .7 *time and distance to TO-waypoint;*

NOTE In this subclause the TO-waypoint means the related wheel-over.

- .8 *next track course;*
- .9 *selected track identification.*

Items .4, .5, .7 and .8 shall be displayed numerically.

All displayed information shall conform to the general requirements for displays contained in IEC 62288.

5.2.2.2 Information to be provided on demand

(See 6.4.7.2)

(A2/6.2.2) *The following information shall be provided on demand:*

- .1 *a list of pre-planned waypoints including*
 - *waypoint numbers,*
 - *co-ordinates,*
 - *courses and distances between waypoints,*
 - *turn radius or rates of turn of the curved track(s) (~A);*
- .2 *all user settable track control related limits and other preset control parameters;*
- .3 *geodetic datum in use.*

The facility to provide the information in .1 is not required to be an integral part of the track control system.

5.2.2.3 Presentation

(See 6.4.7.1)

(A2/6.2.3) *Logically related values such as preset and actual values shall be displayed as a pair of data.*

5.3 Design and installation

The track control system shall be designed, manufactured and installed in accordance with recognized international quality standards, such as ISO 9000.

5.4 Interfacing

5.4.1 Sensors

(See 6.2.2.2)

(A2/7.1) *The track controller shall be connected to position, heading and speed sensors which meet the standards of the International Maritime Organization. The heading measurement system shall be a gyro-compass or equivalent.*

NOTE Information flowing within the EUT can contain proprietary data.

5.4.2 Status information

(See 6.4.5.5)

(A2/7.2) *All connected sensors shall be able to provide status, including failure information. The track control system shall check for received status and failure information. If a sensor used for track control does not provide status or failure information, the track control system shall perform corresponding plausibility checks.*

If a sensor is capable of distributing both processed sensor data and unprocessed sensor data then the status of the processing shall be incorporated in the data communication protocol. For example, if the distributed heading is normally corrected for speed/latitude error then the protocol should inform if this being the case or not, see Annex K.

5.4.3 Standards

(See 6.2.2.2)

(A2/7.3) *The track control system shall be capable of digital, serial communication with the ships navigation system and comply with the IEC 61162 series.*

The track control system shall support the IEC 61162 series interfaces as given in Annex K as a minimum. In addition, suitable alternative input or output interfaces may be used for instance equivalent Parameter Group Numbers (PGNs) with a IEC 61162-3 interface.

The manufacturer shall specify which IEC 61162 part each physical interface supports.

5.5 Fall-back arrangements

5.5.1 Failure of track control

(See 6.4.6.1)

NOTE The associated alerts are stated in 5.1.3.

If track control fails, a 'track control stopped warning' shall be given.

(A2/8.1.1) *If the heading control is installed and is still available then the system shall automatically switch over to heading control and*

- if sailing on a leg, *take the actual heading as the preset heading for the heading control, or a calculated heading in such a way that the actual COG shall be approximately maintained,*
- if sailing on a curved track, the turn shall be completed and the track course of the next leg shall be taken over as the preset heading (~A).

(A2/8.1.2) *If the heading control is not available the rudder angle shall be maintained. The rudder angle shall be set to a fixed angle in such a way that:*

- if sailing on a leg, the actual heading shall be approximately maintained;

- if sailing on a curved track, the actual rate of turn shall be approximately maintained (~A).

For advice on failure of track control mode when dual heading controllers are installed, see Annex C.

5.5.2 Failure of position sensor

(See 6.4.6.2)

Position can be based on single position sensor or optionally can be based on multiple position sensors.

If the Track Control System is connected to multiple sensors (not integrated into an INS) an automatic change of sensors shall generate a warning. In this case position information has failed, or is unavailable, when all connected position sensors fail or are unavailable at the same time.

If position is based on CCRS position available from the INS and if the INS has reported that the CCRS position has failed integrity check (state failed in NSR sentence from the INS) or has not been possible (state doubtful in NSR sentence from the INS), then this situation shall be treated as if the CCRS position has failed or is unavailable.

If position information has failed or is unavailable, then:

- the position sensor alarm shall be activated;
- the track control system shall automatically switch to heading control within 10 min of the failure having been detected and a “track control stopped warning” shall be generated. The system shall
 - if sailing on a leg, take the actual heading as the preset heading;
 - if sailing on a curved track, complete the turn and take the track course of the next leg as the preset heading (~A).

When at position failure condition and not switched to heading control system, then

- the track control system shall provide the estimated position of the ship by dead reckoning as a minimum and use it for track control;
- after 1 min or less, another warning shall be activated giving the advice to switch to a valid and available position sensor, heading control or manual steering;
- even if acknowledged, this warning shall be repeated every 2 min until steering mode has been changed manually or automatically.
- when a position sensor becomes available before steering mode has been changed manually or automatically, the system may switch automatically back to position sensor information and, in that case, shall generate a warning.

The manual or automatic switching of position information shall not generate excessive rudder activities.

5.5.3 Failure of the heading measuring system

(See 6.4.6.3)

Heading can be based on single heading sensor or optionally can be based on multiple heading sensors.

If the Track Control System is connected to multiple sensors (not integrated into an INS), an automatic change of sensors shall generate a warning. In this case heading information has failed or is unavailable, when all connected heading sensors fail or are unavailable at the same time.

If heading is based on CCRS heading available from the INS and if the INS has reported that the CCRS heading has failed integrity check (state failed in NSR sentence from the INS) or has not been possible (state doubtful in NSR sentence from the INS), then this situation shall be treated as if the CCRS heading has failed or is unavailable.

If heading information has failed or is unavailable, then:

- the heading sensor alarm shall be activated;
- the 'track control stopped' warning shall be activated, giving advice to the user to switch to manual control.
- (A2/8.2.1) *The actual rudder angle shall be maintained* (i.e. stay in position). The rudder angle shall be set to a fixed angle in such a way that
 - if sailing on a leg, the actual heading shall be approximately maintained;
 - if sailing on a curved track, the actual rate of turn shall be approximately maintained (~A).

5.5.4 Failure of the speed sensor

(See 6.4.6.4)

Speed can be based on single speed sensor/source or optionally can be based on multiple speed sensors/sources.

If the Track Control System is connected to multiple sensors (not integrated into an INS) an automatic change of sensors shall generate a warning. In this case speed information has failed or is unavailable, when all connected speed sensors fail or are unavailable at the same time.

If speed is based on CCRS speed available from the INS and if the INS has reported that the CCRS speed has failed integrity check (state failed in NSR sentence from the INS) or has not been possible (state doubtful in NSR sentence from the INS), then this situation shall be treated as if the CCRS speed has failed or is unavailable.

If speed information has failed or is unavailable, then:

- the speed sensor alarm shall be activated;
- the track control mode shall continue and use the last plausible speed of the ship, or a system derived speed as fallback information.

NOTE Examples of system derived speed information are an estimate deduced from continuous observation of shift of positions, or deduced from propeller RPM, etc.

In case of a reduction of the track control performance, the track control system shall additionally provide the following user guidance and alerts:

- after 1 min, or less, a warning shall be activated giving the advice to switch to a valid, alternative speed information or to change the steering mode.
- even if acknowledged, this warning shall be repeated every 2 min until a valid, alternative speed information (e.g. system derived speed) has been intentionally selected or steering mode has been changed.

When a suited speed sensor becomes available before the steering mode has been changed, the system may automatically switch back to speed sensor information and, in this case, shall generate a warning.

The manual or automatic switching of speed information shall not generate excessive rudder activities.

6 Test requirements and results

6.1 General

All tests in this clause are intended to be executed in a laboratory environment with a simulator. Additional onboard tests may or may not be required.

6.2 General requirements

6.2.1 Environmental tests

6.2.1.1 General

The EUT shall meet the test requirements of IEC 60945. The equipment shall comply with the requirements of IEC 60945 that are appropriate to its category or alternatively, evidence of prior testing shall be supplied.

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

For the purposes of this standard, the following tests and checks shall be used for environmental tests:

- performance check: short functional check to show that the equipment under test is still operational without investigating all details of its functionality, for example power on equipment and activate a function.
- performance test: detailed test of the equipment covering all functions provided. A performance test shall ensure that the full functionality is available under the present environmental conditions, power supply and input/output conditions, for example satisfactorily performing a subset of scenario 3.
- inspection: visual check of the equipment or documentation.

6.2.1.2 Test site

Tests will normally be carried out at test sites, accredited by the type test authority. The manufacturer shall, unless otherwise agreed, set up the equipment and ensure that it is operating normally before type testing commences.

6.2.1.3 Identification of the equipment under test (EUT)

The IMO performance standards for track control systems do not require distinct hardware components supporting distinct functions. It is up to the manufacturer to perform the different tasks for track control in possibly different physical and logical parts of its system. This may result in different layout solutions for the

- physical parts involved,
- logical parts involved,
- general data flow between physical and/or logical parts,
- sensor interfaces,
- locations of required functions,
- user access (human machine interface).

Therefore, the EUT's special layout and its information flow have to be identified before it can be decided which tests are applicable. Identification should follow a functional approach in steps:

- a) identify functions to perform different tasks of track control;
- b) identify information flow between functions;

- c) identify dependencies between functions (see Annex D);
- d) identify in which parts of the system the required functions are performed.

Identification of functions can be taken from the functional model of an integrated navigation system that incorporates track control (track control affected parts in boxes with solid lines), see Figure 1.

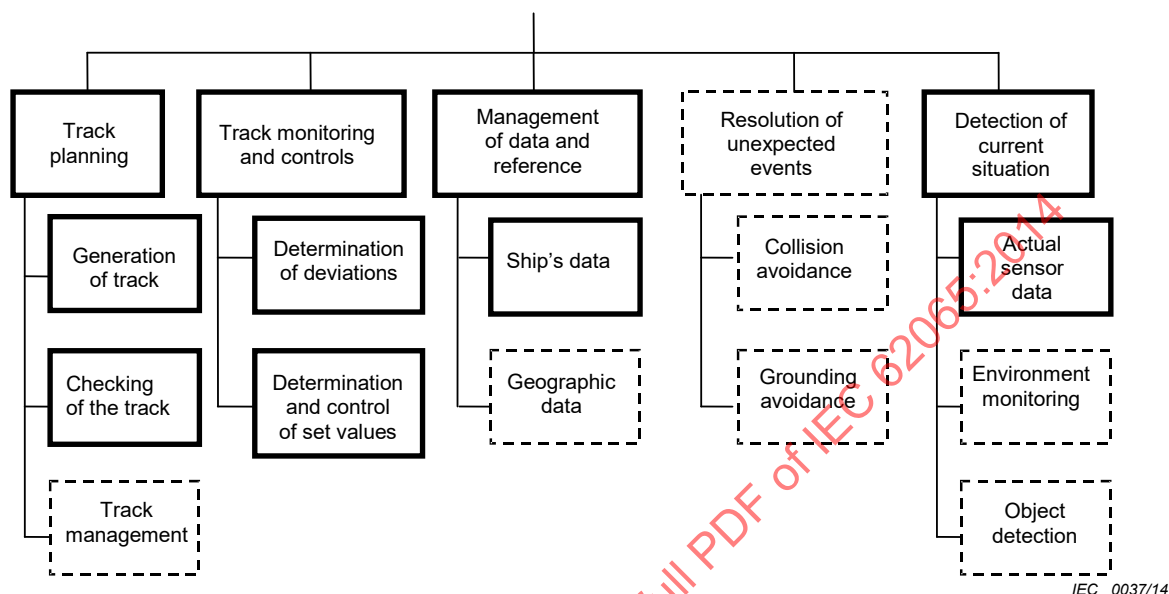


Figure 1 – Functional model of track control as part of an integrated navigation system

The information flow and the resulting dependencies between supported functions can be identified using the generic data flow diagram of the functional model (see Annex F). A general scheme of the EUT's components should be used to apply functions and their information flow to physical parts of the system.

6.2.1.4 Test of optional track control related modes

All track control related modes offered by the manufacturer shall be exercised.

6.2.2 Documentation

6.2.2.1 Equipment manuals

(See 5.1.2)

Verify that adequate information is provided to enable suitable qualified members of the ship's crew to operate and maintain the equipment properly.

6.2.2.2 Technical documentation for type approval

(See 5.1.1.3, 5.4.1, 5.4.2)

Manufacturer's documentation shall include:

- a test certificate according to IEC 60945;
- documentation of all system components and all relevant internal parts (parts lists, parts numbers, drawings, pictures, etc.) according to IEC 60945 test certificates;
- wiring diagrams of system components;
- data flow diagrams of system components;

- documentation of external interfaces available;
- documentation of sensor data use, derived sensor data validity, ships parameters and reference parameters in physical and logical system components;
- layout of the minimum system configuration and all other system configurations possible relevant to track control;
- identification of relevant system components including names and numbers;
- identification of relevant software revision numbers;
- documentation specified by the IEC 61162 series for all relevant system components;
- documentation of manufacturer test results based on this standard where appropriate.

6.2.3 Declarations

Some requirements cannot be verified by objective measurements.

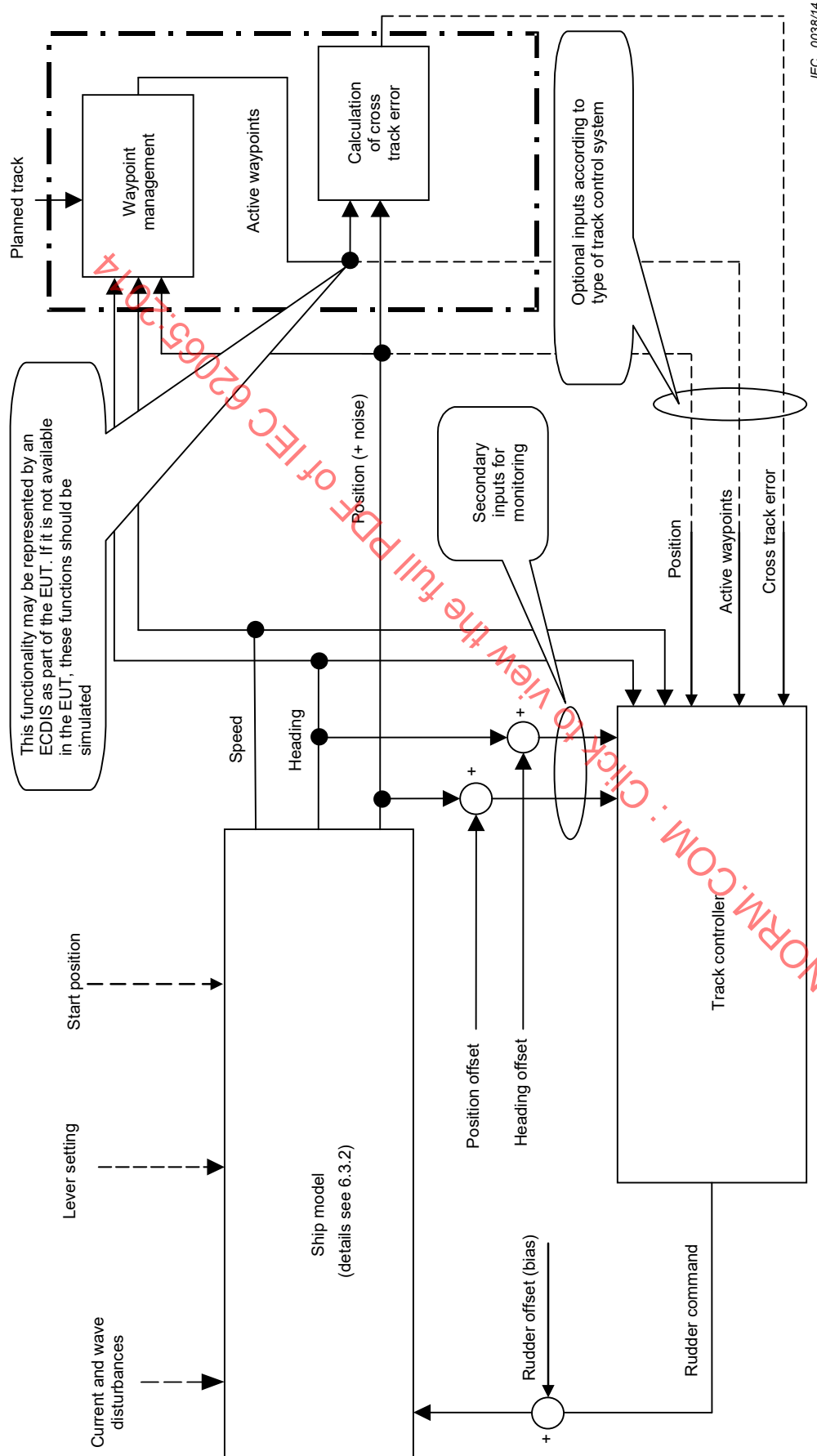
Verify that

- the declaration and relevant documentation comply with the requirements in Clause 5; and
- the general hardware and functional composition of the equipment and the relevant category of IEC 60945 for each unit is declared (see Clause 5).

6.3 Environment setup

6.3.1 General

Prepare the test environment (see Figure 2) including necessary simulators and install the interfaces to the EUT. Verify that the 3 ship classes described below (see 6.3.2) are available in the simulator. Prepare the scenarios by loading the test tracks into the planning system which is used by the EUT.



IEC 0038/14

Figure 2 – Block diagram

6.3.2 Ship motion simulator

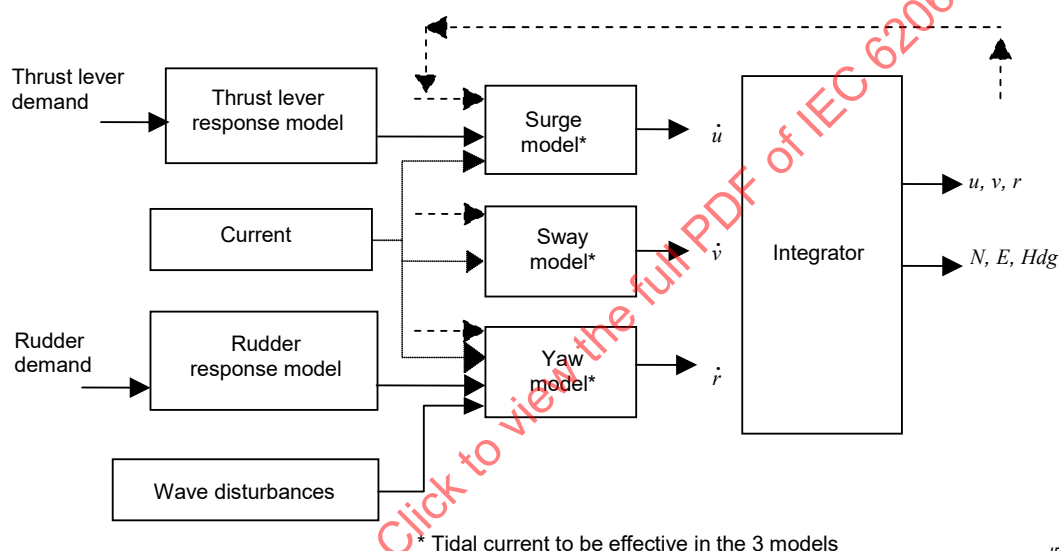
All functional tests of the track control system shall be performed using the ship motion simulator.

The ship's manoeuvrability shall be simulated in the range of

- ship class A: ferry, 30 kn,
- ship class B: container ship, 25 kn,
- ship class C: tanker, 10 kn.

The parameters of classes A, B and C are specified in Annex I, Table I.5.

These ship classes shall be used during the test of the track control system together with the scenarios defined in Annex G.



IEC 0039/14

Figure 3 – High level block diagram

The mathematical model of the ship motion simulator is based on linear relationships between motions, propulsion and rudder control inputs, and the forces acting on the vessel (see Figure 3). The model may be set up using eight coefficients, all of which are related in a simple way to ship characteristics which are readily measured. One of the parameters is a stability coefficient which allows the model to be set up to exhibit straight-line instability. Parameter lists to generate three different types of ships and a detailed description of the simulator is given in Annex I.

The model shall accept data at a rate not less than specified in Table 1:

Table 1 – Simulator input rate

Input to simulator	
Demand RPM	Demanded rudder
1 Hz	10 Hz

The model shall update data and produce messages at a rate not less than specified in Table 2:

Table 2 – Simulator output rate

Output of simulator			
Position	Speed	Heading	Rudder feedback
1 Hz	1 Hz	10 Hz	10 Hz

Additional simulation facilities for the following signals and functions shall be provided for:

- position (second position source for monitoring, random noise model, failures, integrity, alert communication),
- heading (second heading source for monitoring, integrity, alert communication),
- speed (second speed source for monitoring, integrity, alert communication),
- steering mode selection, override tiller, alert panel.

The noise model described in Annex H shall be used for the simulated position.

The resolution and accuracy of the simulated signals shall be in accordance with the applicable IMO, IEC and ISO requirements. The signal simulation shall use the interface standard as defined in relevant part of IEC 61162. Any other types of interfaces (for example, stepper or synchro, pulse log) shall also be tested.

6.3.3 Test scenarios

The following test scenarios shall be used for the performance test of the track control system.

- Scenario 1:

Complex track at 0°N/0°E with ship class A.

- Scenario 2:

Complex track at 0°N/180°E with ship class C.

- Scenario 3:

Zigzag track at 65°N/0°E with ship class B.

- Scenario 4:

Rhumb line/great circle Atlantic track (Boston to Rotterdam) with ship class B.

Details of the scenarios and graphs of the tracks are given in Annex G.

6.3.4 Planning

6.3.4.1 General

The defined test scenarios shall be created by the planning system used by the EUT and transferred to the EUT or stored.

6.3.4.2 Enter waypoints

Enter the waypoints of the test scenarios into the planning system. If necessary, they may be entered or transferred into other parts of the EUT.

6.3.4.3 Enter additional data

Enter additional data (limits, control data, ship's parameters, etc.) as defined in the operating manual of the EUT.

6.3.4.4 Store

Store the planned data so that they may be recalled and activated during execution of the test scenarios.

6.4 Test execution

6.4.1 General

Before any track becomes the active track, perform a check of the track data according to the operating manual of the EUT.

All tests concerning curved tracks

- shall be executed with systems able to perform full track control on these track segments (category C).
- shall be executed with systems able to perform an approximation by means of an assisted turn on these track segments (category B).
- shall not be executed with systems without curved track control (category A). In these cases course changes to follow the scenarios specified within this standard shall be performed using means according to the manufacturer's documentation.

6.4.2 Check the track

6.4.2.1 Check the radius (~A)

(See 5.1.1.2)

6.4.2.1.1 Purpose

The purpose of this test is to verify that the track control system recognizes radius data that does not match the waypoint data (geometric check).

6.4.2.1.2 Method of testing

Load the track data of scenario 1 and change or attempt to change the radius of waypoint 3 and 4 to 1,0 NM. Perform a check of the pre-planned track.

6.4.2.1.3 Required test results

Verify that indications are produced and that the changed track cannot be activated.

Restore the previous radius data and verify that no error messages are produced.

6.4.2.2 Check the waypoints

(See 5.1.1.2, 5.1.1.7)

6.4.2.2.1 Purpose

The purpose of this test is to verify that the track control system recognizes erroneous waypoint data (geometric check).

6.4.2.2.2 Method of testing

Load the track data of scenario 1 and move or attempt to move the position of waypoint 3 to the position of waypoint 1. Perform a check of the pre-planned track.

6.4.2.2.3 Required test results

Verify that indications are produced and that the changed track cannot be activated.

Restore the previous waypoint data and verify that no error messages are produced.

6.4.2.3 Check against the ship dynamics (~A)

(See 5.1.1.2, 5.1.1.7)

6.4.2.3.1 Purpose

The purpose of this test is to verify that the track control system detects a track that cannot be steered based on the ship's manoeuvrability (dynamic check).

6.4.2.3.2 Method of testing

Configure the track control system to use ship class C parameters. Load the data of scenario 1 into the system. Perform a check of the pre-planned track.

6.4.2.3.3 Required test results

Verify that track control cannot be activated and indications are produced that the track is not correct.

6.4.2.4 Invalidation of a modified track

(See 5.1.1.2, 5.1.1.7)

6.4.2.4.1 Application

If the planning system does not perform the check track function, this test applies.

6.4.2.4.2 Method of testing

Change the radius of waypoint 8 in scenario 2 to 0,25 NM (~A).

Repeat for any other methods of changing the track, including any facility to replace the active track.

6.4.2.4.3 Required test results

Verify that in all cases this modified track cannot become the active track.

6.4.2.5 Replace an active track without stopping track control

(See 5.1.1.7)

6.4.2.5.1 Application

If the track control system can replace the active track without stopping track control, this test applies.

6.4.2.5.2 Method of testing

Place the ship's position between waypoints 6 and 7 of scenario 2 and activate track control.

Change a copy of scenario 2 by modifying the course between waypoints 6 and 7 so that the starting requirements are not fulfilled by the current ship's position.

6.4.2.5.3 Required test results

Verify that the system prevents the track copy from becoming active.

6.4.3 Execution of the scenarios

6.4.3.1 Start track control on the pre-planned track

(See 5.1.1.2)

6.4.3.1.1 Application

This test only applies to systems that start track control directly, sailing on or near to the pre-planned track.

6.4.3.1.2 Purpose

The purpose of this test is to verify that the track control system is able to activate a pre-planned track, to display the track-related data, to reject or to accept the activated track and to activate track control, if accepted.

6.4.3.1.3 Display of data

6.4.3.1.3.1 Method of testing

Load the track of scenario 1 and set up the simulator accordingly. Set the simulated position on the leg between the first and second waypoint of the track. Set the ship's heading to 0° and the rudder to midships. Set the simulated speed according to the scenario.

Activate the pre-planned track.

6.4.3.1.3.2 Required test results

Verify that graphic displays, if available, show the ship sailing on the first leg heading towards waypoint 2. Verify that specified information to be displayed continuously or on demand is presented correctly.

6.4.3.1.4 “Start track control” not accepted

6.4.3.1.4.1 Method of testing

Set the heading to the track course and the simulated ship's position so that the cross-track difference to the track is beyond a preset limit.

Set the ship's position on the track and the simulated heading so that the course difference is beyond a preset limit.

6.4.3.1.4.2 Required test results

Verify with each of the methods that track control cannot be started and that the system gives an indication of the reason.

6.4.3.1.5 “Start track control” accepted

6.4.3.1.5.1 Method of testing

Set the simulated ship's position and heading in such a way that

- the cross-track difference to the track is below but close to the preset limit,
and
- the course difference is below but close to the preset limit.

6.4.3.1.5.2 Required test results

Verify that the system accepts track control.

Verify that the track control system steers to the second waypoint. The system shall steer smoothly towards and then join the track.

6.4.3.1.6 Track modification

(See 5.1.1.7)

6.4.3.1.6.1 Method of testing

Attempt to modify the relevant data of the FROM-, TO- and (~A) NEXT-waypoint of the activated track during track control.

6.4.3.1.6.2 Required test results

Verify that this is not possible without creating a new track and passing the starting requirements (see 6.4.1).

6.4.3.1.7 Start track control using a temporary track (~A)

(See 5.1.1.2)

6.4.3.1.7.1 Application

This test only applies to systems capable of generating a temporary track.

6.4.3.1.7.2 Purpose

The purpose of this test is to verify that the system or the user is able to generate a temporary track, to display the track-related data, to reject or to accept the temporary track and to start track control.

6.4.3.1.7.3 Method of testing

Perform the following tests.

- a) Load the track of scenario 1 and set up the simulator accordingly. Set the simulated position near but not on the track. Set the heading to 0° and the rudder to midships. Set the simulated speed according to the scenario.
- b) Activate the pre-planned track.
- c) Attempt to create a condition so that the temporary track does not fulfil the starting requirements and attempt to start track control.
- d) If track control has not been started, start track control with a temporary track which does fulfil the starting requirements.

6.4.3.1.7.4 Required test results

Verify that:

- a) the track control system or the user is able to generate a temporary track guiding to the pre-planned track. Verify that the system graphically displays the temporary track attaching to the pre-planned track. Verify that the temporary track can be accepted or rejected;

- b) the specified information to be displayed continuously or on demand is presented correctly;
- c) if this was successful, track control cannot be started and the system gives an indication of the reason;
- d) the following results are met:
 - track control can be started and the system accepts the temporary track;
 - the system turns the ship towards the track course of the temporary track and then follows it and joins the pre-planned track.

6.4.3.1.8 Temporary track modification

(See 5.1.1.7)

6.4.3.1.8.1 Method of testing

Attempt to modify the FROM, TO and NEXT waypoint of the temporary track during track control along the temporary track.

6.4.3.1.8.2 Required test results

Verify that this is not possible without creating a new temporary track and passing the starting requirements (see 6.4.1).

6.4.3.1.9 Pre-planned track modification

(See 5.1.1.7)

6.4.3.1.9.1 Method of testing

Proceed along the temporary track on to the pre-planned track. Attempt to modify the relevant data of the FROM, TO and NEXT waypoint of the activated pre-planned track during track control.

6.4.3.1.9.2 Required test results

Verify that this is not possible without creating a new track and passing the starting requirements (see 6.4.1).

6.4.3.2 Execute track control under undisturbed conditions

(See 5.1.1.1, 5.1.1.8)

6.4.3.2.1 Application

The following subclauses define the details of the tests to be executed with each scenario under operationally normal and undisturbed conditions.

6.4.3.2.2 Test using Scenario 1

6.4.3.2.2.1 Purpose

The purpose of this test is to verify that the EUT is able to perform track control according to scenario 1 with a class A ship and various turn rates/radii.

6.4.3.2.2.2 Method of testing

Set the course difference limit to 15° and the cross-track limit to 35 m. Load the track of scenario 1 and set up the simulator and EUT accordingly. Start the simulation at the beginning of the first leg of the track.

Start track control and let the system follow the track until the last waypoint is passed.

At the end of each leg confirm/acknowledge the course change alerts within the assigned time windows (~A).

For category A, at the end of each leg confirm/acknowledge the 'end of track warning' within the assigned time windows.

6.4.3.2.2.3 Required test results

As the ship proceeds along the track, verify that:

- the ship's actual course and position do not deviate from the pre-planned track beyond the preset limits;
- the graphic screens, if available, display the ship sailing on the track;
- the displayed information is presented correctly, referencing the activated track and switch from leg to leg automatically;
- the course change alerts are given as specified in 5.1.1.5, 5.1.1.6 (~A);
- for category A, the 'end of track warning' is generated at the end of each leg as specified in 5.1.1.17.
- at the end of the track, the system proceeds as required under 5.1.1.17.

Furthermore, if the system supports track control along curved tracks, verify that:

- the track graphics include the curved tracks presenting the correct radii;
- the course changes are executed using the correct radii;
- once the ROT (+/- 10 %) has been achieved and until the steady part of the turn completes, the RMS of applied rudder is less than 20 % of maximum rudder as defined by the model.

6.4.3.2.3 Test using scenario 2

6.4.3.2.3.1 Purpose

The purpose of this test is to verify that the EUT is able to perform track control according to scenario 2 with a class C ship and various turn rates/radii.

6.4.3.2.3.2 Method of testing

Set the course difference limit to 15° and the cross-track limit to 100 m. Set up the simulator and the EUT according to scenario 2. Start the simulation at the beginning of the first leg. Start track control and let the system follow the track until the last waypoint is passed. At the end of each leg confirm/acknowledge the course change alerts within the assigned time windows (see also 6.4.5.10) (~A).

6.4.3.2.3.3 Required test results

As the ship proceeds along the track, verify that:

- the ship's actual course and position do not deviate from the pre-planned track beyond the preset limits;
- the graphic screens, if available, display the ship sailing on the track;
- the displayed information is presented correctly, referencing the activated track and switch from leg to leg automatically;
- the course change alerts are given as specified in 5.1.1.5, 5.1.1.6 (~A);
- at the end of the track the system proceeds as required under 5.1.1.17.

Furthermore, if the system supports track control along curved tracks, verify that:

- the track graphics include the curved tracks presenting the correct radii;
- the course changes are executed using the correct radii.
- once the ROT (+/- 10 %) has been achieved and until the steady part of the turn completes, the RMS of applied rudder is less than 20 % of maximum rudder as defined by the model.

6.4.3.2.4 Test using scenario 3

6.4.3.2.4.1 Purpose

The purpose of this test is to verify that the EUT is able to perform track control according to scenario 3 with a class B ship and various turn rates/radii.

6.4.3.2.4.2 Method of testing

Set the course difference limit to 15° and the cross-track limit to 60 m. Set up the simulator and the EUT according to scenario 3. Start the simulation at the beginning of the first leg. Start track control and let the system follow the track until the last waypoint is passed. At the end of each leg confirm/acknowledge the course change alerts within the assigned time windows.

6.4.3.2.4.3 Required test results

As the ship proceeds along the track, verify that:

- the ship's actual course and position do not deviate from the pre-planned track beyond the preset limits;
- the graphic screens, if available, display the ship sailing on the track;
- the displayed information is presented correctly, referencing the activated track and switch from leg to leg automatically;
- the course change indications/alerts are given as specified in 5.1.1.5, 5.1.1.6 (~A);
- at the end of the track the system proceeds as required under 5.1.1.17.

Furthermore, if the system supports track control along curved tracks, verify that:

- the track graphics include the curved tracks presenting the correct radii;
- the course changes are executed using the correct radii.
- once the ROT (+/- 10 %) has been achieved and until the steady part of the turn completes, the RMS of applied rudder is less than 20 % of maximum rudder as defined by the model.

6.4.3.2.5 Test using scenario 4 rhumb line (RL)

6.4.3.2.5.1 Purpose

The purpose of this test is to verify that the EUT is able to perform long term track control according to scenario 4 with a class B ship in rhumb line (RL) mode.

6.4.3.2.5.2 Method of testing

Set the course difference limit to 25° and the cross-track limit to 200 m. Set up the simulator and the EUT according to scenario 4.

- a) Start track control on the first leg in RL mode and let the system follow the track until waypoint 3 is passed. Confirm/acknowledge the course change alerts within the assigned time windows (~A).
- b) Let the system follow the leg from waypoint 3 to waypoint 4 (this can be done unattended). Stop track control before or at waypoint 4.

6.4.3.2.5.3 Required test results

The following results are required.

- a) Verify
 - the correctness of information on graphic displays, if available;
 - the correctness of specified track-related data during the test;
 - that the course change alerts are given as specified in 5.1.1.5, 5.1.1.6 (~A).
- b) Verify by recording or observation that the ship proceeds from waypoint 3 to waypoint 4 along a constant track course with a cross-track deviation not greater than 50 m.

6.4.3.2.6 Test using scenario 4 great circle (GC)

6.4.3.2.6.1 Application

This test is restricted to systems able to steer along a track in great circle (GC) mode.

6.4.3.2.6.2 Purpose

The purpose of this test is to verify that the EUT is able to perform long term track control according to scenario 4 with a class B ship in great circle mode and that the system is able to switch over from rhumb line to great circle mode and vice versa.

6.4.3.2.6.3 Method of testing

Set the course difference limit to the maximum specified by the manufacturer and the cross-track limit to 1 000 m. Set up the simulator and the EUT according to scenario 4. Set the leg from waypoint 07 to waypoint 08 to great circle mode.

- a) Start track control at the end of the leg from waypoint 06 to waypoint 07 in rhumb line mode and let the system follow the track until waypoint 07. If the system does not switch automatically to great circle mode, select great circle mode manually.
- b) Continue great circle track control for a minimum of 4 h.
- c) Restart track control on the four great circle positions between waypoint 07 and waypoint 08.
- d) Restart track control after setting the position before and the heading along the end of the great circle leg between waypoint 07 and waypoint 08 and let the system pass waypoint 08. If the system does not switch automatically to rhumb line mode, select rhumb line mode manually.

6.4.3.2.6.4 Required test results

The following results are required.

- a) Verify
 - that the switch over from rhumb line to great circle is performed;
 - the correctness of the graphic displays, if available;
 - the indicated track-related data during the test are correct.
- b) Verify that
 - the course changes while the ship is sailing on the great circle leg;
 - the tested part of the leg is sailed on a great circle according to the calculated courses of scenario 4 without track deviations greater than the test cross-track limit (by recording or observation).
- c) Verify that
 - the courses on the great circle approximation are correct.

d) Verify that

- the system is able to switch over from great circle to rhumb line mode automatically or manually after waypoint 08 has been passed;
- the tested part of the leg between waypoint 08 and waypoint 09 is sailed on a rhumb line according to the calculated course and with a cross-track deviation not greater than 50 m.

6.4.4 Execution of additional tests**6.4.4.1 Adaptation**

(See 5.1.1.9)

6.4.4.1.1 Purpose

The purpose of this test is to verify that the EUT is able to adapt by manual or automatic means to varying speed and weather conditions. Notice that the performance of the above tests covers the verification of system capabilities for different loading conditions. For systems requiring preconditioning, provide sufficient adaptation to the ship model in use before the test scenarios are performed.

The effects of speed variations and weather conditions to be tested are:

- influence of speed change during the turn;
- influence of current change on a leg;
- influence of current during the turn;
- influence of sea state during the turn;
- influence of sea state change on a leg.

See Annex J for an explanation of the tests.

6.4.4.1.2 Method of testing

Load the track of scenario 3 and set up the simulator accordingly, as follows.

a) Adaptation to intended speed change

- 1) Set the simulated ship on the first leg at a distance of 2 NM to 3 NM from WP2 sailing a course of 040° at 10 kn. Start track control. After the turn has been initiated, increase the commanded speed to 20 kn.
- 2) Restart track control on the second leg at a distance of 3 NM to 4 NM from WP3 sailing a course of 140° at 20 kn. After the turn has been initiated, decrease the commanded speed to 12 kn.

b) Adaptation to current change

- 1) Restart track control on the second leg sailing a course of 140° at 20 kn. When the simulated ship is 4 NM to 5 NM from WP3, induce a simulated current of 5 kn perpendicular to the track.
- 2) Restart track control on the first leg at a distance of 2 NM to 3 NM from WP2 sailing a course of 040° at 20 kn. In the middle of the turn, induce a simulated current of 5 kn northwards.
- 3) Restart track control on the second leg at a distance of 3 NM to 4 NM from WP3 sailing a course of 140° at 20 kn. In the middle of the turn, induce a simulated current of 5 kn northwards.

c) Adaptation to sea state

- 1) Restart track control on the first leg at a distance of 2 NM to 3 NM from WP2 sailing a course of 040° at 20 kn. Set the simulated sea state to 2 and complete the turn.

- 2) Restart track control on the second leg at a distance of 2 NM to 3 NM after WP2 sailing a course of 140° at 20 kn at sea state 2. In the middle of the leg, induce a simulated sea state of 5.

d) Adaptation to loading conditions

Confirm by inspection of manufacturer's documentation that the EUT includes a method for adaptation to different loading conditions.

6.4.4.1.3 Required test results

6.4.4.1.3.1 Category A and category C

For category A cases b) 1) and c) 2) and for category C cases a) 1) to c) 2).

Verify that the track control system is able to adapt to the varying conditions by automatic or manual means and that it follows the track without exceeding the cross-track limit.

6.4.4.1.3.2 Category B

Cases a) 1), a) 2) and b) 2) to c) 1) verify that:

- the track control system is able to adapt to the varying conditions by automatic or manual means and that it follows the track approximately,
- in case the actual position deviates from the curved track beyond the pre-set limit, a cross-track alarm is given (see 5.1.3.6),
- the manoeuvre back to the pre-planned track is performed in a predictable and safe manner without excessive rudder activity.
- it is possible to adjust the rate(radius) of turn during the execution of the turn automatically and/or manually.

Confirm by inspection of manufacturer's documentation that:

- the manoeuvre back to track after exceeding the cross-track limit is exemplified including a graphical presentation,
- the conditions for reactivation of track control after the assisted turn is completed are described.

Cases b) 1) to c) 2):

Verify that the track control system is able to adapt to the varying conditions by automatic or manual means and that it follows the track without exceeding the cross-track limit.

6.4.4.2 Rudder activity

(See 5.1.1.10)

6.4.4.2.1 Purpose

The purpose of this test is to verify that the EUT is able to prevent unnecessary activation of the rudder due to normal yaw motion, sensor data resolution and statistically scattered position errors.

6.4.4.2.2 Method of testing

Load the track of scenario 3 and set up the simulator accordingly.

Set the simulated ship after waypoint 2 sailing a course of 140° at 20 kn.

Start track control and perform the following tests individually.

- Induce a periodical yaw motion using a sinus function with $f = 0,1$ Hz and an amplitude of $\pm 4^\circ$ into heading input of the track control.
- Induce the following reduced resolution sensor inputs, one at a time
 - heading $1/6^\circ$,
 - speed $1/2$ kn,
 - position data $1/100$ min (18 m).
- Induce statistically scattered position errors as per Annex H.

6.4.4.2.3 Required test results

Verify that the track control system is able to adapt to the disturbed environment by automatic or manual means and that it is following the track within the test track limit and without excessive activation of the rudder.

6.4.4.3 Ship steering bias

(See 5.1.1.9)

6.4.4.3.1 Purpose

The purpose of this test is to verify that the EUT is able to compensate for ship steering bias, such as asymmetries like hull flow and propeller effects.

6.4.4.3.2 Method of testing

Load the track of scenario 3 and set up the simulator accordingly. Set the rudder offset to $+2^\circ$ simulating a steering bias. Set the simulated ship just after WP1 sailing a course of 040° at 15 kn. Start track control. Stop track control after 20 min.

6.4.4.3.3 Required test results

Verify by observation that the track control system is able to compensate for the ship steering bias.

6.4.5 Monitoring and alerts

6.4.5.1 General

All tests of operational alerts shall verify that these alerts, if acknowledged, remain as an indication while the alert condition exists and complies with 5.1.3.

After each test in this clause, re-establish normal operation conditions for EUT.

6.4.5.2 Failure or reduction in power supply

(See 5.1.3.1)

6.4.5.2.1 Method of testing

Reduce the power supply of each component of the track control system successively below the limit specified by the manufacturer as the minimum for safe operation. In the absence of such data, limits according to IEC 60945 shall be used.

Switch off the power supply of each component of the track control system successively.

This test may be combined with environmental tests in 6.2.1.

6.4.5.2.2 Required test results

Verify that a warning is triggered (e.g. contact closure) by the track control system.

6.4.5.3 Position monitoring alert

(See 5.1.1.4, 5.1.3.2)

6.4.5.3.1 Method of testing

Supply a pair of position data to the position monitor function (see 5.1.1.4) to be used with the track control system. Modify the primary data or secondary data in such a way that the positions differ from each other by more than the preset alert limit.

If multiple position sensors are offered, then repeat the test method as needed to verify all sensor configurations.

6.4.5.3.2 Required test results

Verify that a corresponding warning is given.

6.4.5.4 Heading monitoring alert

(See 5.1.1.16, 5.1.3.3)

6.4.5.4.1 Application

This test applies only if the heading monitor function is an integral part of the track control system.

6.4.5.4.2 Method of testing

Supply a pair of heading data to the heading monitor function (see 5.1.1.16) to be used with the track control system. Modify the primary or secondary heading in such a way that the headings differ from each other by more than the preset alert limit.

If multiple heading sensors are offered, then repeat the test method as needed to verify all sensor configurations.

6.4.5.4.3 Required test results

Verify that a corresponding warning is given.

6.4.5.5 Failure and alert status of sensors

(See 5.1.1.16, 5.1.3.4, 5.4.2)

6.4.5.5.1 Method of testing

Successively modify input data from the position-fixing sensor, the heading sensor and speed sensor in use for track control to simulate a sensor failure or an alert status. If the EUT can accept position, heading or speed data from a sensor which does not provide status or failure information, modify the input data to a non-plausible value.

6.4.5.5.2 Required test results

Verify that an alert sequence and corresponding indications are generated as specified in 5.1.3.4.

(See also test of fall-back procedures defined in 6.4.5.)

6.4.5.6 Use of faulty signals

(See 5.1.3.5)

6.4.5.6.1 Method of testing

Successively provide input data from the position-fixing sensor, the heading sensor, the speed sensor and any other sensor provided for track control in the system so that it is tagged with a failure status. Attempt to select the faulty sensor.

6.4.5.6.2 Required test results

Verify that it is not possible to select the sensor for track control purposes and that a status indication is generated.

6.4.5.7 Cross-track alert

(See 5.1.3.6)

6.4.5.7.1 Method of testing

Perform the following tests.

- a) Modify the selected position so that a cross-track distance greater than the preset cross-track alert limit is generated.
- b) Acknowledge the alert and modify the selected position so that the preset cross-track alert limit is not exceeded.

6.4.5.7.2 Required test results

Verify that

- a) a corresponding alert of priority alarm is given.
- b) the alert status and its indication are cleared.

6.4.5.8 Course difference alert

(See 5.1.3.7)

6.4.5.8.1 Method of testing

Perform the following tests.

- a) Add a transversal current velocity so that the preset course difference alert limit is exceeded.
- b) Acknowledge the alert and modify the current velocity so that the preset course difference alert limit is not exceeded.

6.4.5.8.2 Required test results

Verify that

- a) a corresponding alert of priority warning is given,
- b) the alert status and its indication are cleared.

6.4.5.9 Low speed alert

(See 5.1.3.8)

6.4.5.9.1 Application

This test applies only to systems in which the low speed alert is an integral part of the EUT.

6.4.5.9.2 Method of testing

Perform the following tests.

- a) Reduce the selected speed input below the minimum speed for track control.
- b) Acknowledge the alert and set the selected speed input to a value higher than the minimum speed for track control.

6.4.5.9.3 Required test results

Verify that

- a) a corresponding alert of priority class warning is given,
- b) the alert status and its indication are cleared.

6.4.5.10 End of track alert

(See 5.1.1.17, 5.1.3.9)

6.4.5.10.1 Method of testing

Follow a pre-planned track until the last waypoint is passed with and without acknowledging the “end of track” alert.

This test may be carried out simultaneously with other tests (see 6.4.2.3).

6.4.5.10.2 Required test results

Verify that corresponding alerts of priority class warning are given as described in 5.1.3.9.

6.4.5.11 Track control stopped alert

(See 5.1.3.10)

6.4.5.11.1 Method of testing

Each of these tests is to be carried out in track control mode.

- a) Use the manufacturer's documentation (e.g. Failure mode & effect analysis (FMEA)) to identify all failure conditions within the track control system which cause the system to switch automatically to heading control or which render track control unusable. Create one of these conditions that do not represent a sensor failure.
- b) Disconnect the selected position input from the track control system or define it as invalid.
- c) Disconnect the selected heading input from the track control system or define it as invalid.
- d) Disconnect the selected speed input from the track control system or define it as invalid.

6.4.5.11.2 Required test results

Verify that a track control stopped alert of priority class warning is given after application of each method by the track control system itself or that an external alarm device is triggered by the track control system as described in 5.1.3.10.

6.4.5.12 Course change alerts (~A)

(See 5.1.1.5, 5.1.1.6)

6.4.5.12.1 Purpose

The purpose of the following sequence of tests is to fully exercise the course change alert conditions (see 5.1.1.5, 5.1.1.6 and Annex A).

6.4.5.12.2 Method of testing

The tests may be carried out using any scenario of Annex G.

Start track control preceding any alerts becoming active and pass the wheel-over-time:

- a) without acknowledgment of early course change warning (ECCW) and without acknowledgment of actual course change warning (ACCW);
- b) with acknowledgment of ECCW and without acknowledgment of ACCW;
- c) without acknowledgment of ECCW and with acknowledgment of ACCW;
- d) with acknowledgment of both ECCW and ACCW.

After each test, normal operating conditions shall be re-established. Irrespective of any alert sequence, the pre-planned track shall be maintained.

6.4.5.12.3 Required test results

The following results are required.

- a) With no acknowledgment of alerts verify that:
 - ECCW occurs between WOT – 6 min and WOT – 3 min;
 - ECCW changes priority to alarm status (ECCA) within 30 s;
 - NA is triggered within another 30 s time lapse;
 - the track controller follows automatically the planned track.
- b) With acknowledgment of ECCW only verify that:
 - ECCW ceases and no ECCA occurs;
 - ACCW occurs at 30 s before the WOT;
 - ACCW changes priority to ACCA within 30 s;
 - NA is triggered within another 30 s time lapse;
 - the track controller follows automatically the planned track.
- c) With acknowledgment of ECCW and ACCW verify that:
 - no alarm is activated;
 - no NA is activated;
 - the track controller follows automatically the planned track.

6.4.5.13 Handling of the Back-up Navigator Alarm (NA)

(See 5.1.3.11)

6.4.5.13.1 Method of testing

Confirm by inspection of documented evidence that the EUT provides at least one of the required interfaces to BNWAS. Perform subsequently tests a) to c) below each with no alerts present as the start condition. Create an alarm associated with NA activation.

- a) After one minute acknowledge the alarm.
- b) Wait 10 s and silence the alarm. Wait until the audible announcement of the alarm is activated again. Wait 10 s and silence the alarm again.
- c) Rectify the cause of alarm after 40 s.

6.4.5.13.2 Required test results

Confirm by observation that:

a) 30 s after activation of the alarm

- If available ALR sentence defined at Annex K is generated,
- If available the contact is closed for NA transfer,
- If available other equivalent methods defined by the manufacturer are activated for NA transfer.

Confirm that after the acknowledgement of the alarm all BNWAS-interfaces reset the state to NA not activated.

b) 70 s after activation of the alarm

- If available ALR sentence defined at Annex K is generated,
- If available the contact is closed for NA transfer,
- If available other equivalent methods defined by the manufacturer are activated for NA transfer

Confirm that after the acknowledgement of the alarm all BNWAS interfaces reset the state to NA not activated.

c) 30 s after activation of the alarm

- If available ALR sentence defined at Annex K is generated,
- If available the contact is closed for NA transfer,
- If available other equivalent methods defined by the manufacturer are activated for NA transfer

Confirm that after the cause of the alarm is rectified (e.g. track control is switched off) all BNWAS interfaces reset the state to NA not activated.

6.4.5.14 Remote acknowledgments of alerts – Method of testing and required test result

(See 5.1.3.12)

Perform following test using a simulator for BAM:

a) Test of alert reporting and silencing

- Create 2 alerts, at least one of Cat B.
- Confirm by observation that ALF, ALC and HBT sentences are transmitted from the EUT to the BAM interface.
- Use simulator to send ACN sentence to the EUT to silence one of the alerts.
- Confirm by observation that ALF, ALC and HBT sentences report correctly the new state of the alerts.
- Use simulator to send ACN sentence to the EUT to acknowledge the Cat B alert.
- Confirm by observation that ALF, ALC and HBT sentences report correctly the new state of the alerts.

b) Test of attempt to acknowledge Cat A alert

- Create an alert of Cat A.
- Confirm by observation that ALF, ALC and HBT sentences are transmitted from the EUT to the BAM interface.
- Use simulator to send ACN sentence to the EUT to acknowledge the Cat A alert.
- Confirm by observation that the EUT refuses to acknowledge and that the ARC sentence reports correctly this refusal.

6.4.6 Fallback and manual change over

6.4.6.1 Failure of track control

(See 5.5.1)

6.4.6.1.1 Method of testing

If a physically separated heading controller is included, the following tests shall be repeated with and without failure of heading control.

Select scenario 3 and start track control. Wait until the ship is proceeding steadily on a leg and create a failure condition other than sensor failures that renders the track control system inoperative.

Select scenario 3 and start track control. Wait until the ship is performing a course change manoeuvre and then switch off the power supply of the track control system or render it inoperative by any other means.

6.4.6.1.2 Required test results

Verify that the system reacts as specified in 5.5.1.

6.4.6.2 Failure of position sensor

(See 5.5.2)

6.4.6.2.1 Method of testing

Select scenario 3 and start track control. Wait until the ship is proceeding steadily on a leg and perform the following tests a, c, e, f, i, j.

Restart track control using scenario 3 and perform the following tests b, d, g, h, k, l, during a course change manoeuvre (~A).

- a) Switch off the selected position.
- b) If applicable, switch off all available positions.
- c) Tag the selected position input as invalid.
- d) If applicable, tag all available position inputs as invalid.

If applicable

- e) tag the NSR-sentence for position input as integrity failed,
- f) tag the NSR-sentence for position input as integrity doubtful,
- g) switch off the selected speed sensor, wait 6 min and switch on the selected speed sensor,
- h) switch off all available speed sensors, wait 6 min and switch on all available speed sensors,
- i) tag the selected speed input as invalid, wait until 6 min and tag the selected speed input as valid,
- j) tag all available speed inputs as invalid, wait 6 min and tag all available speed inputs as valid,
- k) tag the NSR-sentence for speed input as integrity failed, wait 6 min and tag the selected speed input as passed,
- l) tag the NSR-sentence for speed input as integrity doubtful, wait 6 min and tag the selected speed input as passed.

6.4.6.2.2 Required test results

For a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k and l), verify that the system reacts as specified in 5.5.2.

6.4.6.3 Failure of the heading measurement system

(See 5.5.3)

6.4.6.3.1 Method of testing

Select scenario 3 and start track control. Wait until the ship is proceeding steadily on a leg and perform the following tests a, c, e.

Restart track control using scenario 3 and perform the following tests b, d, f, during a course change manoeuvre (~A).

- a) Switch off the selected heading sensor.
- b) If applicable switch off all available heading sensors.
- c) Tag the selected heading input as invalid.
- d) If applicable, tag all available heading inputs as invalid.
- e) If applicable, tag the NSR-sentence for heading input as integrity failed
- f) If applicable, tag the NSR-sentence for heading input as integrity doubtful,

6.4.6.3.2 Required test results

For a, b, c, d, e and f), verify that the system reacts as specified in 5.5.3.

6.4.6.4 Failure of the speed sensor

(See 5.5.4)

6.4.6.4.1 Method of testing

Select scenario 3 and start track control. Wait until the ship is proceeding steadily on a leg and perform the following tests a, c, e, f, i, j.

Restart track control using scenario 3 and perform the following tests b, d, g, h, k, l, during a course change manoeuvre (~A).

- a) Switch off the selected speed sensor.
- b) If applicable, switch off all available speed sensors.
- c) Tag the selected speed input as invalid.
- d) If applicable, tag all available speed inputs as invalid.

If applicable

- e) tag the NSR-sentence for speed input as integrity failed,
- f) tag the NSR-sentence for speed input as integrity doubtful,
- g) switch off the selected speed sensor, wait 6 min and switch on the selected speed sensor,
- h) switch off all available speed sensors, wait 6 min and switch on all available speed sensors,
- i) tag the selected speed input as invalid, wait until 6 min and tag the selected speed input as valid,
- j) tag all available speed inputs as invalid, wait 6 min and tag all available speed inputs as valid,

- k) tag the NSR-sentence for speed input as integrity failed, wait 6 min and tag the selected speed input as passed,
- l) tag the NSR-sentence for speed input as integrity doubtful, wait 6 min and tag the selected speed input as passed.

6.4.6.4.2 Required test results

For a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k and l), verify that the system reacts as specified in 5.5.4.

6.4.6.5 Manual changeover from track control to manual steering (~A)

(See 5.1.1.11, 5.1.1.13, 5.2.1.2)

6.4.6.5.1 Method of testing

Select scenario 3 and start track control. Wait until the ship is performing a course change manoeuvre for each of the following tests.

Switch over to manual steering.

Repeat this test using the override facility (input).

Create a failure condition which renders the track control system inoperative. Then switch over to manual steering. After 3 min with manual steering, remove the failure condition of the track control system.

6.4.6.5.2 Required test results

Verify that

- manual changeover can be done and, if part of EUT, by a single operator action,
- track control cannot be resumed without user intervention, and
- the system reacts as specified in 5.1.1.13.

6.4.6.6 Manual changeover from track control to heading control

(See 5.1.1.14)

6.4.6.6.1 Application

This test is only required for systems which include heading control.

6.4.6.6.2 Method of testing

Select scenario 3 and start track control. For category A systems, switch over to heading control on a straight leg. For category B and C, wait until the ship is performing a course change manoeuvre and then switch over to heading control.

6.4.6.6.3 Required test results

Verify that

- manual changeover can be done and, if part of EUT, by a single operator action,
- track control cannot be resumed without user intervention,
and
- the system reacts as specified in 5.1.1.14 including any options provided.

6.4.7 Display of information

6.4.7.1 Continuously displayed information

(See 5.1.1.15, 5.2.2.1, 5.2.2.3)

6.4.7.1.1 Method of testing

Locate the display of the information listed in 5.2.2.1. The test may be combined with and verified during execution of the normal mode and failure mode tests.

6.4.7.1.2 Required test results

The following results are required.

- Verify that the appropriate steering mode is displayed on any workstation of the EUT where the steering mode can be affected.
- Verify that an appropriate indication is displayed during assisted turns (category B).
- Verify that all information is displayed clearly and continuously at the main conning position and conforms to the general requirements for displays contained in IEC 62288.
- Verify that the items listed in 5.2.2.1 subclauses .4, .5, .7 and .8 are displayed numerically.
- Evaluate the layout of the information displayed.
- Verify that logically related values, such as preset and actual or all TO-/NEXT-data, are displayed as a pair of data or in logically related groups.

6.4.7.2 Information to be provided on demand

(See 5.2.2.2)

6.4.7.2.1 Method of testing

Locate the display of the information listed in 5.2.2.2 (which may be displayed on associated equipment). The test may be combined with and verified during execution of the normal mode and failure mode tests.

6.4.7.2.2 Required test results

Verify that that this information is available on demand.

6.4.8 Operational controls

(See 5.1.1.11, 5.2.1.1, 5.2.1.2)

6.4.8.1 Method of testing

NOTE The previous tests have verified that the requirements of 5.2.1.1 have been met.

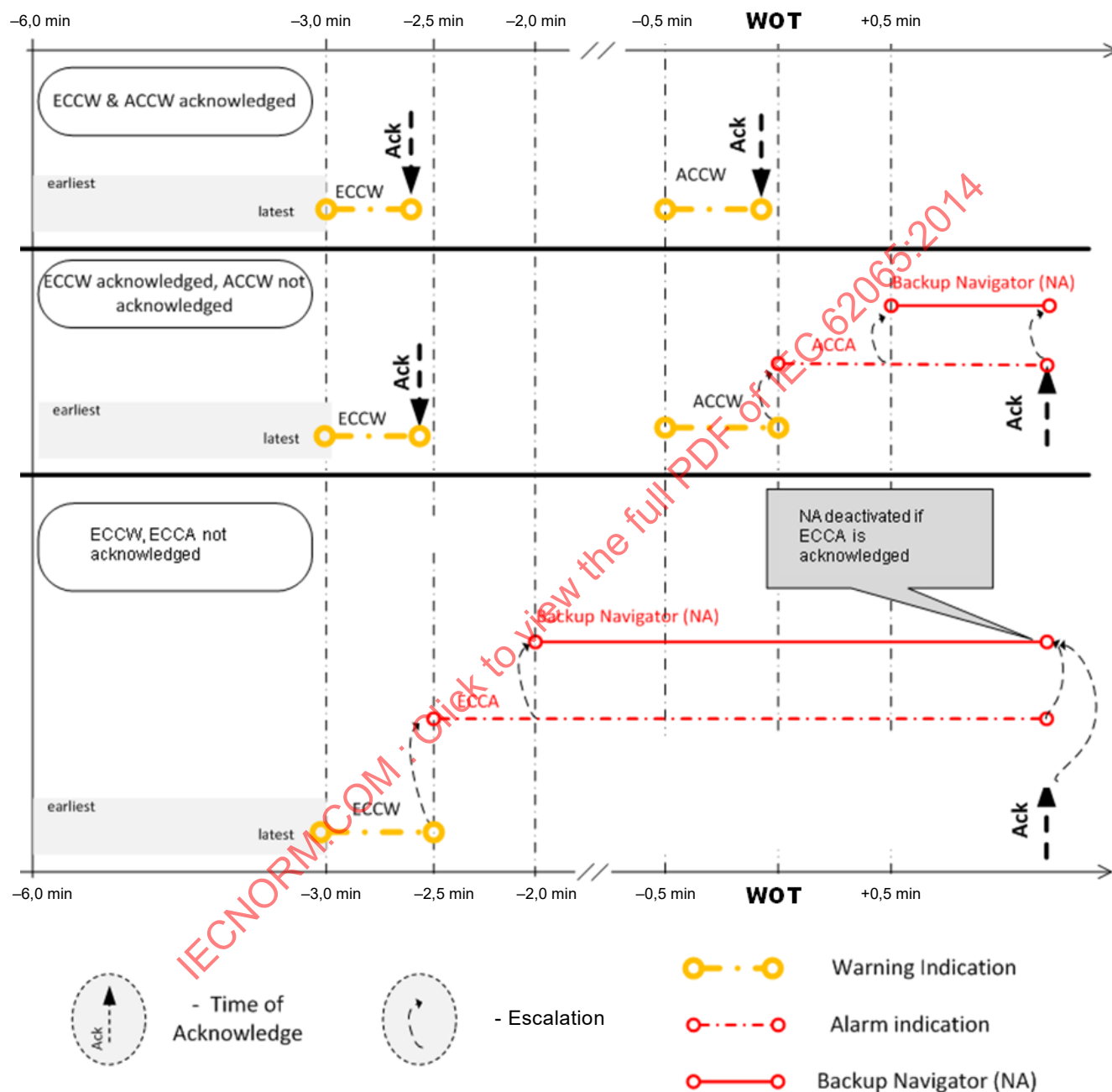
Check the installation manual for intended locations of change over controls.

6.4.8.2 Required test results

Verify that the location complies with 5.2.1.2.

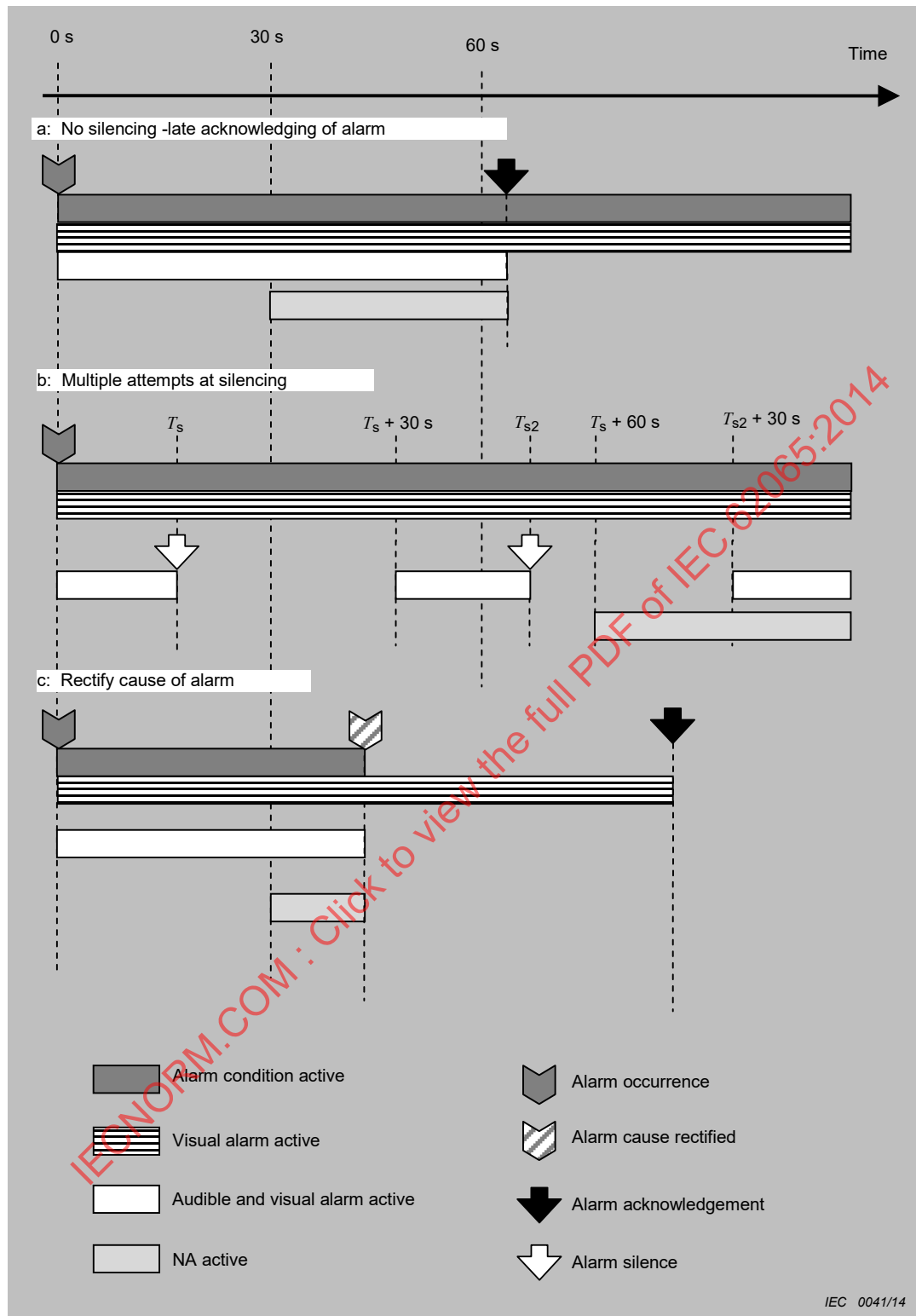
Annex A (normative)

Graphical description of sequences



IEC 0040/14

Figure A.1 – Sequence of course change alerts (~A)



Annex B (informative)

Speed control

B.1 General

A track control system may be augmented by speed control. Speed control uses the speed/time profile from a route plan to dynamically determine the commanded speed of the ship during the execution of the route. If an interface to the propulsion system is available, this commanded speed should be effected automatically.

Speed control may be applied without route information where the operator manually specifies the commanded speed.

If no propulsion system interface is available, speed control should be used in an advisory manner. It should determine and display actual speed-of-advance and the required speed-of-advance to meet the route's speed/time profile.

Track control systems including speed control shall be compliant with the relevant international standards.

B.2 Planning

Speed control for a route requires that a speed/time profile be specified for the route. This may be in a variety of forms but is generally given by specifying leg speeds and/or waypoint arrival/departure times. If one or more arrival/departure time is specified along with leg speeds, the route has an absolute time reference. This is most often given as a departure time from the initial waypoint or an arrival time at the final waypoint.

For each leg, a minimum and maximum speed should be specified which would limit the acceptable speeds for that leg. Reasonable defaults for these are: the minimum speed allowed by track control and the full-ahead speed, respectively. The planning system should ensure that the specified speed/time profile be consistent and not violate the ship's allowed speed range.

B.3 Execution – Commanded speed generation

B.3.1 Required speed-of-advance

From the track control position source, the system may compute a speed-of-advance along the track. If the route has an absolute time reference, speed control should automatically determine adjustments to the planned speed required to satisfy the time profile. These adjustments would be constrained by the acceptable speed range for each leg. The resulting value is the required speed-of-advance. This should be used in an advisory mode or as an input to the propulsion control system.

B.3.2 Leg speed

From the route speed, profile leg speed should be used directly as the commanded speed.

B.3.3 Operator-specified speed

The operator might wish to control speed apart from any route information. In this case, a manually-entered commanded speed would be specified.

B.4 Execution – Propulsion control

B.4.1 Open-loop propulsion control

Using the commanded speed, an open-loop control would use an internal conversion function to determine the corresponding propulsion control order. No feedback of measured speed would be made to adjust the order.

B.4.2 Closed-loop propulsion control

Using the commanded speed, a closed-loop control would use measured speed to adjust the propulsion control order until the commanded speed is attained.

B.5 Execution – Speed monitor

During execution where propulsion control is used, the actual speed should be monitored against the commanded speed.

B.6 Displays

Speed control should display commanded speed, actual speed, source of actual speed, and, when a route is present, speed-of-advance.

B.7 Failure and alerts

B.7.1 Loss of speed sensor

A valid speed sensor or source is crucial to closed-loop propulsion control. An alert of priority class alarm should be given upon loss of all speed sensors or sources and the system should fall back to open-loop propulsion control.

B.7.2 Speed not controlled

If the speed monitor indicates that the actual speed deviates significantly from the commanded speed, an alert of priority class alarm should be given and closed-loop control should fall back to open-loop control.

B.7.3 Time profile infeasible

If the speed required to satisfy the route time profile exceeds the leg speed constraints, an alert of priority class warning should be given.

B.8 Changeover controls and termination of automatic speed control

Changing from automatic to manual speed control should be possible under any condition, including failure in the automatic control system. The changeover controls should be located at or in the vicinity of the main steering position.

Annex C (informative)

Track control systems with dual controllers

C.1 General

This annex includes specific advice for track control systems which include a primary controller and a back-up controller.

C.2 Change over from active to back-up heading controller

A change over from track control using the active heading controller to track control using the back-up heading controller should be possible at any time, including a failure of the active heading controller.

The track control system should ensure that or be installed so that, the back-up heading controller affects a smooth take over. The back-up heading controller should not use any accumulated rudder bias or other parameter established prior to activation.

C.3 Change over from active to back-up track controller

A change over from active track control to back-up track control should be possible at any time, including a failure of active track control.

The track control system should ensure that, or be installed so that, the switch-over does not result in excessive use of rudder.

C.4 Failure of track control

If the track controller fails, then a track control stopped alert of priority class warning should be given.

If the active heading controller is still available, the system should automatically switch over to heading control using the active heading controller as in the corresponding paragraph of 5.5.1.

If the active heading controller is not available, the system should allow a manual or automatic switch over to heading control using the back-up heading controller, when available, proceeding as in 5.5.1.

However, if the active heading controller fails in a system with a separate track controller and the back-up heading controller is still available, an alert of priority class alarm advising operator to switch to the back-up heading controller or manual mode should be given. If the operator switches to the back-up heading controller within 1 min, track control may continue. If the operator does not switch to the back-up heading controller before the timeout, a track control stopped alert of priority class warning should be given. Automatic switch over to the back-up heading controller may be provided with an appropriate indication to the operator.

Annex D (informative)

Management of static and dynamic data

D.1 General

According to the functional model of track control (6.2.1.3 and Annex F), the management of static and dynamic data comprises the handling of

- geographic (chart) data,
- ship's data and reference parameters,
- planning data,
- control data,
- sensor data.

Track control requires a consistent common reference system for all these types of data and information. The following guidelines are based on this condition.

D.2 Management of geographic (chart) data

Geographic data which are processed by different functions within the system should be identical in amount, content and date of issue for the same area or if not, these should be marked as different, in one or more of these categories.

The geodetic datum of the geographic data used for voyage planning/track control, the geodetic datum of the position sensor used and the geodetic datum of other position-based functions should be identical or, if not, suitable functions to transform different position data into one common geodetic datum should be provided.

D.3 Management of ships data and reference parameters

The different locations of antennas and other sensor receiving units should be transformed to a common reference location on the ship. This location should be predefined by the manufacturer or adaptable to the special conditions of each ship. In order to align different location information to a common reference location information, the consistent common reference system should be established.

All functions should use identical values for reference parameters of the same type.

D.4 Management of track-related data (planning and control)

Depending on the capabilities of the used planning tool, different options for handling pre-planned and actual track limits are possible:

- a) all track-related data defined by means of the planning tool, are equal for all waypoints and legs and are unchangeable/changeable during track control;
- b) track-related data defined individually for different waypoints or legs by means of the planning tools and are individually changeable/unchangeable during track control;
- c) all track-related data defined by means of the planning tool are overruled by the track-related data defined by track control functions or may be changed during track control;

- d) the pre-planned track does not carry any additional track-related data, but these are defined by track control functions or may be changed during track control.

The track control system should be designed in such a way that the user gets full information about the sources of the track-related data in use for track control in every situation. Dependent on the solution used, any change of track-related data should be harmonized for all system components affected and displayed accordingly. If local track-related data of one or more of the system components are overruled by track-related data settings by other components, this should be brought to the attention of the user by appropriate means.

D.5 Management of sensor data

Any kind of sensor data can be described by the following items:

- method of measurement and/or source of data (sensor or derived from different sources in a filter process),
- measured value,
- time of measurement,
- reference systems,
- validity of measured value,
- pre-processing of the measured value (for example smoothed values),
- error characteristics.

A data message should, in general, carry all of the items stated above except in configurations which use identical data for one particular item in each part of the system (Note that this is not fully supported by the applying interface standards IEC 61162 series). The processing of sensor data should take all of these items into consideration as far as necessary for the particular task.

Annex E (informative)

Limits

Table E.1 gives recommended limits for certain parameters in Clause 5.

Table E.1 – Limits

Clause/subclause	Item	Required	Recommended
5	Maximum manoeuvring speed	≤30 kn	
5	Maximum rate of turn	≤10°/s	
5.1.1.2	Ship's position relative to selected track for starting		≤1 NM
5.1.1.2	Course difference limit for starting		≤60°
5.1.3.2	Maximum position monitoring difference		≤1 NM
5.1.3.3	Maximum heading monitoring difference		≤25°
5.1.3.6	Maximum cross-track limit (for alert)		≤5 NM
5.1.3.7	Maximum course difference limit (for alert)		≤60°

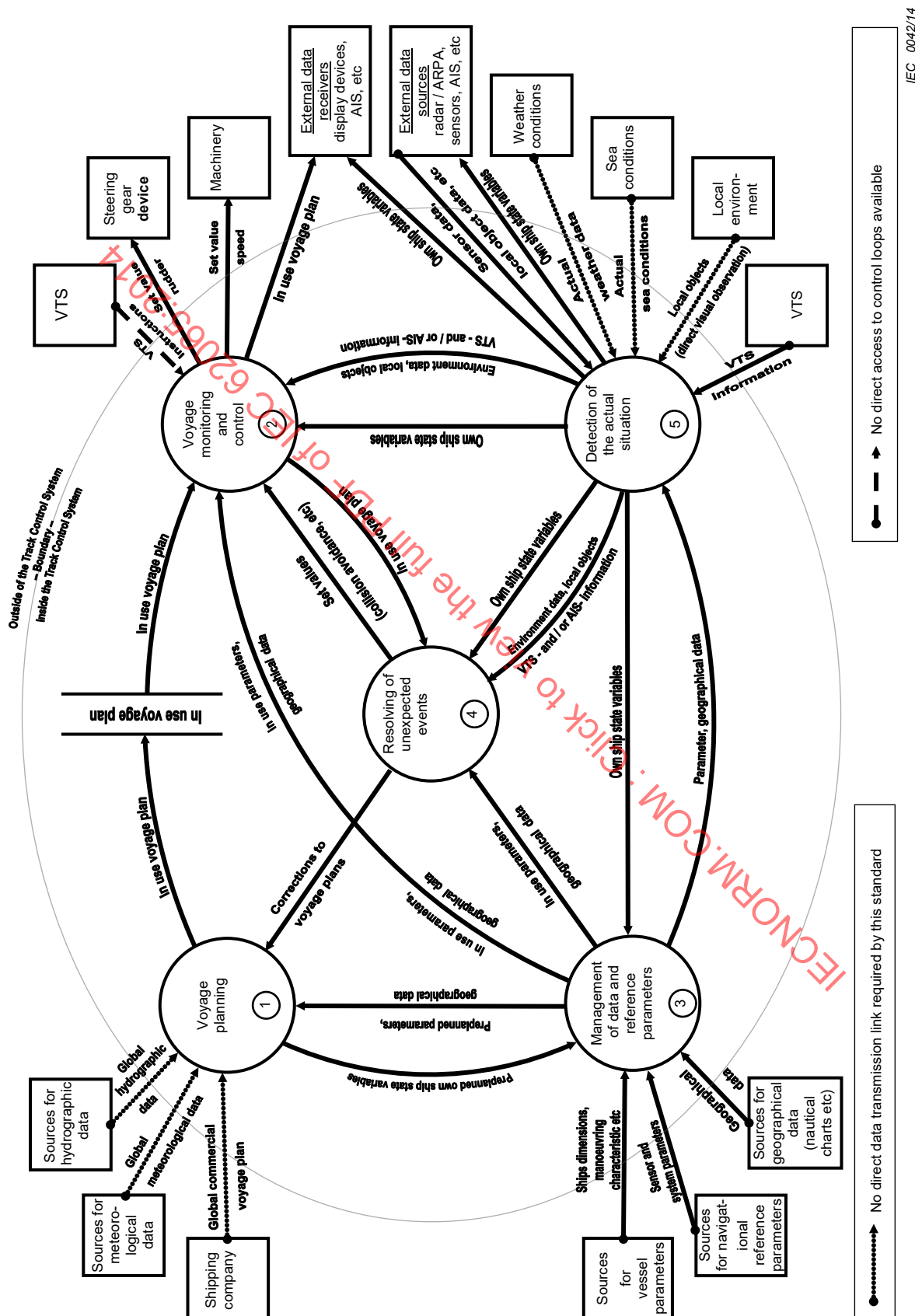
Additional parameters and limits are to be set by the manufacturer or the user taking safety related values into consideration. Those values which are the responsibility of the user shall have appropriate defaults where possible. Otherwise they shall be enforced by the system and/or clearly documented.

Annex F (informative)

Data flow diagram

This Annex provides a generic data flow diagram identifying the information flow and the resulting dependencies between supported functions.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62065:2014



Annex G (normative)

Scenario definitions and plots

Tables G.1 to G.4 and Figures G.1 to G.4 give the details for the scenarios defined in 6.3.3. Distances are approximately from wheel-over point to wheel-over point along the curved track (accurate values are ship-dependent).

Table G.1 – Scenario 1

Scenario 1: Complex track at 0/0 with ship class A (20 kn)						
Waypoint No.	Latitude	Longitude	Track °	Distance NM	Radius NM	Estimated ROT °/min
001	00°01,000' S	000°01,000' W	000,0	1,40	-	-
002	00°01,000' N	000°01,000' W	090,0	1,86	0,60	32
003	00°01,000' N	000°01,000' E	315,0	1,21	0,20	95
004	00°02,000' N	000°00,000' E	225,0	0,92	0,20	95
005	00°01,000' N	000°01,000' W	135,0	2,69	0,60	32
006	00°01,000' S	000°01,000' E	270,0	1,51	0,20	95
007	00°01,000' S	000°01,000' W	045,0	1,86	0,20	95
008	00°01,000' N	000°01,000' E	180,0	1,98	0,40	48
009	00°01,000' S	000°01,000' E			-	-

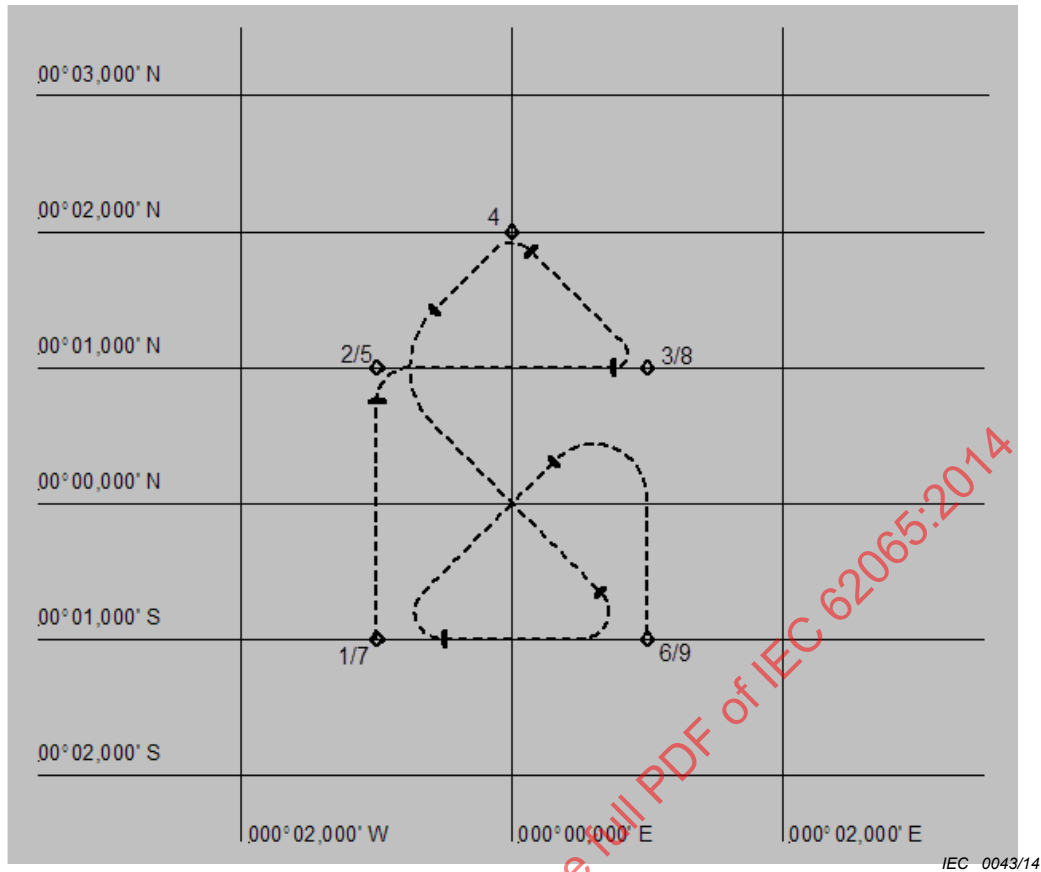


Figure G.1 – Scenario 1 plot

Table G.2 – Scenario 2

Scenario 2: Complex track at 0/180 with ship class C (10 kn)						
Waypoint No.	Latitude	Longitude	Track °	Distance NM	Radius NM	Estimated ROT °/min
001	00°03,000' S	179°57,000' W	000,0	5,00	-	-
002	00°03,000' N	179°57,000' W	270,0	4,64	1,00	10
003	00°03,000' N	179°57,000' E	045,0	3,19	0,80	12
004	00°06,000' N	180°00,000' W	135,0	3,31	1,00	10
005	00°03,000' N	179°57,000' W	225,0	6,92	1,50	7
006	00°03,000' S	179°57,000' E	090,0	4,02	1,00	10
007	00°03,000' S	179°57,000' W	315,0	5,33	0,80	12
008	00°03,000' N	179°57,000' E	180,0	5,93	1,25	8
009	00°03,000' S	179°57,000' E			-	-

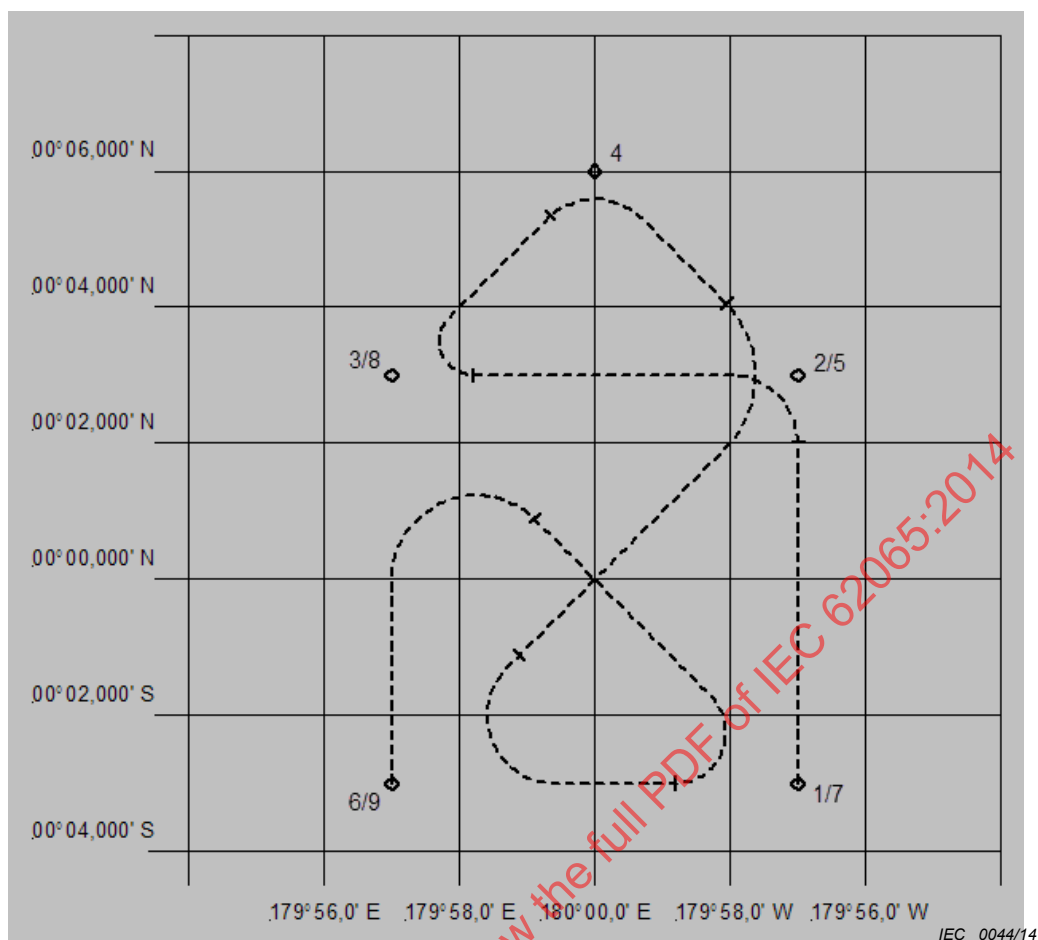


Figure G.2 – Scenario 2 plot

Table G.3 – Scenario 3

Scenario 3: Zigzag track at 65/0 with ship class B (20 kn)						
Waypoint No.	Latitude	Longitude	Track °	Distance NM	Radius NM	Estimated ROT °/min
001	65°00,000' N	000°20,000' W	040,2	5,35	-	-
002	65°05,000' N	000°10,000' W	139,8	11,26	1,0	20
003	64°55,000' N	000°10,000' E	040,2	7,65	2,0	10
004	65°00,000' N	000°20,000' E			-	-

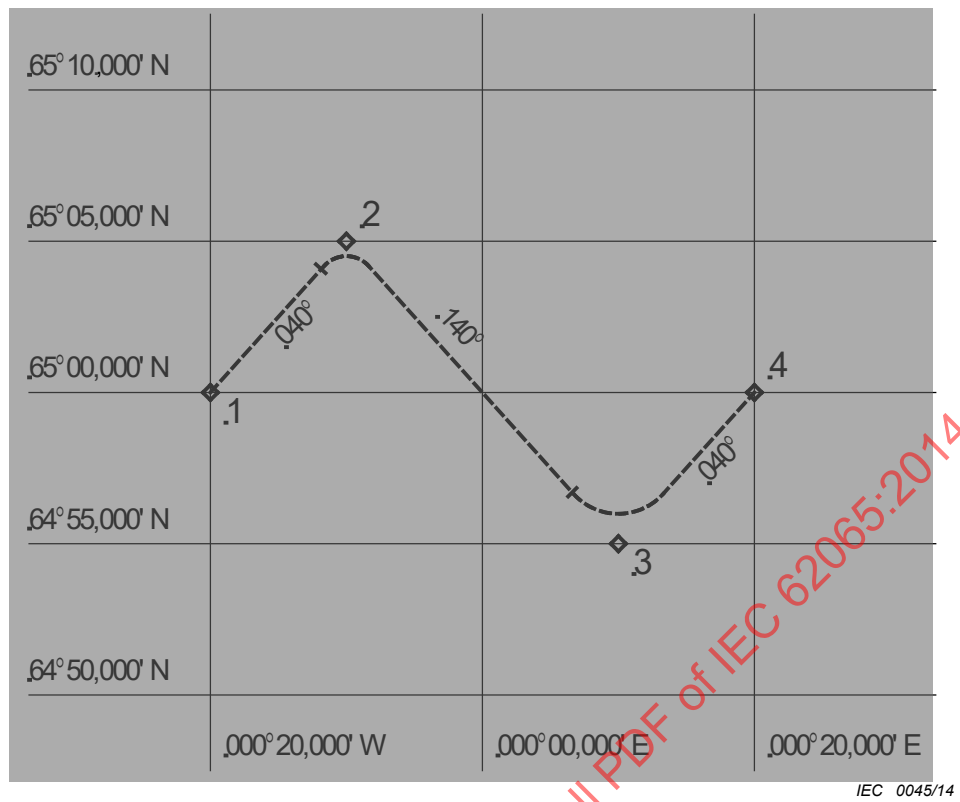


Figure G.3 – Scenario 3 plot

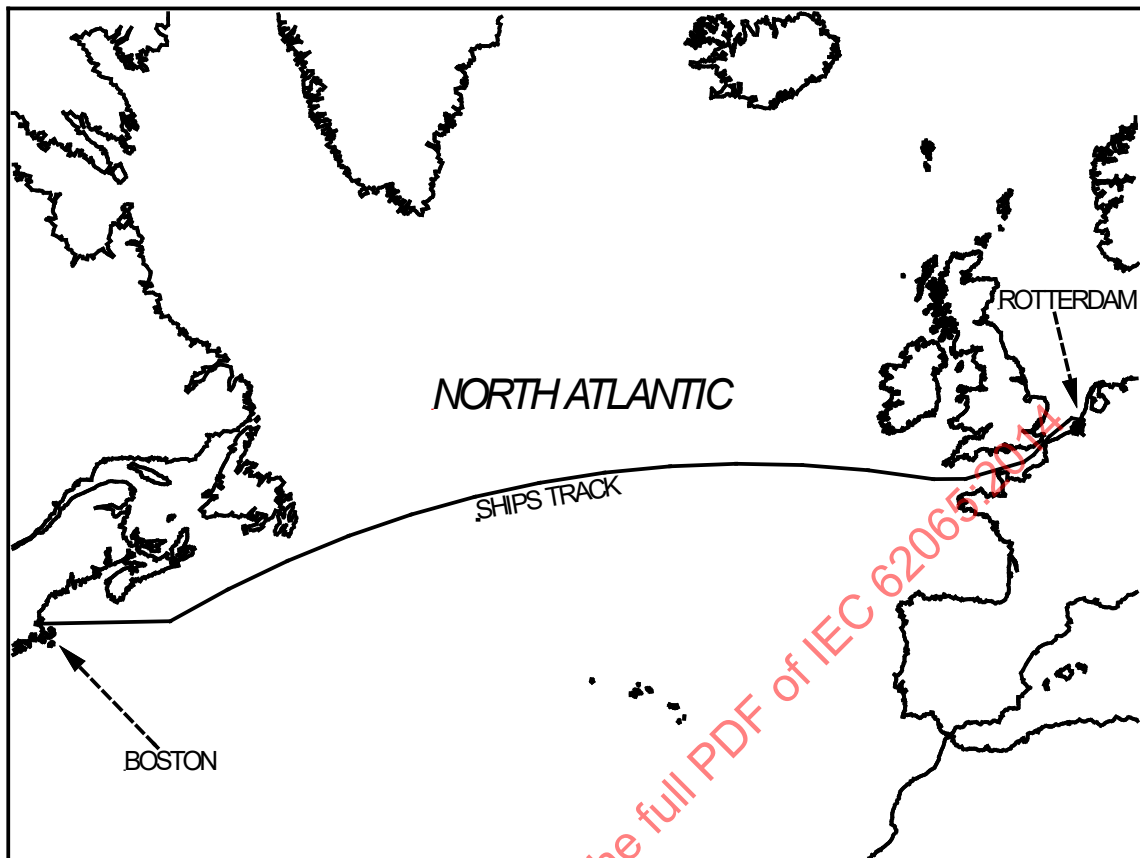
Table G.4 – Scenario 4

Scenario 4: Rhumb line/great circle Atlantic track (Boston to Rotterdam) with ship class B (20 kn)						
Waypoint No.	Latitude	Longitude	Track °	Distance NM	Radius NM	Estimated ROT °/min
001	42°22,380' N	070°54,210' W	079,5	4,9	-	-
002	42°23,275' N	070°47,663' W	065,1	9,5	1,0	19
003	42°27,287' N	070°35,953' W	088,2	126,4	1,0	19
004	42°31,223' N	067°44,616' W	085,4	272,9	1,0	19
005	42°53,045' N	061°34,463' W	065,2	202,7	1,0	19
006	44°17,923' N	057°20,346' W	067,1	307,8	1,0	19
007	46°17,898' N	050°37,294' W	067,1	1761,2	1,0	19
Great circle approximation	48°46,606' N	40°00' W	075,0			
	50°04,547' N	30°00' W	082,5			
	50°28,684' N	20°00' W	090,0			
	50°00,935' N	10°00' W	098,0			
008	49°38,074' N	006°25,031' W	084,5	147,4	1,0	19
009	49°52,252' N	002°37,903' W	074,5	144,2	1,0	19
010	50°30,788' N	000°59,106' E	049,7	18,33	1,0	19
011	50°42,637' N	001°21,152' E	016,3	13,03	1,0	19
012	50°55,140' N	001°26,929' E	038,1	19,59	1,0	19
013	51°10,551' N	001°46,164' E	041,5	15,62	1,0	19
014	51°22,252' N	002°02,706' E	041,6	46,69	1,0	19
015	51°57,145' N	002°52,725' E	084,9	13,15	1,0	19
016	51°58,304' N	003°13,980' E	082,4	24,71	1,0	19
017	52°01,567' N	003°53,769' E	112,1	7,20	1,0	19
018	51°58,858' N	004°04,605' E			-	-

NOTE

The position co-ordinates assume an ellipsoid which agrees with WGS 84.

Distances are approximately from wheel-over point to wheel-over point along the curved track (since accurate values are ship-dependent).



IEC 0046/14

Figure G.4 – Scenario 4 plot

Annex H (informative)

Sensor errors and noise models

H.1 Simulation of position sensor errors

For the purpose of this standard, the simulator should generate “noise free true position data” as well as “disturbed position data”. The latitude and longitude shall be disturbed independently. The disturbances should be within the permitted tolerance as specified by the appropriate standards for position fixing devices, for example the GPS SPS Performance Standard:

Accuracy Standard	Conditions and Constraints
Worst Site Positioning Domain Accuracy • ≤ 36 meters 95% All-in-View Horizontal Error (SIS Only) • ≤ 77 meters 95% All-in-View Vertical Error (SIS Only)	• Defined for position solution meeting the representative user conditions • Standard based on a measurement interval of 24 hours for any point within the service volume

H.2 Noise model for simulated position data

The noise superimposed on position data should be calculated in accordance with the model below or any equivalent.

GPS Error model

Define Rand = random[0,1] (top-hat distribution)

For each component of position the error is the sum of N sinusoids, $N = 4$;
The amplitudes are equal (7,5 metres for GPS)
 $F0 = 0,004$ Hz

At each step

- Check whether to jump
- If jumping, calculate time for next jump: period between jumps = $-760 \times \log_e(\text{Rand})$

New frequency = $F0 \times \text{Rand}$ (independently for each sinusoid)

Phase step = $0,4\pi \times \text{Rand}$ (independently for each sinusoid)

- At each step

For each sinusoid: Phase step = $\text{deltaTime} \times \text{Frequency}$

Position error = $20 \times \text{Rand} \times \cos(2\pi \times \text{Rand}) + \text{Amplitude} \times \text{sum of } \{\cos(\text{Phase})\}$ over all sinusoids

The standard deviation should be between

- 10 m and 15 m for GPS
- 2 m and 3 m for DGPS

The position error spectrum should conform to the distribution as shown in Figure H.1.

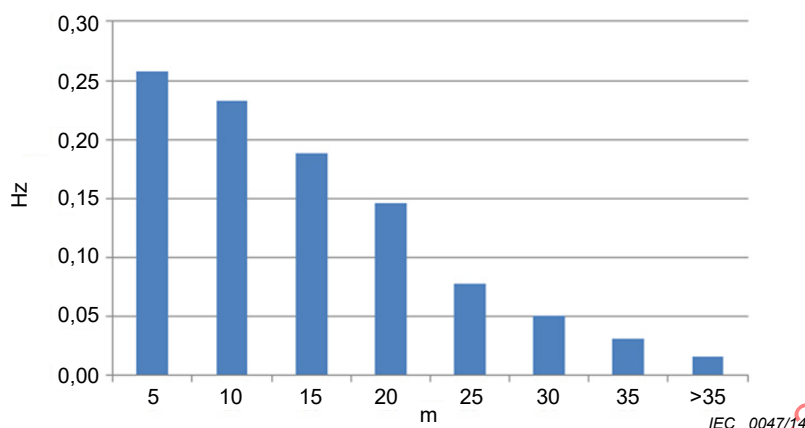


Figure H.1 – Spectral distribution of modelled GPS errors

H.3 Simulation of heading and speed information

The simulated heading and speed information should be noise free, since constant sensor errors (except heading and speed sensor failure) and dynamic sensor errors do not have a considerable effect on the test results.

H.4 Simulation of sea state

H.4.1 General

Clause H.4 describes a mathematical sea state model. The model has been constructed for use with the ship model simulation described in detail in Annex I. The purpose of this sea state model is to generate disturbances which may be applied to the ship model, to simulate the effects of waves. Other models may be used but should give results equivalent to those described below.

A real sea state is generally complicated since the spectrum, directionality, and wave profiles (shapes) vary with conditions of depth, fetch (the uninterrupted distance travelled by waves), wind, current and so on. It is not the intention to reproduce all of these factors here, but to generate a representative model which fulfils the following requirements:

- simplicity;
- applicability to the ship model in Annex I;
- some relationship to recognizable sea states.

With regard to the second criterion, the ship model needs a time-sequence of numbers which represent the instantaneous turning action of the waves, expressed as an equivalent rudder angle at a standard L/V condition. If at a given time the wave disturbance is +0,01, this is defined to be equivalent to rudder hard over top starboard when the ship forward speed (in metres per second) is 0,01 times its length overall (in metres).

As for the third criterion, sea states 2 and 5 shall be supplied for the tests, in terms of relevant parameters in the model.

The following model is derived, indirectly, from the Bretschneider sea state spectrum, used by the International Towing Tank Committee (ITTC), which describes the dominant frequency and the significant wave height (SWH) and the distribution of energy among a range of frequencies, for a fully developed sea.

H.4.2 Model description

The model generates a square wave disturbance, using a random number generator which produces a flat probability distribution between -1 and $+1$:

The sea state is generated from a sequence of half-waves. Each half-wave has a duration T_i and a height H_i .

Define $\text{Rand}_b = \text{random}[-1, +1]$ (top-hat distribution).

Duration:

$$T_i = 0,5 \times T_0(\text{SS}) \times (1 + T_r \times \text{Rand}_b) \text{ where } T_r = 0,5;$$

$T_0(\text{SS})$ is a time constant characteristic of the sea state SS, listed in the Table H.1 below.

The overall factor of 0,5 reflects the fact that this time applies to just half of the full wave period.

Height:

$$H_i = H_0(\text{SS}) \times (1 + H_r \times \text{Rand}_b) \times \text{alternating signs, i.e. } \pm 1 \text{ where } H_r = 0,5;$$

$H_0(\text{SS})$ is the SWH characteristic of the sea state SS, listed in the Table H.1 below.

Table H.1 gives values for the characteristic time constant and SWH for sea states 2 and 5. These are related to the Bretschneider spectrum as follows:

- the time constant is half the typical wave period, since this sequence is expressed in terms of half-waves;
- the height is equal to that which is suggested by the Bretschneider spectrum.

Table H.1 – Heights and periods for half-waves

Sea state (SS)	Period $T_0(\text{SS})$ s	Height $H_0(\text{SS})$ m
2	5,0	0,5
5	14,0	4,0

The resulting sequence, and the characteristic spectrum are illustrated in Figures H.2 and H.3 for sea state 5. It may be seen that the spectrum peaks at about 0,07 Hz, which corresponds to a full wave period of 14 s.

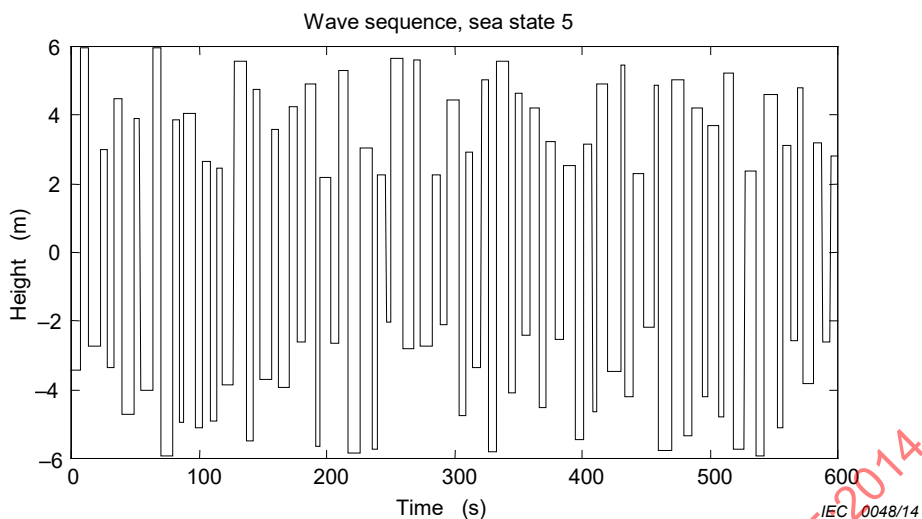


Figure H.2 – Wave sequence – sea state 5

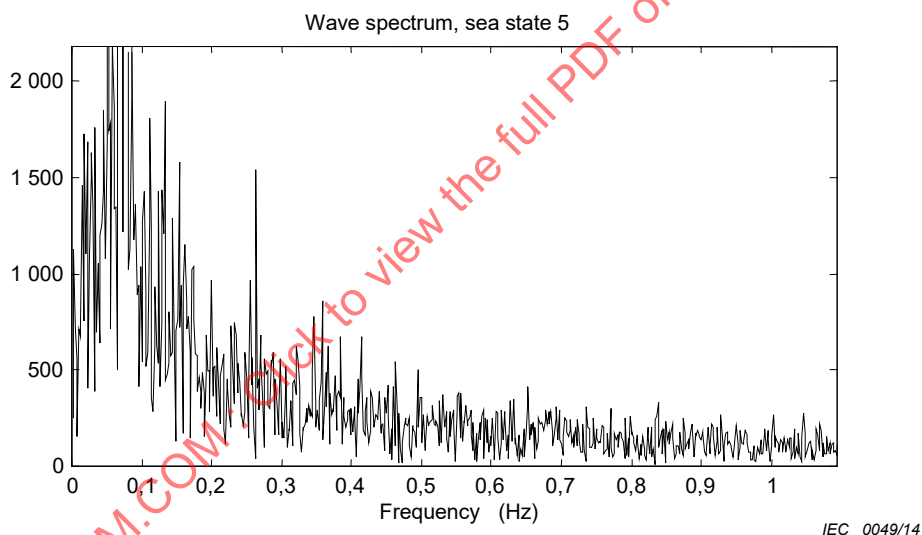
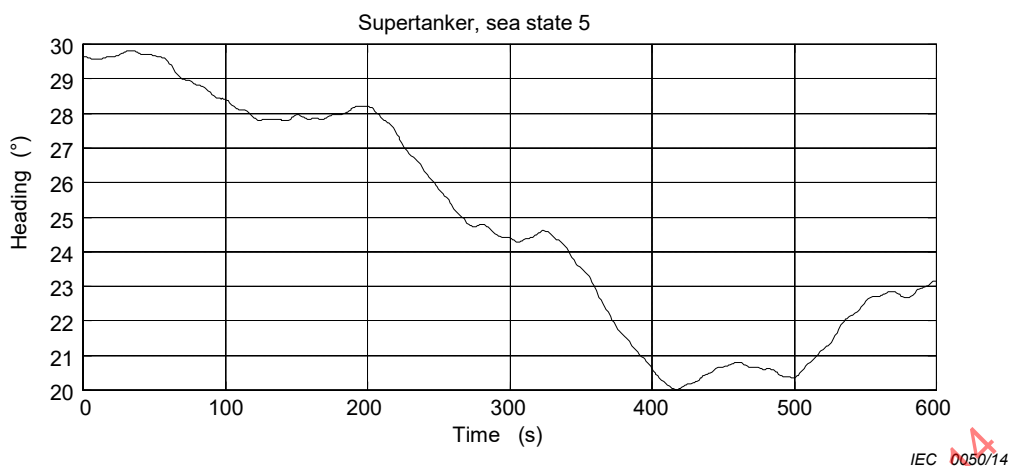
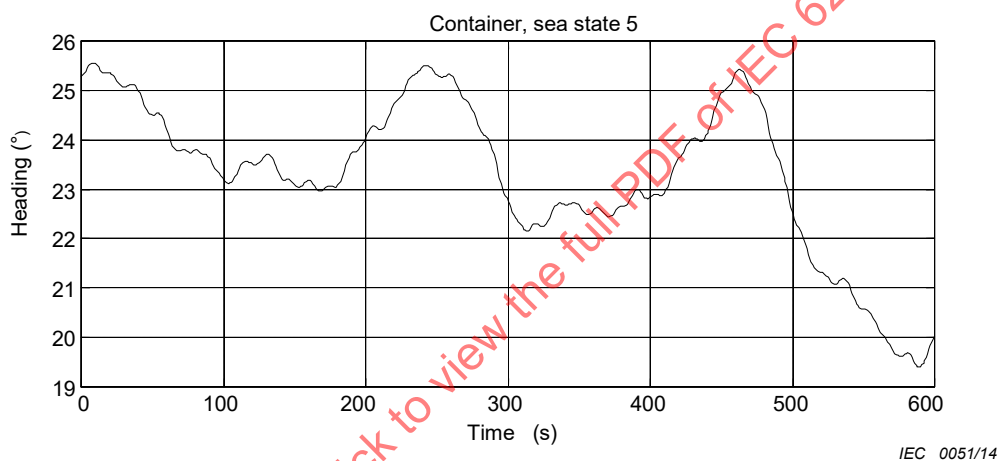
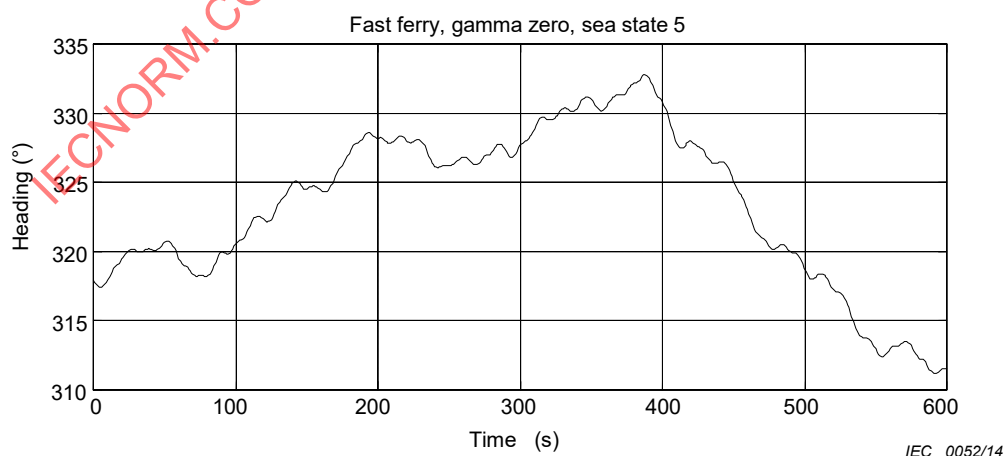


Figure H.3 – Wave spectrum – sea state 5

H.4.3 Model implementation

The sea state model may be incorporated directly into the ship model by means of a scaling factor which relates the turning action to the wave height. A scaling factor of 20,0 gives results as illustrated in Figures H.4, H.5 and H.6 for the tanker, container and ferry models.

In the case of the fast ferry model, the instability coefficient, γ , was set to zero for the test (equivalent to drifting at very low speed) so as to avoid entering a self-sustaining turn.

**Figure H.4 – Supertanker – sea state 5****Figure H.5 – Container ship – sea state 5****Figure H.6 – Fast ferry – sea state 5**

Graphs for sea state 2 will give similar results albeit on a greatly reduced scale since both the amplitude and the characteristic time scale are reduced to levels where, for these vessels, the induced heading variations are very small (and are impractical to measure independently of

other factors). As an example, Figure H.7 illustrates the behaviour of the container class in sea state 2:

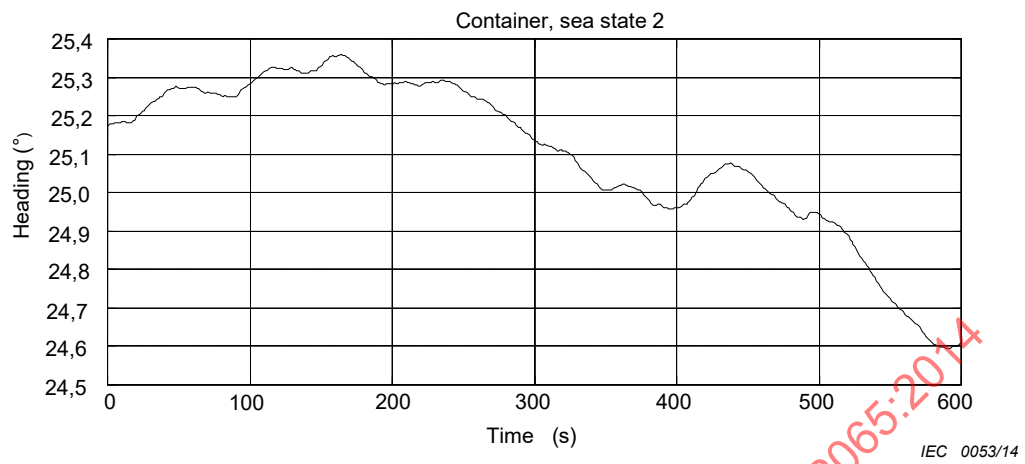


Figure H.7 – Container ship – sea state 2

Annex I (normative)

Ship model specification

I.1 General

All functional tests of the track control system shall be performed using the described ship motion simulator. The different ships and their manoeuvrability can be simulated by using parameter sets as listed in Clause I.5.

NOTE This model is a simplified model of ship behaviour having pertinent parameters which have been established for the objective of testing a track control system. For the reason of ease of use, it has been simplified beyond the normal parameters of a ship.

I.2 Overview – Background and requirements

This annex describes a mathematical model which has been designed to provide a simple means of testing track control equipment. The requirements of the model are the following:

- a) It should be representative of the essential features of ship motion, including:
 - the reaction of the propulsion machinery to a command,
 - the reaction to a propulsive force,
 - straight-line resistance,
 - the reaction of the rudder machinery to a command,
 - the reaction of the vessel to the achieved rudder position,
 - the sideslip motion of the vessel during a turn.
- b) The model should be capable of demonstrating the behaviour of a ship which is unstable in straight-line motion, i.e. where the ship may achieve a self-sustaining turn even with the rudder amidships, so that a rudder action opposing the turn direction becomes necessary to eliminate an unwanted turn.
- c) The model should be capable of being interfaced to commercial off-the-shelf vessel controller systems without special modification. This means that the inputs to the model should be obtainable from the standard equipment, and the outputs of the model should be suitable as direct inputs to the standard equipment.
- d) The model should be simple, so that test houses worldwide may interpret the equations without ambiguity, and build the mathematical equations into computer simulators with minimum difficulty.

As a result of item c) in this list, the rudder model has been defined with two options, option A and option B, to allow connection either to a direct follow-up system or a standard actuator output using feedback.

I.3 The model – Derivation

I.3.1 General

The model has been derived from Newton's laws of motion using linear equations to relate the hydrodynamic forces to the respective motions in the horizontal plane. A top-level block diagram of the model is illustrated in Figure I.1.

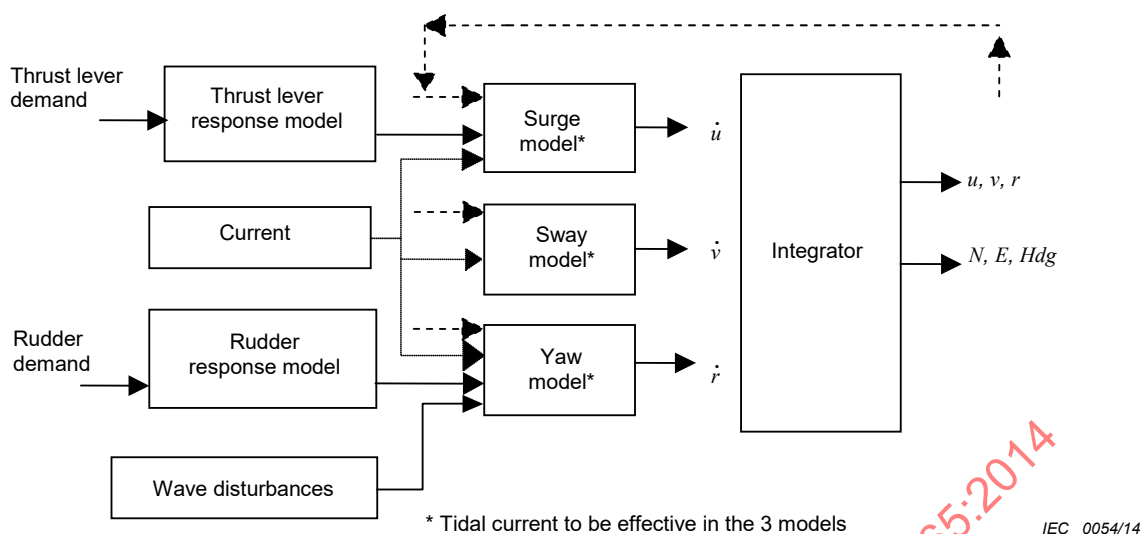


Figure I.1 – High level model block diagram

The individual components of the model are discussed individually in the remainder of this clause. In each subclause, a physically meaningful equation is presented and explained; this is transformed into an alternative form, which is more convenient for the purpose of defining readily measurable parameters and for computation.

The model inputs and outputs are summarized in Clause I.4, with a full block diagram, where guidance is given as to methods for determining the values of the ship parameters for various classes of vessel and for application under various conditions.

I.3.2 Thrust lever response model

I.3.2.1 Derivation

This model has one input, the demand setting, and two outputs which are the last achieved lever position setting and the thrust. The last achieved setting is fed back internally in the lag calculation. The rate of change is constant, so that the achieved lever position will ramp linearly towards the setpoint and then remain constant.

The thrust is related to the achieved lever position by a linear equation:

$$\dot{P}_a = \begin{cases} +R_p & P_a < P_d \\ 0 & P_a = P_d \\ -R_p & P_a > P_d \end{cases} \quad (I.1)$$

This is subject to minimum and maximum limits imposed on P_a .

$$X = \text{const} \times P_a \quad (I.2)$$

where

- P_a is the achieved lever setting, and the dot denotes the time-derivative;
- P_d is the demanded lever setting;
- R_p is the lever response rate;
- X is the thrust.

I.3.2.2 Transformed equation

The lever settings and rate are normalized with respect to the maximum value $P_{\max}$:

$$P' = P / P_{\max}, \quad \text{and} \quad R'_p = R_p / P_{\max}$$

The normalized rate R'_p may be expressed in terms of the time taken for the lever achieved setting to ramp from one extreme to the other, T_p :

$$T_p = 2 / R'_p$$

The thrust is also normalized with respect to its maximal value:

$$X' = X / X_{\max}$$

The equations used in computation are then:

$$\dot{P}'_a = \begin{cases} +2 / T_p & P'_a < P'_d \\ 0 & P'_a = P'_d \\ -2 / T_p & P'_a > P'_d \end{cases} \quad (I.3)$$

where P'_a is constrained within the range –100 % to +100 %; and

$$X' = P'_a \quad (I.4)$$

Constant parameters to be entered by the user:

T_p Lever ramp time (full astern – full ahead), in seconds;

P'_a Also, the initial value of P'_a should be specified or taken as zero by default (see below).

Run-time inputs:

P'_d Lever demand, normalized (–100 % to +100 %).

Run-time outputs:

P'_a Lever achieved setting, normalized (–100 % to +100 %);

X' The thrust, normalized with respect to its maximal value (–100 % to 100 %).

I.3.3 Rudder response model – Derivation

The fundamental derivation of the rudder response model is identical to the lever response model, in so far as it represents a mechanism which drives at a given rate of change, towards a setpoint. The rudder model is related to the lever model by the translation in the algebraic notation in Table I.1:

Table I.1 – Relationship between thrust lever and rudder models

Thrust lever		Rudder	
P_a, P_d , etc.	Lever settings	δ_a, δ_d , etc.	Rudder settings
R_p	Lever rate	R_δ	Rudder rate
T_p	Lever time	T_δ	Rudder hard-over time
X	Thrust	–	(see yaw model)

One difference between the rudder and lever response models is that the rudder response model needs to be adaptable to various possible track control systems. To allow for the different systems which may be tested, the rudder model should be capable of accepting alternative methods of input, namely the demand setpoint (as for the lever model) or a run-time rate input, i.e. a demanded rate-of-change instead of an absolute setpoint. These two methods are presented below as option A and option B, although it should be noted that the underlying model is fundamentally the same, and the model presented here is a single model with two options for input connections.

Another significant difference between the rudder and lever models is that the rudder model includes an offset. This offset, Δ , represents the effect of miscalibration of the follow-up mechanism. In practice, this will result in the ship initiating a turn when the rudder setpoint is amidships, and the control system needs to detect and counteract this offset in order to steer a straight course in the desired direction.

Finally, the rudder does not, in itself, produce a force: the turning moment only arises when the achieved rudder position is combined with water flow. This calculation is deferred to the yaw model, so the output of the rudder response model is only an achieved position.

The equations used in computation are

$$\dot{\delta}'_a = \begin{cases} +2/T_\delta & \delta'_a < \delta'_d + \Delta \\ 0 & \delta'_a = \delta'_d + \Delta \text{ (input option A)} \\ -2/T_\delta & \delta'_a > \delta'_d + \Delta \end{cases} \quad (I.5)$$

or

$$\dot{\delta}'_a = R'_\delta \text{ (input option B)} \quad (I.6)$$

In both cases, the achieved setting is limited by endstops so that δ_a is limited to the range –100 % to +100 %.

Constant parameters to be entered by the user:

T_δ Rudder ramp time (full port – full starboard), in seconds (option A);

Δ Rudder follow-up offset (–100 % to +100 %) (option A; irrelevant for option B);

also, initial value of δ'_a should be specified or may be defined to be zero by default (see below).

Run-time inputs:

δ'_d rudder demand, normalized (–100 % to +100 %) (option A);

R'_δ demanded rate of change of normalized rudder setting (% per second) (option B).

Run-time output:

δ'_a rudder achieved setting, normalized (–100 % to +100 %).

I.3.4 Surge response model

I.3.4.1 Derivation

The surge response model calculates the forward acceleration which is brought about by the thrust X (provided by the propulsor) and the hydrodynamic resistance to forward motion, which is assumed to vary linearly with forward speed. There is also a term which describes the effect of sideways motion coupled with rotation (yaw); essentially this term takes into account the fact that the ship axes are rotating and do not constitute an inertial frame of reference.

$$M_u \dot{u}_g = X + M_u v_g r - R_u u_w \quad (I.7)$$

where

M_u is the mass associated with forward acceleration;
 u_g is the forward component of ship velocity over the ground
 $\dot{u}_g$ is the time-derivative of the forward ship velocity over the ground;
 u_w is the forward component of ship velocity through the water;
 X is the forward thrust imparted by the propulsor;
 v_g is the sideways component of ship velocity over the ground (positive to starboard);
 r is the yaw, or rate of turn about the vertical axis (positive to starboard);
 R_u is the linear coefficient of hydrodynamic resistance.

I.3.4.2 Transformed equation

The equation is transformed by first dividing by M_u , and then defining parameters

$$\tau_u = M_u / R_u \quad (I.8)$$

τ_u is the time constant of the linear response model;

$$u_{\max} = X_{\max} / R_u \quad (I.9)$$

$$K_u = u_{\max} / \tau_u \quad (I.10)$$

K_u is the coefficient of thrust, relating the maximum forward speed to the time constant. Notice that the value of K_u is derived from easily measured or defined quantities.

The equation used in computation then becomes

$$\dot{u}_g = K_u X' + v_g r - u_w / \tau_u \quad (I.11)$$

Constant parameters to be entered by the user:

$u_{\max}$ maximum speed, metres per second;

τ_u acceleration time constant, seconds;

also, the initial value of u_g should be specified or taken as zero by default.

Run-time inputs:

X' thrust (normalized with respect to its maximum value) (–100 % to +100 %);

u_w, v_g components of velocity, metres per second;

r rate of turn (yaw), radians per second.

Run-time output:

$\dot{u}_g$ time-derivative of u_g , metres per second per second.

1.3.5 Sway response model

1.3.5.1 Derivation

The sway response model is directly analogous to the surge response model, albeit with a few notable differences. The sway response model calculates the lateral acceleration, which is brought about by the lateral hydrodynamic forces acting on the hull.

A simplifying assumption is that the lateral force imparted by the rudder is ignored, i.e. the rudder is effectively placed at the centre of gravity. This assumption does not have any significant impact on the resulting motion of the vessel other than a subtle lateral movement of the centre of gravity which may be observed, on a real vessel, as a turn is initiated: the simplified model does not exhibit this effect. While it would be a simple matter to introduce this effect, it would not afford any benefits in terms of the purpose of this model for testing track control systems.

The hydrodynamic resistance to sideways motion is assumed to vary linearly with sideways speed. There is also a term which describes the effect of forward motion coupled with rotation (yaw); as above, essentially this term takes into account the fact that the ship axes are rotating and do not constitute an inertial frame of reference.

$$M_v \dot{v}_g = -M_v u_g r - R_v v_w \quad (1.12)$$

where

M_v is the mass associated with sideways acceleration;

v_w is the sideways component of ship velocity through water;

v_g is the sideways component of ship velocity over ground, and the dot denotes the time-derivative, (positive to starboard);

u_g is the forward component of ship velocity over ground;

r is the yaw, or rate of turn about the vertical axis (positive to starboard);

R_v is the linear coefficient of hydrodynamic resistance to lateral motion.

1.3.5.2 Transformed equation

The equation is transformed by first dividing by M_v , and then defining a parameter

$$\tau_v = M_v / R_v \quad (1.13)$$

τ_v is the time constant of the linear response model.

The equation used in computation then becomes:

$$\dot{v}_g = -u_g r - v_w / \tau_v \quad (I.14)$$

Constant parameters to be entered by the user:

τ_v is the acceleration time constant, in seconds;

Furthermore, the initial value of v should be specified or taken as zero by default.

Run-time inputs:

u_g, v_w components of velocity, metres per second;

r rate of turn (yaw), radians per second.

Run-time output:

$\dot{v}_g$ time-derivative of v_g , metres per second per second.

I.3.6 Yaw response model

I.3.6.1 Derivation

The yaw response model calculates the rate of change of the rate of turn about the vertical axis (yaw) which is brought about by the turning moment. The turning moment is provided by a combination of the rudder achieved position, δ_a , and the water flow over the rudder. The water flow over the rudder is dominated by the effect of the propeller, in the regimes of interest to this model, and is represented by the term $K_u X' \tau_u$ which represents the forward speed which is achieved, in equilibrium straight line motion, for a (normalized) thrust X' .

The turn is opposed by the hydrodynamic resistance to rotational motion, which is assumed to vary linearly with the rate of turn.

There is also a term which describes the effect of sideways motion coupled with the lever arm distance which may exist between the centre of lateral pressure and the centre of gravity. If the lateral resistance force acts aft of the centre of gravity, the slipping motion in the turn will tend to generate an opposing moment, so that the vessel will tend to straighten out, i.e. it is stable in a straight line. If, on the other hand, the lateral resistance force acts forward of the centre of gravity, the sideslip will tend to aggravate the turn. Clearly, this effect will be more pronounced at speed, and there is a point where the vessel will become unstable in straight-line motion. If the centre of lateral pressure coincides with the centre of gravity, the vessel is neutrally stable; there remains some positive stability from the simple resistance to turning motion.

$$I_z \dot{r} = K_r \left(\delta_a \frac{K_u X' \tau_u}{L} + W \right) + \gamma L R_v (v_w - \gamma L r) - R_r r \quad (I.15)$$

where

I_z is the moment of inertia associated with rotation about the z axis (which points vertically downwards), i.e. yaw;

r is the yaw rate about the vertical axis (positive to starboard);

$\dot{r}$ is the time-derivative of the yaw rate;

K_r is a constant of proportionality;

δ_a	is the achieved rudder position;
$K_r \delta_a K_u X' \tau_u / L$	is the turning moment imparted by the rudder, which is dependent on the rudder achieved position and the speed of water flow;
$K_r W$	is the turning moment imparted by wave disturbances;
γ	is the stability coefficient, i.e. the distance of the centre of pressure aft of the centre of gravity, normalized to the ship length L ;
L	is the ship length;
R_v	is the linear coefficient of hydrodynamic resistance to lateral motion;
$(v_w - \gamma L r)$	is the lateral component of ship velocity (positive to starboard), measured at the centre of hydrodynamic pressure;
R_r	is the linear coefficient of hydrodynamic resistance to rotation (yaw).

I.3.6.2 Transformed equation

The equation is transformed by first dividing by I_z , and then defining parameters

$$\tau_r = I_z / R_r \quad (I.16)$$

τ_r is the time constant of the linear response model.

$$K_r' = \frac{r(\delta_a', X')}{\delta_a' \tau_r} \frac{L}{K_u X' \tau_u} \quad (I.17)$$

K_r' is the normalized coefficient of rudder moment, relating the steady-state yaw rate to the propeller thrust and normalized rudder position in the absence of any stability effects, i.e. with $\gamma = 0$. A practical method of estimating K_r' is given in I.4.1.

Using Equation (I.13), the equation is re-written as:

$$\dot{r} = K_r' \left(\frac{K_u X' \tau_u}{L} \delta_a' + W' \right) + \frac{\gamma L M_v (v_w - \gamma L r)}{I_z \tau_v} - \frac{r}{\tau_r} \quad (I.18)$$

For this computation, the equation has further been simplified by relating the moment of inertia to the mass and length, using a simple equation which relates the moment of inertia of a uniformly dense rod to its mass and length, i.e.

$$I_z = M_v L^2 / 12$$

This is without loss of generality as the coefficient γ is a quantity which is set by the user. Using this relationship, the equation becomes

$$\dot{r} = K_r' \left(\frac{K_u X' \tau_u}{L} \delta_a' + W' \right) + \frac{12 \gamma (v_w - \gamma L r)}{L \tau_v} - \frac{r}{\tau_r} \quad (I.19)$$

Constant parameters to be entered by the user:

K_r' yaw coefficient, in units of reciprocal seconds;

- τ_r time constant, seconds;
 γ stability coefficient, dimensionless;
 L overall ship length, metres.

Also, the initial value of r should be specified or taken as zero by default.

Run-time inputs:

- δ'_a rudder achieved position (normalized with respect to its maximum value, –100 % to +100 %);
 W' wave disturbance turning moment, related to the wave height as follows:
 $W' = H \times \text{SF} / 100$; where SF is a Scaling Factor. A value of 20 for the Scaling Factor is recommended.
 H wave height from Clause H.4.
 $K_u X' \tau_u / L$ thrust, multiplied by the thrust coefficient and divided by the forward motion time constant and the ship length. This quantity is in units of reciprocal seconds;
 v_w sideways component of ship velocity through water, metres per second;
 r rate of turn (yaw), radians per second.

Run-time output:

- $\dot{r}$ time-derivative of r , radians per second per second.

I.3.7 Integration (deduced reckoning)

The process of integrating the accelerations, to yield velocity components, yaw rate, heading and position is well-known and is briefly outlined below. For the purpose of testing track control systems, it is necessary to include the effects of a tidal current.

The first stage in the process is to recalculate the components of speed through the water, u_w and v_w , from previous values of the speed over the ground, heading, and the tidal flow. This calculation might be omitted if the tidal current were to be constant; but if the tidal current is to be suddenly altered, the calculation should take place at this point. This ensures that the new tidal current, on first introduction, introduces movement of the water relative to the ship, and this produces hydrodynamic forces on the ship, which reacts by accelerating accordingly.

(If the calculation were omitted, the ship would immediately be carried by the new tidal current, implying that the tidal set and drift is imposed suddenly and immediately, with a step change in ship velocity relative to land, which would be contrary to Newtonian dynamics.)

$$\begin{pmatrix} u_w \\ v_w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_g \\ v_g \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} T_X \\ T_Y \end{pmatrix}$$

where

$$\begin{pmatrix} T_X \\ T_Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C & S \\ -S & C \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_N \\ T_E \end{pmatrix}$$

where

u_w and v_w velocity components relative to the water and are calculated from the ground referenced velocity components u_g and v_g .

C and S cosine and sine of the heading

The simplest way to interpolate the tidal vector during the ramp-period is to scale the northerly and easterly tide components T_N and T_E for the ramp.

The second stage in the process is to integrate the rates of change to obtain velocity and rate of turn (yaw).

$$u_g = \int \dot{u}_g dt$$

$$v_g = \int \dot{v}_g dt$$

$$r = \int \dot{r} dt$$

The third stage is to integrate the yaw rate to obtain heading:

$$Hdg = \int r dt$$

The fourth stage is to transform the ship-related velocity components to an absolute coordinate system based on N and E :

$$\begin{pmatrix} V_{GN} \\ V_{GE} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C & -S \\ S & C \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_g \\ v_g \end{pmatrix}$$

where C and S are defined as above.

Finally, V_{GN} and V_{GE} are integrated to obtain the position of the vessel:

$$N = \int V_{GN} dt$$

$$E = \int V_{GE} dt$$

Constant parameters to be entered by the user:

T_N, T_E tidal current northerly and easterly components; typically entered as speed and direction by user and converted into northerly and easterly components by the ship model. Changes of tidal current happen with a transition ramp based on change rate 1 knot per 1 minute. This transition ramp shall be coded into the ship model simulation.

Run-time inputs:

$\dot{u}_g, \dot{v}_g, \dot{r}$ components of acceleration and rate of change of yaw.

Run-time outputs:

u_g, v_g, r	components of velocity and yaw;
V_{WN}, V_{WE}	components of water-velocity, in (N, E) coordinates;
V_{GN}, V_{GE}	components of ground-velocity, in (N, E) coordinates;
Hdg	heading;
N, E	ship position.

I.4 Summary and block diagram

I.4.1 Constant inputs

The constant parameters to be entered by the user are listed in Table I.2.

Table I.2 – Constant parameters of the model

Item	Comments
T_p	Time for the thrust to ramp from minimum to maximum (s)
T_δ	Time for the rudder to swing from stop to stop (s)
Δ	Rudder follow-up offset
$U_{\max}$	Maximum speed
τ_u	Time constant, surge
τ_v	Time constant, sway
K_r'	(Normalized) Yaw coefficient, defined by Equation (I.17)
τ_r	Time constant, yaw
γ	Stability coefficient, physically corresponds to the position of the centre of lateral pressure, normalized with respect to length L ; 0 is neutral; typical values lie in the range $-0,1$ (unstable) to $+0,1$ (stable).
L	Overall vessel length

In addition to these parameters, the model should also be provided with user-input or default values for the initial conditions, i.e. start position and heading; start velocity and yaw rate; start rudder and lever achieved values. In all cases, zero may be specified as a valid starting value.

I.4.2 Estimating parameters for a given vessel or class

Most of the ship parameters are directly measurable or may even be estimated with reasonable accuracy for a given class of ship. The model is a linearized approximation and is not intended as a comprehensive solution; consequently the parameters may be estimated with considerable latitude and the best choice of parameters may be different for different regimes (speeds) of operation. It should also be borne in mind that changes of some of the parameters may only have a small effect on test results.

The sway time constant τ_v may be obtained by observing the drift characteristics during a turn. In the steady state condition, all time derivatives are zero and Equation (I.14) yields

$$\tau_v = -\frac{v_g}{u_g r} \quad (I.20)$$

where all the parameters on the right-hand side are directly measurable.

Similarly, the surge time constant τ_u may be obtained by observing the drop in forward speed during a turn. In the steady state condition, Equation I.11 leads to

$$\tau_u = \frac{\partial u_g}{\partial (v_g r)} \quad (I.21)$$

In practice, this means simply observing the drop in forward speed during a steady-state turn, compared to straight-ahead motion with the same lever setting.

The yaw time constant, τ_r , is measurable from a graph of the yaw rate as a turn is initiated. It is likely to be of the same order of magnitude as the sway time constant τ_v because it arises from a physically related phenomenon, i.e. the resistance to water flow sideways under the hull: if this is uniformly distributed along the length of the vessel, τ_r and τ_v will be similar and for practical purposes, the same value may be used for both.

The yaw coefficient and the stability coefficient are measurable from a set of turning circle data. A first approximation may be made on the assumption that $\gamma = 0$, giving a value for K_r' from Equation I.17. For the purposes of setting up models for simulation testing, this is probably a good approach. A more accurate estimate may be made by performing turning circle trials with different values of u_g/L and rudder settings. Equation (I.19) may be rearranged, for steady state conditions, to yield values of K_r' and γ from a set of graphs in which r is plotted against $K_r' \delta_a' u/L$.

The stability coefficient is generally likely to be in the region $-0,1$ to $+0,1$ and will, in practice, vary with speed. As explained in the derivation (I.3.6.1), this figure describes the position of the centre of lateral resistance, in terms of ships lengths. For example, a skeg fitted forward of the centre of gravity will tend to make the vessel unstable. For the purposes of autopilot testing, it might be recommended that the system be tested with neutral stability ($\gamma = 0$) and with some instability using a specified negative value, and a certain minimum speed, in a combination which is found to represent a suitably difficult but not impossible condition.

In setting up a model for tests, it is worth noting that the model will not exhibit a self-sustained turn unless the forward speed exceeds a threshold value. The threshold condition may be derived from Equation (I.19) to be

$$\frac{u_g}{L} > \frac{\gamma}{T_v} + \frac{1}{12\gamma T_r} \quad (I.22)$$

and, as stated earlier, $\gamma < 0$. With these conditions satisfied, the vessel will enter a turn (if an initial impetus is provided to port or starboard) and the turn will increase and settle on a value so that the forward speed is reduced to the threshold condition implied by Equation (I.22). Thus, given a self-sustained rate of turn and an initial forward speed, γ may be calculated from Equations (I.20) to (I.22).

I.4.3 Run-time inputs

Run-time inputs to the system are listed in Table I.3.

Table I.3 – Run-time inputs

Item	Comments
P_d'	Lever demand (normalized)
δ_d' or R_d'	Rudder (normalized) demand (option A) or rate (option B)
W'	Wave disturbance function (normalized with respect to rudder action)
Tidal current	Speed and direction, or N and E components

The wave disturbance function may take the form of a prescribed sequence of values and durations, for example as specified in ISO 16329.

I.4.4 Outputs

Model outputs are listed in Table I.4.

Table I.4 – Model outputs

Item	Comments
P_a'	Lever achieved (normalized)
X'	Thrust (normalized)
δ_a'	Rudder achieved (normalized)
$\dot{u}, \dot{v}, \dot{r}$	Accelerations in ship coordinates, and rate of change of yaw
u_w, v_w, u_g, v_g, r	Velocities in ship coordinates, and yaw
V_{WN}, V_{WE}	Water velocity components with respect to fixed (N, E) axes
V_{GN}, V_{GE}	Ground velocity components with respect to fixed (N, E) axes
Position	With respect to fixed (N, E) axes
Heading	With respect to north

I.4.5 Application of the model to system testing

In developing the model, care has been taken to ensure that the inputs and outputs correspond to those which are found on standard track control systems. It is worth noting that the connections provided on track control systems may vary according to manufacturers and types.

As far as lever settings are concerned, these are manual or follow-up (direct demand) rather than rate demands so the optional rate-input is not provided.

The machinery interface is provided with several options for connection, depending on whether the electronic decision-making system is being tested, or whether the test includes the mechanical means for driving the lever and rudder. It is arguable that these actuators, which are often provided as part of the system and can have a dramatic impact on performance, should be tested as part of the whole system.

The model block diagram is given in Figure I.2.

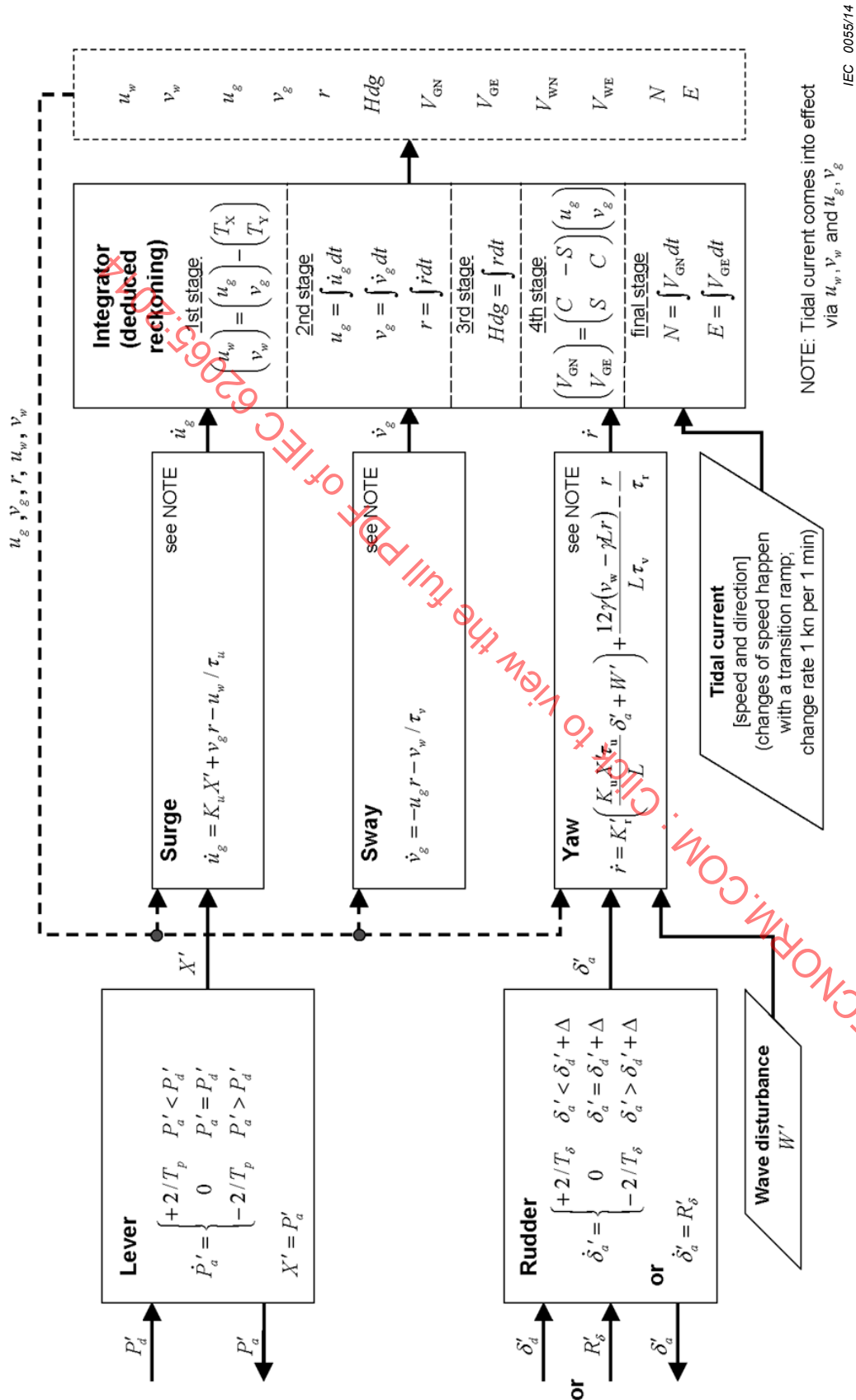


Figure I.2 – Model block diagram

I.4.6 Testing system only, without rudder actuators

I.4.6.1 Systems which output an absolute rudder demand (follow-up)

For follow-up systems which output absolute value demands, option A is selected in I.3.2. The demanded setting is converted from a voltage to a normalized numerical value, and applied directly to the P_{δ} run-time input as illustrated in Figure I.3.

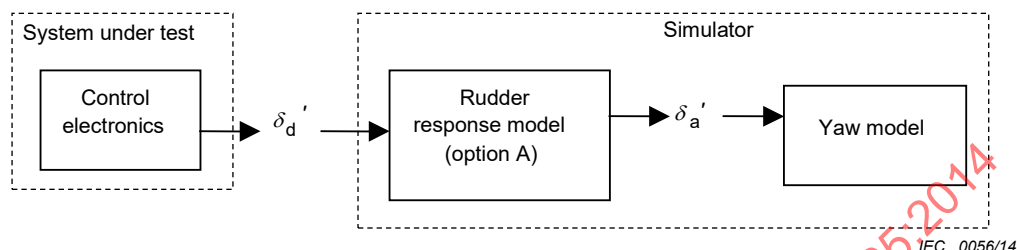


Figure I.3 – Application with simple follow-up

The model is capable of introducing an offset between the demand and the steady-state achieved settings, so as to simulate the effect of asymmetry in the ship behaviour, as may indeed arise from a miscalibration of the rudder follow-up mechanism.

I.4.6.2 Systems which output a rudder actuator command

Many autopilot devices have a feedback connection to the vessel, in which the demand is issued as a required rate of change, and the vessel feeds back a voltage which represents the achieved setting. It is worth noting that such systems do not have a calibrated zero position (for example a voltage which is guaranteed to represent rudder-amidships). The control system shall be capable of effectively calibrating itself to whatever the rudder-amidships voltage happens to be on a particular vessel, for example by accruing a corresponding offset in an integrator.

In this case, the model may be connected to the autopilot system by means of the demanded rate of change R_{δ}' and the achieved value δ_a is connected to the feedback input of the autopilot system. This arrangement, illustrated in Figure I.4, allows for a bipolar/zero rate input, or for a variable rate input for fine control of small rudder angles.

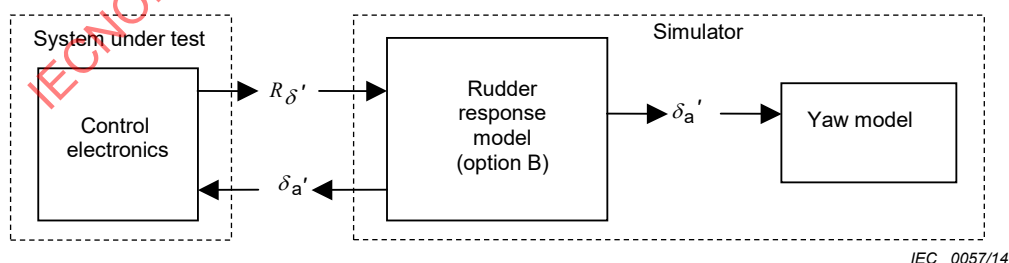
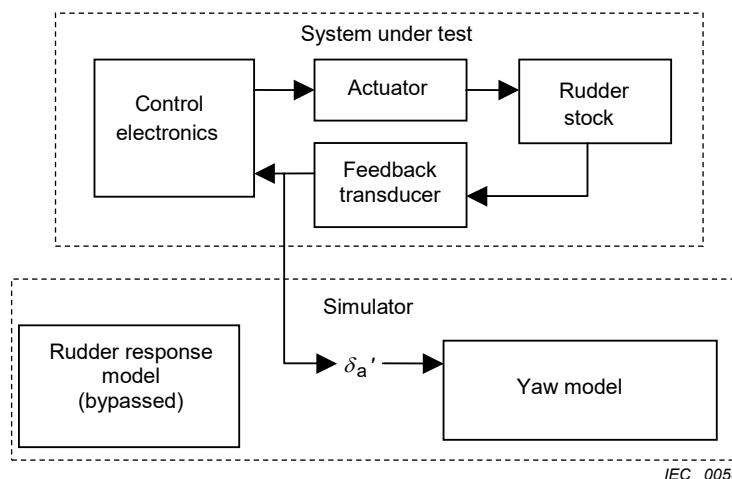


Figure I.4 – Control system using actuator outputs and feedback

I.4.7 Testing the whole system including actuation mechanism

If the actuator mechanism is included within the system under test, it is necessary to use its achieved setting in place of the rudder response model.

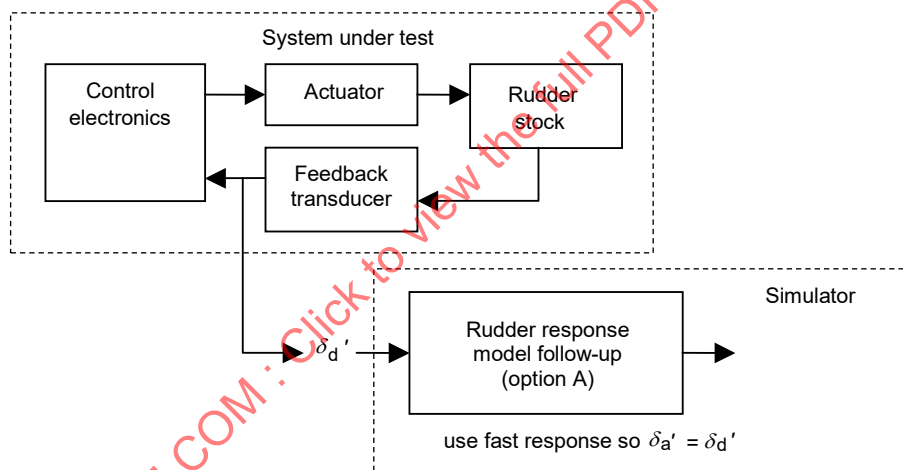
One way to achieve this is to bypass the rudder model completely, applying the controller output to the input of the yaw model, as illustrated in Figure I.5.



IEC 0058/14

Figure I.5 – System with actuator mechanism, bypassing the rudder response model

Alternatively, the system may be configured using the follow-up arrangement (option A) with a ramp rate that is faster than that of the system under test, so that the model effectively keeps the rudder achieved position in step with the actuator output. This is illustrated in Figure I.6.



IEC 0059/14

Figure I.6 – System with actuator mechanism using a fast rudder response time in the model

I.4.8 Model outputs: input to system under test

Other system outputs shall be converted to a format that is suitable for input to the system under test. A conveniently widespread format is IEC 61162-1 and IEC 61162-2, which provides for data transfer using serial data links. All the required data fields are provided by the model as outputs.

I.5 Ship parameter sets

Three sets of ship parameters have been created to represent, broadly, three classes of vessel to be used in the tests. These are presented in Table I.5.

Table I.5 – Parameter sets for three ships

Parameter	Ship A	Ship B	Ship C
Type	Ferry	Container ship	Tanker
L (m)	60	250	350
T_p (s)	20	30	30
T_{δ} (s)	12	30	30
Δ (%)	0	0	0
u_{max} (kn)	30	25	10
Kr' (deg/s/%)	0,025	0,01	0,005
τ_u (s)	150	600	800
τ_v (s)	2	4	36
τ_r (s)	4	23	46
γ	–0,05	0	0

I.6 Manoeuvring characteristics from turning circle manoeuvres (informative example)

Information about the turning ability of the three vessels can be obtained from turning circle manoeuvres as set out in the annex to the IMO circular MSC/Circ.1053 “Explanatory Notes to the Standards for ship manoeuvrability”.

The results from turning circle manoeuvres are presented in Table I.6 and Figures I.7 to I.9. The measured values in Table I.6 are rounded off to three relevant digits. If compared with results from different ship motion simulators, small differences may be observable due to different simulator properties.

Table I.6 – Results from turning circle manoeuvres

Parameter	Ship A		Ship B		Ship C		Comments
Type	Ferry		Container ship		Tanker		
Rudder order	100	%	100	%	100	%	Rudder order execute (TIME, conditions)
STW _{ahead}	30,0	kn	25,0	kn	10,0	kn	
TIME	0	s	0	s	0	s	
Advance	0,194	NM	0,551	NM	0,666	NM	
Transfer	0,089	NM	0,323	NM	0,349	NM	
STW _{ahead at 90°}	24,9	kn	22,6	kn	7,86	kn	
STW _{abeam at 90°}	P 4,17	kn	P 1,85	kn	P 1,72	kn	
TIME _{at 90°}	29,5	s	106	s	319	s	
Tactical Diameter	0,180	NM	0,640	NM	0,760	NM	
STW _{ahead at 180°}	20,2	kn	20,3	kn	6,42	kn	
STW _{abeam at 180°}	P 3,09	kn	P 1,68	kn	P 1,40	kn	
TIME _{at 180°}	49,3	s	183	s	585	s	
Final Turning Diameter	0,138	NM *	0,335	NM **	0,481	NM *	Results identified with different number of final complete turning circles: * 3 rd circle ** 5 th circle
STW _{ahead}	14,7	kn *	12,4	kn **	4,99	kn *	
STW _{abeam}	P 1,73	kn *	P 1,03	kn **	P 1,06	kn *	
ROT	203	°/min *	71	°/min **	20,3	°/min *	

NOTE The results are based upon observations and metered distances from turning circle trajectory (reference is made to a co-ordinate system starting with "rudder order execute").

Advance metered at 90° of heading change

Transfer metered at 90° of heading change (same time, same position as above)

Tactical Diameter metered at 180° of heading change

Final Turning Diameter metered after rate of turn and speed through the water have been stabilised to final values

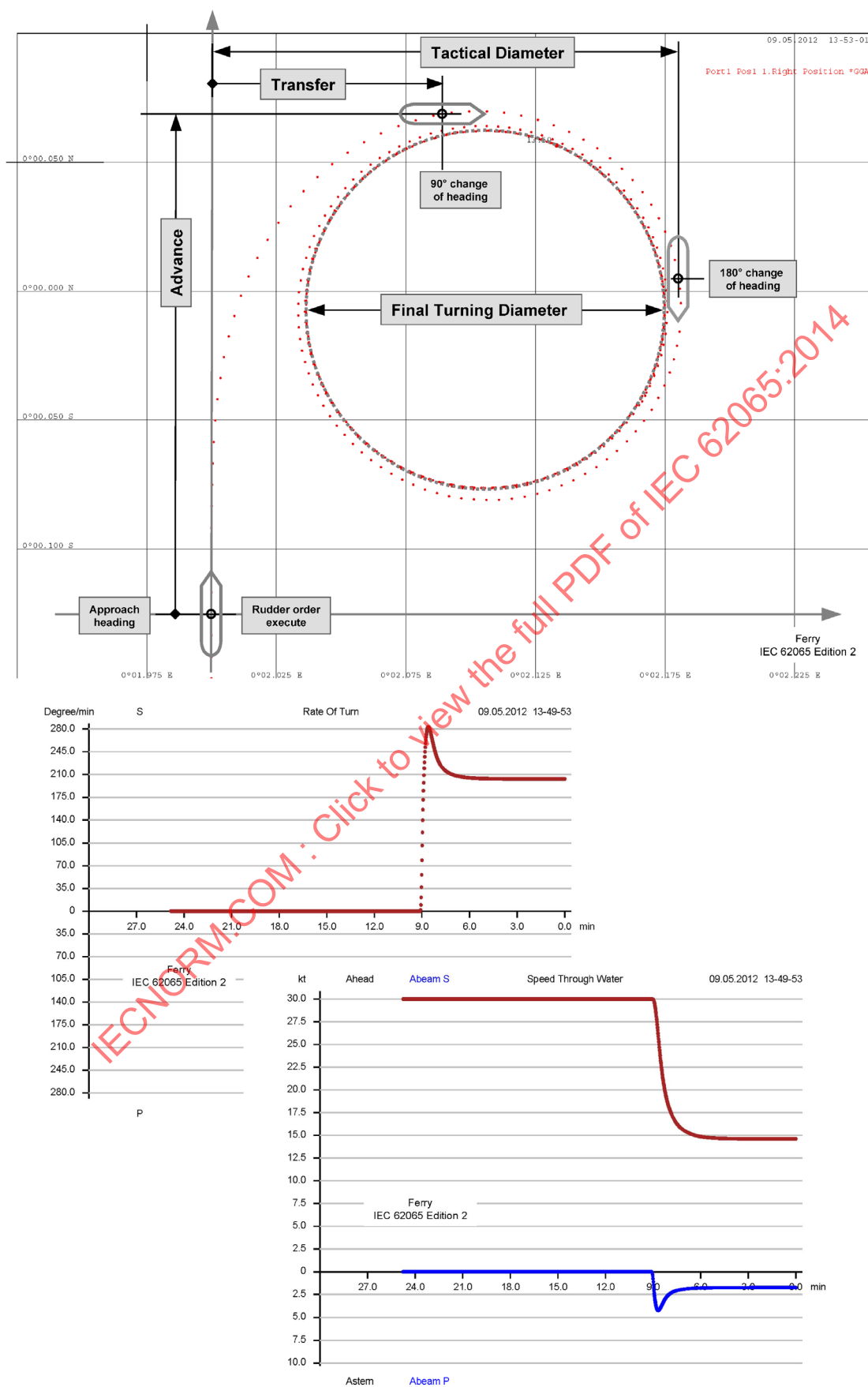


Figure I.7 – Turning circle manoeuvre – Ferry

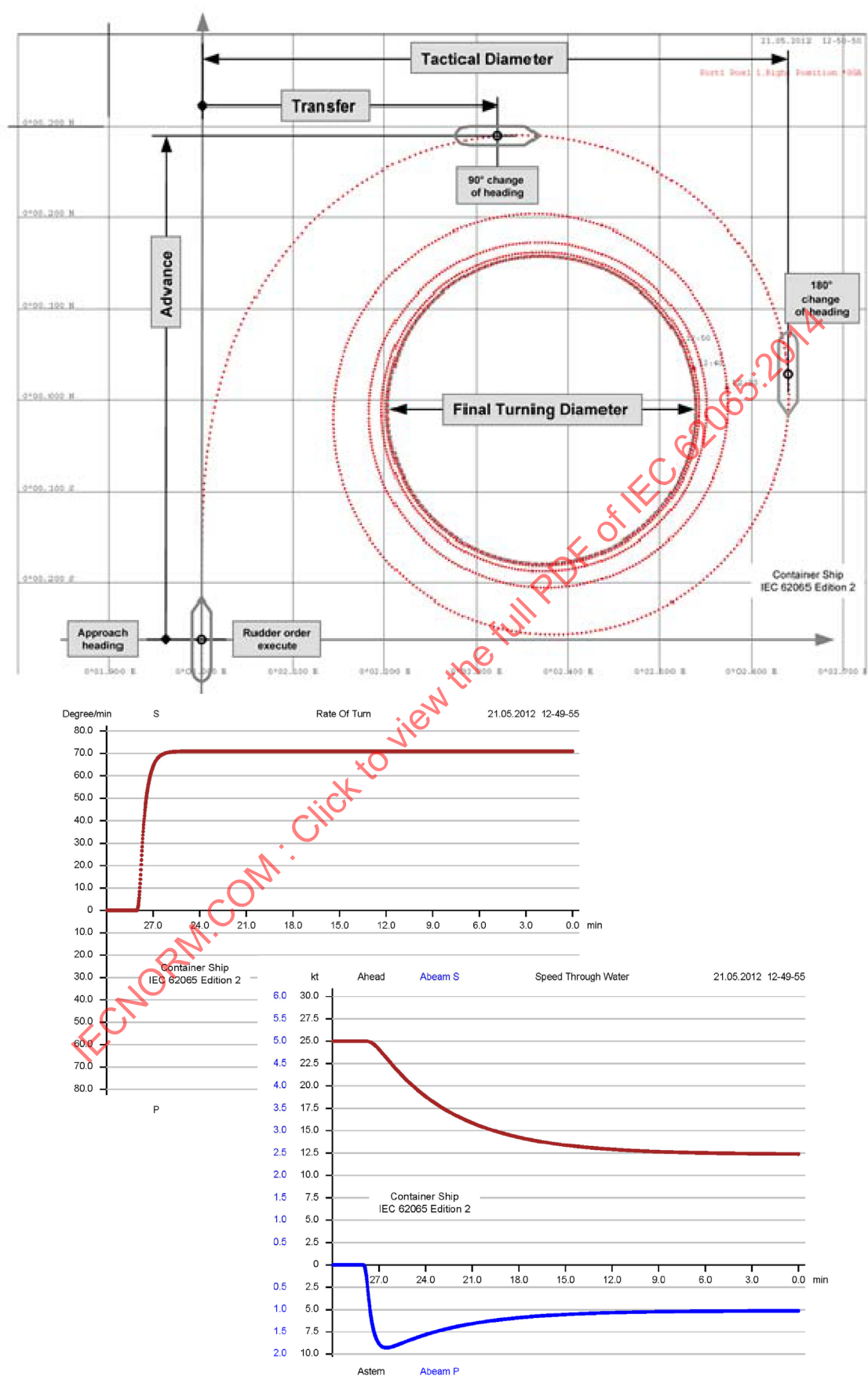


Figure I.8 – Turning circle manoeuvre – Container ship

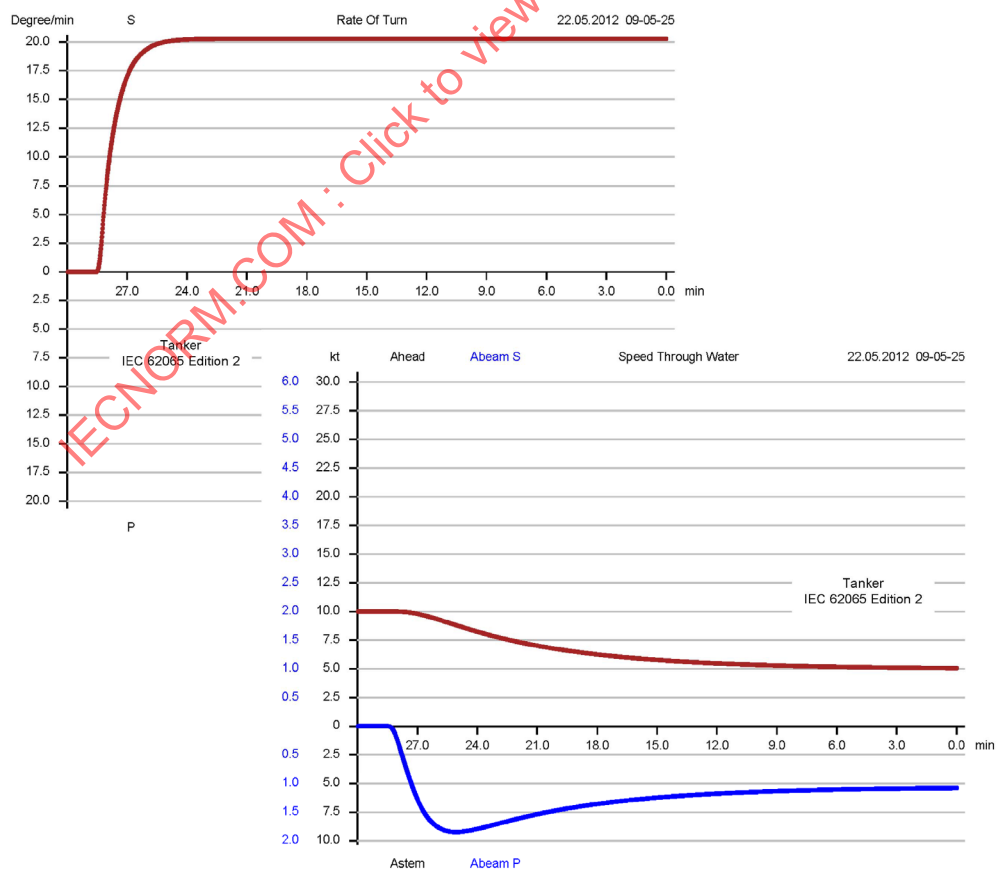
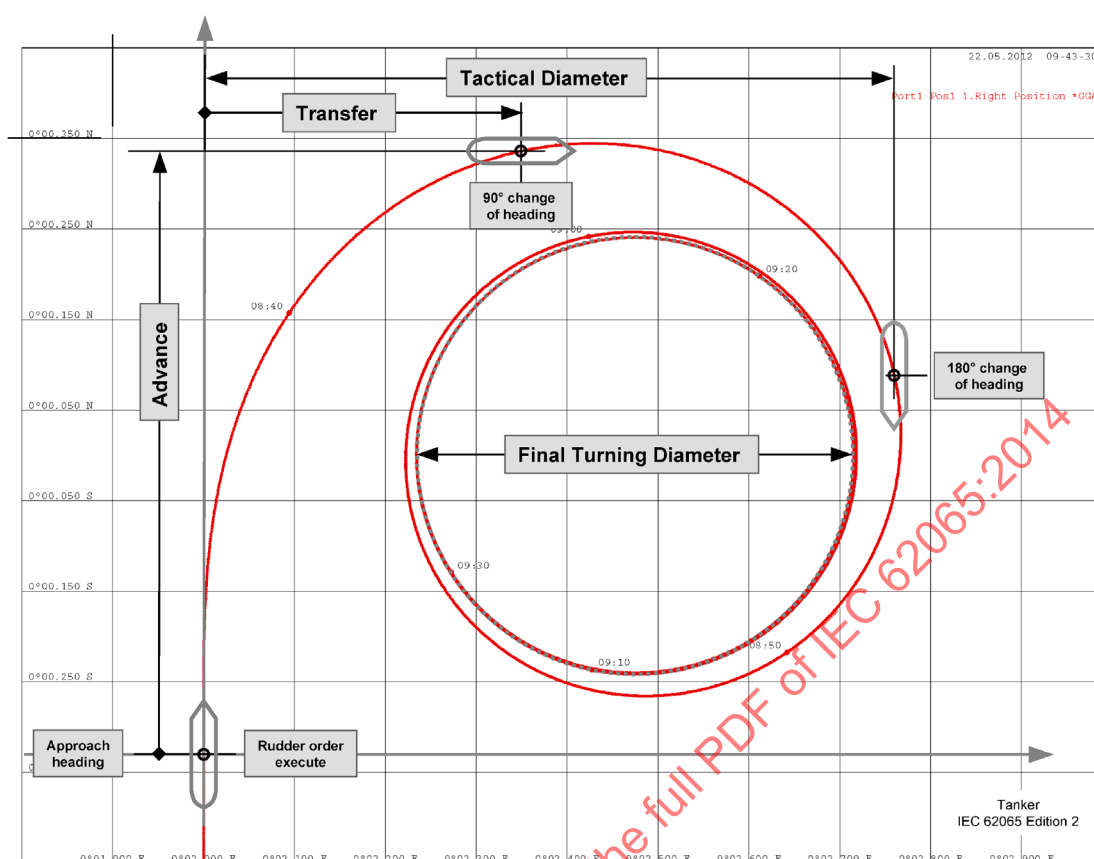


Figure I.9 – Turning circle manoeuvre – Tanker

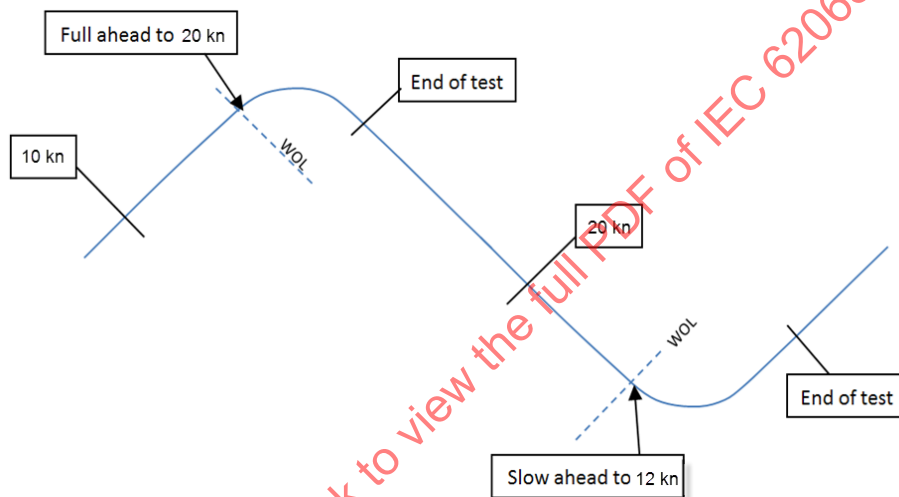
Annex J (informative)

Explanation of adaptation tests (6.4.4.1)

J.1 General

The Figures J.1 to J.5 in this annex indicate where events are to be introduced into scenario 3 for the testing of adaptation. The “End of test” as indicated depends on the performance of the EUT.

J.2 Adaptation to speed change



IEC 0063/14

Figure J.1 – Adaptation to speed change

J.3 Adaptation to current changes along a leg

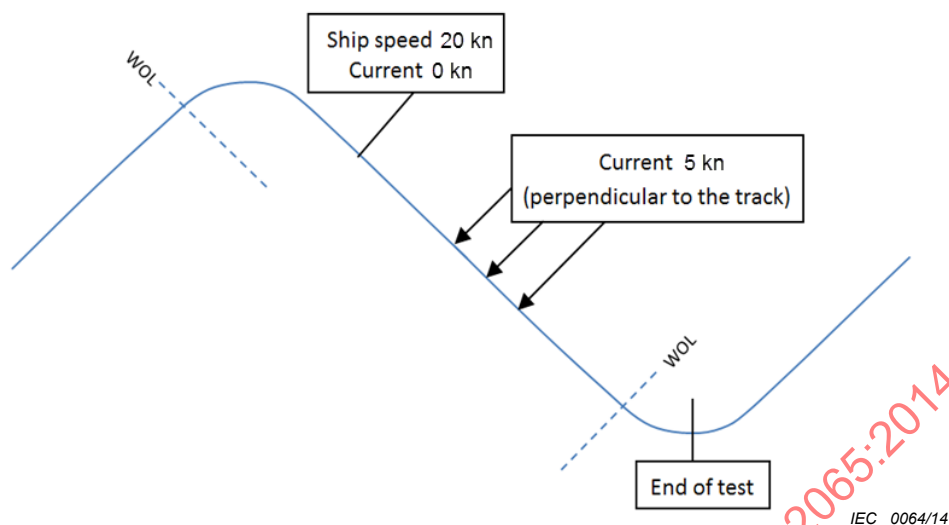


Figure J.2 – Adaptation to changes along a leg

J.4 Adaptation to current changes during turn

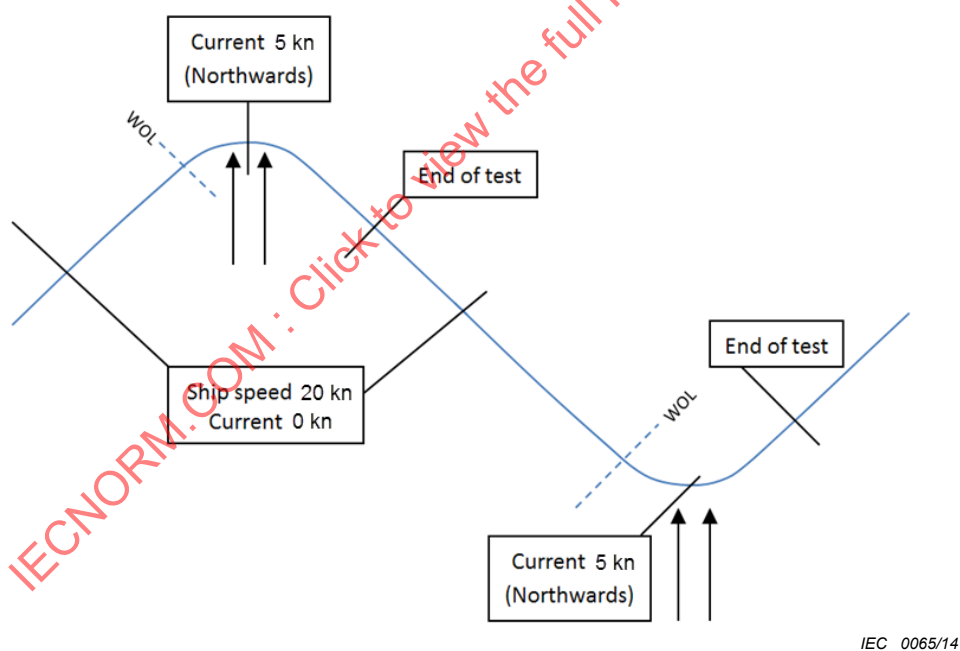


Figure J.3 – Adaptation to current changes during turn

J.5 Adaptation to sea state during turn

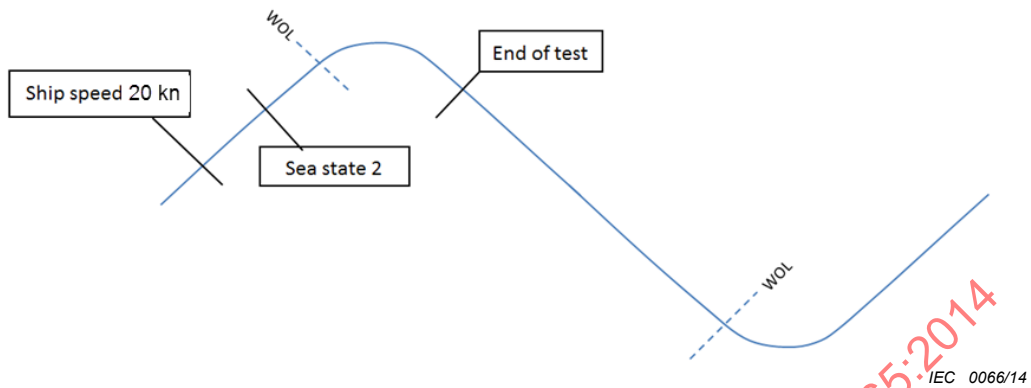


Figure J.4 – Adaptation to sea state during turn

J.6 Adaptation to sea state change on a leg

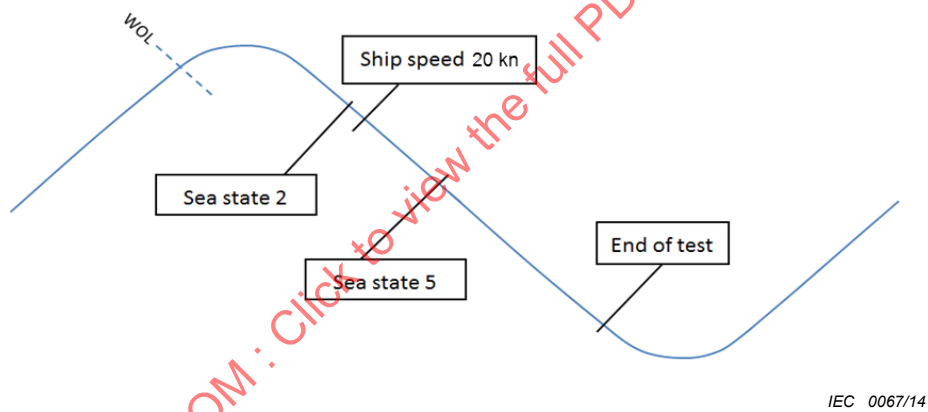


Figure J.5 – Adaptation to sea state change on a leg

Annex K (normative)

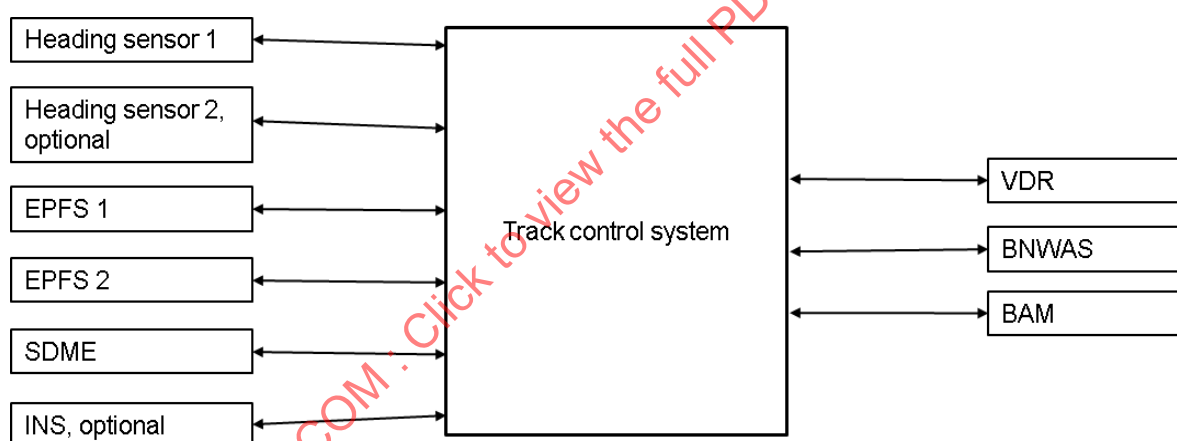
IEC 61162 interfaces

K.1 Required interfaces

The IEC 61162 sentences for transmitting and receiving data for the track control system are specified in Tables K.1 and K.2. The manufacturer shall specify which IEC 61162 part each physical interfaces supports.

Figure K.1 shows the required logical interfaces. If more than one logical interface is implemented on a single physical interface, then all aspects of each logical interface, including alert communication, heartbeat, etc., shall be distinguishable from those of other logical interfaces implemented on the same physical interface.

If any equipment, sensor or source in Figure K.1 is included into the EUT, then there is no requirement to provide an external interface for it. In this case, the functionality needs to be verified.



IEC 0068/14

Figure K.1 – Track control system logical interfaces

Table K.1 – IEC 61162-1 sentences transmitted by the track control system

Mnemonic	Interface (see Figure K.1)	Name	Comment
ALC	VDR, BAM, INS	Cyclic alert list	List of current alert See IEC 61924-2
ALF	VDR, BAM, INS	Alert sentence	Details of a new alert See IEC 61924-2
ALR	BNWAS	Set alarm state	Alert transfer to BNWAS
ARC	BAM, INS	Alert command refused	Alert command not accepted See IEC 61924-2
EVE	BNWAS	Operator activity	Optional interface to reset dormant period of the BNWAS
HBT	BAM, INS	Heartbeat	Support reliable alert related communication

Table K.2 – IEC 61162-1 sentences received by the track control system

Mnemonic	Interface (see Figure K.1)	Name	Comment
ACN	BAM, INS	Alert command	Alert command e.g. acknowledge See IEC 61924-2
DTM	EPFS 1, EPFS 2, INS	Datum reference	
GLL GGA GNS RMC	EPFS 1, EPFS 2, INS	Geographic position – latitude/longitude	
HBT	BAM, INS	Heartbeat	Support reliable alert related communication
NSR	INS	Navigational status report	Integrity and plausibility of the CCRS data See IEC 61924-2
THS	Heading sensor 1, Heading sensor 2, INS	Heading source	
HCR	Heading sensor 1, Heading sensor 2, INS	Heading correction report	Defined in K.3
VBW VLW	SDME, INS	Speed log	
VTG	EPFS 1, EPFS 2, INS	Speed and course from EPFS	

K.2 Use of ALR for BNWAS

This standard requires that an unacknowledged alarm shall be transferred after a timeout to call a back-up navigator. The BNWAS standard IEC 62616 defines alternative methods to receive such information: either by using ALR-sentence, by contact closure or by other equivalent method. The EUT shall provide at least one alternative. If sending of ALR sentence method is used to actuate the “Emergency Call” system of the BNWAS, then the sentence below shall be used:

\$TCALR,,260,A,V,Emergency Call*0C<CR><LF>

and to remove this “Emergency Call”

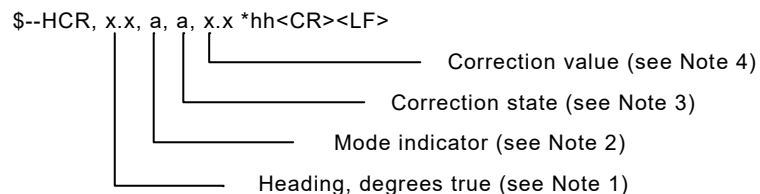
\$TCALR,,260,A,A,Emergency Call*1B<CR><LF>

K.3 HCR – Heading correction report

Refer to IEC 61162-1 for a possible later version of this sentence.

This sentence is used to inform state and value of heading correction included in the heading reported by the THS sentence when the heading source can apply correction.

This sentence requires tight synchronization with THS sentence. This sentence should be sent immediately prior to every THS sentence for which the correction state field has changed compared to previous THS sentence. For all “correction states” the HCR sentence should be transmitted periodically at intervals of not greater than 1,0 s.



NOTE 1 Value of heading for which this HCR is referenced. This value is not replacing heading value from the THS sentence. This value is used for synchronization between high data rate of THS sentence and low data rate of HCR sentence.

NOTE 2 Mode indicator. This field should not be null.

A = Autonomous

E = Estimated (dead reckoning)

M = Manual input

S = Simulator mode

V = Data not valid (including standby)

NOTE 3 Correction state. This field should not be null.

A = Both Speed/latitude and dynamic correction included in heading

D = Dynamic correction included in heading

S = Speed/latitude correction included in heading

N = No correction included in heading

V = Not available, reporting device does not know about correction state

NOTE 4 Value of correction included in heading. Degrees +/- 180,0° with one decimal. Null field indicates correction state N (no correction included) or V (not available).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62065:2014

Bibliography

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 results*

IEC 61162-3, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Digital interfaces – Part 3: Serial data instrument network*

ISO 9000, *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary*

ISO 11674, *Ships and marine technology – Heading control systems*

ISO 16329, *Ships and marine technology – Heading control systems for high speed craft*

IMO Resolution A.1021(26), *Code on Alerts and Indicators*

IMO MSC/Circ.1053, *Explanatory Notes to the Standards for ship manoeuvrability*

IMO MSC.64(67) annex 3, *Recommendation on performance standards for heading control systems*

IMO SOLAS 1974 as amended, *International Convention for the safety of life at sea*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62065:2014

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	105
1 Domaine d'application	107
2 Références normatives	107
3 Termes, définitions et abréviations	108
3.1 Termes et définitions	108
3.2 Abréviations	112
4 Application de la présente norme	113
5 Exigences	114
5.1 Exigences opérationnelles	114
5.1.1 Fonctionnalités	114
5.1.2 Documentation relative aux contraintes d'exactitude et de performances	118
5.1.3 Alertes	118
5.2 Critères ergonomiques	121
5.2.1 Commandes opérationnelles	121
5.2.2 Présentation des informations	122
5.3 Conception et installation	123
5.4 Interfaces	123
5.4.1 Détecteurs	123
5.4.2 Informations de statut	123
5.4.3 Normes	123
5.5 Dispositions de secours	123
5.5.1 Défaillance du contrôle de route	123
5.5.2 Défaillance du détecteur de position	124
5.5.3 Défaillance du détecteur de cap	125
5.5.4 Défaillance du détecteur de vitesse	125
6 Exigences d'essai et résultats	126
6.1 Généralités	126
6.2 Exigences générales	126
6.2.1 Essais d'environnement	126
6.2.2 Documentation	128
6.2.3 Déclarations	128
6.3 Configuration de l'environnement	129
6.3.1 Généralités	129
6.3.2 Simulateur de mouvement du navire	131
6.3.3 Scénarios d'essai	132
6.3.4 Planification	132
6.4 Exécution de l'essai	133
6.4.1 Généralités	133
6.4.2 Vérification de la route	133
6.4.3 Exécution des scénarios	135
6.4.4 Exécution des essais supplémentaires	141
6.4.5 Surveillances et alertes	144
6.4.6 Redémarrage après défaillance et passage manuel	149
6.4.7 Affichage des informations	152
6.4.8 Commandes opérationnelles	153
Annexe A (normative) Description graphique des séquences	154

Annexe B (informative) Contrôle de vitesse	157
Annexe C (informative) Systèmes de contrôle de route équipés de deux contrôleurs de cap	160
Annexe D (informative) Gestion des données statiques et dynamiques	161
Annexe E (informative) Limites	163
Annexe F (informative) Schéma de flux de données	164
Annexe G (normative) Définitions et tracés du scénario	166
Annexe H (informative) Erreurs de détecteur et modèles de bruit	172
Annexe I (normative) Spécification du modèle de navire	179
Annexe J (informative) Explication des essais d'adaptation (6.4.4.1)	205
Annexe K (normative) Interfaces de l'IEC 61162	209
Bibliographie	212
Figure 1 – Modèle fonctionnel du contrôle de route dans le cadre d'un système de navigation intégré	127
Figure 2 – Schéma de principe	130
Figure 3 – Schéma de principe de haut niveau	131
Figure A.1 – Séquence d'alertes de changement de route (~A)	155
Figure A.2 – Gestion de l'Alarme du Navigateur auxiliaire (NA)	156
Figure G.1 – Tracé du scénario 1	167
Figure G.2 – Tracé du scénario 2	168
Figure G.3 – Tracé du scénario 3	169
Figure G.4 – Tracé du scénario 4	171
Figure H.1 – Distribution spectrale des erreurs GPS modélisées	173
Figure H.2 – Séquence de vagues – État de la mer 5	175
Figure H.3 – Spectre de vague – État de la mer 5	176
Figure H.4 – Superpétrolier – État de la mer 5	176
Figure H.5 – Navire porte-conteneur – État de la mer 5	177
Figure H.6 – Ferry rapide – État de la mer 5	177
Figure H.7 – Navire porte-conteneur – État de la mer 2	178
Figure I.1 – Schéma de principe du modèle de haut niveau	180
Figure I.2 – Schéma de principe du modèle	194
Figure I.3 – Application avec suivi simple	195
Figure I.4 – Système de contrôle utilisant les sorties et le retour d'informations de l'actionneur	195
Figure I.5 – Système doté d'un dispositif actionneur, contournant le modèle de réponse du gouvernail	196
Figure I.6 – Système doté d'un dispositif actionneur utilisant une durée de réponse de gouvernail rapide dans le modèle	196
Figure I.7 – Manœuvre de braquage – Ferry	200
Figure I.8 – Manœuvre de braquage – Porte-conteneur	202
Figure I.9 – Manœuvre de braquage – Superpétrolier	204
Figure J.1 – Adaptation au changement de vitesse	205
Figure J.2 – Adaptation aux changements sur un segment	206
Figure J.3 – Adaptation aux changements de courant lors d'un virage	207

Figure J.4 – Adaptation à l'état de la mer lors d'un virage	208
Figure J.5 – Adaptation au changement d'état de la mer sur un segment	208
Figure K.1 – Interfaces logiques du système de contrôle de route	209
Tableau 1 – Fréquence d'entrée du simulateur	131
Tableau 2 – Fréquence de sortie du simulateur	132
Tableau E.1 – Limites	163
Tableau G.1 – Scénario 1	166
Tableau G.2 – Scénario 2	167
Tableau G.3 – Scénario 3	168
Tableau G.4 – Scénario 4	170
Tableau H.1 – Hauteurs et périodes des demi-ondes	175
Tableau I.1 – Relation entre les modèles de levier de poussée et de gouvernail	182
Tableau I.2 – Paramètres constants du modèle	189
Tableau I.3 – Entrées d'exécution	191
Tableau I.4 – Sorties du modèle	191
Tableau I.5 – Jeux de paramètres de trois navires	197
Tableau I.6 – Résultats de manœuvres de braquage	198
Tableau K.1 – Phrases de l'IEC 61162-1 transmises par le système de contrôle de route	210
Tableau K.2 – Phrases de l'IEC 61162-1 reçues par le système de contrôle de route	210

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62065:2014

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MATÉRIELS ET SYSTÈMES DE NAVIGATION
ET DE RADIOCOMMUNICATION MARITIMES –
SYSTÈMES DE CONTRÔLE DE ROUTE –****Exigences opérationnelles et de fonctionnement,
méthodes d'essai et résultats exigibles**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62065 a été établie par le comité d'études 80 de l'IEC: Matériels et systèmes de navigation et de radiocommunication maritimes.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 2002 et constitue une révision technique.

Cette édition inclut les principales modifications techniques suivantes par rapport à l'édition précédente:

- les alarmes et mises en garde ont été mis en correspondance avec les exigences relatives à la gestion des alertes à la passerelle;

- les exigences pour le système de catégorie B ont été révisées;
- les paramètres des modèles de navire de l'Annexe I ont été ajustés afin de ressembler à un comportement newtonien plus fidèle et le courant de marée a été modélisé;
- une nouvelle Annexe K a été ajoutée avec des exigences d'interface.

La présente version bilingue (2017-09) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2014-02.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 80/716/FDIS et 80/729/RVD.

Le rapport de vote 80/729/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le texte de la présente Norme dont la signification est identique à celle de la résolution MSC.74(69), Annexe 2 de l'OMI, est imprimé en *italique*, la résolution (abrégée en – A2) et les numéros d'alinéa sont indiqués entre parenthèses (A2/3.3).

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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 – SYSTÈMES DE CONTRÔLE DE ROUTE –

Exigences opérationnelles et de fonctionnement, méthodes d'essai et résultats exigibles

1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale spécifie les exigences opérationnelles et de fonctionnement minimales, les méthodes d'essai et les résultats d'essai exigibles conformément aux normes de performances adoptées dans la Résolution MSC.74(69) Annexe 2 de l'OMI, Recommandation sur les normes de fonctionnement des systèmes de contrôle de la route. De plus, elle tient compte de la Résolution A.694(17) de l'OMI à laquelle est associée l'IEC 60945.

Si une exigence de la présente norme diffère de l'IEC 60945, l'exigence de la présente norme prévaut. Elle prend également en compte la résolution MSC.302(87) sur la gestion des alertes à la passerelle de l'OMI.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements)..

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

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

IEC 61162-1, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Digital interfaces – Part 1: Single talker and multiple listeners* (disponible en anglais seulement)

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

IEC 61924-2, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Integrated navigation systems – Part 2: Modular structure for INS – Operational and performance requirements, methods of testing and required test results* (disponible en anglais seulement)

IEC 62288, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Presentation of navigation-related information on shipborne navigational displays – General requirements, methods of testing and required test results* (disponible en anglais seulement)

IEC 62616, *Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems – Bridge navigational watch alarm system (BNWAS)* (disponible en anglais seulement)

MSC.74(69) Annexe 2 de l'OMI, *Recommandation sur les normes de fonctionnement des systèmes de contrôle de la route*

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

MSC.302(87) de l'OMI, *Recommandation sur les normes de performance pour la gestion des alertes à la passerelle*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente norme, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1.1

route active

route activée pour le contrôle de route

3.1.2

alarme

alerte de haute priorité

Note 1 à l'article: Condition nécessitant une attention et une action immédiates par l'équipe sur le pont, afin que le navire continue à naviguer en toute sécurité.

3.1.3

alerte

annonce de situations et de conditions anormales nécessitant une attention

Note 1 à l'article: Les alertes sont divisées en quatre priorités: alarmes d'urgence, alarmes, mises en garde et avertissements.

Note 2 à l'article: Les alertes sont en outre classées dans deux catégories différentes à des fins de navigation: catégorie A et catégorie B comme décrit dans la Résolution MSC.302(87) de l'OMI.

Note 3 à l'article: Une alerte fournit des informations relatives à un changement d'état défini en rapport avec des informations sur la manière d'annoncer cet événement d'une manière définie au système et à l'opérateur.

3.1.4

contrôle de vitesse le long de la route

contrôle automatique de la vitesse du navire lors du contrôle de route en fonction d'une route prédéterminée

3.1.5

virage assisté

manœuvre d'un navire contrôlée automatiquement selon un rayon ou une vitesse angulaire de virage préalablement déterminé(e) indépendant(e) de la position du navire pour effectuer une évaluation d'une route courbe

3.1.6

navigateur auxiliaire

individu, généralement un officier, désigné par le capitaine du navire pour être en alerte en cas de nécessité d'assistance sur le pont

3.1.7**alarme du navigateur auxiliaire**

signal envoyé automatiquement du TCS afin de demander de l'aide à l'équipe sur le pont lorsque l'officier de quart n'a pas accusé réception de certaines alarmes dans une période de temps définie

Note 1 à l'article: Noter que l'alarme du navigateur auxiliaire ne représente pas une alarme comme défini en 3.1.2.

3.1.8**système de référence commune cohérent**

sous-système ou fonction d'un TCS pour acquérir, traiter, stocker, surveiller et diffuser des données et des informations fournissant une référence identique et obligatoire aux sous-systèmes et aux fonctions ultérieures au sein d'un TCS et à d'autres équipements connectés, s'ils sont disponibles

3.1.9**route**

en navigation maritime, direction horizontale vers laquelle un navire se dirige ou prévoit de se diriger, exprimée comme distance angulaire à partir du nord, en général dans le sens des aiguilles d'une montre de 000° nord à 360°

Note 1 à l'article: 360° est indiqué sous la forme 000°.

3.1.10**limite de différence de route**

différence maximale entre la route et le cap avant qu'une mise en garde ne soit activée

3.1.11**distance latérale**

erreur latérale

distance perpendiculaire d'un point prédefini du navire par rapport à la route y compris la direction (négative si le navire est à gauche de la route prévue)

3.1.12**limite latérale**

distance latérale maximale avant qu'une alarme ne soit activée

3.1.13**route courbe**

route non rectiligne entre deux segments

3.1.14**dispositions de secours**

réaction automatique du TCS générée par l'utilisation de données, fonction ou de matériel de mauvaise qualité par rapport à celle ayant échoué

EXEMPLE Navigation à l'estime pour les informations relatives à la position, le contrôle du cap en cas de défaillance du contrôle de route.

3.1.15**point d'acheminement À PARTIR DE**

dernier point d'acheminement traversé

3.1.16**navigation orthodromique**

navigation sur l'intersection de la surface terrestre et d'un plan contenant les points A, B et le centre de la sphère

3.1.17

cap

direction horizontale vers laquelle un navire se dirige à tout instant, exprimée en unités angulaires à partir d'une direction de référence, en général dans le sens des aiguilles d'une montre de 000° à la direction de référence à 360°

Note 1 à l'article: 360° est indiqué sous la forme 000°.

3.1.18

contrôle du cap

contrôle du cap du navire

3.1.19

fonction de contrôle de cap

contrôle du détecteur de cap réel par une deuxième source indépendante

3.1.20

segment

ligne entre deux points de cheminement et/ou route(s) courbe(s)

3.1.21

poste de direction de manœuvre

place de commandement sur un navire apportant les informations et équipements nécessaires pour que l'officier dirigeant la manœuvre puisse assurer ses fonctions

3.1.22

vitesse de manœuvre minimale pour le contrôle de route

vitesse surface longitudinale la plus faible à laquelle le système de contrôle de route peut maintenir ses performances dans les limites d'exactitude spécifiées

Note 1 à l'article: La valeur dépend de la conception du navire, du chargement et des conditions environnementales présentes.

3.1.23

point de cheminement SUIVANT

point de cheminement qui suit le point de cheminement VERS

3.1.24

dispositif de neutralisation

commande permettant d'exécuter la fonction de neutralisation

3.1.25

fonction de neutralisation

passage intentionnel rapide de la commande automatique à la commande manuelle provisoire

3.1.26

fonction de contrôle de la position

contrôle du détecteur de position réelle par une deuxième source indépendante

3.1.27

système électronique de positionnement principal

système électronique de positionnement (EPFS) utilisé pour le contrôle de route et approuvé par l'Organisation Maritime Internationale (voir 5.1.1.3)

3.1.28

rayon de virage

rayon d'une route courbe

3.1.29**taux de giration**

variation du cap par unité de temps

3.1.30**navigation loxodromique**

navigation sur une ligne à la surface de la terre présentant le même angle que chaque méridien croisé

3.1.31**caractéristiques de manœuvre du navire**

plage de manœuvre possible pour le navire

Note 1 à l'article: Exemples de plages de manœuvre: vitesse angulaire maximale, rayon de virage minimal, accélération et décélération maximales de virage.

3.1.32**action unique de l'opérateur**

procédure accomplie par au maximum une action sur un matériel ou un logiciel, à l'exception de tout mouvement de curseur nécessaire, ou codes programmés utilisant l'activation par la voix

3.1.33**vitesse**

valeur absolue de la célérité

Note 1 à l'article: Il peut s'agir de la vitesse surface ou de la vitesse fond vraie du navire.

3.1.34**sélecteur de mode de gouverne**

activateur permettant de sélectionner les modes de gouverne manuelle et les dispositifs de gouverne automatiques

3.1.35**houle**

composante avant du mouvement du navire

3.1.36**embardée**

composante transversale du mouvement du navire (positive vers tribord)

3.1.37**route provisoire**

route partant de la position en cours du navire jusqu'à la route prédéterminée

Note 1 à l'article: La route provisoire peut inclure des points de cheminement provisoires qui peuvent être identifiés comme étant différents de ceux de la route prédéterminée

3.1.38**point de cheminement VERS**

point de cheminement que le navire approche

3.1.39**route**

trajectoire à suivre sur le fond

3.1.40**contrôle de route**

contrôle du mouvement du navire le long d'une route, les corrections apportées par le contrôleur pour compenser le vent, la dérive et d'autres influences reposant sur l'erreur de

distance latérale et pas uniquement sur le roulement par rapport au point de cheminement de destination (point de cheminement VERS)

3.1.41

route

direction d'un point de cheminement vers le suivant, route constante sur une route loxodromique et route différente sur une route orthodromique

3.1.42

mise en garde

alerte de condition nécessitant une attention immédiate, mais pas une action immédiate de l'équipe sur le pont

Note 1 à l'article: Les mises en garde sont présentées pour des raisons de précaution afin que l'équipe sur le pont soit consciente des conditions modifiées qui ne présentent pas de danger immédiat, mais peuvent finir par en présenter si aucune action n'est entreprise.

3.1.43

point de cheminement

position géographique et ses données associées

3.1.44

ligne de début de virage

WOL

ligne dans laquelle le navire doit initier une route courbe afin d'éliminer l'effet de décalage par rapport à la nouvelle route, en tenant compte de la distance exigée pour que le navire génère la vitesse angulaire nécessaire

3.1.45

heure de début du virage

WOT

instant où le système de contrôle de route commence le changement de route prévue

3.1.46

lacet

vitesse angulaire (positive vers tribord)

3.2 Abréviations

~A	Non applicable aux systèmes de catégorie A
ACCA	Actual course change alarm (Alarme de changement de route réelle)
ACCW	Actual course change warning (Mise en garde de changement de route réelle)
BAM	Bridge alert management (Gestion des alertes à la passerelle)
CCRP	Consistent common reference point (Point de référence commun cohérent)
CCRS	Consistent common reference system (Système de référence commun cohérent)
COG	Course over ground (Route fond)
DGPS	Differential GPS (GPS différentiel)
DR	Dead reckoning (Navigation à l'estime)
ECCA	Early course change alarm (Alarme de changement de route précoce)
ECCW	Early course change warning (Mise en garde de changement de route précoce)
ENC	Electronic navigational chart (Carte électronique de navigation)
EPFS	Electronic position fixing system (Système de fixation de position électronique)
EUT	Equipment under test (Équipement soumis à essai)
GC	Great circle (Orthodromique)

GPS	Global positioning system (Système de positionnement mondial)
INS	Integrated navigation system (Système de navigation intégré)
NA	(Back up) Navigator alarm (Alarme du navigateur (auxiliaire))
RL	Rhumb line (Loxodromique)
ROT	Rate-of-turn (Vitesse angulaire)
SDME	Speed and distance measuring equipment (Équipement de mesure de la vitesse et de la distance)
SWH	Significant wave height (Hauteur significative des vagues)
TCS	Track control system (Système de contrôle de la route)
WOL	Wheel-over-line (Ligne de début de virage)
WOT	Wheel-over-time (Heure de début du virage)

4 Application de la présente norme

L'application de la présente norme est comme suit.

- a) (A2/1) *Les systèmes de contrôle de route, conjointement avec leurs sources d'informations de position, de cap et de vitesse, ont pour objet de maintenir un navire sur une route fond prédéterminée, dans différentes conditions et dans les limites liées à la manœuvrabilité du navire. Un système de contrôle de route peut également inclure ou être combiné à*
 - *un contrôle de cap;*
 - *un contrôle de vitesse le long de la route (voir Annexe B).*
- b) La route peut être planifiée par des points de cheminement
 - dans le cadre du système de contrôle de route, ou
 - en important un point de cheminement ou les données de route.
- c) Le système de contrôle de route doit garantir l'intégrité du référentiel géodésique, les caractéristiques de manœuvre du navire et les routes courbes des données importées.
- d) La présente Norme s'applique aux systèmes de contrôle de route qui peuvent échanger des données avec un détecteur de cap, un détecteur de vitesse, un EPFS et/ou un contrôleur de cap, mais exclut l'échange de données de point de cheminement.
- e) Si un système de contrôle de route reçoit automatiquement des données supplémentaires, notamment les points de cheminement, provenant d'autres systèmes d'aide à la navigation, les exigences de l'IEC 61924-2 en matière d'échange de données doivent également s'appliquer.
- f) Si un système de contrôle de route est intégré à un INS, les exigences correspondantes de l'INS (telles que définies dans l'IEC 61924-2) doivent s'appliquer, concernant par exemple
 - la planification de route par des points de cheminement,
 - le transfert de données de points de cheminement dont la sécurité a été vérifiée et
 - le contrôle de la sécurité de navigation par exemple par des cartes.
- g) Le contrôle de route ne nécessite pas obligatoirement que le système de contrôle de route tienne nécessairement compte de la CEN ou d'autres données géographiques telles que des informations relatives à une zone peu profonde.
- h) (A2/2.1) *Ces normes de performance de l'OMI s'appliquent au fonctionnement des systèmes de contrôle de route*
 - *à la vitesse du navire à partir d'une vitesse de manœuvre minimale de 30 nœuds, et*
 - *à une vitesse angulaire maximale du navire de 10°/s.*
- i) Ces normes de performance ne s'appliquent pas à l'engin à grande vitesse tel que défini par la réglementation SOLAS, chapitre 10.

- j) (A2/2.2) *Les systèmes de contrôle de route qui équipent les navires doivent satisfaire à toutes les exigences des normes de performances de l'OMI (MSC.74(69) Annexe 2, Recommandation sur les normes de fonctionnement des systèmes de contrôle de la route) quant aux routes droites.*
- k) *Les systèmes qui équipent les navires nécessitant un contrôle de route courbe doivent également satisfaire à toutes les exigences relatives aux routes courbes (catégorie C).*
- l) La présente norme s'applique à trois catégories de système de contrôle de route:
- Catégorie A: Contrôle de route à un seul segment ou contrôle de route à plusieurs segments sans virage assisté entre les segments;
 - Catégorie B: Contrôle de route à plusieurs segments avec virages assistés entre les segments;
 - Catégorie C: Contrôle de route complet sur segments et virages.

Certaines exigences du présent article ne peuvent pas être vérifiées par des mesures objectives. Le fabricant doit déclarer que la conformité à ces exigences est satisfaite et doit fournir la documentation pertinente. La/Les déclaration(s), la documentation et, le cas échéant, l'équipement doivent être vérifiés. Le fabricant doit également déclarer la composition matérielle et fonctionnelle générale de l'équipement et la catégorie correspondante de l'IEC 60945 pour chaque unité.

5 Exigences

5.1 Exigences opérationnelles

5.1.1 Fonctionnalités

5.1.1.1 Modes de gouverne de contrôle de route

(Voir 6.4.3.2)

(A2/5.1.1) *Un système de contrôle de route doit pouvoir diriger le navire entre sa position*

- .1 et un seul point de cheminement; ou*
- .2 le long d'une route contenant une série de points de cheminement*

par une navigation loxodromique ou orthodromique.

5.1.1.2 Exigences de démarrage

(Voir 6.4.2.1, 6.4.2.2, 6.4.2.3, 6.4.2.4, 6.4.3.1)

(A2/5.1.2) *Le système doit permettre à l'officier de quart (utilisateur) de démarrer ou redémarrer le contrôle de route uniquement si*

- les données de position, de cap et de détecteur de vitesse exigées sont valides et sélectionnées.
- la plausibilité et l'exactitude des limites géométriques et dépendantes (voir Annexe E) du navire de la route prédéterminée ont été vérifiées avant de devenir la route active

et si

- *la position du navire par rapport à la route choisie,*
- *la différence entre la route et le cap réel,*
- *la manœuvrabilité du navire,*

donnent lieu à une manœuvre d'approche sûre par rapport à la route. Une manœuvre d'approche sûre est une manœuvre planifiée répondant aux caractéristiques de manœuvre du navire et ne générant pas de virage imprévu.

À cet égard, le système doit offrir à l'utilisateur au moins l'une des options suivantes:

- a) sélectionner le point de cheminement VERS ou un segment d'une route prédéterminée et choisir la différence admissible maximale entre le cap du point de cheminement VERS et le cap réel;
- ou
- b) définir une route provisoire vers la route prédéterminée. La route provisoire doit satisfaire à toutes les caractéristiques de manœuvre du navire qui s'appliquent à une route prédéterminée (~A).

5.1.1.3 Système électronique de positionnement principal

(Voir 6.2.2.2)

(A2/5.1.3) *Le système électronique de positionnement principal utilisé pour le contrôle de route doit être un système de fixation de position électronique (EPFS) approuvé par l'Organisation Maritime Internationale.*

5.1.1.4 Surveillance de position

(Voir 6.4.5.3)

(A2/5.1.4) *La position du navire doit être surveillée en permanence par une deuxième source de position indépendante ou supplémentaire. Si le navire est équipé d'un deuxième EPFS et que la position est disponible à partir de cet EPFS, elle doit être utilisée pour la surveillance de position. Sinon, la position estimée par la navigation à l'estime (DR) doit au moins être utilisée comme étant la deuxième source dans le cadre de la surveillance de position. La position de navigation à l'estime doit être déterminée par un détecteur de cap embarqué et un équipement de mesure de la vitesse et de la distance (SDME). Des moyens doivent être fournis pour adapter l'écart acceptable en fonction de la précision de pilotage exigée. Cette surveillance peut ne pas être une partie intégrante du système de contrôle de route.*

5.1.1.5 Mise en garde de changement de route précoce (~A)

(Voir 6.4.5.12)

Une description graphique des séquences présentées ici est donnée dans l'Annexe A à la Figure A.1.

(A2/5.1.5) *Dans le cas du contrôle de route par une série de points de cheminement, une mise en garde de changement de route précoce doit être donnée jusqu'à 6 min et pas plus tard que 3 min, avant l'heure de début du virage.*

Si la mise en garde de changement de route précoce n'est pas acquittée dans les 30 s, au plus tard dans les 2 min 30 s avant l'heure de début du virage, la priorité d'alerte doit passer d'avertissement à alarme.

L'alarme de changement de route précoce est définie comme associée à l'activation NA (voir 5.1.3.11).

5.1.1.6 Mise en garde de changement de route réelle (~A)

(Voir 6.4.5.12)

Une description graphique des séquences présentées ici est donnée dans l'Annexe A à la Figure A.1.

(A2/5.1.6.1) *En cas de contrôle de route par une série de points de cheminement, une mise en garde de changement de route réelle doit être donnée 30 s avant l'heure de début du virage.*

Si la mise en garde de changement de route réelle n'est pas confirmée/acquittée par l'officier de quart (utilisateur) dans les 30 s, la priorité d'alerte doit passer de mise en garde à alarme.

NOTE Cette mise en garde est superflue, si le NA de l'alarme de changement de route précoce non acquittée est déjà active.

(A2/5.1.6.2) *Le système doit permettre à l'officier de quart (utilisateur) de confirmer/d'acquitter les alertes de changement de route réelle.*

(A2/5.1.6.3) *Avec ou sans la confirmation/l'acquiescement, le navire doit suivre automatiquement la route.*

(A2/5.1.6.4) *Si l'alarme de changement de route réelle n'est pas confirmée/acquittée par l'officier de quart (utilisateur) dans les 30 s avant l'heure de début du virage, une alarme destinée au navigateur auxiliaire doit être émise comme décrit en 5.1.3.11.*

5.1.1.7 Changement de points de cheminement

(Voir 6.4.2.2, 6.4.2.3, 6.4.2.4, 6.4.2.5, 6.4.3.1.6, 6.4.3.1.8, 6.4.3.1.9)

(A2/5.1.7) *En cas de contrôle de route par une série prédéterminée de points de cheminement, il ne doit pas être possible de modifier les points de cheminement VERS, À PARTIR DE et (~A) SUIVANT de la route active et leurs données de point de cheminement associées correspondantes en mode de contrôle de route sans créer une nouvelle route et tant que:*

- a) la planification préalable de la nouvelle route n'est pas terminée;
et
- b) *les exigences de démarrage (5.1.1.2) ne sont pas satisfaites.*

5.1.1.8 Performances de virage (~A)

(Voir 6.4.3.2)

(A2/5.1.8) *Le contrôle de route doit permettre au navire de naviguer d'un segment à l'autre par virages en fonction:*

- a) d'un rayon de virage prédéfini;
ou
- b) *d'un rayon calculé sur la base d'une vitesse angulaire prédéfinie et de la vitesse prévue;*
et

en fonction des capacités de virage du navire.

La plausibilité et l'exactitude des limites géométriques et dépendantes du navire de la route prédéterminée doivent être vérifiées avant de devenir la route active.

5.1.1.9 Adaptation aux caractéristiques de gouverne

(Voir 6.4.4.1, 6.4.4.3)

(A2/5.1.9) *Le contrôle de route doit être en mesure de s'adapter manuellement ou automatiquement aux différentes caractéristiques de gouverne du navire dans diverses conditions de temps, de vitesse et de chargement.*

5.1.1.10 Tolérance admise

(Voir 6.4.4.2)

(A2/5.1.10) *Des moyens doivent être prévus pour empêcher que le gouvernail ne soit activé inutilement suite à un mouvement de lacet ou d'embarquée normal, à la résolution des données du détecteur et à des erreurs statistiques de position diffusées.*

La qualité du contrôle de route doit être telle que le dépassement, l'oscillation et l'écart de route constant se trouvent dans des limites tolérables, tant pour les routes droites que courbes.

Les systèmes de contrôle de route de catégorie B doivent satisfaire aux exigences des systèmes de contrôle de routes courbes, sauf que, une fois l'heure de début du virage dépassée, la distance latérale de route réelle est essentiellement utilisée pour surveiller la manœuvre de changement de route automatique jusqu'à son exécution. Des moyens manuels ou automatiques doivent être fournis pour s'adapter aux changements de vitesse et de dérive variables lors d'un virage (par exemple, faciliter les réglages manuels de la vitesse angulaire ou du rayon de virage).

5.1.1.11 Fonction de neutralisation

(Voir 6.4.6.5, 6.4.8)

(A2/5.1.11) *Un système de contrôle de route doit pouvoir accepter un signal provenant de dispositifs de neutralisation, visant à mettre fin au mode de contrôle de route et basculer vers ces dispositifs de neutralisation. Suite à la neutralisation, seule une intervention de l'utilisateur doit permettre de reprendre le contrôle de route (voir 5.1.1.2).*

5.1.1.12 Mode de contrôle de cap

(A2/5.1.12) *Un système de contrôle de route peut fonctionner en mode de contrôle de cap. Dans ce cas, les normes de performances des systèmes de contrôle de cap doivent être appliquées.*

NOTE Les normes de performances de l'OMI pour le contrôle du cap sont fournies dans la Résolution MSC.64(67) Annexe 3 de l'OMI et elles sont intégrées à l'ISO 11674.

5.1.1.13 Passage manuel du contrôle de route à la gouverne manuelle

(Voir 6.4.6.5)

(A2/5.1.13.1) *Il doit être possible de passer du contrôle de route à la gouverne manuelle quel que soit l'angle du gouvernail.*

(A2/5.1.13.2) *Il doit être possible de passer du contrôle de route à la gouverne manuelle quelles que soient les conditions, y compris en cas de défaillance du système de contrôle de route.*

(A2/5.1.13.3) *Suite au passage au mode de contrôle manuel, seule une intervention de l'opérateur (utilisateur) doit permettre de retourner au mode de contrôle automatique.*

5.1.1.14 Passage manuel du contrôle de route au contrôle de cap

(Voir 6.4.6.6)

Le présent paragraphe s'applique uniquement si le contrôle de cap est inclus dans le système de contrôle de route.

(A2/5.1.14.1) *Il doit être possible de passer du mode de contrôle de route au mode de contrôle de cap dans toutes les conditions de fonctionnement normal.*

(A2/5.1.14.2) *Pour maintenir la route, le système de contrôle de cap doit*

– *reprendre le cap réel comme étant le cap prédéfini, si la navigation suit un segment,*

- *reprendre le cap réel comme étant le cap prédéfini*, si la navigation suit une trajectoire courbe.

Éventuellement, si la navigation suit une trajectoire courbe, selon la sélection prévue de l'opérateur, le système de contrôle de route peut terminer le virage avec la route du segment suivant qui devient alors le cap prédéfini (~A). Cette sélection doit uniquement être disponible après le démarrage du virage et doit être indiquée de manière claire et univoque.

(A2/5.1.14.3) *Seule l'intervention de l'opérateur (utilisateur) doit permettre de retourner au contrôle de route.*

5.1.1.15 Indication du mode de gouverne

(Voir 6.4.7.1)

(A2/5.1.15) *La méthode de gouverne en cours doit être indiquée de manière appropriée.* L'indication du mode de gouverne ne fait pas nécessairement partie intégrante du système de contrôle de route. Toutefois, elle doit apparaître sur tous les postes de travail du système de contrôle de route dans lesquels le mode de gouverne peut être affecté.

5.1.1.16 Surveillance de cap

(A2/5.1.16) *La surveillance de cap doit être fournie pour permettre de contrôler les informations relatives au cap réel par des sources d'information de cap indépendantes. La surveillance de cap ne doit pas faire partie intégrante du système de contrôle de route.*

NOTE Ceci relève de l'installation qui n'est pas traitée par la présente norme.

5.1.1.17 Fin de route

(Voir 6.4.5.10)

À la fin de la route prédéterminée, une "mise en garde de fin de route" doit être générée.

Tant que l'utilisateur ne prend pas le relais, le système doit suivre la route du segment final. Le système doit au moins maintenir le cap réel.

Pour les systèmes de catégorie A, la "mise en garde de fin de route" doit être générée à la fin de chaque segment.

5.1.2 Documentation relative aux contraintes d'exactitude et de performances

(Voir 6.2.2.1)

(A2/5.2.1) *Une brève description qualitative des effets:*

- .1 *de l'exactitude des détecteurs quant à la position, au cap et à la vitesse;*
- .2 *des modifications de route et de vitesse;*
- .3 *de la vitesse surface réelle; et*
- .4 *des conditions environnementales*

sur le système de contrôle de route doit être fournie à l'utilisateur dans la documentation appropriée.

5.1.3 Alertes

5.1.3.1 Défaillance ou réduction de l'alimentation électrique

(Voir 6.4.5.2)

(A2/5.3.1) *En cas de défaillance ou de réduction de l'alimentation électrique du système de contrôle de route affectant la sécurité de son fonctionnement, une mise en garde doit être générée.*

5.1.3.2 Alerte de surveillance de position

(Voir 6.4.5.3)

(A2/5.3.2) *Une mise en garde doit être générée lorsque le système de surveillance de position détecte un écart entre le système de fixation de position électronique principal et auxiliaire au-delà d'une limite prédéfinie. Voir Annexe E.*

5.1.3.3 Alerte de surveillance de cap

(Voir 6.4.5.4)

(A2/5.3.3) *Une mise en garde doit être générée lorsque le système de surveillance de cap détecte un écart au-delà d'une limite prédéfinie. Voir Annexe E.*

5.1.3.4 État de défaillance et d'alarme du détecteur

(Voir 6.4.5.5)

(A2/5.3.4) *En cas de réception d'un état de défaillance ou d'alerte en provenance du détecteur de fixation de position, du détecteur de cap ou du détecteur de vitesse utilisé:*

- .1 *en cas de réduction de la performance du processus de contrôle de route, une alerte de priorité doit être générée au niveau du système de contrôle de route;*
- .2 *le système doit automatiquement fournir à l'utilisateur des directives concernant un mode de gouverne sûr; et*
- .3 *une alarme destinée au navigateur auxiliaire doit être émise si un état de défaillance ou d'alerte de priorité alarme n'est pas acquitté par l'officier de quart (utilisateur) dans les 30 s comme décrit en 5.1.3.11.*

Les procédures de redémarrage après défaillance suite aux conditions de défaillance et d'alerte sont indiquées en 5.5.

5.1.3.5 Utilisation des signaux défectueux

(Voir 6.4.5.6)

(A2/5.3.5) *Il ne doit pas être possible de sélectionner le signal d'un détecteur associé à un état de défaillance ou d'alerte de priorité alarme.*

5.1.3.6 Alerte de distance latérale

(Voir 6.4.5.7)

(A2/5.3.6) *Une alarme de distance latérale doit être fournie lorsque la position réelle s'écarte de la route au-delà d'une limite latérale prédéfinie. Voir Annexe E.*

Les systèmes de catégories B et C doivent surveiller la position réelle par rapport aux routes courbes. Si cette surveillance et cette mise en alerte ne sont pas effectuées, le système doit être de catégorie A et le contrôle de la route doit s'arrêter à la fin de chaque segment.

5.1.3.7 Alerte de différence de route

(Voir 6.4.5.8)

(A2/5.3.7) Une mise en garde doit être émise si le cap réel du navire s'écarte de la route au-delà d'une valeur prédéfinie de la course de route. La limite de différence de route prédéfinie doit être suffisamment importante pour éviter les alertes intempestives (voir Annexe E).

5.1.3.8 Alerte de basse vitesse

(Voir 6.4.5.9)

(A2/5.3.8) Si la vitesse surface dans la direction longitudinale est inférieure à une limite prédéfinie nécessaire à la gouverne du navire en contrôle de route (vitesse minimale de manœuvre pour le contrôle de route), une mise en garde doit être émise. Cette alerte ne doit pas faire partie intégrante du système de contrôle de route.

5.1.3.9 Alerte de fin de route

(Voir 6.4.5.10)

Une mise en garde doit être émise entre 3 min et 6 min avant le passage du dernier point de cheminement de la route active. Si la fin de la mise en garde de route n'est pas confirmée/acquittée par l'officier de quart (utilisateur) dans les 30 s, la priorité d'alerte doit passer d'avertissement à alarme. La fin de l'alarme de route est définie comme associée à l'activation NA (voir 5.1.3.11).

5.1.3.10 Alerte d'arrêt de contrôle de route

(Voir 6.4.5.11)

Une mise en garde d'arrêt de contrôle de route doit être émise si le système bascule automatiquement en mode de contrôle de cap ou ne peut pas poursuivre l'opération. Si la mise en garde d'arrêt de contrôle de route n'est pas confirmée/acquittée par l'officier de quart (utilisateur) dans les 30 s, la priorité d'alerte doit passer d'avertissement à alarme. L'alarme d'arrêt de contrôle de route est définie comme associée à l'activation NA (voir 5.1.3.11).

5.1.3.11 Prise en charge de l'alarme du navigateur auxiliaire (NA)

(Voir 6.4.5.13)

Une description graphique des séquences présentées ici est donnée à la Figure A.2.

L'alarme du navigateur auxiliaire doit demander de l'aide au personnel du pont en transférant l'alarme non acquittée du système de contrôle de route au BNWAS (voir l'IEC 62616).

Pour toutes ces alarmes non acquittées, dont il est exigé par la présente norme d'avoir la fonction d'activation NA, le système de contrôle de route doit générer la sortie de l'alarme du navigateur auxiliaire au BNWAS, c'est-à-dire activer la sortie du signal NA (par fermeture de contact ou circuit équivalent, ou une interface IEC 61162 à l'aide de la phrase ALR).

Une panne du système de contrôle de route ne doit pas activer la sortie du signal NA.

Le NA doit être activé conformément aux éléments suivants.

- Si dans les 30 s après le déclenchement de l'alarme, l'alarme n'a pas été acquittée, ou n'a pas été temporairement mise en sourdine, et que l'état de l'alarme n'a pas été corrigé, alors le NA doit être activé.
- Si dans les 30 s après le déclenchement de l'alarme, l'alarme n'a pas été acquittée, n'a pas été corrigée, mais a été temporairement mise en sourdine par l'opérateur, alors les éléments suivants s'appliquent:

Lorsque la mise en sourdine expire, l'activation NA doit fonctionner comme si l'état de l'alarme venait d'apparaître, mais toute autre mise en sourdine ne doit pas conduire à un autre retard de la NA. Noter que la mise en sourdine spécifiée désigne la fonction de mise en sourdine temporaire qui expire, en réactivant l'annonce audible, après 30 s.

Dès que toutes les alarmes associées à l'activation NA sont acquittées ou corrigées, le NA doit être désactivé. Noter que l'acquiescement peut survenir localement, à distance, ou suite à la désactivation de la fonction de génération d'alerte (par exemple la désactivation du contrôle de route).

5.1.3.12 Acquiescements à distance des alertes

(Voir 6.4.5.14)

La mise en sourdine temporaire et l'acquiescement à distance doivent être possibles par le biais de communication liée à l'alerte décrite dans l'IEC 61924-2 (voir aussi l'Annexe K).

L'acquiescement à distance ne doit être possible que pour les alertes de catégorie B (alertes pour lesquelles aucune information supplémentaire pour la prise de décision n'est nécessaire comme décrit dans l'IEC 61924-2).

La mise en sourdine à distance des alarmes audibles concernées du TCS doit être possible à tout moment.

5.2 Critères ergonomiques

5.2.1 Commandes opérationnelles

5.2.1.1 Commandes du contrôle de route

(Voir 6.4.8)

(A2/6.1.1) *Des moyens doivent être fournis pour:*

- .1 *accepter ou calculer la route entre des points de cheminement consécutifs; et*
- .2 *ajuster le rayon de virage ou la vitesse angulaire, toutes les limites liées au contrôle de route que peut définir l'utilisateur, les limites des alertes, fonctions et d'autres paramètres de commande.*

Il peut s'agir, sans s'y limiter, d'un clavier, d'un bouton ou d'une entrée sur un écran.

NOTE Il existe des restrictions décrites en 5.1.1.7.

5.2.1.2 Commandes de transition

(Voir 6.4.6.5, 6.4.8)

(A2/6.1.2.1) *Contrôle de route au contrôle manuel*

Il doit être possible de passer du contrôle de route à la gouverne manuelle par une simple action de l'opérateur.

(A2/6.1.2.2) *Contrôle de route au contrôle de cap*

Si le système de contrôle de route peut fonctionner avec un système de contrôle de cap, il doit être possible de passer en mode de contrôle de cap par une simple action de l'opérateur.

(A2/6.1.2.3) *Emplacement des commandes de transition*

Le commutateur du sélecteur de mode de gouverne ou le dispositif de neutralisation, s'ils sont installés, doivent se trouver dans le poste de direction de manœuvre ou à proximité immédiate.

5.2.2 Présentation des informations

5.2.2.1 Informations affichées en continu

(Voir 6.4.7.1)

(A2/6.2.1) *Les informations suivantes doivent s'afficher de manière claire et continue à proximité du poste de direction de manœuvre, mais pas nécessairement sur un seul écran:*

- .1 mode de gouverne; pour les systèmes de catégorie B, une indication supplémentaire "virage assisté" doit être fournie lors des manœuvres de changement de route;*
- .2 sources de la position, du cap et de la vitesse sélectionnés réels;*
- .3 état et défaillance des détecteurs de cap, de vitesse et de position sélectionnés (le cas échéant) et leurs fonctions de surveillance associées;*
- .4 route et cap réel;*
- .5 position réelle, distance latérale y compris la direction et la vitesse fond;*
- .6 point de cheminement VERS et point de cheminement SUIVANT;*
- .7 temps et distance par rapport au point de cheminement VERS;*

NOTE Dans le présent paragraphe, le point de cheminement VERS signifie la ligne de début de virage associée.

- .8 route suivante;*
- .9 identification de route sélectionnée.*

Les éléments .4, .5, .7 et .8 doivent s'afficher sous forme numérique.

Toutes les informations doivent être conformes aux exigences générales relatives aux affichages contenus dans l'IEC 62288.

5.2.2.2 Informations à fournir sur demande

(Voir 6.4.7.2)

(A2/6.2.2) *Les informations suivantes doivent être fournies sur demande:*

- .1 une liste des points de cheminement prédéterminés, notamment*
 - les numéros de points de cheminement,*
 - les coordonnées,*
 - les routes et distances entre les points de cheminement,*
 - le rayon de virage ou les vitesses angulaires de la(des) route(s) courbe(s) (~A);*
- .2 toutes les limites liées au contrôle de route que peut définir l'utilisateur et d'autres paramètres de commande prédéfinis;*
- .3 le référentiel géodésique utilisé.*

Le dispositif utilisé pour fournir les informations de .1 ne doit pas faire partie intégrante du système de contrôle de route.

5.2.2.3 Présentation

(Voir 6.4.7.1)

(A2/6.2.3) *Les valeurs présentant des relations logiques telles que les valeurs prédéfinies et les valeurs réelles doivent s'afficher sous la forme d'une paire de données.*

5.3 Conception et installation

Le système de contrôle de route doit être conçu, fabriqué et installé conformément aux normes de qualité internationales approuvées telles que l'ISO 9000.

5.4 Interfaces

5.4.1 Détecteurs

(Voir 6.2.2.2)

(A2/7.1) *Le contrôleur de route doit être connecté aux détecteurs de position, de cap et de vitesse satisfaisant aux normes de l'Organisation Maritime Internationale. Le système de mesurage de cap doit être un compas gyroscopique ou un système équivalent.*

NOTE Les informations circulant au sein de l'EUT peuvent contenir des données propriétaires.

5.4.2 Informations de statut

(Voir 6.4.5.5)

(A2/7.2) *Tous les détecteurs connectés doivent pouvoir indiquer l'état, y compris les informations relatives aux défaillances.* Le système de contrôle de route doit vérifier les informations reçues relatives au statut et aux défaillances. Si un détecteur utilisé pour le contrôle de route ne donne pas d'informations relatives au statut ou aux défaillances, le système de contrôle de route doit procéder aux vérifications de plausibilité.

Si un détecteur peut diffuser à la fois les données traitées du détecteur et celles non traitées, alors l'état du traitement doit être intégré au protocole de communication des données. Par exemple, si le cap diffusé est corrigé normalement en matière d'erreurs de vitesse/latitude, alors il convient que le protocole indique si c'est le cas ou non, voir Annexe K.

5.4.3 Normes

(Voir 6.2.2.2)

(A2/7.3) *Le système de contrôle de route doit être en mesure d'assurer une communication série, numérique avec le système de navigation des navires et satisfaire à la série de normes IEC 61162.*

Le système de contrôle de route doit prendre en charge les interfaces de la série de normes IEC 61162 au moins comme décrit dans l'Annexe K. De plus, des interfaces d'entrée ou de sortie alternatives adaptées peuvent être utilisées, par exemple les numéros de groupes de paramètres équivalents (PGN) avec une interface IEC 61162-3.

Le fabricant doit spécifier quelle partie de la norme IEC 61162 chacune des interfaces physiques prend en charge.

5.5 Dispositions de secours

5.5.1 Défaillance du contrôle de route

(Voir 6.4.6.1)

NOTE Les alertes associées sont indiquées en 5.1.3.

En cas de défaillance du contrôle de route, une "mise en garde d'arrêt de contrôle" doit être émise.

(A2/8.1.1) *Si le contrôle de cap est installé et est toujours disponible, alors le système doit basculer automatiquement en mode de contrôle de cap et*

- si la navigation suit un segment, *suivre le cap réel comme étant le cap prédéfini pour le contrôle de cap*, ou un cap calculé de sorte que la COG réelle doit être approximativement maintenue,
- si la navigation suit une trajectoire courbe, le virage doit être exécuté et la route du segment suivant doit être suivie comme étant le cap prédéfini (~A).

(A2/8.1.2) *Si le contrôle de cap n'est pas disponible, l'angle du gouvernail doit être maintenu. L'angle du gouvernail doit être fixe, de sorte que:*

- si la navigation suit un segment, le cap réel doit être approximativement maintenu;
- si la navigation suit une trajectoire courbe, la vitesse angulaire réelle doit être approximativement maintenue (~A).

Pour obtenir des conseils sur la défaillance du mode de contrôle de route lorsque deux contrôleurs de cap sont installés, voir Annexe C.

5.5.2 Défaillance du détecteur de position

(Voir 6.4.6.2)

La position peut se baser sur un détecteur de position unique ou facultativement, sur plusieurs détecteurs de position.

Si le Système de contrôle de route est connecté à plusieurs détecteurs (non intégrés à un INS), un changement automatique de détecteurs doit générer une mise en garde. Dans ce cas, les informations relatives à la position sont défaillantes, ou ne sont pas disponibles, lorsque tous les détecteurs de position connectés sont défaillants ou indisponibles en même temps.

Si la position est basée sur la position CCRS disponible à partir de l'INS et si l'INS a rapporté que la position CCRS possède une vérification d'intégrité défaillante (état défaillant dans la phrase NSR de l'INS) ou qu'elle n'a pas été possible (état douteux dans la phrase NSR de l'INS), alors cette situation doit être traitée comme si la position CCRS était défaillante ou indisponible.

Si les informations de position sont défaillantes ou indisponibles, alors:

- l'alarme du détecteur de position doit être activée;
- le système de contrôle de route doit automatiquement passer en contrôle de cap dans les 10 min qui suivent la défaillance détectée, et une "mise en garde d'arrêt de contrôle de route" doit être émise. Le système doit
 - reprendre le cap réel comme étant le cap prédéfini, si la navigation suit un segment,
 - exécuter le virage et suivre la route du segment suivant comme étant le cap prédéfini (~A), si la navigation suit une trajectoire courbe.

En cas d'erreur de position et lorsque le système de contrôle n'est pas passé en mode de contrôle de cap, alors

- le système de contrôle de route doit estimer la position du navire par navigation à l'estime au moins et l'utiliser pour le contrôle de route;
- au bout de 1 min au maximum, une autre mise en garde doit être activée, invitant à basculer vers un détecteur de position valide et disponible, un mode de contrôle de cap ou une gouverne manuelle;
- même si cette mise en garde est acquittée, il doit être répété toutes les 2 min tant que le mode de gouverne n'a pas été modifié manuellement ou automatiquement.

- lorsqu'un détecteur de position devient disponible avant que le mode de gouverne n'ait changé manuellement ou automatiquement, le système peut revenir automatiquement aux informations du détecteur de position et, dans ce cas, doit générer une mise en garde.

Le basculement manuel ou automatique des informations de position ne doit pas générer d'activités excessives du gouvernail.

5.5.3 Défaillance du détecteur de cap

(Voir 6.4.6.3)

Le cap peut se baser sur un détecteur de cap unique ou facultativement, sur plusieurs détecteurs de cap.

Si le Système de contrôle de route est connecté à plusieurs détecteurs (non intégrés à un INS), un changement automatique de détecteurs doit générer une mise en garde. Dans ce cas, les informations relatives au cap sont défaillantes, ou ne sont pas disponibles, lorsque tous les détecteurs de cap connectés sont défaillants ou indisponibles en même temps.

Si le cap est basé sur le cap CCRS disponible à partir de l'INS et si l'INS a rapporté que le cap CCRS possède une vérification d'intégrité défaillante (état défaillant dans la phrase NSR de l'INS) ou qu'elle n'a pas été possible (état douteux dans la phrase NSR de l'INS), alors cette situation doit être traitée comme si le cap CCRS était défaillant ou indisponible.

Si les informations de cap sont défaillantes ou indisponibles, alors:

- l'alarme du détecteur de cap doit être activée;
- la mise en garde "d'arrêt de contrôle de route" doit être activée, invitant l'utilisateur à passer en mode de contrôle manuel.
- (A2/8.2.1) *L'angle réel du gouvernail doit être maintenu* (c'est-à-dire rester en position). L'angle du gouvernail doit être fixe, de sorte que:
 - si la navigation suit un segment, le cap réel doit être approximativement maintenu;
 - si la navigation suit une trajectoire courbe, la vitesse angulaire réelle doit être approximativement maintenue ($\sim A$).

5.5.4 Défaillance du détecteur de vitesse

(Voir 6.4.6.4)

La vitesse peut se baser sur un détecteur/une source de vitesse unique ou facultativement, sur plusieurs détecteurs/sources de vitesse.

Si le Système de contrôle de route est connecté à plusieurs détecteurs (non intégrés à un INS), un changement automatique de détecteurs doit générer une mise en garde. Dans ce cas, les informations relatives à la vitesse sont défaillantes, ou ne sont pas disponibles, lorsque tous les détecteurs de vitesse connectés sont défaillants ou indisponibles en même temps.

Si la vitesse est basée sur la position CCRS disponible à partir de l'INS et si l'INS a rapporté que la vitesse CCRS possède une vérification d'intégrité défaillante (état défaillant dans la phrase NSR de l'INS) ou qu'elle n'a pas été possible (état douteux dans la phrase NSR de l'INS), alors cette situation doit être traitée comme si la vitesse CCRS était défaillante ou indisponible.

Si les informations de vitesse sont défaillantes ou indisponibles, alors:

- l'alarme du détecteur de vitesse doit être activée;

- le mode de contrôle de route doit se poursuivre et utiliser la dernière vitesse plausible du navire ou une vitesse dérivée du système en tant qu'information de redémarrage après défaillance.

NOTE Les exemples d'informations de vitesse dérivée d'un système sont une estimation déduite de l'observation continue du navire de positions, ou déduites de la RPM du propulseur, etc.

En cas de diminution des performances du contrôle de la route, le système de contrôle de la route doit également fournir les alertes et directives suivantes à l'utilisateur:

- au bout de 1 min au maximum, une mise en garde doit être activée, invitant à basculer vers des informations de vitesse valides, alternatives ou à changer de mode de gouverne;
- même si cette mise en garde est acquittée, elle doit être répétée toutes les 2 min tant que les informations de vitesse valides, alternatives (par exemple la vitesse dérivée du système) n'ont pas été choisies volontairement ou que le mode de gouverne n'a pas été modifié.

Lorsqu'un détecteur de vitesse adapté devient disponible avant que le mode de gouverne n'ait été modifié, le système peut revenir automatiquement aux informations du détecteur de vitesse et, dans ce cas, doit générer une mise en garde.

Le basculement manuel ou automatique des informations de vitesse ne doit pas générer d'activités excessives du gouvernail.

6 Exigences d'essai et résultats

6.1 Généralités

Tous les essais du présent article sont prévus pour être exécutés dans un environnement de laboratoire avec un simulateur. Des essais embarqués supplémentaires peuvent éventuellement être exigés.

6.2 Exigences générales

6.2.1 Essais d'environnement

6.2.1.1 Généralités

L'EUT doit satisfaire aux exigences d'essai de l'IEC 60945. L'équipement doit satisfaire aux exigences de l'IEC 60945 correspondant à sa catégorie ou sinon des éléments prouvant que des essais préalables ont été réalisés doivent être fournis.

Le fabricant doit déclarer les équipements ou unités "protégé(e)s" ou "exposé(e)s". Le fabricant doit déclarer tout "traitement préliminaire" avant les vérifications d'environnement.

Pour les besoins de la présente norme, les essais et contrôles suivants doivent être utilisés dans le cadre des essais d'environnement:

- contrôle de fonctionnement: brève vérification fonctionnelle permettant de démontrer que l'équipement soumis à essai est toujours opérationnel sans étudier toutes ses caractéristiques de fonctionnalité, par exemple son alimentation électrique, ni activer toutes ses fonctions.
- essai de fonctionnement: essai approfondi de l'équipement, couvrant toutes les fonctions fournies. Un essai de performance doit permettre de s'assurer de la disponibilité de l'ensemble des fonctionnalités dans les conditions environnementales, d'alimentation électrique et d'entrée/sortie en cours, afin d'exécuter, par exemple, un sous-ensemble du scénario 3 de manière satisfaisante.
- examen: contrôle visuel de l'équipement ou de la documentation.

6.2.1.2 Site d'essai

En principe, les essais sont réalisés sur des sites d'essai, validés par un organisme d'essai de type. Le fabricant doit, sauf accord contraire, configurer l'équipement et s'assurer qu'il fonctionne normalement avant de commencer à effectuer les essais de type.

6.2.1.3 Identification de l'équipement soumis à essai (EUT)

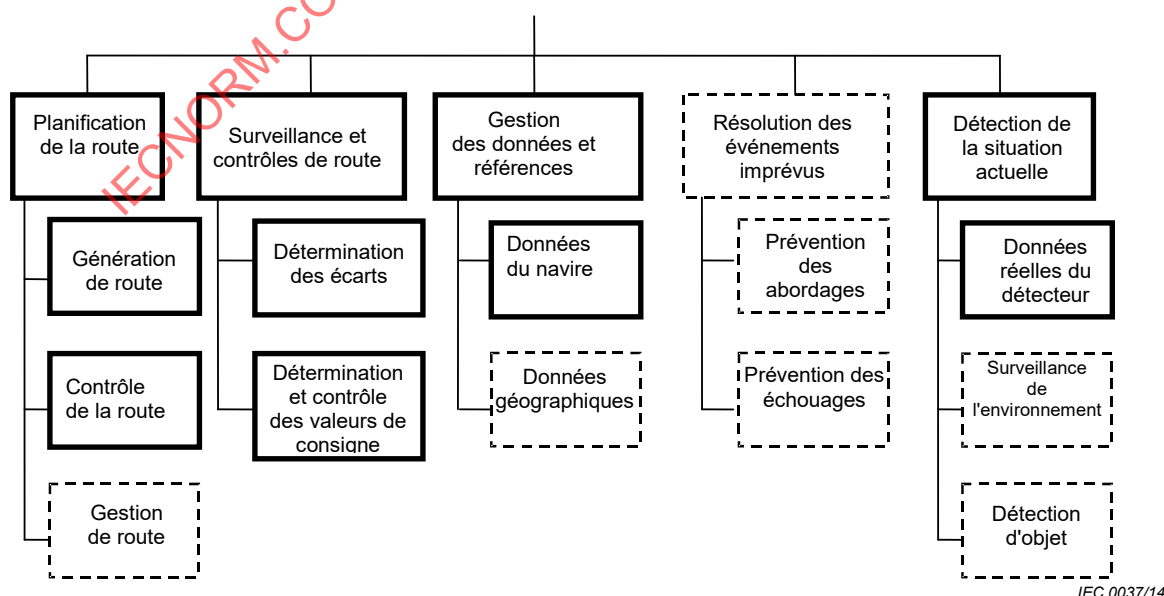
Les normes de performances de l'OMI en matière de systèmes de contrôle de route n'exigent pas l'utilisation de différents composants matériels prenant en charge un certain nombre de fonctions. Il revient au fabricant d'exécuter les différentes tâches de contrôle de route dans différentes parties physiques et logiques de son système. Cela peut donner lieu à différentes solutions d'implantation pour

- les parties physiques concernées,
- les parties logiques concernées,
- le flux de données général entre les parties physiques et/ou logiques,
- les interfaces du détecteur,
- les emplacements des fonctions exigées,
- l'accès utilisateur (interface homme/machine).

Par conséquent, l'implantation spécifique et le flux d'informations de l'EUT doivent être identifiés avant de pouvoir déterminer les essais applicables. Il convient que l'identification suive une approche fonctionnelle par étapes:

- a) identification des fonctions permettant d'exécuter différentes tâches de contrôle de route;
- b) identification du flux d'informations entre les fonctions;
- c) identification des dépendances entre les fonctions (voir Annexe D);
- d) identification des parties du système dans lesquelles les fonctions exigées sont exécutées.

Les fonctions peuvent être identifiées selon le modèle fonctionnel d'un système de navigation intégré comportant le contrôle de route (parties concernées par le contrôle de route dans les cadres en ligne continue), voir Figure 1.



IEC 0037/14

Figure 1 – Modèle fonctionnel du contrôle de route dans le cadre d'un système de navigation intégré

Le flux d'informations et les dépendances obtenues entre les fonctions prises en charge peuvent être identifiés à l'aide du schéma de flux de données générique du modèle fonctionnel (voir l'Annexe F). Il convient d'utiliser un schéma général des composants de l'EUT pour appliquer les fonctions et leurs flux d'informations aux parties physiques du système.

6.2.1.4 Essai des modes de contrôle de route facultatifs

Tous les modes de contrôle de route proposés par le fabricant doivent être employés.

6.2.2 Documentation

6.2.2.1 Manuels de l'équipement

(Voir 5.1.2)

Vérifier que les informations appropriées sont fournies aux membres d'équipage qualifiés afin de leur permettre de faire fonctionner et d'entretenir correctement l'équipement.

6.2.2.2 Documentation technique pour l'approbation du type

(Voir 5.1.1.3, 5.4.1, 5.4.2)

La documentation du fabricant doit contenir:

- un certificat d'essai conforme à l'IEC 60945;
- la documentation de tous les composants du système et de toutes les parties internes pertinentes (nomenclatures, numéros de série, dessins, images, etc.) conformément aux certificats d'essai de l'IEC 60945;
- les schémas de câblage des composants du système;
- les schémas de câblage des composants du système;
- la documentation des interfaces externes disponibles;
- la documentation relative à l'utilisation des données du détecteur, à la validité des données déduites du détecteur, aux paramètres du navire et aux paramètres de référence dans les composants du système physique et logique;
- l'implantation de la configuration minimale du système et toutes les autres configurations possibles du système adaptées au contrôle de route;
- l'identification des composants pertinents du système, y compris les noms et les numéros;
- l'identification des numéros de révision logiciels pertinents;
- la documentation spécifiée par la série IEC 61162 pour tous les composants pertinents du système;
- la documentation relative aux résultats d'essai du fabricant en fonction de la présente Norme, le cas échéant.

6.2.3 Déclarations

Certaines exigences ne peuvent pas être vérifiées par des mesures objectives.

Vérifier que

- la déclaration et la documentation correspondante satisfont aux exigences de l'Article 5; et que
- la composition matérielle et fonctionnelle générale de l'équipement, ainsi que la catégorie pertinente de l'IEC 60945 pour chaque unité, sont déclarées (voir Article 5).

6.3 Configuration de l'environnement

6.3.1 Généralités

Préparer l'environnement d'essai (voir Figure 2), notamment les simulateurs nécessaires, et installer les interfaces avec l'EUT. Vérifier que les 3 classes de navire décrites ci-dessous (voir 6.3.2) sont disponibles dans le simulateur. Préparer les scénarios en chargeant les routes d'essai dans le système de planification utilisé par l'EUT.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62065:2014

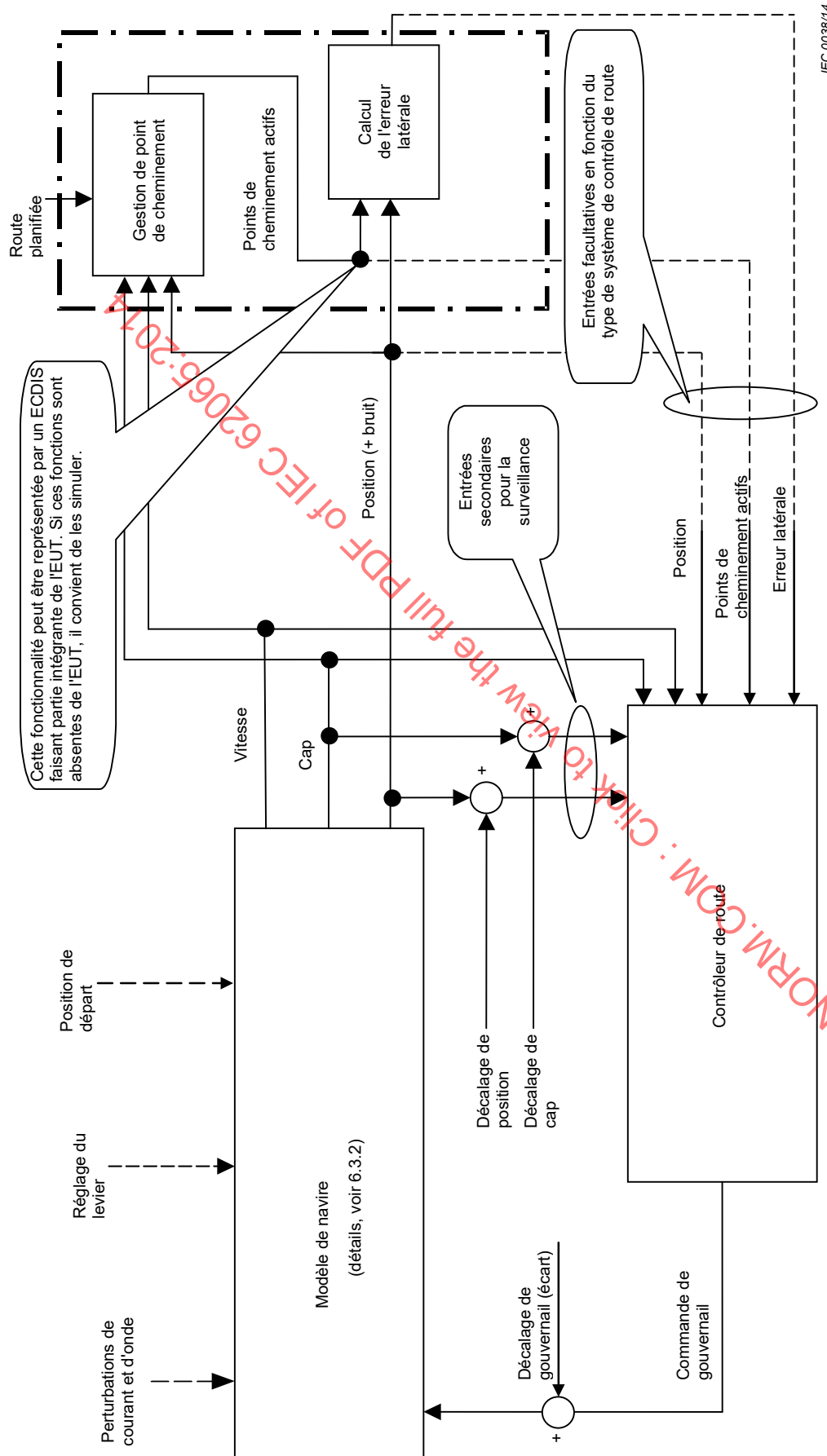


Figure 2 – Schéma de principe

6.3.2 Simulateur de mouvement du navire

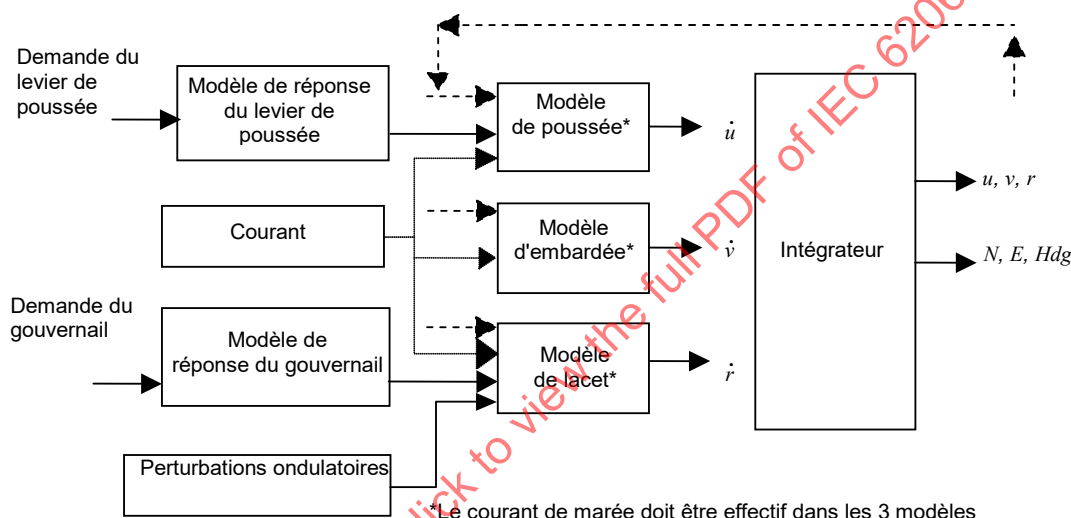
Tous les essais fonctionnels du système de contrôle de route doivent être réalisés à l'aide du simulateur de mouvement du navire.

La manœuvrabilité du navire doit être simulée dans la plage de

- classe de navire A: ferry, 30 nœuds,
- classe de navire B: navire porte-conteneur, 25 nœuds,
- classe de navire C: pétrolier, 10 nœuds,

Les paramètres des classes A, B et C sont spécifiés dans l'Annexe I, Tableau I.5.

Ces classes de navire doivent être utilisées pendant l'essai du système de contrôle de route avec les scénarios définis dans l'Annexe G.



IEC 0039/14

Figure 3 – Schéma de principe de haut niveau

Le modèle mathématique du simulateur de mouvement du navire repose sur les relations linéaires entre les mouvements, les entrées de commande du propulseur et du gouvernail et les forces agissant sur le navire (voir Figure 3). Le modèle peut être défini à l'aide de huit coefficients, chacun d'eux étant associé de manière simple aux caractéristiques du navire facilement mesurées. L'un des paramètres est un coefficient de stabilité permettant de configurer le modèle afin de présenter l'instabilité linéaire. Les listes de paramètre permettant de générer trois types différents de navires et une description détaillée du simulateur sont données à l'Annexe I.

Le modèle doit accepter les données à un rythme au moins égal aux valeurs spécifiées dans le Tableau 1:

Tableau 1 – Fréquence d'entrée du simulateur

Entrée dans le simulateur	
Tour par minute de la demande	Gouvernail demandé
1 Hz	10 Hz

Le modèle doit mettre à jour les données et générer des messages à une vitesse au moins égale aux valeurs spécifiées dans le Tableau 2:

Tableau 2 – Fréquence de sortie du simulateur

Sortie du simulateur			
Position	Vitesse	Cap	Retour du gouvernail
1 Hz	1 Hz	10 Hz	10 Hz

Des dispositifs de simulation supplémentaires pour les signaux et fonctions suivants doivent être fournis pour:

- la position (deuxième source de position pour la surveillance, modèle de bruit aléatoire, défaillances, intégrité, communication des alertes),
- le cap (deuxième source de cap pour la surveillance, intégrité, communication des alertes),
- la vitesse (deuxième source de vitesse pour la surveillance, intégrité, communication des alertes),
- sélection du mode de gouverne, barre de gouvernail, panneau d'alerte.

Le modèle de bruit décrit à l'Annexe H doit être utilisé pour la position de simulation.

La résolution et l'exactitude des signaux simulés doivent être conformes aux exigences applicables de l'OMI, de l'IEC et de l'ISO. La simulation de signal doit utiliser la norme d'interface définie dans la partie correspondante de l'IEC 61162. Tous les autres types d'interfaces (répéteur ou journal de synchronisation ou d'impulsion, par exemple) doivent également être soumis à essai.

6.3.3 Scénarios d'essai

Les scénarios d'essai suivants doivent être utilisés dans le cadre de l'essai de performances du système de contrôle de route.

- Scénario 1:

Route complexe à 0°N/0°E avec un navire de classe A.

- Scénario 2:

Route complexe à 0°N/180°E avec un navire de classe C.

- Scénario 3:

Route en zigzag à 65°N/0°E avec un navire de classe B.

- Scénario 4:

Route atlantique loxodromique/orthodromique (Boston à Rotterdam) avec un navire de catégorie B.

Les détails des scénarios et des graphiques des routes sont donnés à l'Annexe G.

6.3.4 Planification

6.3.4.1 Généralités

Les scénarios d'essai définis doivent être créés par le système de planification utilisé par l'EUT et transférés vers l'EUT ou enregistrés.

6.3.4.2 Entrée de points de cheminement

Entrer les points de cheminement des scénarios d'essai dans le système de planification. Le cas échéant, ils peuvent être entrés ou transférés dans d'autres parties de l'EUT.

6.3.4.3 Entrée de données supplémentaires

Entrer les données supplémentaires (limites, données de contrôle, paramètres du navire, etc.) telles que définies dans le manuel de fonctionnement de l'EUT.

6.3.4.4 Enregistrement

Enregistrer les données planifiées pour qu'elles puissent être rappelées et activées lors de l'exécution des scénarios d'essai.

6.4 Exécution de l'essai

6.4.1 Généralités

Avant qu'une route ne devienne la route active, effectuer une vérification des données de route conformément au manuel d'utilisation de l'EUT.

Tous les essais relatifs aux routes courbes

- doivent être exécutés avec des systèmes capables d'effectuer un contrôle de route total sur ces segments de route (catégorie C).
- doivent être exécutés avec des systèmes capables d'effectuer une approximation à l'aide d'un virage assisté sur ces segments de route (catégorie B).
- ne doivent pas être exécutés avec des systèmes sans contrôle de routes courbes (catégorie A). Dans ces cas, les modifications de route pour suivre les scénarios spécifiés au sein de la présente norme doivent être effectuées à l'aide de méthodes conformément à la documentation du fabricant.

6.4.2 Vérification de la route

6.4.2.1 Vérification du rayon (~A)

(Voir 5.1.1.2)

6.4.2.1.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que le système de contrôle de route reconnaît les données de rayon qui ne correspondent pas aux données de point de cheminement (vérification géométrique).

6.4.2.1.2 Méthode d'essai

Charger les données de route du scénario 1 et modifier ou tenter de changer le rayon des points de cheminement 3 et 4 sur 1,0 NM. Vérifier la route prédéterminée.

6.4.2.1.3 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que les indications sont générées et que la route modifiée ne peut pas être activée.

Restaurer les données de rayon précédentes et vérifier qu'aucun message d'erreur n'est généré.

6.4.2.2 Vérification des points de cheminement

(Voir 5.1.1.2, 5.1.1.7)

6.4.2.2.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que le système de contrôle de route reconnaît les données de point de cheminement erronées (vérification géométrique).

6.4.2.2.2 Méthode d'essai

Charger les données de route du scénario 1 et déplacer ou tenter de déplacer la position du point de cheminement 3 vers la position du point de cheminement 1. Vérifier la route prédéterminée.

6.4.2.2.3 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que les indications sont générées et que la route modifiée ne peut pas être activée.

Restaurer les données de point de cheminement précédentes et vérifier qu'aucun message d'erreur n'est généré.

6.4.2.3 Vérification par rapport au comportement dynamique du navire (~A)

(Voir 5.1.1.2, 5.1.1.7)

6.4.2.3.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que le système de contrôle de route détecte une route qui ne peut pas être suivie compte tenu de la manœuvrabilité du navire (vérification dynamique).

6.4.2.3.2 Méthode d'essai

Configurer le système de contrôle de route pour utiliser les paramètres de classe de navire C. Charger les données du scénario 1 dans le système. Vérifier la route prédéterminée.

6.4.2.3.3 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que le contrôle de route ne peut pas être activé et que les indications signalent que la route n'est pas correcte.

6.4.2.4 Annulation d'une route modifiée

(Voir 5.1.1.2, 5.1.1.7)

6.4.2.4.1 Application

Si le système de planification n'exécute pas la fonction de contrôle de route, cet essai s'applique.

6.4.2.4.2 Méthode d'essai

Modifier le rayon du point de cheminement 8 du scénario 2 à 0,25 NM (~A).

Répéter les autres méthodes de modification de la route, notamment la fonction de remplacement de la route active.

6.4.2.4.3 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que, dans tous les cas, cette route modifiée ne peut pas devenir la route active.

6.4.2.5 Remplacement d'une route active sans interrompre le contrôle de route

(Voir 5.1.1.7)

6.4.2.5.1 Application

Si le système de contrôle de route peut remplacer la route active sans interrompre le contrôle de route, cet essai s'applique.

6.4.2.5.2 Méthode d'essai

Placer la position du navire entre les points de cheminement 6 et 7 du scénario 2, puis activer le contrôle de route.

Changer un exemplaire du scénario 2 en modifiant la route entre les points de cheminement 6 et 7 de sorte que la position en cours du navire ne satisfasse pas aux exigences de démarrage.

6.4.2.5.3 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que le système empêche l'activation de la copie de route.

6.4.3 Exécution des scénarios

6.4.3.1 Démarrage du contrôle de route sur la route prédéterminée

(Voir 5.1.1.2)

6.4.3.1.1 Application

Cet essai concerne uniquement les systèmes qui démarrent directement le contrôle de route et naviguent sur ou à proximité de la route prédéterminée.

6.4.3.1.2 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que le système de contrôle de route peut activer une route prédéterminée, afficher les données relatives à la route, rejeter ou accepter la route activée et activer le contrôle de route, le cas échéant.

6.4.3.1.3 Affichage des données

6.4.3.1.3.1 Méthode d'essai

Charger la route du scénario 1 et configurer le simulateur en conséquence. Définir la position simulée sur le segment entre le premier et le deuxième point de cheminement de la route. Définir le cap du navire sur 0° et placer le gouvernail au milieu. Définir la vitesse simulée conformément au scénario.

Activer la route prédéterminée.

6.4.3.1.3.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que les écrans graphiques présentent, le cas échéant, le navire évoluant sur le premier segment vers le point de cheminement 2. Vérifier que les informations spécifiées à afficher en continu ou à la demande sont correctement présentées.

6.4.3.1.4 "Démarrage du contrôle de route" non accepté

6.4.3.1.4.1 Méthode d'essai

Définir le cap vers la route et la position simulée du navire, de sorte que la différence transversale par rapport à la route dépasse une limite prédéfinie.

Définir la position du navire sur la route et le cap simulé, de sorte que la différence de route dépasse une limite prédéfinie.

6.4.3.1.4.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier par chacune des méthodes que le contrôle de route ne peut pas être démarré et que le système en donne la raison.

6.4.3.1.5 "Démarrage du contrôle de route" accepté

6.4.3.1.5.1 Méthode d'essai

Définir la position simulée du navire et le cap de sorte que

- la différence transversale par rapport à la route soit à peine inférieure à la limite prédéfinie,
et
- la différence de route soit à peine inférieure à la limite prédéfinie.

6.4.3.1.5.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que le système accepte le contrôle de route.

Vérifier que le système de contrôle de route gouverne vers le deuxième point de cheminement. Le système doit gouverner de manière régulière, puis rejoindre la route.

6.4.3.1.6 Modification de route

(Voir 5.1.1.7)

6.4.3.1.6.1 Méthode d'essai

Tenter de modifier les données pertinentes des points de cheminement À PARTIR DE, VERS et SUIVANT (~A) de la route activée lors du contrôle de route.

6.4.3.1.6.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que cela est impossible sans créer une nouvelle route et passer les exigences de départ (voir 6.4.1).

6.4.3.1.7 Démarrage du contrôle de route à l'aide d'une route provisoire (~A)

(Voir 5.1.1.2)

6.4.3.1.7.1 Application

Cet essai concerne uniquement les systèmes en mesure de générer une route provisoire.

6.4.3.1.7.2 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que le système ou l'utilisateur peut générer une route provisoire, afficher les données relatives à la route, rejeter ou accepter la route provisoire et démarrer le contrôle de route.

6.4.3.1.7.3 Méthode d'essai

Effectuer les essais suivants.

- a) Charger la route du scénario 1 et configurer le simulateur en conséquence. Définir la position simulée à proximité de la route, mais pas dessus. Définir le cap sur 0° et placer le gouvernail au milieu. Définir la vitesse simulée conformément au scénario.

- b) Activer la route prédéterminée.
- c) Tenter de créer une condition ne permettant pas à la route provisoire de satisfaire aux exigences de démarrage, puis tenter de démarrer le contrôle de route.
- d) Si ce n'est pas fait, démarrer le contrôle de route avec une route provisoire ne satisfaisant pas aux exigences de démarrage.

6.4.3.1.7.4 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que:

- a) le système de contrôle de route ou que l'utilisateur peut générer une route provisoire vers la route prédéterminée. Vérifier que le système affiche graphiquement la route provisoire vers la route prédéterminée. Vérifier que la route provisoire peut être acceptée ou rejetée;
- b) les informations spécifiées à afficher en continu ou à la demande sont correctement présentées;
- c) si c'est le cas, vérifier que le contrôle de route ne peut pas être démarré et que le système en donne la raison;
- d) les résultats suivants sont obtenus:
 - le contrôle de route peut être démarré et le système accepte la route provisoire;
 - le système suit le trajet de la route provisoire, puis se dirige et rejoint la route prédéterminée

6.4.3.1.8 Modification de la route provisoire

(Voir 5.1.1.7)

6.4.3.1.8.1 Méthode d'essai

Tenter de modifier le point de cheminement À PARTIR DE, VERS et SUIVANT de la route provisoire lors du contrôle de route le long de la route provisoire.

6.4.3.1.8.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que cela est impossible sans créer une nouvelle route et passer les exigences de départ (voir 6.4.1).

6.4.3.1.9 Modification de la route prédéterminée

(Voir 5.1.1.7)

6.4.3.1.9.1 Méthode d'essai

Suivre la route provisoire vers la route prédéterminée. Tenter de modifier les données pertinentes des points de cheminement À PARTIR DE, VERS et SUIVANT (~A) de la route activée lors du contrôle de route.

6.4.3.1.9.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que cela est impossible sans créer une nouvelle route et passer les exigences de départ (voir 6.4.1).

6.4.3.2 Exécution du contrôle de route dans les conditions non perturbées

(Voir 5.1.1.1, 5.1.1.8)

6.4.3.2.1 Application

Les paragraphes suivants définissent les caractéristiques des essais à exécuter avec chaque scénario dans des conditions de fonctionnement normales et non perturbées.

6.4.3.2.2 Essai avec le scénario 1

6.4.3.2.2.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que l'EUT peut procéder au contrôle de route selon le scénario 1 avec un navire de classe A, différentes vitesses angulaires et différents rayons de virage.

6.4.3.2.2.2 Méthode d'essai

Définir la limite de différence de route sur 15° et la limite latérale sur 35 m. Charger la route du scénario 1 et configurer le simulateur et l'EUT en conséquence. Démarrer la simulation au début du premier segment de la route.

Démarrer le contrôle de route et laisser le système suivre la route tant que le dernier point de cheminement n'a pas été passé.

À la fin de chaque segment, confirmer/acquitter les alertes de changement de route dans le délai imparti (~A).

Pour la catégorie A; à la fin de chaque segment, confirmer/acquitter la 'mise en garde de fin de route' dans le délai imparti (~A).

6.4.3.2.2.3 Résultats d'essai exigibles

Au fur et à mesure de l'évolution du navire le long de la route, vérifier:

- que sa course et sa position réelles ne s'écartent pas de la route prédéterminée au-delà des limites prédéfinies;
- que les écrans graphiques, le cas échéant, affichent le navire suivant la route;
- que les informations affichées sont correctement présentées, qu'elles référencent la route activée et qu'elles passent automatiquement d'un segment à l'autre;
- que les alertes de changement de route sont données conformément à 5.1.1.5, 5.1.1.6 (~A);
- pour la catégorie A, la 'mise en garde de fin de route' est générée à la fin de chaque segment comme spécifié en 5.1.1.17.
- qu'à la fin de la route, le système continue comme exigé en 5.1.1.17.

De plus, si le système prend en charge le contrôle de routes courbes, vérifier que:

- les graphiques de route incluent les routes courbes présentant le rayon correct;
- les changements de route sont exécutés selon le rayon correct.
- une fois le ROT (+/- 10 %) atteint et jusqu'à la fin de la partie d'équilibre du virage, le RMS de la gouverne appliquée est inférieur à 20 % de la gouverne maximale comme défini par le modèle.

6.4.3.2.3 Essai avec le scénario 2

6.4.3.2.3.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que l'EUT peut procéder au contrôle de route selon le scénario 2 avec un navire de classe C, différentes vitesses angulaires et différents rayons de virage.

6.4.3.2.3.2 Méthode d'essai

Définir la limite de différence de route sur 15° et la limite latérale sur 100 m. Configurer le simulateur et l'EUT selon le scénario 2. Démarrer la simulation au début du premier segment.

Démarrer le contrôle de route et laisser le système suivre la route tant que le dernier point de cheminement n'a pas été passé. À la fin de chaque segment, confirmer/acquitter les alertes de changement de route dans le délai imparti (voir également 6.4.5.10) (~A).

6.4.3.2.3.3 Résultats d'essai exigibles

Au fur et à mesure de l'évolution du navire le long de la route, vérifier:

- que sa course et sa position réelles ne s'écartent pas de la route prédéterminée au-delà des limites prédéfinies;
- que les écrans graphiques, le cas échéant, affichent le navire suivant la route;
- que les informations affichées sont correctement présentées, qu'elles référencent la route activée et qu'elles passent automatiquement d'un segment à l'autre;
- que les alertes de changement de route sont données conformément à 5.1.1.5, 5.1.1.6 (~A);
- qu'à la fin de la route, le système continue comme exigé en 5.1.1.17.

De plus, si le système prend en charge le contrôle de routes courbes, vérifier que:

- les graphiques de route incluent les routes courbes présentant le rayon correct;
- les changements de route sont exécutés selon le rayon correct.
- une fois le ROT (+/- 10 %) atteint et jusqu'à la fin de la partie d'équilibre du virage, le RMS de la gouverne appliquée est inférieur à 20 % de la gouverne maximale comme défini par le modèle.

6.4.3.2.4 Essai avec le scénario 3

6.4.3.2.4.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que l'EUT peut procéder au contrôle de route selon le scénario 3 avec un navire de classe B, différentes vitesses angulaires et différents rayons de virage.

6.4.3.2.4.2 Méthode d'essai

Définir la limite de différence de route sur 15° et la limite latérale sur 60 m. Configurer le simulateur et l'EUT selon le scénario 3. Démarrer la simulation au début du premier segment. Démarrer le contrôle de route et laisser le système suivre la route tant que le dernier point de cheminement n'a pas été passé. À la fin de chaque segment, confirmer/acquitter les alertes de changement de route dans le délai imparti.

6.4.3.2.4.3 Résultats d'essai exigibles

Au fur et à mesure de l'évolution du navire le long de la route, vérifier:

- que sa course et sa position réelles ne s'écartent pas de la route prédéterminée au-delà des limites prédéfinies;
- que les écrans graphiques, le cas échéant, affichent le navire suivant la route;
- que les informations affichées sont correctement présentées, qu'elles référencent la route activée et qu'elles passent automatiquement d'un segment à l'autre;
- que les indications/alarmes de changement de route sont données conformément à 5.1.1.5, 5.1.1.6 (~A);
- qu'à la fin de la route, le système continue comme exigé en 5.1.1.17.

De plus, si le système prend en charge le contrôle de routes courbes, vérifier que:

- les graphiques de route incluent les routes courbes présentant le rayon correct;

- les changements de route sont exécutés selon le rayon correct.
- une fois le ROT (+/- 10 %) atteint et jusqu'à la fin de la partie d'équilibre du virage, le RMS de la gouverne appliquée est inférieur à 20 % de la gouverne maximale comme défini par le modèle.

6.4.3.2.5 Essai avec la loxodromie (RL) du scénario 4

6.4.3.2.5.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que l'EUT peut procéder au contrôle de route sur le long terme selon le scénario 4 avec un navire de classe B en mode loxodromique (RL).

6.4.3.2.5.2 Méthode d'essai

Définir la limite de différence de route sur 25° et la limite latérale sur 200 m. Configurer le simulateur et l'EUT selon le scénario 4.

- a) Démarrer le contrôle de route sur le premier segment en mode RL et laisser le système suivre la route tant que le point de cheminement 3 n'a pas été passé. Confirmer/acquitter les alertes de changement de route dans le délai imparti (~A).
- b) Laisser le système suivre le segment entre les points de cheminement 3 et 4 (cette opération peut être réalisée sans surveillance). Arrêter le contrôle de route avant ou au niveau du point de cheminement 4.

6.4.3.2.5.3 Résultats d'essai exigibles

Les résultats suivants sont exigés:

- a) Vérifier
 - l'exactitude des informations présentées sur l'affichage graphique, le cas échéant,
 - l'exactitude des données spécifiées relatives à la route pendant l'essai;
 - que les alertes de changement de route sont données conformément à 5.1.1.5, 5.1.1.6 (~A).
- b) Vérifier par enregistrement ou observation que le navire passe du point de cheminement 3 au point de cheminement 4 le long d'une route constante selon un écart latéral inférieur à 50 m.

6.4.3.2.6 Essai avec l'orthodromie (GC) du scénario 4

6.4.3.2.6.1 Application

Cet essai est limité aux systèmes en mesure de naviguer sur une route en mode orthodromique (GC).

6.4.3.2.6.2 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que l'EUT peut procéder à un contrôle de route sur le long terme selon le scénario 4 avec un navire de classe B en mode orthodromique, et que le système peut basculer du mode loxodromique au mode orthodromique, et inversement.

6.4.3.2.6.3 Méthode d'essai

Définir la limite de différence de route sur la valeur maximale spécifiée par le fabricant et la limite latérale sur 1 000 m. Configurer le simulateur et l'EUT selon le scénario 4. Définir le segment entre les points de cheminement 07 et 08 en mode orthodromique.

- a) Démarrer le contrôle de route à la fin du segment entre les points de cheminement 06 et 07 en mode loxodromique, et laisser le système suivre la route jusqu'au point de

cheminement 07. Si le système ne bascule pas automatiquement en mode orthodromique, le sélectionner manuellement.

- b) Poursuivre le contrôle de route orthodromique pendant au moins 4 h.
- c) Redémarrer le contrôle de route sur les quatre positions orthodromiques entre les points de cheminement 07 et 08.
- d) Redémarrer le contrôle de route après avoir préalablement défini la position, ainsi que le cap le long du segment orthodromique entre les points de cheminement 07 et 08 et laisser le système passer le point de cheminement 08. S'il ne bascule pas automatiquement en mode loxodromique, sélectionner ce mode manuellement.

6.4.3.2.6.4 Résultats d'essai exigibles

Les résultats suivants sont exigés:

- a) Vérifier
 - que le passage du mode loxodromique au mode orthodromique a bien eu lieu;
 - l'exactitude de l'affichage graphique, le cas échéant;
 - l'exactitude des données indiquées relatives à la route pendant l'essai.
- b) Vérifier que
 - la route change lorsque le navire navigue sur le segment orthodromique;
 - la partie du segment soumise à essai est parcourue sur un grand cercle conformément aux routes calculées du scénario 4, sans écart de route supérieur à la limite latérale d'essai (par enregistrement ou observation).
- c) Vérifier que
 - les routes sur l'approximation orthodromique sont correctes
- d) Vérifier que
 - le système peut passer automatiquement ou manuellement du mode orthodromique au mode loxodromique suite au passage du point de cheminement 08;
 - la partie du segment soumise à essai entre les points de cheminement 08 et 09 est parcourue par le navire sur une droite orthodromique conformément à la route calculée et avec un écart latéral inférieur à 50 m.

6.4.4 Exécution des essais supplémentaires

6.4.4.1 Adaptation

(Voir 5.1.1.9)

6.4.4.1.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que l'EUT peut s'adapter, automatiquement ou manuellement, aux variations de la vitesse et des conditions météorologiques. Noter que les performances des essais ci-dessus couvrent la vérification des capacités du système dans différentes conditions de chargement. Dans le cas des systèmes impliquant un traitement préalable, adapter suffisamment le modèle de navire utilisé avant d'exécuter les scénarios d'essai.

Les effets des variations de vitesse et des conditions climatiques à soumettre essai sont les suivants:

- influence du changement de vitesse pendant le virage;
- influence du changement de courant sur un segment;
- influence du courant pendant le virage;
- influence de l'état de la mer pendant le virage;
- influence du changement d'état de la mer sur un segment;

Voir une explication des essais en Annexe J.

6.4.4.1.2 Méthode d'essai

Charger la route du scénario 3 et configurer le simulateur en conséquence, comme suit.

a) Adaptation au changement de vitesse prévu

- 1) Définir le navire simulé sur le premier segment à une distance de 2 miles à 3 miles nautiques du point de cheminement 2 sur un parcours de 040° à 10 nœuds. Démarrer le contrôle de route. Après le début du virage, augmenter la vitesse commandée à 20 nœuds.
- 2) Redémarrer le contrôle de route sur le deuxième segment à une distance de 3 miles à 4 miles nautiques du point de cheminement 3 sur un parcours de 140° à 20 nœuds. Après le début du virage, réduire la vitesse commandée à 12 nœuds.

b) Adaptation au changement de courant

- 1) Redémarrer le contrôle de route sur le deuxième segment sur un parcours de 140° à 20 nœuds. Lorsque le navire simulé se trouve entre 4 miles et 5 miles nautiques du point de cheminement 3, induire un courant simulé de 5 nœuds perpendiculaire à la route.
- 2) Définir le contrôle de route sur le premier segment à une distance de 2 miles à 3 miles nautiques du point de cheminement 2 sur un parcours de 040° à 20 nœuds. Au milieu du virage, induire un courant simulé de 5 nœuds vers le nord.
- 3) Redémarrer le contrôle de route sur le deuxième segment à une distance de 3 miles à 4 miles nautiques du point de cheminement 3 sur un parcours de 140° à 20 nœuds. Au milieu du virage, induire un courant simulé de 5 nœuds vers le nord.

c) Adaptation à l'état de la mer

- 1) Définir le contrôle de route sur le premier segment à une distance de 2 miles à 3 miles nautiques du point de cheminement 2 sur un parcours de 040° à 20 nœuds. Définir l'état simulé de la mer à 2, puis procéder au virage.
- 2) Redémarrer le contrôle de route sur le second segment à une distance de 2 miles à 3 miles nautiques du point de cheminement 2 sur un parcours de 140° à 20 nœuds, à l'état de la mer 2. Au milieu du segment, induire un état de la mer simulé de 5.

d) Adaptation aux conditions de chargement

Confirmer par examen de la documentation du fabricant que l'EUT contient une méthode d'adaptation aux différentes conditions de chargement.

6.4.4.1.3 Résultats d'essai exigibles

6.4.4.1.3.1 Catégorie A et Catégorie C

Pour la catégorie A, cas b) 1) et c) 2) et pour la catégorie C, cas a) 1) à c) 2).

Vérifier que le système de contrôle de route peut s'adapter aux conditions changeantes par des méthodes automatiques ou manuelles et qu'il suit la route sans dépasser la limite latérale.

6.4.4.1.3.2 Catégorie B

Cas a) 1), a) 2) et b) 2) à c) 1) vérifier que:

- le système de contrôle de route peut s'adapter aux conditions changeantes par des méthodes automatiques ou manuelles et qu'il suit la route approximativement,
- si la position réelle dévie de la route courbe au-dessus de la limite prédéfinie, une alarme de route latérale est donnée (voir 5.1.3.6),

- la manœuvre pour revenir à la route prédéterminée est effectuée de manière prévisible et sûre sans activité excessive du gouvernail.
- la vitesse angulaire (le rayon du virage) peut être réglée lors de l'exécution du virage automatiquement et/ou manuellement.

Confirmer par examen de la documentation du fabricant que:

- la manœuvre pour revenir à la route après avoir dépassé la limite latérale est illustrée à l'aide d'une présentation graphique,
- les conditions pour la réactivation du contrôle de route une fois le virage assisté effectué, sont décrites.

Cas b) 1) à c) 2):

Vérifier que le système de contrôle de route peut s'adapter aux conditions changeantes par des méthodes automatiques ou manuelles et qu'il suit la route sans dépasser la limite latérale.

6.4.4.2 Activité du gouvernail

(Voir 5.1.1.10)

6.4.4.2.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que l'EUT peut empêcher toute manœuvre inutile du gouvernail en raison d'un mouvement de lacet normal, de la résolution des données du détecteur et des erreurs statistiques de position diffusées.

6.4.4.2.2 Méthode d'essai

Charger la route du scénario 3 et configurer le simulateur en conséquence.

Définir le navire simulé après le point de cheminement 2 sur un parcours de 140° à 20 nœuds.

Démarrer le contrôle de route et procéder aux essais suivants individuellement.

- Induire un mouvement de lacet périodique à l'aide d'une fonction sinusoïdale, avec $f = 0,1$ Hz et une amplitude de $\pm 4^\circ$ dans l'entrée de cap du contrôle de route.
- Induire les entrées de détecteur de résolution réduite suivantes, une à la fois
 - cap $1/6^\circ$,
 - vitesse $1/2$ nœud,
 - données de position $1/100$ min (18 m).
- Induire des erreurs statistiques de position diffusées conformément à l'Annexe H.

6.4.4.2.3 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que le système de contrôle de route peut s'adapter, automatiquement ou manuellement, à l'environnement perturbé, et qu'il suit la route dans la limite de route d'essai et sans manœuvre excessive du gouvernail.

6.4.4.3 Écart de gouverne du navire

(Voir 5.1.1.9)

6.4.4.3.1 Objet

Cet essai a pour objet de vérifier que l'EUT peut compenser l'écart de gouverne du navire telles que les asymétries comme le flux de la coque et les effets des propulseurs.

6.4.4.3.2 Méthode d'essai

Charger la route du scénario 3 et configurer le simulateur en conséquence. Définir le décalage du gouvernail à $+2^\circ$ en simulant un écart de gouverne. Définir le navire simulé juste après le point de cheminement 1 sur un parcours de 040° à 15 nœuds. Démarrer le contrôle de route. Arrêter le contrôle de route au bout de 20 min.

6.4.4.3.3 Résultats d'essai exigibles

Vérifier par observation que le système de contrôle de route peut compenser l'écart de gouverne du navire.

6.4.5 Surveillances et alertes

6.4.5.1 Généralités

Tous les essais d'alertes opérationnelles doivent vérifier que ces alertes, si elles sont acquittées, jouent toujours leur rôle lorsque la condition d'alerte existe et qu'elle satisfait à 5.1.3.

Après chaque essai du présent article, rétablir les conditions de fonctionnement normales de l'EUT.

6.4.5.2 Défaillance ou réduction de l'alimentation électrique

(Voir 5.1.3.1)

6.4.5.2.1 Méthode d'essai

Réduire l'alimentation électrique de chaque composant du système de contrôle de route successivement sous la limite spécifiée par le fabricant comme la valeur minimale d'un fonctionnement sûr. En l'absence de ces données, les limites conformes à l'IEC 60945 doivent être utilisées.

Désactiver successivement l'alimentation électrique de chaque composant du système de contrôle de route.

Cet essai peut être combiné aux essais environnementaux en 6.2.1.

6.4.5.2.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que le système de contrôle de route déclenche une mise en garde (par exemple sur fermeture du contact).

6.4.5.3 Alerte de surveillance de position

(Voir 5.1.1.4, 5.1.3.2)

6.4.5.3.1 Méthode d'essai

Fournir une paire de données de position à la fonction de surveillance de la position (voir 5.1.1.4) à utiliser avec le système de contrôle de route. Modifier les données principales et secondaires de sorte que les différences de position dépassent la limite d'alerte prédéfinie.

Si plusieurs détecteurs de position sont disponibles, répéter alors la méthode d'essai comme exigé afin de vérifier toutes les configurations de détecteurs.

6.4.5.3.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier qu'une mise en garde correspondante est émise.

6.4.5.4 Alerte de surveillance de cap

(Voir 5.1.1.16, 5.1.3.3)

6.4.5.4.1 Application

Cet essai s'applique uniquement si la fonction de surveillance de cap fait partie intégrante du système de contrôle de route.

6.4.5.4.2 Méthode d'essai

Fournir une paire de données relatives au cap à la fonction de surveillance de cap (voir 5.1.1.16) à utiliser avec le système de contrôle de route. Modifier les caps principal et secondaire de sorte que les différences de cap dépassent la limite d'alerte prédéfinie.

Si plusieurs détecteurs de position sont disponibles, répéter alors la méthode d'essai comme exigé afin de vérifier toutes les configurations de détecteurs.

6.4.5.4.3 Résultats d'essai exigibles

Vérifier qu'une mise en garde correspondante est émise.

6.4.5.5 État de défaillance et d'alerte des détecteurs

(Voir 5.1.1.16, 5.1.3.4, 5.4.2)

6.4.5.5.1 Méthode d'essai

Modifier successivement les données d'entrée provenant du détecteur de fixation de position, du détecteur de cap et du détecteur de vitesse utilisés pour le contrôle de route afin de simuler une défaillance du détecteur ou un statut d'alerte. Si l'EUT peut accepter les données de position, de cap ou de vitesse provenant d'un détecteur qui ne fournit pas d'informations sur le statut ou la défaillance, remplacer les données d'entrée par une valeur improbable.

6.4.5.5.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier qu'une séquence d'alertes et que des indications correspondantes sont générées comme indiqué en 5.1.3.4.

(Voir également l'essai des procédures de redémarrage après défaillance définies en 6.4.5.)

6.4.5.6 Utilisation des signaux défectueux

(Voir 5.1.3.5)

6.4.5.6.1 Méthode d'essai

Fournir successivement des données d'entrée provenant du détecteur de fixation de position, du détecteur de cap, du détecteur de vitesse et d'un autre détecteur fourni pour le contrôle de route dans le système, de manière à le marquer d'un statut de défaillance. Tenter de sélectionner le détecteur défectueux.

6.4.5.6.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que le détecteur ne peut pas être sélectionné pour le contrôle de route et que l'indication de statut est générée.

6.4.5.7 Alerte de distance latérale

(Voir 5.1.3.6)

6.4.5.7.1 Méthode d'essai

Effectuer les essais suivants.

- a) Modifier la position sélectionnée de manière à générer une distance latérale supérieure à la limite d'alerte de distance latérale prédéfinie.
- b) Acquitter l'alarme et modifier la position sélectionnée de manière à ne pas dépasser la limite d'alerte de distance latérale prédéfinie.

6.4.5.7.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier

- a) qu'une alerte correspondante de priorité alarme est émise.
- b) que le statut d'alerte et son indication sont annulés.

6.4.5.8 Alerte de différence de route

(Voir 5.1.3.7)

6.4.5.8.1 Méthode d'essai

Effectuer les essais suivants.

- a) Ajouter une vitesse de courant transversal de manière à dépasser la limite d'alerte de différence de route prédéfinie.
- b) Acquitter l'alarme et modifier la vitesse de courant de manière à ne pas dépasser la limite d'alerte de différence de route prédéfinie.

6.4.5.8.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier

- a) qu'une alerte correspondante de priorité mise en garde est émise.
- b) que le statut d'alerte et son indication sont annulés.

6.4.5.9 Alerte de basse vitesse

(Voir 5.1.3.8)

6.4.5.9.1 Application

Cet essai s'applique uniquement aux systèmes dans lesquels l'alerte de basse vitesse fait partie intégrante de l'EUT.

6.4.5.9.2 Méthode d'essai

Effectuer les essais suivants.

- a) Réduire l'entrée de vitesse sélectionnée sous la vitesse minimale du contrôle de route.
- b) Acquitter l'alerte et attribuer à l'entrée de vitesse sélectionnée une valeur supérieure à la vitesse minimale du contrôle de route.

6.4.5.9.3 Résultats d'essai exigibles

Vérifier

- a) qu'une alerte correspondante de la classe de priorité mise en garde est émise.
- b) que le statut d'alerte et son indication sont annulés.

6.4.5.10 Alerte de fin de route

(Voir 5.1.1.17, 5.1.3.9)

6.4.5.10.1 Méthode d'essai

Suivre une route prédéterminée tant que le dernier point de cheminement n'a pas été passé avec et sans acquittement de l'alerte de "fin de route".

Cet essai peut être réalisé en même temps que d'autres essais (voir 6.4.2.3).

6.4.5.10.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que les alertes correspondantes de la classe de priorité mise en garde sont émises comme indiqué en 5.1.3.9.

6.4.5.11 Alerte d'arrêt de contrôle de route

(Voir 5.1.3.10)

6.4.5.11.1 Méthode d'essai

Chacun de ces essais doit être réalisé en mode de contrôle de route.

- a) Utiliser la documentation du fabricant (par exemple, l'Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDE)) pour identifier toutes les conditions de défaillance au sein du système de contrôle de route obligeant le système à basculer automatiquement en mode de contrôle de cap ou le rendant inutilisable. Créer une condition de défaillance autre qu'une défaillance de détecteur.
- b) Déconnecter l'entrée de position sélectionnée du système de contrôle de route ou la définir comme étant non valide.
- c) Déconnecter l'entrée de cap sélectionnée du système de contrôle de route ou la définir comme étant non valide.
- d) Déconnecter l'entrée de vitesse sélectionnée du système de contrôle de route ou la définir comme étant non valide.

6.4.5.11.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier qu'une alerte d'arrêt de contrôle de route est émise suite à l'application de chaque méthode par le système de contrôle de route lui-même ou qu'un dispositif d'alarme externe est déclenché par le système de contrôle de route comme décrit en 5.3.1.10.

6.4.5.12 Alertes de changement de route (~A)

(Voir 5.1.1.5, 5.1.1.6)

6.4.5.12.1 Objet

La séquence d'essais suivante a pour objet d'exercer pleinement les conditions d'alerte de changement de route (voir 5.1.1.5, 5.1.1.6 et Annexe A).

6.4.5.12.2 Méthode d'essai

Les essais peuvent être effectués à l'aide de n'importe quel scénario de l'Annexe G.

Démarrer le contrôle de route précédant les alertes devenant actives et passer l'heure de début du virage:

- a) sans acquittement de mise en garde de changement de route précoce (ECCW) et sans acquittement de mise en garde de changement de route réelle (ACCW);
- b) avec acquittement d'ECCW et sans acquittement d'ACCW;

- c) sans acquittement d'ECCW et avec acquittement d'ACCW;
- d) avec acquittement d'ECCW et d'ACCW.

Après chaque essai, les conditions de fonctionnement normales doivent être rétablies. Quelle que soit la séquence d'alertes, la route prédéfinie doit être maintenue.

6.4.5.12.3 Résultats d'essai exigibles

Les résultats suivants sont exigés:

- a) En l'absence d'acquiescement d'alerte, vérifier que:
 - ECCW survient entre WOT – 6 min et WOT – 3 min;
 - ECCW change la priorité au statut alarme (ECCA) dans les 30 s;
 - NA est déclenché dans un autre laps de temps de 30 s;
 - le contrôleur de route suit automatiquement la route définie;
- b) Avec acquiescement de ECCW, vérifier seulement que:
 - ECCW cesse et aucun ECCA ne survient;
 - ACCW survient 30 s avant le WOT;
 - ACCW change la priorité au statut alarme (ACCA) dans les 30 s;
 - NA est déclenché dans un autre laps de temps de 30 s;
 - le contrôleur de route suit automatiquement la route définie;
- c) Avec acquiescement de ECCW et de ACCW, vérifier seulement que:
 - aucune alarme n'est activée;
 - aucun NA n'est activé;
 - le contrôleur de route suit automatiquement la route définie;

6.4.5.13 Prise en charge de l'Alarme du navigateur auxiliaire (NA)

(Voir 5.1.3.11)

6.4.5.13.1 Méthode d'essai

Confirmer par examen de preuve documentée que l'EUT fournit au moins une des interfaces exigées à BNWAS. Effectuer ultérieurement les essais a) à c) ci-après chacun sans alerte en tant que condition de départ. Créer une alarme associée à l'activation NA.

- a) Au bout d'une minute, acquiescer l'alarme.
- b) Attendre 10 s puis mettre l'alarme en sourdine. Attendre jusqu'à ce que l'annonce audible de l'alarme soit réactivée. Attendre 10 s puis mettre l'alarme en sourdine.
- c) Corriger la cause de l'alarme après 40 s.

6.4.5.13.2 Résultats d'essai exigibles

Confirmer par observation que:

- a) 30 s après l'activation de l'alarme
 - Si possible, la phrase ALR définie à l'Annexe K est générée,
 - Si possible, le contact est fermé pour le transfert de NA,
 - Si possible, d'autres méthodes équivalentes définies par le fabricant sont activées pour le transfert de NA.

Confirmer qu'après l'acquiescement de l'alarme, toutes les interfaces BNWAS réinitialisent l'état à NA non activé.

b) 70 s après l'activation de l'alarme

- Si possible, la phrase ALR définie à l'Annexe K est générée,
- Si possible, le contact est fermé pour le transfert de NA,
- Si possible, d'autres méthodes équivalentes définies par le fabricant sont activées pour le transfert de NA

Confirmer qu'après l'acquittement de l'alarme, toutes les interfaces BNWAS réinitialisent l'état à NA non activé.

c) 30 s après l'activation de l'alarme

- Si possible, la phrase ALR définie à l'Annexe K est générée,
- Si possible, le contact est fermé pour le transfert de NA,
- Si possible, d'autres méthodes équivalentes définies par le fabricant sont activées pour le transfert de NA

Confirmer qu'après que la cause de l'alarme est corrigée (par exemple le contrôle de route est désactivé), toutes les interfaces BNWAS réinitialisent l'état à NA non activé.

6.4.5.14 Acquittements à distance des alertes – Méthode d'essai et résultat d'essai exigible

(Voir 5.1.3.12)

Effectuer l'essai suivant à l'aide d'un simulateur pour BAM.

a) Essai du rapport et de la mise en sourdine des alertes:

- Créer 2 alertes dont au moins une de Cat B.
- Confirmer par observation que les phrases ALF, ALC et HBT sont transmises de l'EUT à l'interface BAM.
- Utiliser le simulateur pour envoyer la phrase ACN à l'EUT pour mettre en sourdine une des alertes.
- Confirmer par observation les phrases ALF, ALC et HBT rapportent correctement le nouvel état des alertes.
- Utiliser le simulateur pour envoyer la phrase ACN à l'EUT pour acquitter l'alerte de Cat B.
- Confirmer par observation que les phrases ALF, ALC et HBT rapportent correctement le nouvel état des alertes.

b) Test des tentatives pour acquitter l'alerte de Cat A

- Créer une alerte de Cat A.
- Confirmer par observation que les phrases ALF, ALC et HBT sont transmises de l'EUT à l'interface BAM.
- Utiliser le simulateur pour envoyer la phrase ACN à l'EUT pour acquitter l'alerte de Cat A.
- Confirmer par observation que l'EUT refuse d'acquitter et que la phrase ARC rapporte correctement ce refus.

6.4.6 Redémarrage après défaillance et passage manuel

6.4.6.1 Défaillance du contrôle de route

(Voir 5.5.1)

6.4.6.1.1 Méthode d'essai

Si un contrôleur de cap physiquement séparé est inclus, les essais suivants doivent être répétés avec et sans défaillance du contrôle de cap.

Sélectionner le scénario 3 et démarrer le contrôle de route. Attendre que le navire se stabilise sur un segment et créer une condition de défaillance autre qu'une défaillance de détecteur, rendant le système de contrôle de route inopérant.

Sélectionner le scénario 3 et démarrer le contrôle de route. Attendre que le navire entame une manœuvre de changement de route, puis désactiver l'alimentation électrique du système de contrôle de route ou rendre le système inopérant par d'autres moyens.

6.4.6.1.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que le système réagit comme spécifié en 5.5.1.

6.4.6.2 Défaillance du détecteur de position

(Voir 5.5.2)

6.4.6.2.1 Méthode d'essai

Sélectionner le scénario 3 et démarrer le contrôle de route. Attendre que le navire se stabilise sur un segment et procéder aux essais a, c, e, f, i, j suivants.

Redémarrer le contrôle de route à l'aide du scénario 3 et effectuer les essais b, d, g, h, k, l lors d'une manœuvre de changement de route (~A).

- a) Désactiver la position sélectionnée.
- b) Le cas échéant, désactiver toutes les positions disponibles.
- c) Signaler l'entrée de position sélectionnée comme étant non valide.
- d) Le cas échéant, signaler toutes les entrées de position disponibles comme non valides.

Le cas échéant:

- e) signaler la phrase NSR pour l'entrée de position comme défaillante du point de vue de l'intégrité,
- f) signaler la phrase NSR pour l'entrée de position comme douteuse du point de vue de l'intégrité,
- g) désactiver le détecteur de vitesse sélectionné, attendre 6 min et activer le détecteur de vitesse sélectionné,
- h) désactiver tous les détecteurs de vitesse disponibles, attendre 6 min et activer tous les détecteurs de vitesse disponibles,
- i) signaler l'entrée de vitesse sélectionnée comme non valide, attendre 6 min et signaler l'entrée de vitesse comme valide,
- j) signaler toutes les entrées de vitesse disponibles comme non valides, attendre 6 min et signaler toutes les entrées de vitesse disponibles comme valides,
- k) signaler la phrase NSR pour l'entrée de vitesse comme défaillante du point de vue de l'intégrité, attendre 6 min et signaler l'entrée de vitesse sélectionnée comme réussie,
- l) signaler la phrase NSR pour l'entrée de vitesse comme douteuse du point de vue de l'intégrité, attendre 6 min et signaler l'entrée de vitesse sélectionnée comme réussie.

6.4.6.2.2 Résultats d'essai exigibles

Pour a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k et l), vérifier que le système réagit comme spécifié en 5.5.2.

6.4.6.3 Défaillance du détecteur de cap

(Voir 5.5.3)

6.4.6.3.1 Méthode d'essai

Sélectionner le scénario 3 et démarrer le contrôle de route. Attendre que le navire se stabilise sur un segment et procéder aux essais a, c, e.

Redémarrer le contrôle de route à l'aide du scénario 3 et effectuer les essais b, d, f lors d'une manœuvre de changement de route (~A).

- a) Désactiver le détecteur de cap sélectionné.
- b) Le cas échéant, désactiver tous les détecteurs de cap disponibles.
- c) Signaler l'entrée de cap sélectionnée comme étant non valide.
- d) Le cas échéant, signaler toutes les entrées de cap disponibles comme non valides.
- e) Le cas échéant, signaler la phrase NSR pour l'entrée de cap comme défaillante du point de vue de l'intégrité.
- f) Le cas échéant, signaler la phrase NSR pour l'entrée de cap comme douteuse du point de vue de l'intégrité.

6.4.6.3.2 Résultats d'essai exigibles

Pour a, b, c, d, e et f), vérifier que le système réagit comme spécifié en 5.5.3.

6.4.6.4 Défaillance du détecteur de vitesse

(Voir 5.5.4)

6.4.6.4.1 Méthode d'essai

Sélectionner le scénario 3 et démarrer le contrôle de route. Attendre que le navire se stabilise sur un segment et procéder aux essais a, c, e, f, i, j suivants.

Redémarrer le contrôle de route à l'aide du scénario 3 et effectuer les essais b, d, g, h, k, l lors d'une manœuvre de changement de route (~A).

- a) Désactiver le détecteur de vitesse sélectionné.
- b) Le cas échéant, désactiver tous les détecteurs de vitesse disponibles.
- c) Signaler l'entrée de vitesse sélectionnée comme étant non valide.
- d) Le cas échéant, signaler toutes les entrées de vitesse disponibles comme non valides.

Le cas échéant:

- e) signaler la phrase NSR pour l'entrée de vitesse comme défaillante du point de vue de l'intégrité,
- f) signaler la phrase NSR pour l'entrée de vitesse comme douteuse du point de vue de l'intégrité,
- g) désactiver le détecteur de vitesse sélectionné, attendre 6 min et activer le détecteur de vitesse sélectionné,
- h) désactiver tous les détecteurs de vitesse disponibles, attendre 6 min et activer tous les détecteurs de vitesse disponibles,
- i) signaler l'entrée de vitesse sélectionnée comme non valide, attendre 6 min et signaler l'entrée de vitesse comme valide,
- j) signaler toutes les entrées de vitesse disponibles comme non valides, attendre 6 min et signaler toutes les entrées de vitesse disponibles comme valides,
- k) signaler la phrase NSR pour l'entrée de vitesse comme défaillante du point de vue de l'intégrité, attendre 6 min et signaler l'entrée de vitesse sélectionnée comme réussie,
- l) signaler la phrase NSR pour l'entrée de vitesse comme douteuse du point de vue de l'intégrité, attendre 6 min et signaler l'entrée de vitesse sélectionnée comme réussie.

6.4.6.4.2 Résultats d'essai exigibles

Pour a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k et l), vérifier que le système réagit comme spécifié en 5.5.4.

6.4.6.5 Passage manuel du contrôle de route à la gouverne manuelle (~A)

(Voir 5.1.1.11, 5.1.1.13, 5.2.1.2)

6.4.6.5.1 Méthode d'essai

Sélectionner le scénario 3 et démarrer le contrôle de route. Attendre que le navire entame une manœuvre de changement de route pour chacun des essais suivants.

Passer en mode de gouverne manuelle.

Répéter cet essai en utilisant le dispositif de neutralisation (entrée).

Créer une condition d'essai rendant le système de contrôle de route inopérant. Ensuite, passer en mode de gouverne manuelle. Au bout de 3 min de gouverne manuelle, annuler la condition de défaillance du système de contrôle de route.

6.4.6.5.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que

- le changement manuel peut être effectué, s'il fait partie de l'EUT, par une seule action de l'opérateur,
- le contrôle de route ne peut pas reprendre sans l'intervention de l'utilisateur, et que
- le système réagit conformément à 5.1.1.13.

6.4.6.6 Passage manuel du contrôle de route au contrôle de cap

(Voir 5.1.1.14)

6.4.6.6.1 Application

Cet essai est uniquement exigé pour les systèmes incluant un contrôle de route.

6.4.6.6.2 Méthode d'essai

Sélectionner le scénario 3 et démarrer le contrôle de route. Pour les systèmes de catégorie A, exécuter cet essai sur un segment rectiligne. Pour les systèmes de catégorie B et C, attendre que le navire effectue une manœuvre de changement de route puis basculer en contrôle de cap.

6.4.6.6.3 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que

- le changement manuel peut être effectué, s'il fait partie de l'EUT, par une seule action de l'opérateur,
- le contrôle de route ne peut pas reprendre sans l'intervention de l'utilisateur, et que
- le système réagit conformément à 5.1.1.14, y compris toutes les options fournies.

6.4.7 Affichage des informations

6.4.7.1 Informations affichées en continu

(Voir 5.1.1.15, 5.2.2.1, 5.2.2.3)

6.4.7.1.1 Méthode d'essai

Rechercher l'affichage des informations figurant en 5.2.2.1. L'essai peut être combiné à et vérifié lors de l'exécution d'essais en mode normal et défaillant.

6.4.7.1.2 Résultats d'essai exigibles

Les résultats suivants sont exigés.

- Vérifier que le mode de gouverne approprié s'affiche sur un poste de travail de l'EUT dont ce mode peut être affecté.
- Vérifier qu'une indication appropriée s'affiche lors des virages assistés (catégorie B).
- Vérifier que toutes les informations s'affichent clairement et en continu dans le poste de direction de manœuvre et sont conformes aux exigences générales relatives aux affichages contenues dans l'IEC 62288.
- Vérifier que les éléments énumérés en 5.2.2.1, paragraphes .4, .5, .7 et .8 s'affichent sous forme numérique.
- Évaluer la présentation des informations affichées.
- Vérifier que les valeurs présentant des relations logiques telles que les données prédéfinies et actuelles ou toutes les données VERS/SUIVANT, s'affichent sous la forme d'une paire de données ou dans des groupes présentant de relations logiques.

6.4.7.2 Informations à fournir sur demande

(Voir 5.2.2.2)

6.4.7.2.1 Méthode d'essai

Localiser l'affichage des informations énumérées en 5.2.2.2 (qui peuvent être affichées sur un équipement associé). L'essai peut être combiné à et vérifié lors de l'exécution d'essais en mode normal et défaillant.

6.4.7.2.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que ces informations sont disponibles à la demande.

6.4.8 Commandes opérationnelles

(Voir 5.1.1.11, 5.2.1.1, 5.2.1.2)

6.4.8.1 Méthode d'essai

NOTE Les essais précédents ont permis de vérifier que les exigences de 5.2.1.1 ont été satisfaites.

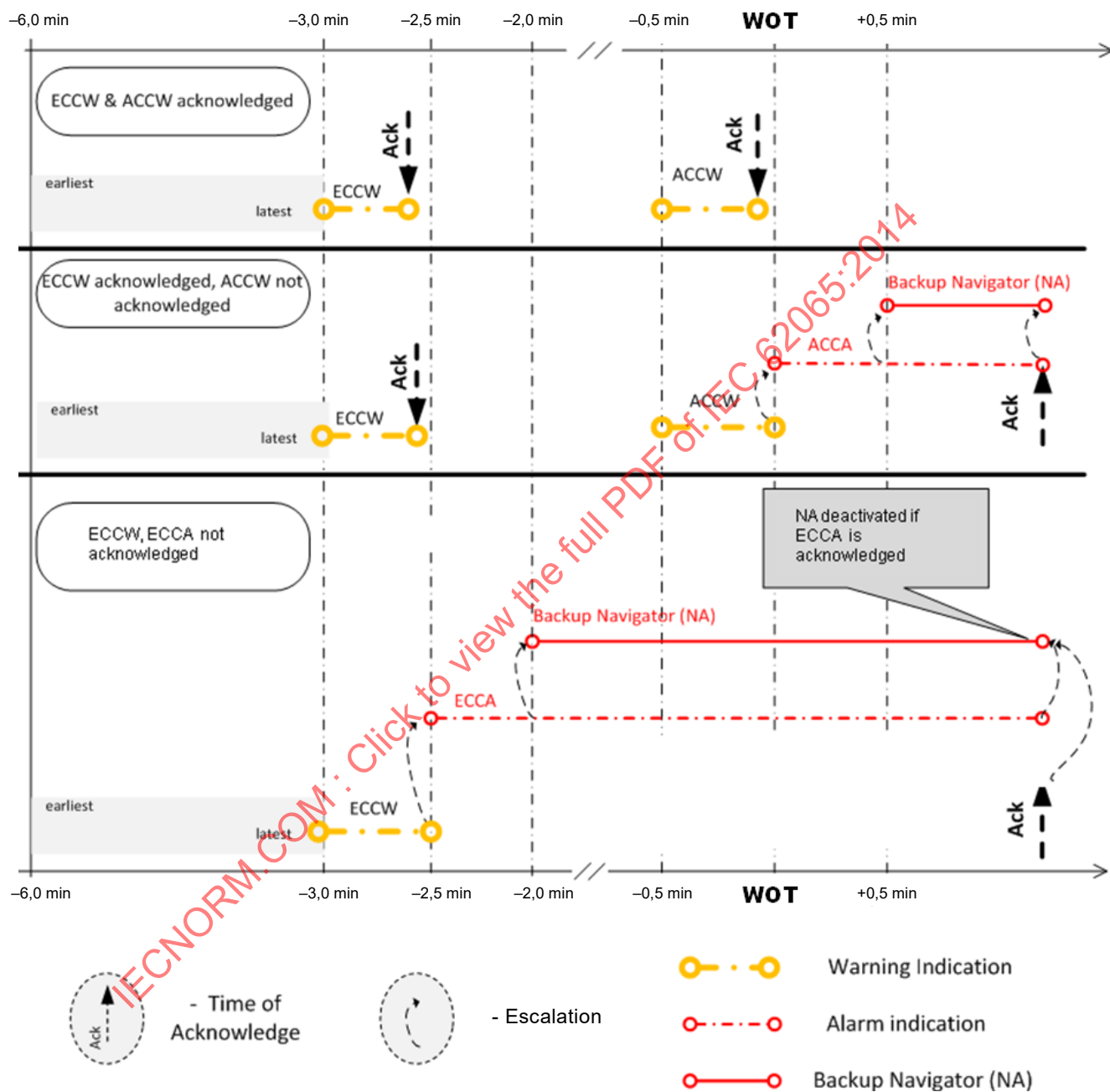
Consulter le manuel d'installation pour connaître les emplacements prévus des commandes de basculement.

6.4.8.2 Résultats d'essai exigibles

Vérifier que les emplacements satisfont à 5.2.1.2.

Annexe A (normative)

Description graphique des séquences



Anglais	Français
ECCW & ACCW acknowledged	ECCW & ACCW acquittés
earliest	le plus tôt
latest	le plus tard
ECCW acknowledged, ACCW not acknowledged	ECCW acquitté, ACCW non acquitté
Backup Navigator (NA)	Navigateur auxiliaire (NA)
ECCW, ECCA not acknowledged	ECCW, ECCA non acquittés
NA deactivated if ECCA is acknowledged	NA désactivé si ECCA est acquitté
Time of Acknowledge	Heure d'acquittement
Escalation	Escalade
Warning Indication	Indication de mise en garde
Alarm indication	Indication d'alarme
Backup Navigator (NA)	Navigateur auxiliaire (NA)

Figure A.1 – Séquence d'alertes de changement de route (~A)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62065:2014

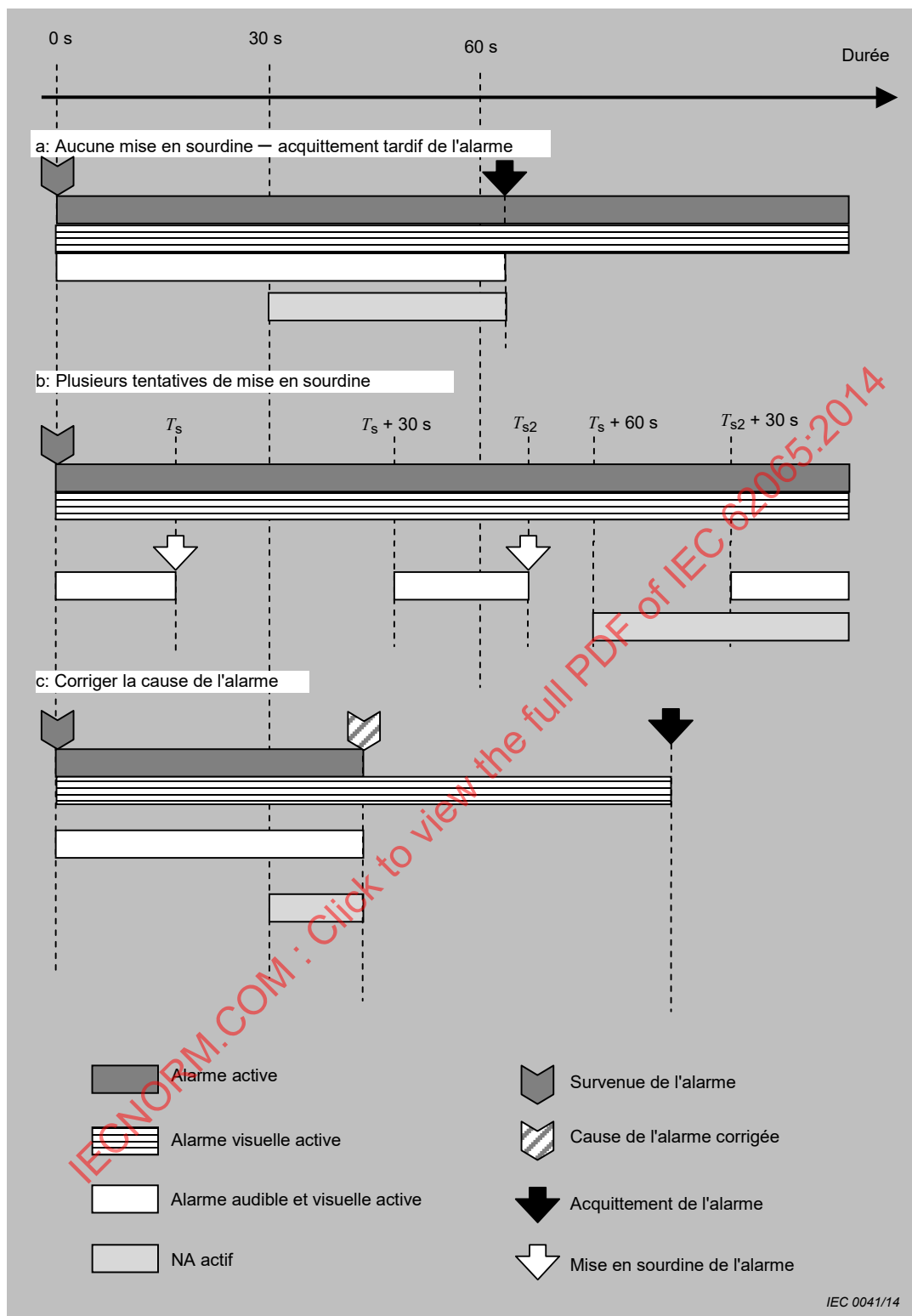


Figure A.2 – Gestion de l'Alarme du Navigateur auxiliaire (NA)

Annexe B (informative)

Contrôle de vitesse

B.1 Généralités

Un système de contrôle de route peut être complété par un contrôle de vitesse. Le contrôle de vitesse utilise le profil vitesse/temps d'un plan de route pour déterminer de manière dynamique la vitesse commandée du navire lors de l'exécution de la route. Si une interface avec le système de propulsion est disponible, il convient que cette vitesse commandée soit automatiquement établie.

La commande de vitesse peut être appliquée sans information de route lorsque l'opérateur spécifie manuellement la vitesse commandée.

Si aucune interface de système de propulsion n'est disponible, il convient d'utiliser le contrôle de vitesse de manière consultative. Il convient de déterminer et d'afficher les vitesses de progression réelle et prévue de manière à satisfaire au profil vitesse/temps de la route.

Les systèmes de contrôle de route équipés d'un contrôle de vitesse doivent satisfaire aux normes internationales correspondantes.

B.2 Planification

Le contrôle de vitesse d'une route implique de spécifier un profil vitesse/temps pour la route. Cette spécification peut prendre plusieurs formes, mais elle est généralement donnée en précisant les vitesses de segment et/ou les heures d'arrivée/de départ aux points de cheminement. Si une ou plusieurs heures d'arrivée/de départ sont spécifiées avec ces vitesses de segment, la route comporte une référence chronologique absolue. Le plus souvent, il s'agit d'une heure de départ à partir du point de cheminement initial ou d'une heure d'arrivée au point de cheminement final.

Pour chaque segment, il convient de spécifier une vitesse minimale et maximale permettant de limiter les vitesses acceptables pour ce segment. Les valeurs par défaut respectives sont les suivantes: la vitesse minimale admise par le contrôle de route et la vitesse de marche avant toute, respectivement. Il convient que le système de planification assure la cohérence du profil vitesse/heure spécifié et ne sorte pas de la plage de vitesses admises du navire.

B.3 Exécution – Génération de vitesse commandée

B.3.1 Vitesse de progression exigée

À partir de la source de position du contrôle de route, le système peut calculer une vitesse de progression le long de la route. Si la route comporte une référence chronologique absolue, il convient que le contrôle de vitesse détermine automatiquement les réglages de la vitesse planifiée exigée pour respecter le profil chronologique. Ces réglages sont restreints par la plage de vitesses acceptables pour chaque segment. La valeur obtenue est la vitesse de progression exigée. Il convient de l'utiliser en mode consultatif ou sous la forme d'une entrée dans le système de commande de propulsion.

B.3.2 Vitesse de segment

À partir de la route spécifiée, il convient d'utiliser directement la vitesse de segment du profil comme étant la vitesse commandée.

B.3.3 Vitesse spécifiée par l'opérateur

L'opérateur peut souhaiter contrôler la vitesse en dehors de toute information de route. Dans ce cas, une vitesse commandée saisie manuellement est spécifiée.

B.4 Exécution – Commande de propulsion

B.4.1 Commande de propulsion en boucle ouverte

Grâce à la vitesse commandée, une commande en boucle ouverte utilise une fonction de conversion interne pour déterminer l'ordre de commande de propulsion correspondante. Aucun retour d'informations de la vitesse mesurée n'est apporté pour ajuster l'ordre.

B.4.2 Commande de propulsion en boucle fermée

Grâce à la vitesse commandée, une commande en boucle fermée utilise la vitesse mesurée pour ajuster l'ordre de commande de propulsion tant que la vitesse commandée n'est pas atteinte.

B.5 Exécution – Dispositif de surveillance de la vitesse

Lors d'une exécution au cours de laquelle la commande de propulsion est utilisée, il convient de surveiller la vitesse réelle en fonction de la vitesse commandée.

B.6 Écrans

Il convient que le contrôle de vitesse affiche la vitesse commandée, la vitesse réelle, la source de la vitesse réelle et, en présence d'une route, la vitesse de progression.

B.7 Défaillance et alarmes

B.7.1 Perte du détecteur de vitesse

Un détecteur ou une source de vitesse valide est un élément essentiel à la commande de propulsion en boucle fermée. Il convient qu'une alerte de classe de priorité alarme soit émise en cas de perte de tous les détecteurs ou de toutes les sources de vitesse et il convient que le système puisse se replier sur la commande de propulsion en boucle ouverte.

B.7.2 Vitesse non contrôlée

Si le dispositif de surveillance de la vitesse indique que la vitesse réelle s'écarte de manière significative de la vitesse commandée, il convient qu'une alerte de classe de priorité alarme soit émise et il convient que la commande en boucle fermée se replie sur la commande en boucle ouverte.

B.7.3 Profil chronologique infaisable

Si la vitesse exigée pour respecter le profil chronologique de la route dépasse les contraintes liées à la vitesse du segment, il convient qu'une alerte de classe de priorité mise en garde soit émise.

B.8 Commandes de permutation et fin du contrôle de vitesse automatique

Il convient que le passage du contrôle de vitesse automatique au contrôle de vitesse manuel soit possible dans toutes les conditions, y compris en cas de défaillance du système de contrôle automatique. Il convient que les commandes de permutation se trouvent au niveau ou à proximité immédiate du poste de pilotage principal.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62065:2014

Annexe C (informative)

Systèmes de contrôle de route équipés de deux contrôleurs de cap

C.1 Généralités

La présente annexe contient des conseils particuliers relatifs aux systèmes de contrôle de route intégrant un contrôleur de cap principal et un contrôleur de cap de secours.

C.2 Passage du contrôleur de cap actif au contrôleur de cap de secours

Il convient de pouvoir passer à tout moment du contrôle de route à l'aide du contrôleur de cap actif au contrôle de route à l'aide du contrôleur de cap de secours, y compris en cas de défaillance du contrôleur de cap actif.

Il convient que le système de contrôle de route garantisse que ou soit installé de manière à faciliter la transition du contrôleur de cap de secours. Il convient que le contrôleur de cap de secours n'utilise pas un écart de gouverne cumulé ou d'autres paramètres établis avant l'activation.

C.3 Passage du contrôleur de route actif au contrôleur de route de secours

Il convient qu'un basculement du contrôle de route actif au contrôle de route de secours soit possible à tout moment, y compris en cas de défaillance du contrôle de route actif.

Il convient que le système de contrôle de route garantisse que ou soit installé de manière à ce que le basculement ne résulte pas d'une manœuvre de gouverne excessive.

C.4 Défaillance du contrôle de route

En cas de défaillance du contrôleur de route, il convient qu'une alarme d'arrêt de contrôle de route soit émise.

Si le contrôleur de cap actif est toujours disponible, il convient qu'il permette au système de basculer automatiquement vers le contrôle de cap à l'aide du contrôleur de cap actif comme décrit dans l'alinéa correspondant de 5.5.1.

Si le contrôleur de cap actif n'est pas disponible, il convient que le système permette un passage manuel ou automatique au contrôle de cap à l'aide du contrôleur de cap de secours, s'il est disponible en procédant comme stipulé en 5.5.1.

Toutefois, en cas de défaillance du contrôleur de cap actif dans un système équipé d'un contrôleur de route distinct et que le contrôleur de cap de secours est toujours disponible, il convient qu'une alerte de classe de priorité alarme signalant à l'opérateur de basculer vers le contrôleur de cap de secours ou de passer en mode manuel soit émise. Si l'opérateur bascule vers le contrôleur de cap de secours dans la minute qui suit, le contrôle de route peut continuer. Si l'opérateur ne bascule pas vers le contrôleur de cap de secours avant l'expiration du délai, il convient qu'une alerte d'arrêt de contrôle de route de classe de priorité mise en garde soit émise. Un basculement automatique vers le contrôleur de cap de secours peut être assuré par une indication appropriée à l'opérateur.

Annexe D **(informative)**

Gestion des données statiques et dynamiques

D.1 Généralités

Conformément au modèle fonctionnel de contrôle de route (6.2.1.3 et Annexe F), la gestion des données statiques et dynamiques implique le traitement des

- données géographiques (carte),
- données et paramètres de référence du navire,
- données de planification,
- données de contrôle,
- données du détecteur.

Le contrôle de route implique un système de référence commun cohérent pour tous ces types de données et d'informations. Les instructions suivantes reposent sur cette condition.

D.2 Gestion des données géographiques (carte)

Il convient que les données géographiques traitées par les différentes fonctions du système soient identiques en quantité, contenu et date de publication pour la même zone. Si ce n'est pas le cas, il convient de les marquer comme étant différentes, dans une ou plusieurs de ces catégories.

Il convient que le référentiel géodésique de données géographiques utilisé pour la planification du voyage/le contrôle de route, celui du détecteur de position utilisé et celui des autres fonctions basées sur la position soient identiques. Dans le cas contraire, il convient de fournir les fonctions adaptées permettant de regrouper différentes données de position dans un seul référentiel géodésique.

D.3 Gestion des données et paramètres de référence du navire

Il convient de regrouper les différents emplacements des antennes et des autres unités de réception de détecteur dans un emplacement de référence commun sur le navire. Il convient que cet emplacement soit préalablement défini par le fabricant ou soit adapté aux conditions particulières de chacun des navires. Pour aligner différentes informations sur l'emplacement aux informations d'emplacement de référence commun, il convient d'établir le système de référence commun cohérent.

Il convient que toutes les fonctions utilisent des valeurs identiques pour les paramètres de référence de même type.

D.4 Gestion des données relatives à la route (planification et contrôle)

Selon les capacités de l'outil de planification utilisé, différentes options de gestion des limites de route prédéfinies et réelles sont possibles:

- a) toutes les données relatives à la route définies au moyen de l'outil de planification sont équivalentes pour tous les points de cheminement et les segments, et sont non modifiables/modifiables pendant le contrôle de route;

- b) les données relatives à la route définies individuellement pour différents points de cheminement ou segments au moyen des outils de planification sont individuellement modifiables/non modifiables pendant le contrôle de route;
- c) toutes les données relatives à la route définies au moyen de l'outil de planification sont rejetées par celles définies par les fonctions de contrôle de route ou peuvent être modifiées pendant le contrôle de route;
- d) la route prédéterminée ne contient pas de données supplémentaires relatives à la route mais elles sont définies par les fonctions de contrôle de route ou peuvent être modifiées pendant le contrôle de route.

Il convient de concevoir le système de contrôle de route de sorte que l'utilisateur puisse obtenir toutes les informations relatives aux sources des données relatives à la route utilisées pour le contrôle de route dans chaque situation. Selon la solution utilisée, il convient d'harmoniser toutes les modifications apportées aux données relatives à la route pour tous les composants de système concernés et affichés en conséquence. Si des données locales relatives à la route d'un ou de plusieurs composants de système sont rejetées par les paramètres de données relatives à la route d'autres composants, il convient de le porter à l'attention de l'utilisateur par des moyens appropriés.

D.5 Gestion des données du détecteur

Tous les types de données du détecteur peuvent être décrits par les éléments suivants:

- méthode de mesure et/ou source des données (détecteur ou provenant de différentes sources d'un processus de filtrage),
- valeur mesurée,
- heure de la mesure,
- systèmes de référence,
- validité de la valeur mesurée,
- traitement préalable de la valeur mesurée (valeurs lissées, par exemple),
- caractéristiques d'erreur.

Il convient qu'un message de données contienne en général tous les éléments indiqués ci-dessus, sauf dans les configurations qui utilisent des données identiques pour un élément particulier dans chaque partie du système (noter que cela n'est pas totalement pris en charge par la norme d'application d'interface de la série IEC 61162). Il convient que le traitement des données du détecteur tienne compte de ces éléments, dans la mesure du possible pour la tâche particulière.

Annexe E (informative)

Limites

Le Tableau E.1 donne les limites recommandées pour certains paramètres dans l'Article 5.

Tableau E.1 – Limites

Article/paragraphe	Élément	Obligatoire	Recommandé
5	Vitesse maximale de manœuvre	≤ 30 nœuds	
5	Vitesse angulaire maximale	$\leq 10^\circ/\text{s}$	
5.1.1.2	Position du navire par rapport à la route sélectionnée pour le démarrage		≤ 1 mile nautique
5.1.1.2	Limite de différence de route pour le démarrage		$\leq 60^\circ$
5.1.3.2	Différence maximale de surveillance de position		≤ 1 mile nautique
5.1.3.3	Différence maximale de surveillance de cap		$\leq 25^\circ$
5.1.3.6	Limite latérale maximale (de l'alerte)		≤ 5 miles nautiques
5.1.3.7	Limite maximale de différence de route (de l'alerte)		$\leq 60^\circ$

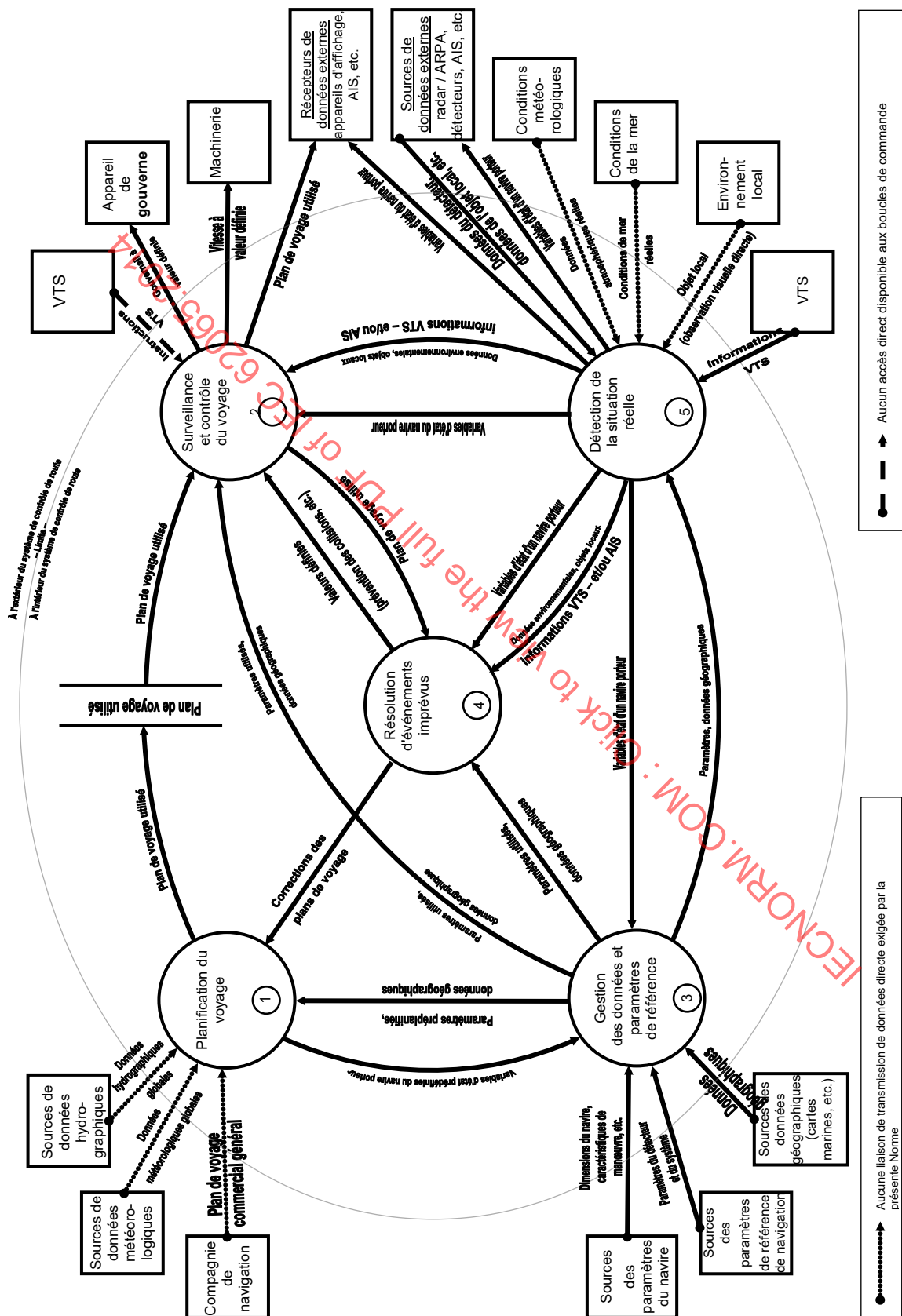
Des paramètres et limites supplémentaires doivent être définis par le fabricant ou l'utilisateur en tenant compte des valeurs relatives à la sécurité. Ces valeurs, qui relèvent de la responsabilité de l'utilisateur, doivent comporter des valeurs par défaut, le cas échéant. Sinon, elles doivent être imposées par le système et/ou clairement documentées.

Annexe F (informative)

Schéma de flux de données

La présente Annexe fournit un schéma de flux de données générique qui identifie le flux d'informations et les dépendances associées entre les fonctions prises en charge.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62065:2014



Annexe G (normative)

Définitions et tracés du scénario

Les Tableaux G.1 à G.4 et les Figures G.1 à G.4 fournissent des détails pour les scénarios définis en 6.3.3. Les distances sont approximativement du point de début de virage au point de début de virage le long de la route courbe (les valeurs exactes dépendent du navire).

Tableau G.1 – Scénario 1

Scénario 1: Route complexe à 0/0 avec navire de classe A (20 nœuds)						
Point de cheminement n°	Latitude	Longitude	Route °	Distance NM	Rayon NM	Distance estimée °/min
001	00°01,000' S	000°01,000' W	000,0	1,40	-	-
002	00°01,000' N	000°01,000' W	090,0	1,86	0,60	32
003	00°01,000' N	000°01,000' E	315,0	1,21	0,20	95
004	00°02,000' N	000°00,000' E	225,0	0,92	0,20	95
005	00°01,000' N	000°01,000' W	135,0	2,69	0,60	32
006	00°01,000' S	000°01,000' E	270,0	1,51	0,20	95
007	00°01,000' S	000°01,000' W	045,0	1,86	0,20	95
008	00°01,000' N	000°01,000' E	180,0	1,98	0,40	48
009	00°01,000' S	000°01,000' E			-	-

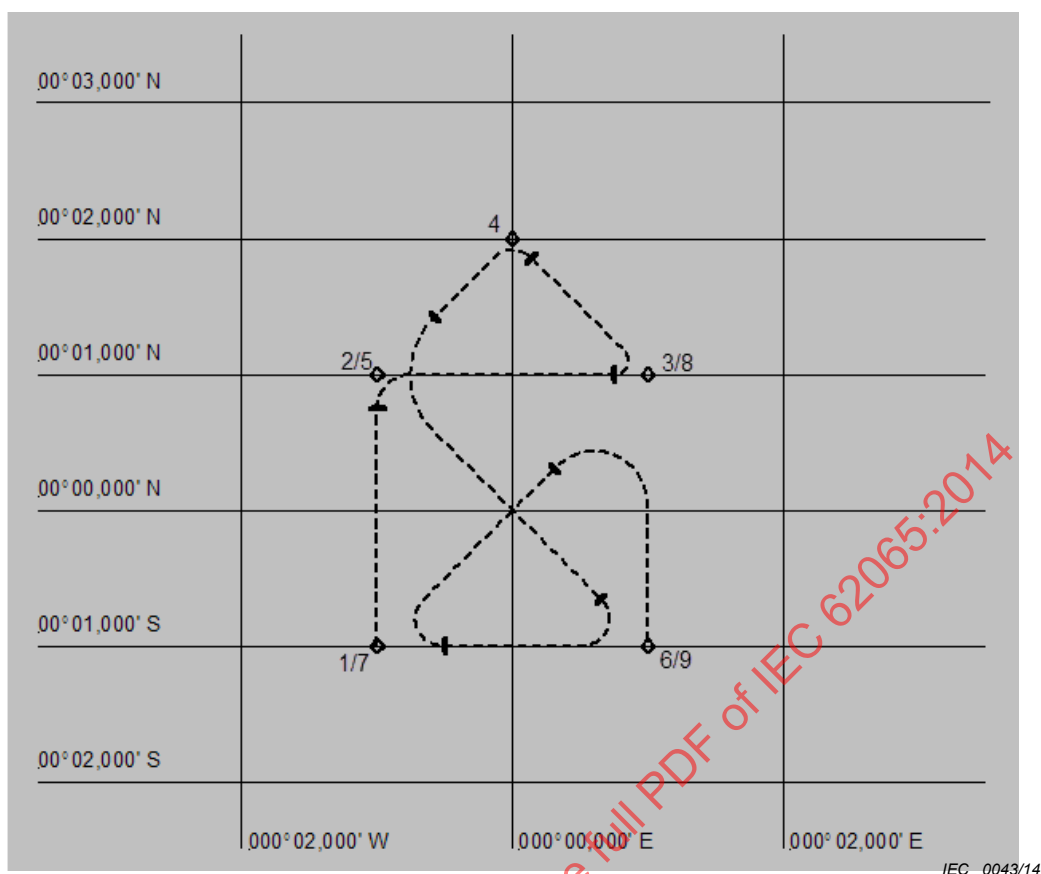


Figure G.1 – Tracé du scénario 1

Tableau G.2 – Scénario 2

Scénario 2: Route complexe à 0/180 avec navire de classe C (10 nœuds)						
Point de cheminement n°	Latitude	Longitude	Route °	Distance NM	Rayon NM	Distance estimée °/min
001	00°03,000' S	179°57,000' W	000,0	5,00	-	-
002	00°03,000' N	179°57,000' W	270,0	4,64	1,00	10
003	00°03,000' N	179°57,000' E	045,0	3,19	0,80	12
004	00°06,000' N	180°00,000' W	135,0	3,31	1,00	10
005	00°03,000' N	179°57,000' W	225,0	6,92	1,50	7
006	00°03,000' S	179°57,000' E	090,0	4,02	1,00	10
007	00°03,000' S	179°57,000' W	315,0	5,33	0,80	12
008	00°03,000' N	179°57,000' E	180,0	5,93	1,25	8
009	00°03,000' S	179°57,000' E			-	-

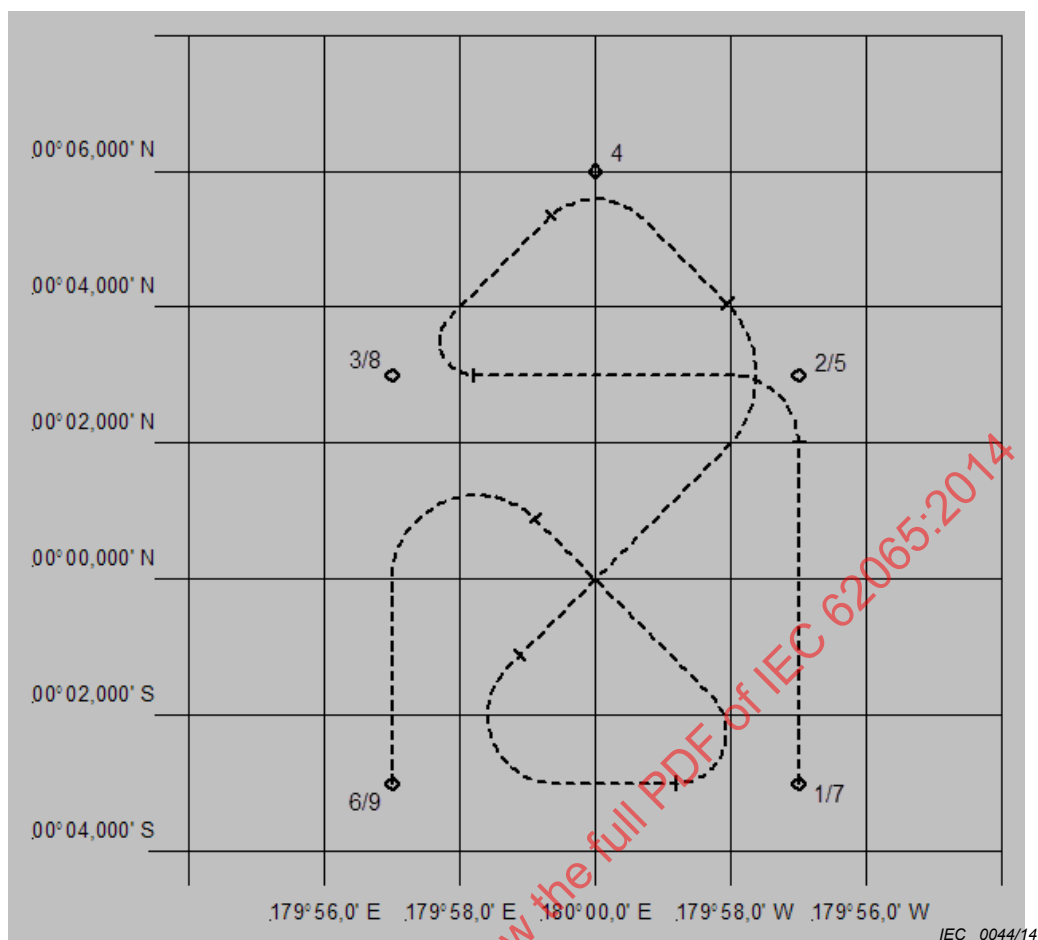


Figure G.2 – Tracé du scénario 2

Tableau G.3 – Scénario 3

Scénario 3: Route en zigzag à 65/0 avec navire de classe B (20 nœuds)						
Point de cheminement n°	Latitude	Longitude	Route °	Distance NM	Rayon NM	Distance estimée °/min
001	65°00,000' N	000°20,000' W	040,2	5,35	-	-
002	65°05,000' N	000°10,000' W	139,8	11,26	1,0	20
003	64°55,000' N	000°10,000' E	040,2	7,65	2,0	10
004	65°00,000' N	000°20,000' E			-	-

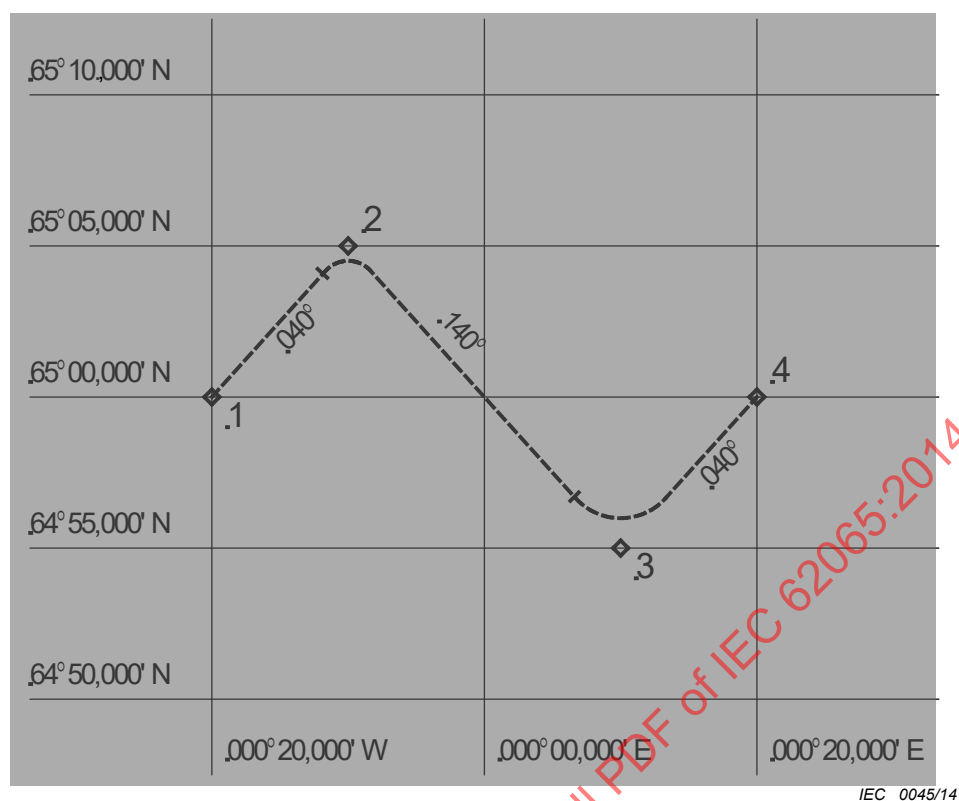


Figure G.3 – Tracé du scénario 3

Tableau G.4 – Scénario 4

Point de cheminement n°	Latitude	Longitude	Route °	Distance NM	Rayon NM	Distance estimée °/min
001	42°22,380' N	070°54,210' W	079,5	4,9	-	-
002	42°23,275' N	070°47,663' W	065,1	9,5	1,0	19
003	42°27,287' N	070°35,953' W	088,2	126,4	1,0	19
004	42°31,223' N	067°44,616' W	085,4	272,9	1,0	19
005	42°53,045' N	061°34,463' W	065,2	202,7	1,0	19
006	44°17,923' N	057°20,346' W	067,1	307,8	1,0	19
007	46°17,898' N	050°37,294' W	067,1	1 761,2	1,0	19
Approximation orthodromique	48°46,606' N	40°00' W	075,0			
	50°04,547' N	30°00' W	082,5			
	50°28,684' N	20°00' W	090,0			
	50°00,935' N	10°00' W	098,0			
008	49°38,074' N	006°25,031' W	084,5	147,4	1,0	19
009	49°52,252' N	002°37,903' W	074,5	144,2	1,0	19
010	50°30,788' N	000°59,106' E	049,7	18,33	1,0	19
011	50°42,637' N	001°21,152' E	016,3	13,03	1,0	19
012	50°55,140' N	001°26,929' E	038,1	19,59	1,0	19
013	51°10,551' N	001°46,164' E	041,5	15,62	1,0	19
014	51°22,252' N	002°02,706' E	041,6	46,69	1,0	19
015	51°57,145' N	002°52,725' E	084,9	13,15	1,0	19
016	51°58,304' N	003°13,980' E	082,4	24,71	1,0	19
017	52°01,567' N	003°53,769' E	112,1	7,20	1,0	19
018	51°58,858' N	004°04,605' E			-	-

NOTE

Les coordonnées de position supposent un ellipsoïde conforme à WGS 84.

Les distances sont approximativement du point de début de virage au point de début de virage le long de la route courbe (les valeurs exactes dépendent du navire).