

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices –
Part 19: Electronic compasses**

**Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques –
Partie 19: Compas électroniques**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62047-19:2013



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

Liens utiles:

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

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices –
Part 19: Electronic compasses**

**Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques –
Partie 19: Compas électroniques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 31.080.99

ISBN 978-2-8322-0961-5

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Essential ratings and characteristics.....	7
4.1 Composition of e-compasses.....	7
4.1.1 General	7
4.1.2 Magnetic sensor section	8
4.1.3 Acceleration sensor section.....	8
4.1.4 Signal processing section	8
4.1.5 Peripheral hardware section	8
4.1.6 Peripheral software section	8
4.1.7 DUT.....	9
4.2 Ratings (Limiting values)	9
4.3 Recommended operating conditions	9
4.4 Electric characteristics	9
4.4.1 General	9
4.4.2 Characteristics of sensor sections	9
4.4.3 DC characteristics	10
5 Measuring methods	11
5.1 Sensitivity of the magnetic sensor section	11
5.1.1 Purpose.....	11
5.1.2 Circuit diagram	11
5.1.3 Principle of measurement	11
5.1.4 Precaution to be observed.....	12
5.1.5 Measurement procedure	12
5.1.6 Specified conditions	12
5.2 Linearity of the magnetic sensor section.....	13
5.2.1 Purpose.....	13
5.2.2 Measuring circuit	13
5.2.3 Principle of measurement	13
5.2.4 Precaution to be observed.....	13
5.2.5 Measurement procedure	14
5.2.6 Specified conditions	14
5.3 Output of the magnetic sensor section in a zero magnetic field environment.....	14
5.3.1 Purpose.....	14
5.3.2 Measuring circuit	14
5.3.3 Principle of measurement	16
5.3.4 Precaution to be observed.....	16
5.3.5 Measurement procedure	16
5.3.6 Specified conditions	16
5.4 Cross axis sensitivity of the magnetic sensor section	16
5.4.1 Purpose.....	16
5.4.2 Measuring circuit	16
5.4.3 Measuring method 1	17
5.4.4 Measuring method 2	18
5.4.5 Specified conditions	19

5.5	Sensitivity and offset of the acceleration sensor section	19
5.5.1	Purpose.....	19
5.5.2	Measuring circuit	20
5.5.3	Principle of measurement	20
5.5.4	Precaution of measurement	21
5.5.5	Measurement procedure	21
5.5.6	Specified conditions	21
5.6	Frequency bandwidth of the magnetic sensor section (analogue output).....	21
5.6.1	Purpose.....	21
5.6.2	Measuring circuit	21
5.6.3	Principle of measurement	22
5.6.4	Measurement procedure	23
5.6.5	Specified conditions	23
5.7	Current consumption	23
5.7.1	Purpose.....	23
5.7.2	Measuring circuit	23
5.7.3	Principle of measurement	24
5.7.4	Precaution for measurement.....	24
5.7.5	Measurement procedure	24
5.7.6	Specified conditions	24
Annex A	(informative) Considerations on essential ratings and characteristics	25
Annex B	(informative) Terminal coordinate system of e-compasses	26
Annex C	(informative) Descriptions of the pitch angle, roll angle, and yaw angle with drawings	28
Bibliography		30
Figure 1	– Composition of e-compasses	8
Figure 2	– Circuit to measure sensitivity	11
Figure 3	– Measuring method of linearity	13
Figure 5	– Measuring circuit using a magnetic shield room or a magnetic shield box.....	15
Figure 6	– Direction of DUT	20
Figure 7	– Block diagram of frequency measurement	22
Figure 8	– Current consumption measuring circuit	24
Figure B.1	– Mobile terminal coordinate system of magnetic sensors	26
Figure B.2	– Terminal coordinate system of acceleration sensors	27
Figure C.1	– Descriptions of the pitch angle, roll angle, and yaw angle with drawings	29
Table 1	– Characteristics of sensor sections	10
Table 2	– DC characteristics of e-compasses.....	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 19: Electronic compasses

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 62047-19 has been prepared by subcommittee 47F: Micro-electromechanical systems, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

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

FDIS	Report on voting
47F/156/FDIS	47F/163/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.

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

A list of all parts in the IEC 62047 series, published under the general title *Semiconductor devices – Micro-electromechanical devices*, can be found on the IEC website.

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62047-19:2013

SEMICONDUCTOR DEVICES – MICRO-ELECTROMECHANICAL DEVICES –

Part 19: Electronic compasses

1 Scope

This part of IEC 62047 defines terms, definitions, essential ratings and characteristics, and measuring methods of electronic compasses. This standard applies to electronic compasses composed of magnetic sensors and acceleration sensors, or magnetic sensors alone. This standard applies to electronic compasses for mobile electronic equipment.

For marine electronic compasses, see ISO 11606.

Electronic compasses are called “e-compasses” for short. Types of e-compasses are: 2-axis e-compasses, 3-axis e-compasses, 6-axis e-compasses, etc., all of which are covered by this standard.

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.

None

3 Terms and definitions

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

3.1

3-axis Helmholtz coil

three Helmholtz coils that generate magnetic fields at right angles to each other

3.2

zero magnetic field environment

magnetic field environments where magnetic field strength in a space including a device under test is lower than the strength specified

Note 1 to entry: The device under test (DUT) is defined in 4.1.7.

3.3

e-compass

electronic compass

compass that calculates and outputs an azimuth using the electrical output of sensors

Note 1 to entry: The term “e-compass” is used as an abbreviated term of electronic compass. (See the above Scope.)

3.4

2-axis e-compass

e-compass that uses a 2-axis magnetic sensor as a geomagnetism detection element

3.5

3-axis e-compass

e-compass that uses a 3-axis magnetic sensor as a geomagnetism detection element

3.6

6-axis e-compass

e-compass that uses a 3-axis magnetic sensor as a geomagnetism detection element, and a 3-axis acceleration sensor as an gravity detection element

3.7

magnetic north

direction of the horizontal component of an environment magnetic vector at a location, which is the same direction a compass points to

Note 1 to entry: Geomagnetism is sometimes warped by artificial structures (buildings, vehicles, etc.), or is sometimes affected by their magnetization especially in urban areas. Strictly, therefore, the geomagnetic vector should be called a kind of environmental magnetic vector. Although the environmental magnetic vector does not point to the magnetic north pole exactly, here “magnetic north” is defined as the horizontal component of an environmental magnetic vector.

3.8

true north

direction of the horizontal component of a vector pointing to the North Pole of the Earth (north end of rotational axis) at a location, which is the same as the north to which longitude lines or a meridian point

3.9

azimuth angle

rotational angle around z-axis of a terminal coordinate system, which is defined as zero degree when the xy-plane of a terminal coordinate system is horizontal and the yz-plane includes the North Pole, where a clockwise turn is defined as positive when the z-axis is viewed from the positive direction to the negative direction

Note 1 to entry: Azimuth angle is the same as the yaw angle, see Annex C.

Note 2 to entry: For coordinate systems of e-compasses, see Annex B.

Note 3 to entry: For an explanation with diagrams, see Annex C.

Note 4 to entry: Definitions for cases in which the xy-plane of a terminal coordinate system are not horizontal are under consideration.

4 Essential ratings and characteristics

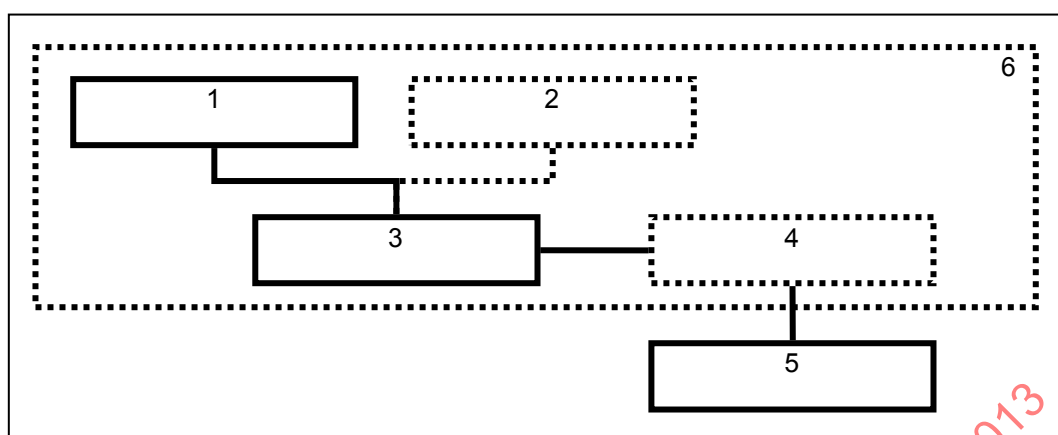
4.1 Composition of e-compasses

4.1.1 General

As shown in Figure 1, an e-compass is composed of the following sections:

- Magnetic sensor section;
- Acceleration sensor section;
- Signal processing section;
- Peripheral hardware sections;
- Peripheral software sections.

In some cases, an e-compass does not contain the acceleration sensor section and/or the peripheral hardware section.



IEC 1720/13

Key

1	Magnetic sensor section	4	Peripheral hardware section
2	Acceleration sensor section	5	Peripheral software section
3	Signal processing section	6	DUT

Figure 1 – Composition of e-compasses

4.1.2 Magnetic sensor section

A magnetic sensor section is a magnetic sensor to measure magnetic fields of an Earth's magnetism level, which measures two or more axes of magnetic fields that are at right angles to each other for calculating azimuth angles using its output.

In the case of a 3-axis magnetic sensor, for example, the sensor section is composed of an x-axis sensor, a y-axis sensor, and a z-axis sensor, and the sensitivity axis of the x-axis sensor is set to the x-axis.

4.1.3 Acceleration sensor section

An acceleration sensor section is an acceleration sensor to measure gravity. Vertical direction (horizontal plane) is known from its output, and then an azimuth angle is calculated based on the information with correction considering the attitude of the magnetic sensor section (tilt angle).

In the case of a 3-axis acceleration sensor, for example, the sensor section is composed of an x-axis sensor, a y-axis sensor, and a z-axis sensor, and the sensitivity axis of the x-axis sensor is set to the x-axis.

4.1.4 Signal processing section

A signal processing section is a circuit section to drive the sensor section and to amplify its signal. In some cases, this section includes an analog-digital converter.

4.1.5 Peripheral hardware section

A peripheral hardware section includes sections of a digital interface, data storage for information to control registers and devices, and an information processing.

4.1.6 Peripheral software section

A peripheral software section includes not only a device driver section to acquire data but also software to convert the coordinate data from magnetic sensors and acceleration sensors and to calculate azimuth angles based on the results.

4.1.7 DUT

The DUT is a functional composition composed of the magnetic sensor section, the acceleration sensor section, the signal processing section, and the peripheral hardware section. For e-compasses not having the acceleration sensor section and/or the peripheral hardware section, the DUT is a functional composition composed of the magnetic sensor section and the signal processing section. Measurements of ratings and characteristics are made using the DUT.

4.2 Ratings (Limiting values)

The following items should be described in the specification, unless otherwise stated in the relevant procurement specifications. Stresses over these limits can be one of the causes of permanent damage to the devices:

- Power supply voltage;
- Input voltage;
- Input current;
- Storage temperature;
- Mechanical shock (requisite for 6-axis e-compasses);
- Maximum magnetic field (can be omitted).

4.3 Recommended operating conditions

The following items should be described in the specification, unless otherwise stated in the relevant procurement specifications. These conditions are recommended in order to keep the characteristics of the DUT (the devices) stable state during operation:

- Power supply voltage;
- Input voltage;
- Operating temperature.

4.4 Electric characteristics

4.4.1 General

Electric characteristics specified in this standard are those of sensor sections and DC characteristics. For the selection of essential ratings and characteristics, see Annex A.

4.4.2 Characteristics of sensor sections

Characteristics of sensor sections are listed as shown in Table 1.

Table 1 – Characteristics of sensor sections

Parameter	Mandatory	optional	Value			Measuring method	Remarks
			Min	Typ	Max		
Measuring time of magnetic sensor (at one time)	x			x		See 5.1	NOTE 1
Sensitivity of magnetic sensor	x			x		See 5.1	NOTE 1
Measuring range of magnetic sensor	x		x		x	See 5.1	NOTE 1 NOTE 4
Linearity of magnetic sensor		x			x	See 5.2	NOTE 1
Zero magnetic field output of magnetic sensor		x			x	See 5.3	NOTE 1
Cross axis sensitivity of magnetic sensor		x			x	See 5.4	NOTE 1 NOTE 2
Frequency range of magnetic sensor (analog output)	x		x		x	See 5.6	NOTE 1
Measuring time of acceleration sensor (at one time)	x (only 6-axis)			x		See 5.5	NOTE 3
Sensitivity of acceleration sensor	x (only 6-axis)		x	x	x	See 5.5	NOTE 3
Measuring range of acceleration sensor	x (only 6-axis)		x		x	See 5.5	NOTE 3 NOTE 4
NOTE 1 Measurement at the magnetic sensor section is made using 1 Magnetic sensor section, 3 Signal processing section, 4 Peripheral hardware section and 5 Peripheral software section of Figure 1.							
NOTE 2 As there are two types of definitions, describe which one is followed. See 5.4.3.1 and 5.4.4.1 for these two definitions.							
NOTE 3 Measurement at acceleration sensor section is performed using 2 Acceleration sensor section, 3 Signal processing section, 4 Peripheral hardware section and 5 Peripheral software section of Figure 1.							
NOTE 4 It is specified as the minimum value of the positive direction and the negative direction.							

4.4.3 DC characteristics

DC characteristics of e-compasses are listed as shown in Table 2.

Table 2 – DC characteristics of e-compasses

Parameter	Mandatory	optional	Value			Measuring method
			Min	Typ	Max	
Average current consumption during magnetic field measurement in a described measuring period	x			x		See 5.7
Max. current consumption during measurement		x			x	See 5.7
Current consumption during standby		x		x		See 5.7
Average current consumption during intermittent measurement		x		x		See 5.7

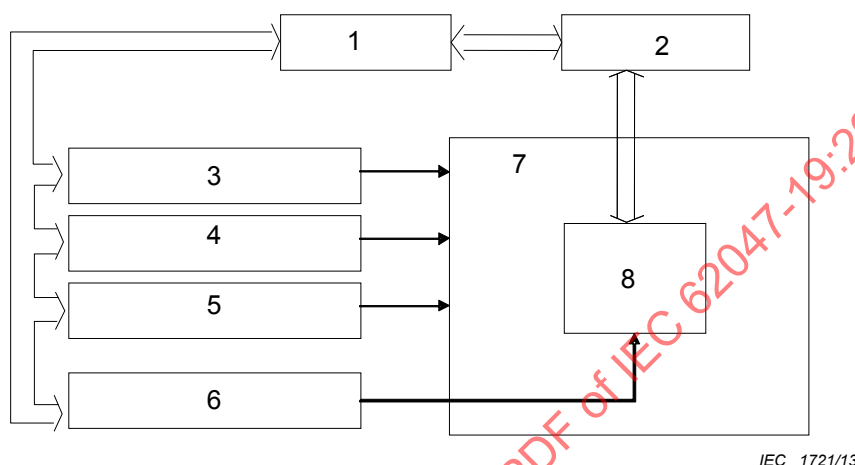
5 Measuring methods

5.1 Sensitivity of the magnetic sensor section

5.1.1 Purpose

To measure the sensitivity of the magnetic sensor section under specified conditions.

5.1.2 Circuit diagram



Key

- 1 Computer for data processing
- 2 Data reader
- 3 Power supply for x-axis coil
- 4 Power supply for y-axis coil
- 5 Power supply for z-axis coil
- 6 Power supply for DUT
- 7 3-axis Helmholtz coil
- 8 DUT

Figure 2 – Circuit to measure sensitivity

The same configuration is used for analogue output sensors.

5.1.3 Principle of measurement

5.1.3.1 General

The sensitivity is defined as the output change by application of a magnetic field in the direction of the sensitivity axis of each sensor (x-axis, y-axis, or z-axis sensor) divided by the strength of the magnetic field applied.

5.1.3.2 Principle of measurement for sensitivity of x-axis sensor

Sensitivity of the x-axis sensor, A_x , is given by the following equation:

$$A_x = \frac{V_{xp} - V_{xn}}{2H} \quad (1)$$

where

- A_x is the sensitivity of the x-axis sensor, given in V·m/A represented with LSB (Least Significant Bit). 'A' (current), s (time), etc., may be also used as the units;
- V_{xp} is the output of the x-axis sensor at the magnetic sensor section when a magnetic field of strength H is applied in the positive direction of x-axis at the magnetic sensor section, and the unit is 'V' represented with LSB;
- V_{xn} is the output of the x-axis sensor at the magnetic sensor section when a magnetic field of strength H is applied in the negative direction of x-axis at the magnetic sensor section, and the unit is 'V' represented with LSB;
- H is the magnetic field strength in A/m. (See the note below).

NOTE The magnetic flux density (unit: T) can be used instead of the magnetic field strength, H .

5.1.3.3 Principle of measurement for sensitivity of y-axis sensor

The principle of measurement for y-axis sensors is as described in 5.1.3.2.

5.1.3.4 Principle of measurement for sensitivity of z-axis sensor

The principle of measurement for z-axis sensors is as described in 5.1.3.2.

5.1.4 Precaution to be observed

The sensitivity axis of the sensor shall correspond to the direction of the magnetic field of the coil. Measurement for magnetic sensors with analogue output shall be made pursuant to this measurement.

5.1.5 Measurement procedure

5.1.5.1 Measurement procedure of the sensitivity of the x-axis sensor

The measurement of the sensitivity of the x-axis sensor will be taken as follows.

- Set an ambient temperature
- Apply power supply voltage to the DUT, and initialize registers if necessary.
- Apply a specified magnetic field in the positive direction of x-axis of the DUT.
- Measure the x-axis sensor output of the DUT.
- Apply a specified magnetic field in the negative direction of x-axis of the DUT.
- Measure the x-axis sensor output of the DUT.
- Calculate the sensitivity with Equation (1) using the output value of the x-axis sensor.

5.1.5.2 Measurement procedure of the sensitivity of the y-axis sensor

The measurement procedure for the y-axis sensor is as described in 5.1.5.1.

5.1.5.3 Measurement procedure of the sensitivity of the z-axis sensor

The measurement procedure for the z-axis sensor is as described in 5.1.5.1.

5.1.6 Specified conditions

- Strength of the magnetic field applied;
- Ambient temperature;
- Power supply voltage.

5.2 Linearity of the magnetic sensor section

5.2.1 Purpose

To measure the linearity of the magnetic sensor section under specified conditions.

5.2.2 Measuring circuit

The same circuit as shown in Figure 2 is used.

5.2.3 Principle of measurement

The output values of the magnetic sensor are measured against a magnetic field applied. Then, the least square line is plotted from the output values as shown in Figure 3.

Linearity, L , is given by the following equation:

$$L = a_{\max}/b \quad (2)$$

where

L is the linearity represented in %;

$a_{\max}$ is the maximum of a , the difference between the sensor output value calculated for each measuring point and the least squares line;

b is the difference between the maximum and minimum values of the sensor output.

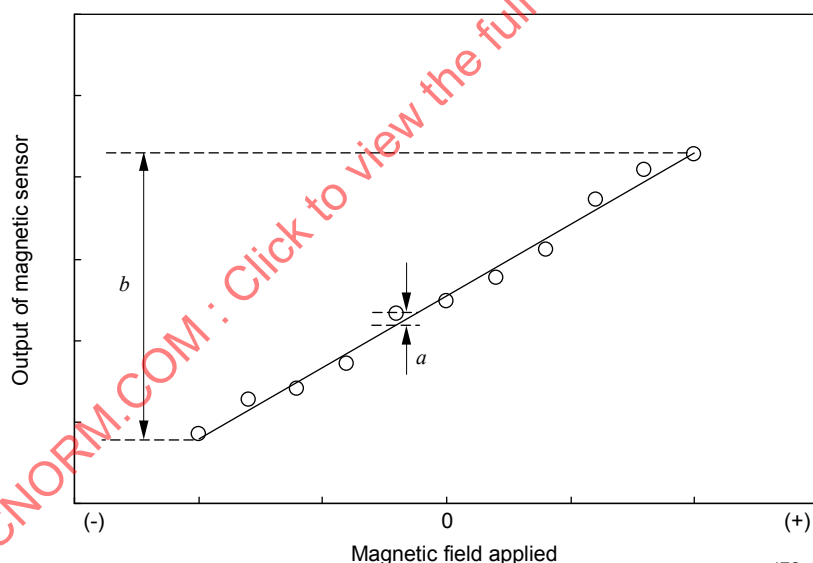


Figure 3 – Measuring method of linearity

5.2.4 Precaution to be observed

- When a magnetic field is applied, the strength can be increased from negative to positive, or decreased from positive to negative;
- If there is a difference in the sensor output value between the case the magnetic field is increased and the case it is decreased, evaluation shall be made by applying the magnetic field in both directions (from positive and from negative);
- The range of the magnetic field applied shall be the entire range of the measurement, or a particular range of the actual Earth's magnetism.

5.2.5 Measurement procedure

5.2.5.1 Measurement procedure for the x-axis sensor

- a) Supply power to the 3D coil and DUT.
- b) Set the ambient temperature to a specified temperature.
- c) Apply a magnetic field to the DUT in the direction of x-axis with a strength determined by the specified strength range of the magnetic field applied and the strength step of it.
- d) Measure the output of the x-axis sensor of the DUT.
- e) Calculate linearity with Equation (2).

5.2.5.2 Measurement procedure for the y-axis sensor

The measurement procedure for the y-axis sensor is as described in 5.2.5.1.

5.2.5.3 Measurement procedure for the z-axis sensor

The measurement procedure for the z-axis sensor is as described in 5.2.5.1.

5.2.6 Specified conditions

- Strength range of the magnetic field applied;
- Strength step of the magnetic field applied or the number of measuring points;
- Ambient temperature;
- Power supply voltage.

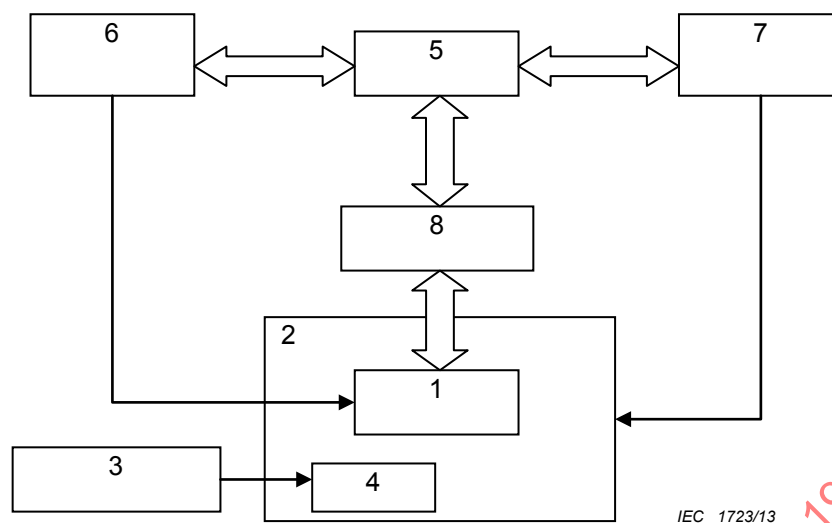
5.3 Output of the magnetic sensor section in a zero magnetic field environment

5.3.1 Purpose

To measure the output of the magnetic sensor section in a zero magnetic field environment under specified conditions.

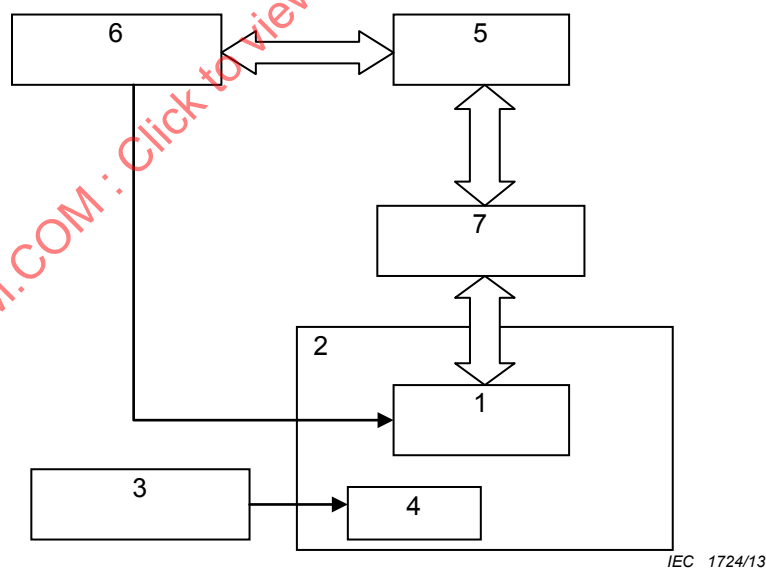
5.3.2 Measuring circuit

Figure 4 shows the measuring circuit using a 3-axis Helmholtz coil, while Figure 5 shows that using a magnetic shield room or a magnetic shield box.

**Key**

- 1 DUT
- 2 3-axis Helmholtz coil
- 3 Magnetometer
- 4 Measurement sensor for magnetic field
- 5 Computer for data processing
- 6 Power supply for DUT
- 7 Power supply for 3-axis Helmholtz coil
- 8 Data reader

Figure 4 – Measuring circuit using a 3-axis Helmholtz coil

**Key**

- 1 DUT
- 2 Magnetic shield room or magnetic shield box
- 3 Magnetometer
- 4 Measurement sensor for magnetic field
- 5 Computer for data processing
- 6 Power supply for DUT
- 7 Data reader

Figure 5 – Measuring circuit using a magnetic shield room or a magnetic shield box

5.3.3 Principle of measurement

Measure the output value from the DUT under a zero magnetic field environment. The unit of the output is 'V' represented with LSB. 'A' (current), s (time), etc., other than 'V', may be also used as the units.

5.3.4 Precaution to be observed

It is effective to use a magnetic shield room or a magnetic shield box for creating a zero magnetic field environment. However, they are not required if the environment is created with a 3-axis Helmholtz coil.

5.3.5 Measurement procedure

5.3.5.1 Measuring circuit using a 3-axis Helmholtz coil (Figure 4)

- a) Apply particular currents to particular coils of a 3-axis Helmholtz coil so that the strength of the magnetic field becomes lower than a specified strength equivalent to a zero magnetic field.
- b) With a magnetic sensor installed at the 3-axis Helmholtz coil, confirm that a zero magnetic field environment has been created.
- c) Install the DUT within the 3-axis Helmholtz coil so that the direction of each side of the DUT package is parallel to each axis of the magnetic fields generated by the 3-axis Helmholtz coil.
- d) Apply a desired power supply voltage to the DUT to operate the DUT.
- e) Using a PC, acquire the digital output from the DUT by serial communication.

NOTE The order of the measurement can be c) → a) → b) → d) → e).

5.3.5.2 Measuring circuit using a magnetic shield room or a magnetic shield box (Figure 5)

- a) With a magnetic sensor installed at a magnetic shield room or a magnetic shield box, confirm that the magnetic field strength in the room or box is lower than that equivalent to a zero magnetic field.
- b) Apply a desired power supply voltage to the DUT to operate the DUT.
- c) Using a PC, acquire the digital output from the DUT by serial communication.

5.3.6 Specified conditions

- Ambient temperature;
- Magnetic field strength equivalent to a zero magnetic field.

5.4 Cross axis sensitivity of the magnetic sensor section

5.4.1 Purpose

To measure the cross axis sensitivity of a magnetic sensor under specified conditions. As the cross axis sensitivity has two types of definitions, there are two types of measuring methods. For these two definitions, see 5.4.3.1 and 5.4.4.1.

5.4.2 Measuring circuit

The same circuit as Figure 2 is used.

5.4.3 Measuring method 1

5.4.3.1 Principle of measurement

The cross axis sensitivity is defined as the output change by application of a magnetic field in the direction perpendicular to the sensitivity axis of each sensor (x-axis, y-axis, or z-axis sensor) divided by the sensitivity.

Cross axis sensitivity of the x-axis sensor in the direction of y-axis, A_{xy} , is given by the following equation:

$$A_{xy} = \frac{V_{yp} - V_{yn}}{2HA_x} \times 100 \quad (3)$$

where

A_{xy} is the cross axis sensitivity of the x-axis sensor in the direction of y-axis represented in %;

V_{yp} is the output of the x-axis sensor at the magnetic sensor section when a magnetic field of strength H is applied in the positive direction of y-axis at the magnetic sensor section, and the unit is 'V' represented with LSB;

V_{yn} is the output of the x-axis sensor at the magnetic sensor section when a magnetic field of strength H is applied in the negative direction of y-axis at the magnetic sensor section, and the unit is 'V' represented with LSB;

H is the magnetic field strength in A/m (See the note below);

A_x is the sensitivity of the x-axis sensor, and the unit is 'V' represented with LSB;

NOTE The magnetic flux density (unit: T) can be used instead of the magnetic field strength, H .

5.4.3.2 Precaution for measurement

The direction of each surface of the package shall correspond to that of the magnetic field of the coil.

5.4.3.3 Measurement procedure

5.4.3.3.1 Measurement procedure of the y-axis direction sensitivity of the x-axis sensor

The measurement of the y-axis direction sensitivity of the x-axis sensor will be taken as follows.

- Set an ambient temperature.
- Apply power supply voltage to the DUT, and initialize registers if necessary.
- Apply a specified magnetic field in the positive direction of y-axis of the DUT.
- Measure the x-axis sensor output of the DUT.
- Apply a specified magnetic field in the negative direction of y-axis of the DUT.
- Measure the x-axis sensor output of the DUT.
- Calculate the cross axis sensitivity with Equation (3) using the output value of the x-axis sensor.

5.4.3.3.2 Measurement procedure of the z-axis direction sensitivity of the x-axis sensor

The measurement procedure is as described in 5.4.3.3.1.

5.4.3.3.3 Measurement procedure of the x-axis direction sensitivity of the y-axis sensor

The measurement procedure is as described in 5.4.3.3.1.

5.4.3.3.4 Measurement procedure of the z-axis direction sensitivity of the y-axis sensor

The measurement procedure is as described in 5.4.3.3.1.

5.4.3.3.5 Measurement procedure of the x-axis direction sensitivity of the z-axis sensor

The measurement procedure is as described in 5.4.3.3.1.

5.4.3.3.6 Measurement procedure of the y-axis direction sensitivity of the z-axis sensor

The measurement procedure is as described in 5.4.3.3.1.

5.4.4 Measuring method 2

5.4.4.1 Principle of measurement

5.4.4.1.1 Principle of measurement for xy cross axis sensitivity

An angle deviation from orthogonality between the x-axis and y-axis sensor outputs is defined as δ . The xy-cross axis sensitivity is defined as $\tan \delta$ represented in percentage.

Specifically, the cross axis sensitivity A_{xy} is given by the following equation:

$$A_{xy} = \tan \delta \times 100 \quad (4)$$

$$\delta = \left\{ \arctan \left(\frac{V_{xyp} - V_{xyn}}{V_{xyp} - V_{xyn}} \right) + \arctan \left(\frac{V_{xyp} - V_{xyn}}{V_{xyp} - V_{xyn}} \right) \right\} \quad (5)$$

where

A_{xy} is the xy cross axis sensitivity represented in %;

V_{xyp} is the x-axis sensor output of the magnetic sensor when a magnetic field of strength H is applied in the positive direction of x-axis, and the unit is 'V' represented with LSB;

V_{xyn} is the x-axis sensor output of the magnetic sensor when a magnetic field of strength H is applied in the negative direction of x-axis, and the unit is 'V' represented with LSB;

V_{xyp} is the y-axis sensor output of the magnetic sensor when a magnetic field of strength H is applied in the positive direction of x-axis, and the unit is 'V' represented with LSB;

V_{xyn} is the y-axis sensor output of the magnetic sensor when a magnetic field of strength H is applied in the negative direction of x-axis, and the unit is 'V' represented with LSB;

V_{xyp} is the x-axis sensor output of the magnetic sensor when a magnetic field of strength H is applied in the positive direction of y-axis, and the unit is 'V' represented with LSB;

V_{xyn} is the x-axis sensor output of the magnetic sensor when a magnetic field of strength H is applied in the negative direction of y-axis, and the unit is 'V' represented with LSB;

V_{xyp} is the y-axis sensor output of the magnetic sensor when a magnetic field of strength H is applied in the positive direction of y-axis, and the unit is 'V' represented with LSB;

V_{xyn} is the y-axis sensor output of the magnetic sensor when a magnetic field of strength H is applied in the negative direction of y-axis, and the unit is 'V' represented with LSB;

H is the magnetic field strength in A/m. (See the note below).

NOTE The magnetic flux density (unit: T) may be used instead of the magnetic field strength, H .

5.4.4.1.2 Principle of measurement for xz cross axis sensitivity

The principle of measurement for xz cross axis sensitivity is as described in 5.4.4.1.1.

5.4.4.1.3 Principle of measurement for yz cross axis sensitivity.

The principle of measurement for yz cross axis sensitivity is as described in 5.4.4.1.1.

5.4.4.2 Precaution for measurement

Each axis of the coil shall be perpendicular to the other axes.

5.4.4.3 Measurement procedure

5.4.4.3.1 Measurement procedure for the xy cross axis sensitivity

The measurement of the xy cross axis sensitivity will be taken as follows.

- a) Set an ambient temperature.
- b) Apply power supply voltage to the DUT, and initialize registers if necessary.
- c) Apply a specified magnetic field in the positive direction of x-axis of the DUT.
- d) Measure the x-axis and y-axis sensor outputs of the DUT.
- e) Apply a specified magnetic field in the negative direction of x-axis of the DUT.
- f) Measure the x-axis and y-axis sensor outputs of the DUT.
- g) Apply a specified magnetic field in the positive direction of y-axis of the DUT.
- h) Measure the x-axis and y-axis sensor outputs of the DUT.
- i) Apply a specified magnetic field in the negative direction of y-axis of the DUT.
- j) Measure the x-axis and y-axis sensor outputs of the DUT.
- k) Calculate the cross axis sensitivity with Equations (4) and (5) using the output values of the x-axis and the y-axis sensors.

5.4.4.3.2 Measurement procedure for the xz cross axis sensitivity

The measurement procedure for the xz cross axis sensitivity is as described in 5.4.4.3.1.

5.4.4.3.3 Measurement procedure for the yz cross axis sensitivity

The measurement procedure for the yz cross axis sensitivity is as described in 5.4.4.3.1.

5.4.5 Specified conditions

- Strength of the magnetic field applied;
- Ambient temperature;
- Power supply voltage.

5.5 Sensitivity and offset of the acceleration sensor section

5.5.1 Purpose

To measure the sensitivity and offset of the acceleration sensor section under specified conditions.

5.5.2 Measuring circuit

The same circuit as Figure 2 is used.

5.5.3 Principle of measurement

The sensitivities of the acceleration sensor section are defined in the same way for each of x, y, and z-axes. x-axis is taken as an example in the following explanation.

Figure 6 shows the direction of the DUT in the measurement of x-axis sensitivity.

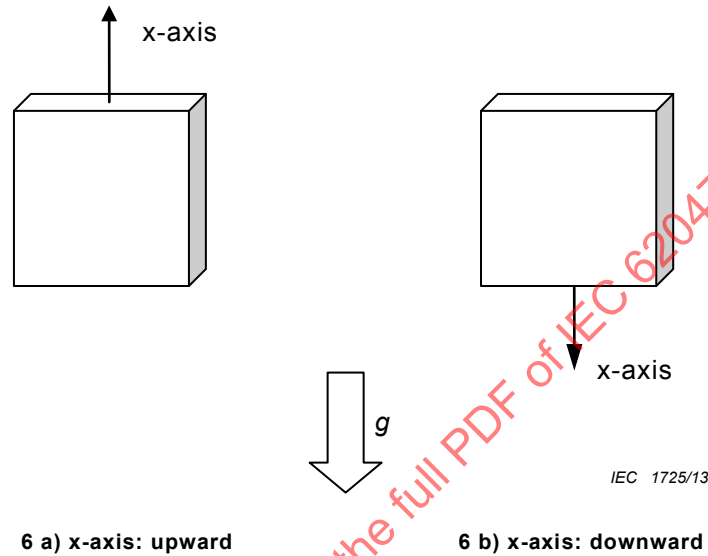


Figure 6 – Direction of DUT

When the direction of the DUT is changed in two ways, that is, x-axis being directed upward and downward vertically, the output and the acceleration of the x-axis sensor are expressed as follows respectively.

The output of the x-axis sensor is denoted by V_{ux} and the acceleration by G_{ux} when x-axis is directed upward. Then,

$$V_{ux} = -b_x + V_{offx} \quad (6)$$

$$G_{ux} = -1g \quad (7)$$

The output of the x-axis sensor is denoted by V_{dx} and the acceleration by G_{dx} when x-axis is directed downward. Then,

$$V_{dx} = b_x + V_{offx} \quad (8)$$

$$G_{dx} = +1g \quad (9)$$

where

b_x is the gravity acceleration component of the x-axis sensor;

V_{offx} is the offset component of the x-axis sensor;

g is the gravity acceleration of the Earth.

Consequently, with Equations (6) through (9), the sensitivity of the x-axis sensor, S_x , is expressed by the following equation as the ratio of the change in the x-axis sensor output to the change in the acceleration acting on the x-axis:

$$\begin{aligned} S_x &= (V_{dx} - V_{ux}) / (G_{dx} - G_{ux}) \\ &= (V_{dx} - V_{ux}) / 2g \end{aligned} \quad (10)$$

With Equations (6) and (8), the offset component of the x-axis sensor, V_{offx} , is expressed as follows:

$$V_{offx} = (V_{dx} + V_{ux}) / 2 \quad (11)$$

5.5.4 Precaution of measurement

Measurement should be made with the DUT fixed on a stable measuring table.

5.5.5 Measurement procedure

- Set the operating temperature to a specified value.
- Apply power supply voltage specified to the DUT.
- Fix the DUT with x-axis directed upward, and measure the x-axis acceleration sensor output.
- Fix the DUT with x-axis directed downward, and measure the x-axis acceleration sensor output.
- Calculate the sensitivity of x-axis with Equation (10).
- Calculate the offset of x-axis with Equation (11).
- Perform the measurement for y-axis and z-axis in the same way.

5.5.6 Specified conditions

- Operating temperature;
- Power supply voltage.

5.6 Frequency bandwidth of the magnetic sensor section (analogue output)

5.6.1 Purpose

To measure the frequency characteristics of the output against an alternating magnetic field under specified conditions for analogue output e-compasses.

5.6.2 Measuring circuit

Figure 7 shows the measuring circuit for frequency bandwidth of the magnetic sensor section (analogue output).

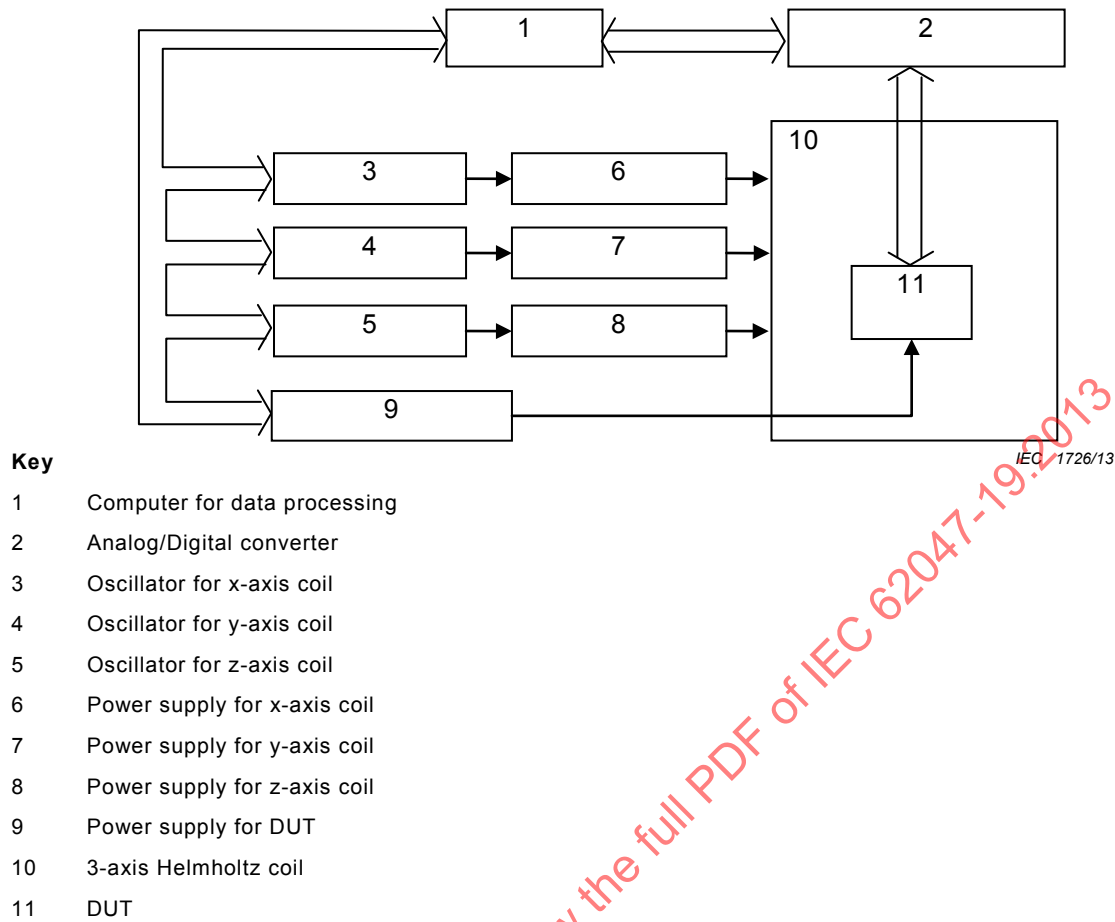


Figure 7 – Block diagram of frequency measurement

5.6.3 Principle of measurement

The output voltage against a constant magnetic field, excluding the offset component, is denoted by V_0 , and the output voltage for each frequency by V_{fn} . The relative output for the frequency, V_{fn}/V_0 , is represented in dB. The frequency where V_{fn}/V_0 becomes –3 dB is defined as the frequency bandwidth.

The output voltage of the x-axis sensor excluding the offset component, V_0 , is given by the following equation:

$$V_0 = \frac{V_{xp} - V_{xn}}{2} \quad (12)$$

where

V_0 is the output voltage of the x-axis sensor excluding the offset component represented in 'V';

V_{xp} is the x-axis sensor output of the magnetic sensor when a constant magnetic field is applied in the positive direction of x-axis at the magnetic sensor section, and the unit is 'V';

V_{xn} is the x-axis sensor output of the magnetic sensor when a constant magnetic field is applied in the negative direction of x-axis at the magnetic sensor section, and the unit is 'V'.

The principles of measurement for y-axis sensor and z-axis sensor are the same as described above.

5.6.4 Measurement procedure

5.6.4.1 Measurement procedure for the x-axis sensor

The measurement for the x-axis sensor will be taken as follows.

- a) Set an ambient temperature.
- b) Apply power supply voltage to the DUT.
- c) Apply a specified magnetic field in the positive direction of x-axis of the DUT.
- d) Measure the x-axis sensor output of the DUT.
- e) Apply a specified magnetic field in the negative direction of x-axis of the DUT.
- f) Measure the x-axis sensor output of the DUT.
- g) Calculate V_0 with Equation (12) using the output value of the x-axis sensor
- h) Generate, with an oscillator, a sinusoidal magnetic field of the frequency f_n that is determined by the frequency range and the frequency step specified, and measure the output of the x-axis sensor, V_{fn} . The output voltage used shall be the single amplitude of the sinusoidal wave.
- i) Measure V_{fn} for the entire frequency range specified.
- j) Graphically represent V_{fn}/V_0 versus frequency, and obtain the frequency where V_{fn}/V_0 becomes -3 dB.

5.6.4.2 Measurement procedure for the y-axis sensor

The measurement procedure for the y-axis sensor is as described in 5.6.4.1.

5.6.4.3 Measurement procedure for the z-axis sensor

The measurement procedure for the z-axis sensor is as described in 5.6.4.1.

5.6.5 Specified conditions

- Frequency range of measurement;
- Frequency step of measurement;
- Ambient temperature;
- Power supply voltage;
- Magnetic field applied.

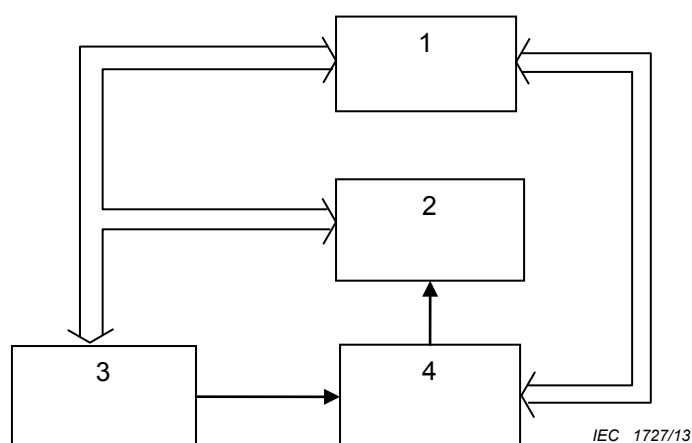
5.7 Current consumption

5.7.1 Purpose

To measure the current consumption of the magnetic sensor during operation under specified conditions.

5.7.2 Measuring circuit

Figure 8 shows the measuring circuit for current consumption.



Key

- 1 Computer for data processing
- 2 DUT
- 3 Power supply
- 4 Current detector

Figure 8 – Current consumption measuring circuit

5.7.3 Principle of measurement

The current consumption is determined as the indicated value on the current detector.

5.7.4 Precaution for measurement

If the DUT has plural operation modes, perform the measurement for each of them.

5.7.5 Measurement procedure

- a) Set the operating temperature to a specified value.
- b) Apply the power supply voltage specified.
- c) Select an operation mode for the current consumption measurement by an input into the PC, and operate the DUT.
- d) Measure the current consumption with a current detector.

5.7.6 Specified conditions

- Ambient temperature;
- Power supply voltage;
- Operation mode.

Annex A (informative)

Considerations on essential ratings and characteristics

It is general that the azimuth angle is defined as the true north azimuth, that is, an angle rotated in a horizontal plane from the zero degree position which is the direction of the true north (north on the rotational axis of the Earth; atlas north).

However, it should be noted that measurement of all devices working by the Earth's magnetism, including not only e-compasses but conventional compasses, is based on the magnetic north azimuth, that is, an angle rotated in a horizontal plane from the zero degree position which is the direction of the horizontal component of the Earth's magnetism (environmental magnetic field).

Since the direction of the Earth's magnetism corresponds to the magnetic north (north geomagnetic pole) fundamentally and the true north differs from the magnetic north, a difference in angle called the angle of deviation exists between the directions of the true north azimuth and the magnetic north azimuth.

Consequently, it is necessary to calculate the magnetic north azimuth with the output of an e-compass first, and then calculate the true north azimuth with it by compensating for the angle of deviation (angle deviation compensation).

Therefore, even if an e-compass has an ideal accuracy in itself, the azimuth angle accuracy depends on how accurately the angle of deviation at the measurement site is known. The overall accuracy depends on the accuracy of the angle of deviation given. Thus, in principle, it is impossible with an e-compass alone to define the azimuth angle accuracy based on the true north azimuth although it is expected by general users.

In addition, even if the azimuth angle accuracy based on the magnetic north azimuth is defined with an e-compass alone, the accuracy of an e-compass depends on the magnitude of the leakage field. This leakage field comes from magnetic material parts mounted in the mobile equipment. Thus, also in this case, the azimuth angle accuracy depends on the method of data processing, i.e., how accurately the offset by the leakage field mentioned above is compensated for as the whole mobile equipment. Therefore, it is meaningless to define the azimuth angle accuracy mentioned above with an e-compass (device / hardware) alone, which can probably cause misunderstanding among general users, too.

For these reasons, there isn't much point in defining the azimuth angle accuracy of e-compasses as a characteristic item.

As a result of the above consideration, this standard defines the characteristics of the sensor section and DC characteristics only as the essential ratings and characteristics.

Annex B (informative)

Terminal coordinate system of e-compasses

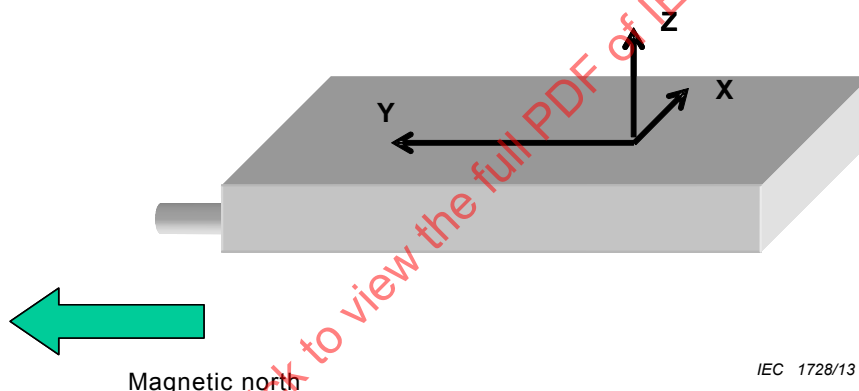
B.1 Terminal coordinate system of magnetic sensors

The coordinate system of mobile terminals (terminal coordinate system) should be the right-handed coordinate system.

Figure B.1 shows the mobile terminal coordinate system of magnetic sensors.

Suppose the mobile terminal is hold with its screen horizontal, facing upward, and the screen is viewed from above. The positive direction of each axis is defined as follows:

- x-axis, positive: right-hand direction (parallel to screen; transverse direction);
- y-axis, positive: upward (parallel to screen; longitudinal direction);
- z-axis, positive: upward (perpendicular to screen; vertical direction).



IEC 1728/13

Figure B.1 – Mobile terminal coordinate system of magnetic sensors

For the sign of the output, the output is defined positive when the direction of the line of magnetic force corresponds to that of the coordinate axis.

EXAMPLE When a mobile terminal is hold horizontally and the positive direction of y-axis is directed to the magnetic north, the y-axis output becomes positive.

B.2 Terminal coordinate system of acceleration sensors

The terminal coordinate system of acceleration sensors in 6-axis e-compasses should conform to the terminal coordinate system of magnetic sensors mentioned above.

That is, the right-handed coordinate system is adopted. Suppose the mobile terminal is hold with its screen horizontal, facing upward, and the screen is viewed from above. The positive direction of each axis is defined as follows:

- x-axis, positive: right-hand direction (transverse direction);
- y-axis, positive: upward (longitudinal direction);
- z-axis, positive: upward (perpendicular to screen; vertical direction).

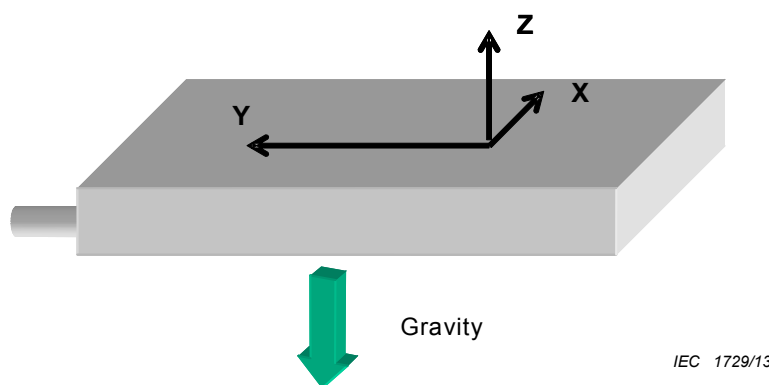


Figure B.2 – Terminal coordinate system of acceleration sensors

For the sign of the output, the output is defined positive when the direction of acceleration corresponds to that of the coordinate axis.

In the case of gravity acceleration, this means that the output becomes negative when the direction of gravity corresponds to that of the coordinate axis.

EXAMPLE When a mobile terminal is moved in the direction of +y, the y-axis output becomes positive. When a mobile terminal is hold horizontally as shown in Figure B.2, the z-axis output becomes positive.

Annex C (informative)

Descriptions of the pitch angle, roll angle, and yaw angle with drawings

The relation between the pitch angle, the roll angle and the yaw angle is shown in Figure C.1 a).

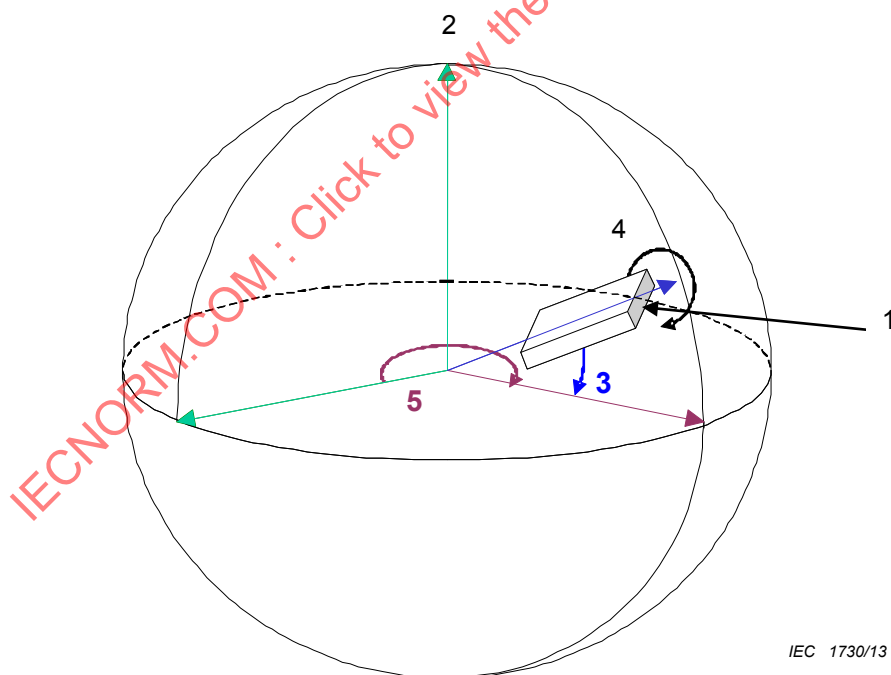
The pitch angle is the rotation angle around the x-axis of a terminal coordinate system as shown in Figure C.1 b). It is defined as zero degree when the xy-plane of a terminal coordinate system is horizontal.

The roll angle is the rotation angle around the y-axis of a terminal coordinate system as shown in Figure C.1 c). It is defined as zero degree when the xy-plane of a terminal coordinate system is horizontal.

The yaw angle is the rotation angle around the z-axis of a terminal coordinate system as shown in Figure C.1 d). It is defined as zero degree when the xy-plane of a terminal coordinate system is horizontal and the yz-plane includes the North Pole.

For the sign of the angles, the positive direction of rotation is clockwise when the rotational axis is viewed from the positive direction to the negative direction.

For coordinate system of e-compasses, see Annex B.

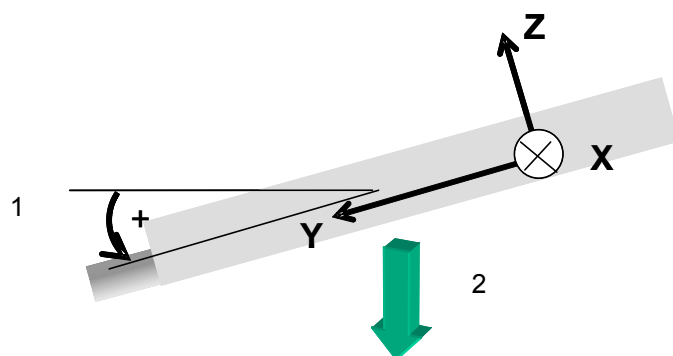


IEC 1730/13

Key

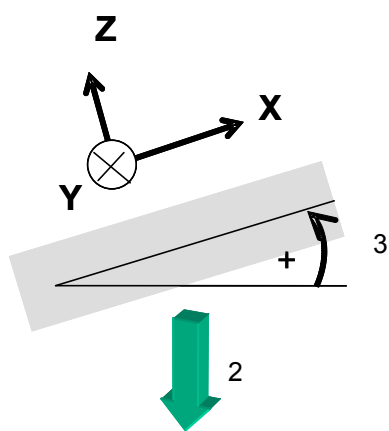
- 1 E-compass
- 2 North Pole
- 3 Pitch
- 4 Roll
- 5 Yaw

Figure C.1 a) – Relation between pitch angle, roll angle and yaw angle



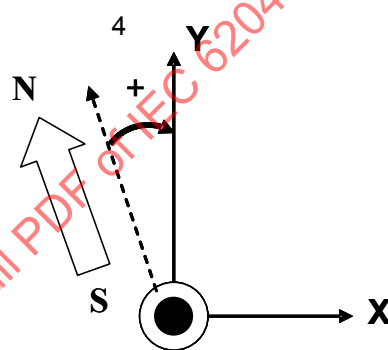
IEC 1731/13

Figure C.1 b) – Pitch angle



IEC 1732/13

Figure C.1 c) – Roll angle



IEC 1733/13

Figure C.1 d) – Yaw angle

Key

- 1 Pitch angle
- 2 Gravity
- 3 Roll angle
- 4 Yaw angle

Figure C.1 – Descriptions of the pitch angle, roll angle, and yaw angle with drawings

Bibliography

ISO 11606, *Ships and marine technology — Marine electromagnetic compasses*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62047-19:2013

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62047-19:2013

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
1 Domaine d'application	36
2 Références normatives	36
3 Termes et définitions	36
4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles	37
4.1 Composition des e-compas	37
4.1.1 Généralités	37
4.1.2 Section de capteur magnétique	38
4.1.3 Section de capteur d'accélération	38
4.1.4 Section de traitement des signaux	38
4.1.5 Section matérielle périphérique	38
4.1.6 Section logicielle périphérique	39
4.1.7 DUT	39
4.2 Valeurs assignées (valeurs limites)	39
4.3 Conditions de fonctionnement recommandées	39
4.4 Caractéristiques électriques	39
4.4.1 Généralités	39
4.4.2 Caractéristiques des sections de capteurs	39
4.4.3 Caractéristiques en courant continu	40
5 Méthodes de mesure	41
5.1 Sensibilité de la section de capteur magnétique	41
5.1.1 Objectif	41
5.1.2 Schéma du circuit	41
5.1.3 Principe de mesure	41
5.1.4 Précautions à respecter	42
5.1.5 Procédure de mesure	42
5.1.6 Conditions spécifiées	42
5.2 Linéarité de la section de capteur magnétique	43
5.2.1 Objectif	43
5.2.2 Circuit de mesure	43
5.2.3 Principe de mesure	43
5.2.4 Précautions à respecter	43
5.2.5 Procédure de mesure	44
5.2.6 Conditions spécifiées	44
5.3 Sortie de la section de capteur magnétique dans un environnement de champ magnétique nul	44
5.3.1 Objectif	44
5.3.2 Circuit de mesure	44
5.3.3 Principe de mesure	46
5.3.4 Précautions à respecter	46
5.3.5 Procédure de mesure	46
5.3.6 Conditions spécifiées	46
5.4 Sensibilité d'axe transversal de la section de capteur magnétique	46
5.4.1 Objectif	46
5.4.2 Circuit de mesure	46
5.4.3 Méthode de mesure 1	47
5.4.4 Méthode de mesure 2	48

5.4.5	Conditions spécifiées.....	50
5.5	Sensibilité et décalage de la section de capteur d'accélération.....	50
5.5.1	Objectif.....	50
5.5.2	Circuit de mesure.....	50
5.5.3	Principe de mesure.....	50
5.5.4	Principe de mesure.....	51
5.5.5	Procédure de mesure.....	51
5.5.6	Conditions spécifiées.....	51
5.6	Largeur de bande de fréquence de section de capteur magnétique (sortie analogique).....	51
5.6.1	Objectif.....	51
5.6.2	Circuit de mesure.....	52
5.6.3	Principe de mesure.....	52
5.6.4	Procédure de mesure.....	53
5.6.5	Conditions spécifiées.....	53
5.7	Consommation de courant.....	53
5.7.1	Objectif.....	53
5.7.2	Circuit de mesure.....	54
5.7.3	Principe de mesure.....	54
5.7.4	Précautions de mesure.....	54
5.7.5	Procédure de mesure.....	54
5.7.6	Conditions spécifiées.....	54
Annexe A (informative) Considérations sur les valeurs assignées et les caractéristiques essentielles.....		55
Annexe B (informative) Système de coordonnées de terminal des e-compas.....		56
Annexe C (informative) Description de l'angle de tangage, de l'angle de roulis et de l'angle de lacet à l'aide de dessins.....		58
Bibliographie.....		60
Figure 1 – Composition des e-compas.....		38
Figure 2 – Circuit de mesure de la sensibilité.....		41
Figure 3 – Méthode de mesure de la linéarité.....		43
Figure 4 – Circuit de mesure utilisant une bobine de Helmholtz à 3 axes.....		45
Figure 5 – Circuit de mesure utilisant une salle de blindage magnétique ou une boîte de blindage magnétique.....		45
Figure 6 – Direction du DUT.....		50
Figure 7 – Schéma fonctionnel de la mesure de fréquence.....		52
Figure 8 – Circuit de mesure de la consommation de courant.....		54
Figure B.1 – Système de coordonnées de terminal mobile de capteurs magnétiques.....		56
Figure B.2 – Système de coordonnées de terminal de capteurs d'accélération.....		57
Figure C.1 – Description de l'angle de tangage, de l'angle de roulis et de l'angle de lacet à l'aide de dessins.....		59
Tableau 1 – Caractéristiques des sections de capteurs.....		40
Tableau 2 – Caractéristiques en courant continu d'un e-compas.....		40

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 19: Compas électroniques

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI 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 CEI 62047-19 a été établie par le sous-comité 47F: Systèmes microélectromécaniques, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47F/156/FDIS	47F/163/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62047, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs microélectromécaniques*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62047-19:2013

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS – DISPOSITIFS MICROÉLECTROMÉCANIQUES –

Partie 19: Compas électroniques

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62047 spécifie des termes, des définitions, des valeurs assignées et caractéristiques essentielles et des méthodes de mesure concernant les compas électroniques. La présente norme s'applique aux compas électroniques composés de capteurs magnétiques et de capteurs d'accélération ou de capteurs magnétiques seuls. La présente norme s'applique aux compas électroniques pour les équipements électroniques mobiles.

Pour les compas électroniques maritimes, voir l'ISO 11606.

Les compas électroniques sont aussi désignés sous la forme abrégée "e-compas". Les types d'e-compas sont: les e-compas à 2 axes, les e-compas à 3 axes, les e-compas à 6 axes, etc., tous étant couverts par la présente norme.

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).

Aucune

3 Termes et définitions

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

3.1

bobine de Helmholtz à 3 axes

trois bobines de Helmholtz qui génèrent des champs magnétiques formant un angle droit les uns avec les autres

3.2

environnement de champ magnétique nul

environnements de champ magnétique où l'intensité du champ magnétique dans un espace incluant un dispositif en essai est inférieure à l'intensité spécifiée

Note 1 à l'article: Le DUT (de l'anglais « device under test ») est défini en 4.1.7.

3.3

e-compas

compas électronique

compas qui calcule et délivre un azimut en utilisant les sorties électriques de capteurs

Note 1 à l'article: Le terme « e-compas » est utilisé comme forme abrégée de compas électronique. (Voir le Domaine d'application ci-dessus.)

3.4

e-compas à 2 axes

e-compas qui utilise un capteur magnétique à 2 axes comme élément de détection de géomagnétisme

3.5

e-compas à 3 axes

e-compas qui utilise un capteur magnétique à 3 axes comme élément de détection du géomagnétisme

3.6

e-compas à 6 axes

e-compas qui utilise un capteur magnétique à 3 axes comme élément de détection du géomagnétisme et un capteur d'accélération à 3 axes comme élément de détection de la gravité

3.7

nord magnétique

direction de la composante horizontale d'un vecteur magnétique d'environnement à un endroit qui est la même direction que celle vers laquelle pointe un compas

Note 1 à l'article: Le géomagnétisme est parfois déformé par des structures artificielles (bâtiments, véhicules, etc.), ou il est parfois perturbé par leur aimantation en particulier en milieu urbain. Par conséquent, rigoureusement, il conviendrait de désigner le vecteur géomagnétique comme une sorte de vecteur magnétique d'environnement. Bien que le vecteur magnétique d'environnement ne pointe pas exactement vers le pôle Nord magnétique, ici le "nord magnétique" est défini comme la composante horizontale d'un vecteur magnétique d'environnement.

3.8

nord réel

direction de la composante horizontale d'un vecteur pointant vers le pôle Nord de la Terre (extrémité nord de l'axe de rotation) à un endroit, qui est la même direction que le nord vers lequel pointent les lignes de longitude ou un point méridien

3.9

angle d'azimut

angle de rotation autour de l'axe z d'un système de coordonnées de terminal, qui est défini comme zéro degré lorsque le plan xy d'un système de coordonnées de terminal est horizontal et que le plan yz inclut le pôle Nord, où le sens horaire est défini comme positif lorsque l'axe z est vu de la direction positive vers la direction négative

Note 1 à l'article: L'angle d'azimut et l'angle de lacet représentent la même chose, voir Annexe C.

Note 2 à l'article: Des systèmes de coordonnées d'un e-compas sont présentés à l'Annexe B.

Note 3 à l'article: Une explication des schémas est donnée à l'Annexe C.

Note 4 à l'article: Les définitions dans les cas où le plan xy d'un système de coordonnées de terminal n'est pas horizontal sont à l'étude.

4 Valeurs assignées et caractéristiques essentielles

4.1 Composition des e-compas

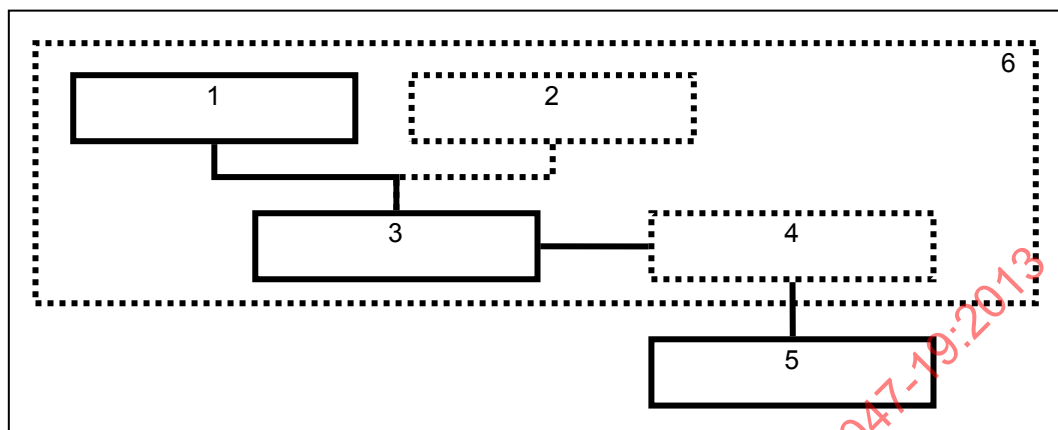
4.1.1 Généralités

Comme cela est représenté à la Figure 1, un e-compas est constitué des sections suivantes:

- Section de capteur magnétique;
- Section de capteur d'accélération;
- Section de traitement des signaux;
- Sections matérielles périphériques;

– Sections logicielles périphériques.

Dans certains cas, un e-compass ne contient pas de section de capteur d'accélération, ni de section matérielle périphérique.



IEC 1720/13

Légende

1	Section de capteur magnétique	4	Section matérielle périphérique
2	Section de capteur d'accélération	5	Section logicielle périphérique
3	Section de traitement des signaux	6	DUT

Figure 1 – Composition des e-compass

4.1.2 Section de capteur magnétique

Il s'agit d'un capteur magnétique destiné à mesurer des champs magnétiques d'un niveau de magnétisme de la Terre, qui mesure deux axes ou plus des champs magnétiques qui sont perpendiculaires entre eux pour calculer des angles d'azimut en utilisant sa sortie.

Par exemple, dans le cas d'un capteur magnétique à 3 axes, la section de capteur est constituée d'un capteur sur l'axe x, d'un capteur sur l'axe y et d'un capteur sur l'axe z, et l'axe de sensibilité du capteur sur l'axe x est placé sur l'axe x.

4.1.3 Section de capteur d'accélération

Il s'agit d'un capteur d'accélération pour mesurer la gravité. La direction verticale (plan horizontal) est connue à partir de sa sortie, et un angle d'azimut est ensuite calculé en se basant sur l'information avec une correction considérant l'attitude de la section de capteur magnétique (angle d'inclinaison).

Par exemple, dans le cas d'un capteur d'accélération à 3 axes, la section de capteur est constituée d'un capteur sur l'axe x, d'un capteur sur l'axe y et d'un capteur sur l'axe z, et l'axe de sensibilité du capteur sur l'axe x est placé sur l'axe x.

4.1.4 Section de traitement des signaux

Il s'agit d'une section de circuit destinée à exciter la section de capteur et à amplifier son signal. Dans certains cas, cette section inclut un convertisseur analogique-numérique.

4.1.5 Section matérielle périphérique

Une section de matériel périphérique comporte des sections d'une interface numérique, une section de stockage de données pour les informations de contrôle des registres et des dispositifs et une section de traitement des informations.

4.1.6 Section logicielle périphérique

Une telle section inclut non seulement une section d'excitation de dispositif pour acquérir des données mais aussi des logiciels pour convertir les données des coordonnées provenant des capteurs magnétiques et des capteurs d'accélération et pour calculer des angles d'azimut basés sur les résultats.

4.1.7 DUT

Le DUT est une composition fonctionnelle constituée de la section de capteur magnétique, de la section de capteur d'accélération, de la section de traitement des signaux et de la section matérielle périphérique. Pour des e-compass n'ayant pas de section de capteur d'accélération, ni de section matérielle périphérique, un DUT est une composition fonctionnelle constituée de la section de capteur magnétique et de la section de traitement des signaux. Des mesures des caractéristiques et des valeurs assignées sont faites en utilisant le DUT.

4.2 Valeurs assignées (valeurs limites)

Il convient de décrire les éléments suivants dans la spécification, sauf indication contraire dans les spécifications d'acquisition appropriées. Des contraintes au-delà de ces limites peuvent être une des causes des dommages permanents sur les dispositifs:

- Tension d'alimentation;
- Tension d'entrée;
- Courant d'entrée;
- Température de stockage;
- Choc mécanique (requis pour les e-compass à 6 axes);
- Champ magnétique maximal (peut être omis).

4.3 Conditions de fonctionnement recommandées

Il convient de décrire les éléments suivants dans la spécification, sauf indication contraire dans les spécifications d'acquisition appropriées. Ces conditions sont recommandées afin de garder les caractéristiques du DUT (les dispositifs) dans un état stable lors du fonctionnement:

- Tension d'alimentation;
- Tension d'entrée;
- Température de fonctionnement.

4.4 Caractéristiques électriques

4.4.1 Généralités

Les caractéristiques électriques spécifiées dans la présente norme sont celles des sections de capteurs et des caractéristiques en courant continu. La sélection des valeurs assignées et des caractéristiques essentielles est présentée à l'Annexe A.

4.4.2 Caractéristiques des sections de capteurs

Les caractéristiques des sections de capteurs sont énumérées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Caractéristiques des sections de capteurs

Paramètre	Obligatoire	facultatif	Valeur			Méthode de mesure	Remarques
			Min	Type	Max		
Temps de mesure de capteur magnétique (à un moment donné)	x			x		Voir 5.1	NOTE 1
Sensibilité de capteur magnétique	x			x		Voir 5.1	NOTE 1
Gamme de mesure de capteur magnétique	x		x		x	Voir 5.1	NOTE 1 NOTE 4
Linéarité de capteur magnétique		x			x	Voir 5.2	NOTE 1
Sortie de champ magnétique nulle de capteur magnétique		x			x	Voir 5.3	NOTE 1
Sensibilité d'axe transversal de capteur magnétique		x			x	Voir 5.4	NOTE 1 NOTE 2
Gamme de fréquence de capteur magnétique (sortie analogique)	x		x		x	Voir 5.6	NOTE 1
Temps de mesure de capteur d'accélération (à un moment donné)	x (seulement 6-axes)			x		Voir 5.5	NOTE 3
Sensibilité de capteur d'accélération	x (seulement 6-axes)		x	x	x	Voir 5.5	NOTE 3
Gamme de mesure de capteur d'accélération	x (seulement 6-axes)		x		x	Voir 5.5	NOTE 3 NOTE 4
NOTE 1 La mesure au niveau de la section de capteur magnétique est faite en utilisant: 1, la section de capteur magnétique, 3, la section de traitement des signaux, 4, la section matérielle périphérique, et 5, la section logicielle périphérique de la Figure 1. NOTE 2 Puisqu'il y a deux types de définitions, décrire celle qui est suivie. Voir 5.4.3.1 et 5.4.4.1 pour ces deux définitions. NOTE 3 La mesure au niveau de la section de capteur d'accélération est faite en utilisant: 2, la section de capteur d'accélération, 3, la section de traitement des signaux, 4, la section matérielle périphérique, et 5, la section logicielle périphérique de la Figure 1. NOTE 4 Elle est précisée comme étant la valeur minimale de la direction positive et la direction négative.							

4.4.3 Caractéristiques en courant continu

Les caractéristiques en courant continu d'un e-compas sont énumérées dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Caractéristiques en courant continu d'un e-compas

Paramètre	Obligatoire	facultatif	Valeur			Méthode de mesure
			Min	Type	Max	
Consommation moyenne de courant pendant la mesure de champ magnétique dans une période de mesure décrite	x			x		Voir 5.7
Consommation maximale de courant pendant la mesure		x			x	Voir 5.7
Consommation de courant en veille		x		x		Voir 5.7
Consommation moyenne de courant pendant une mesure intermittente		x		x		Voir 5.7

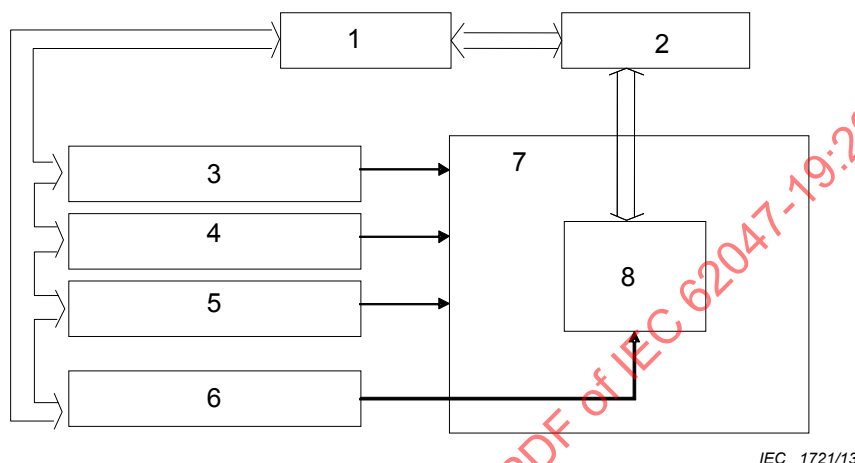
5 Méthodes de mesure

5.1 Sensibilité de la section de capteur magnétique

5.1.1 Objectif

Mesurer la sensibilité de la section de capteur magnétique dans des conditions spécifiées.

5.1.2 Schéma du circuit



Légende

- 1 Ordinateur pour le traitement des données
- 2 Lecteur de données
- 3 Alimentation pour la bobine de l'axe x
- 4 Alimentation pour la bobine de l'axe y
- 5 Alimentation pour la bobine de l'axe z
- 6 Tension d'alimentation pour le DUT
- 7 Bobine de Helmholtz à 3 axes
- 8 DUT

Figure 2 – Circuit de mesure de la sensibilité

La même configuration est utilisée pour des capteurs de sortie analogique.

5.1.3 Principe de mesure

5.1.3.1 Généralités

La sensibilité est définie comme le changement de sortie par l'application d'un champ magnétique dans la direction de l'axe de sensibilité de chaque capteur (capteur sur l'axe x, l'axe y ou l'axe z) divisé par l'intensité du champ magnétique appliqué.

5.1.3.2 Principe de mesure de la sensibilité du capteur sur l'axe x

La sensibilité du capteur sur l'axe x, A_x , est donnée par l'équation suivante:

$$A_x = \frac{V_{xp} - V_{xn}}{2H} \quad (1)$$

où

A_x est la sensibilité du capteur sur l'axe x, donnée en V·m/A représentée avec le LSB (bit le moins significatif). 'A' (le courant), s (le temps), etc., peuvent également être des unités utilisées;

V_{xp} est la sortie du capteur sur l'axe x à la section de capteur magnétique lorsqu'un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction positive de l'axe x au niveau de la section de capteur magnétique, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;

V_{xp} est la sortie du capteur sur l'axe x à la section de capteur magnétique lorsqu'un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction négative de l'axe x au niveau de la section de capteur magnétique, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;

H est l'intensité du champ magnétique, en A/m. (voir la note ci-dessous).

NOTE La densité de flux magnétique (unité T) peut être utilisée à la place de l'intensité du champ magnétique, H .

5.1.3.3 Principe de mesure de la sensibilité du capteur sur l'axe y

Les principes de mesure pour des capteurs sur l'axe y sont les mêmes que ceux décrits en 5.1.3.2.

5.1.3.4 Principe de mesure de la sensibilité du capteur sur l'axe z

Les principes de mesure pour des capteurs sur l'axe z sont les mêmes que ceux décrits en 5.1.3.2.

5.1.4 Précautions à respecter

L'axe de sensibilité du capteur doit correspondre à la direction du champ magnétique de la bobine. La mesure pour des capteurs magnétiques avec une sortie analogique doit être faite conformément à cette mesure.

5.1.5 Procédure de mesure

5.1.5.1 Procédure de mesure de la sensibilité du capteur sur l'axe x

La mesure de la sensibilité du capteur sur l'axe x sera effectuée comme suit.

- Régler une température ambiante.
- Appliquer une tension d'alimentation au DUT et initialiser les registres si nécessaire.
- Appliquer un champ magnétique spécifié dans la direction positive de l'axe x du DUT.
- Mesurer la sortie du capteur sur l'axe x du DUT.
- Appliquer un champ magnétique spécifié dans la direction négative de l'axe x du DUT.
- Mesurer la sortie du capteur sur l'axe x du DUT.
- Calculer la sensibilité avec l'Equation (1) en utilisant la valeur de sortie du capteur sur l'axe x.

5.1.5.2 Procédure de mesure de la sensibilité du capteur sur l'axe y

La procédure de mesure du capteur sur l'axe y est la même que celle décrite en 5.1.5.1.

5.1.5.3 Procédure de mesure de la sensibilité du capteur sur l'axe z

La procédure de mesure du capteur sur l'axe z est la même que celle décrite en 5.1.5.1.

5.1.6 Conditions spécifiées

- Intensité du champ magnétique appliqué;
- Température ambiante;

– Tension d'alimentation.

5.2 Linéarité de la section de capteur magnétique

5.2.1 Objectif

Mesurer la linéarité de la section de capteur magnétique dans des conditions spécifiées.

5.2.2 Circuit de mesure

Le même circuit que celui à la Figure 2 est utilisé.

5.2.3 Principe de mesure

Les valeurs de sortie du capteur magnétique sont mesurées par rapport à un champ magnétique appliqué. Ensuite, la ligne des moindres carrés est tracée à partir des valeurs de sortie comme indiqué à la Figure 3.

La linéarité, L , est donnée par l'équation suivante:

$$L = a_{\max}/b \quad (2)$$

où

L est la linéarité représentée en %;

$a_{\max}$ est le maximum de a , la différence entre la valeur de sortie du capteur calculée pour chaque point de mesure et la ligne des moindres carrés;

b est la différence entre les valeurs maximale et minimale de la sortie du capteur.

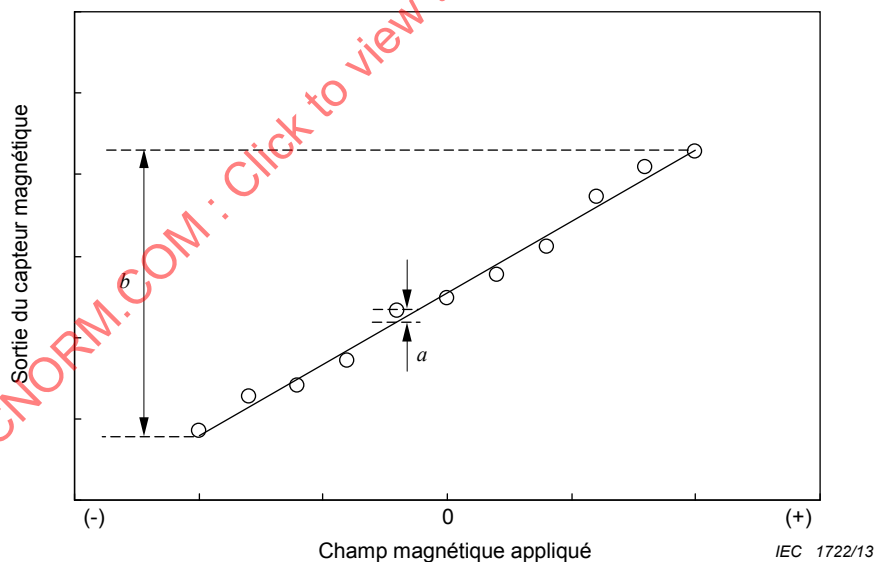


Figure 3 – Méthode de mesure de la linéarité

5.2.4 Précautions à respecter

- Lorsqu'un champ magnétique est appliqué, l'intensité peut être, soit augmentée de négative à positive, soit diminuée de positive à négative;
- S'il y a une différence dans la valeur de sortie du capteur entre le cas où le champ magnétique est augmenté et le cas où il est diminué, l'évaluation doit être faite en appliquant le champ magnétique dans les deux directions (positive et négative);

- La gamme du champ magnétique appliqué doit être la gamme entière de la mesure, ou une gamme particulière du magnétisme réel de Terre.

5.2.5 Procédure de mesure

5.2.5.1 Procédure de mesure pour le capteur sur l'axe x

- a) Alimentation de la bobine 3D et du DUT.
- b) Régler la température ambiante à une température spécifiée.
- c) Appliquer un champ magnétique au DUT dans la direction de l'axe x avec une intensité déterminée par la gamme d'intensités spécifiée du champ magnétique appliqué et l'échelon d'intensité de celui-ci.
- d) Mesurer la sortie du capteur sur l'axe x du DUT.
- e) Calculer la linéarité avec l'Equation (2).

5.2.5.2 Procédure de mesure pour le capteur sur l'axe y

La procédure de mesure du capteur sur l'axe y est la même que celle décrite en 5.2.5.1.

5.2.5.3 Procédure de mesure pour le capteur sur l'axe z

La procédure de mesure du capteur sur l'axe z est la même que celle décrite en 5.2.5.1.

5.2.6 Conditions spécifiées

- Gamme d'intensités du champ magnétique appliqué;
- Echelon d'intensité du champ magnétique appliqué ou nombre de points de mesure;
- Température ambiante;
- Tension d'alimentation.

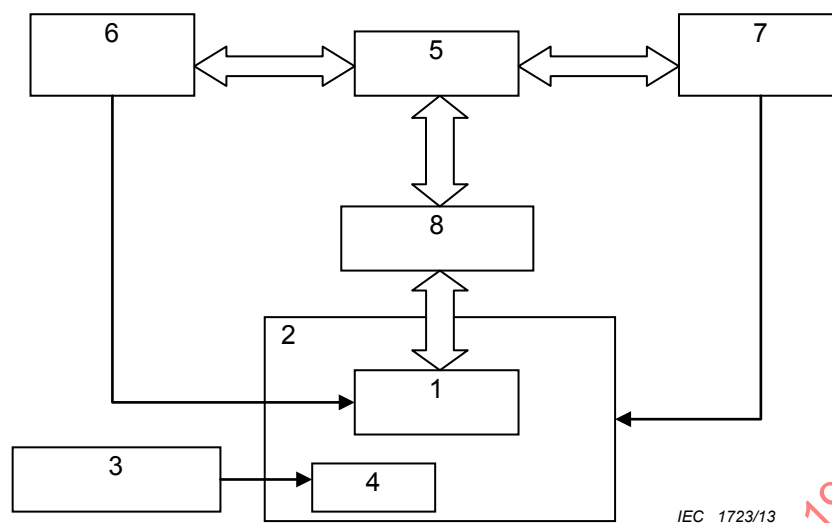
5.3 Sortie de la section de capteur magnétique dans un environnement de champ magnétique nul

5.3.1 Objectif

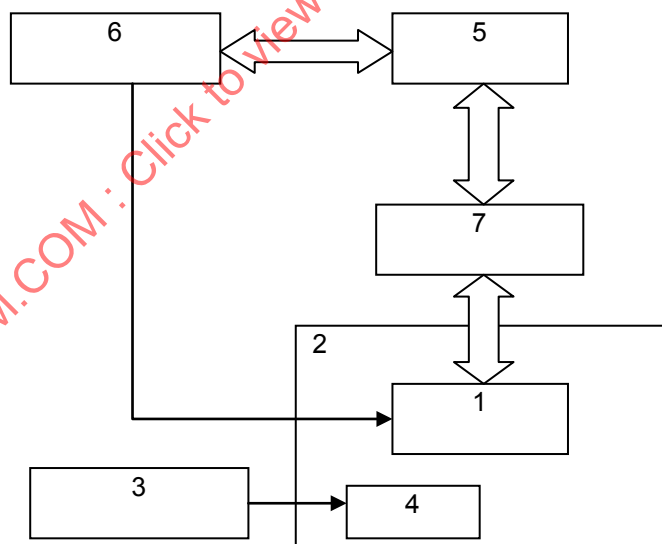
Mesurer la sortie de la section de capteur magnétique dans un environnement de champ magnétique nul dans des conditions spécifiées.

5.3.2 Circuit de mesure

La Figure 4 représente le circuit de mesure utilisant une bobine de Helmholtz à 3 axes, alors que la Figure 5 représente celui qui utilise une salle de blindage magnétique ou une boîte de blindage magnétique.

**Légende**

- 1 DUT
- 2 Bobine de Helmholtz à 3 axes
- 3 Magnétomètre
- 4 Capteur de mesure pour champ magnétique
- 5 Ordinateur pour le traitement des données
- 6 Tension d'alimentation pour le DUT
- 7 Alimentation de bobine de Helmholtz à 3 axes
- 8 Lecteur de données

Figure 4 – Circuit de mesure utilisant une bobine de Helmholtz à 3 axes**Légende**

- 1 DUT
- 2 Salle de blindage magnétique ou boîte de blindage magnétique
- 3 Magnétomètre
- 4 Capteur de mesure pour champ magnétique
- 5 Ordinateur pour le traitement des données
- 6 Tension d'alimentation pour le DUT
- 7 Lecteur de données

Figure 5 – Circuit de mesure utilisant une salle de blindage magnétique ou une boîte de blindage magnétique

5.3.3 Principe de mesure

Mesurer la valeur de sortie du DUT dans un environnement de champ magnétique nul. L'unité de la sortie est 'V' représentée avec le LSB. 'A' (le courant), s (le temps), etc., autres que 'V', peuvent également être des unités utilisées.

5.3.4 Précautions à respecter

Il est efficace d'utiliser une salle de blindage magnétique ou une boîte de blindage magnétique pour créer un environnement de champ magnétique nul. Toutefois, elles ne sont pas exigées si l'environnement est créé avec une bobine de Helmholtz à 3 axes.

5.3.5 Procédure de mesure

5.3.5.1 Circuit de mesure utilisant une bobine de Helmholtz à 3 axes (Figure 4)

- Appliquer des courants particuliers à des bobines particulières d'une bobine de Helmholtz à 3 axes de sorte que l'intensité du champ magnétique devienne inférieure à une intensité spécifiée équivalente à un champ magnétique nul.
- Le capteur magnétique étant installé dans la bobine de Helmholtz à 3 axes, confirmer qu'un environnement de champ magnétique nul a été créé.
- Installer un DUT dans la bobine de Helmholtz à 3 axes de sorte que la direction de chaque côté du boîtier du DUT soit parallèle à chaque axe des champs magnétiques générés par la bobine de Helmholtz à 3 axes.
- Appliquer une tension d'alimentation désirée au DUT pour actionner le DUT.
- En utilisant un PC, acquérir la sortie numérique du DUT par la communication série.

NOTE L'ordre de mesure peut être c) → a) → b) → d) → e).

5.3.5.2 Circuit de mesure utilisant une salle de blindage magnétique ou une boîte de blindage magnétique (Figure 5)

- Le capteur magnétique étant installé dans une salle de blindage magnétique ou une boîte de blindage magnétique, confirmer que l'intensité du champ magnétique dans la salle ou la boîte est inférieure à celle équivalente à un champ magnétique nul.
- Appliquer une tension d'alimentation désirée au DUT pour actionner le DUT.
- En utilisant un PC, acquérir la sortie numérique du DUT par la communication série.

5.3.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante;
- Intensité du champ magnétique équivalente à un champ magnétique nul.

5.4 Sensibilité d'axe transversal de la section de capteur magnétique

5.4.1 Objectif

Mesurer la sensibilité d'axe transversal d'un capteur magnétique dans des conditions spécifiées. Puisque la sensibilité d'axe transversal a deux types de définitions, il y a deux types de méthodes de mesure. Pour ces deux définitions, voir 5.4.3.1 et 5.4.4.1.

5.4.2 Circuit de mesure

Le même circuit que celui de la Figure 2 est utilisé.

5.4.3 Méthode de mesure 1

5.4.3.1 Principe de mesure

La sensibilité d'axe transversal est définie comme le changement de sortie par l'application d'un champ magnétique dans la direction perpendiculaire à l'axe de sensibilité de chaque capteur (capteur sur l'axe x, l'axe y ou l'axe z) divisé par la sensibilité.

La sensibilité d'axe transversal du capteur sur l'axe x dans la direction de l'axe y, A_{xy} , est donnée par l'équation suivante:

$$A_{xy} = \frac{V_{yp} - V_{yn}}{2HA_x} \times 100 \quad (3)$$

où

A_{xy} est la sensibilité d'axe transversal du capteur sur l'axe x dans la direction de l'axe y représentée en %;

V_{xp} est la sortie du capteur sur l'axe x à la section de capteur magnétique lorsqu'un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction positive de l'axe y au niveau de la section de capteur magnétique, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;

V_{yn} est la sortie du capteur sur l'axe x à la section de capteur magnétique lorsqu'un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction négative de l'axe y au niveau de la section de capteur magnétique, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;

H est l'intensité du champ magnétique en A/m (voir la note ci-dessous);

A_x est la sensibilité du capteur sur l'axe x, donnée en 'V' représentée avec LSB;

NOTE La densité de flux magnétique (unité T) peut être utilisée à la place de l'intensité du champ magnétique, H .

5.4.3.2 Précautions de mesure

La direction de chaque surface du boîtier doit correspondre à la direction du champ magnétique de la bobine.

5.4.3.3 Procédure de mesure

5.4.3.3.1 Procédure de mesure de la sensibilité dans la direction de l'axe y du capteur sur l'axe x

La mesure de la sensibilité dans la direction de l'axe y du capteur sur l'axe x sera effectuée comme suit.

- Régler une température ambiante.
- Appliquer une tension d'alimentation au DUT et initialiser les registres si nécessaire.
- Appliquer un champ magnétique spécifié dans la direction positive de l'axe y du DUT.
- Mesurer la sortie du capteur sur l'axe x du DUT.
- Appliquer un champ magnétique spécifié dans la direction négative de l'axe y du DUT.
- Mesurer la sortie du capteur sur l'axe x du DUT.
- Calculer la sensibilité d'axe transversal avec l'Equation (3) en utilisant la valeur de sortie du capteur sur l'axe x.

5.4.3.3.2 Procédure de mesure de la sensibilité dans la direction de l'axe z du capteur sur l'axe x

La procédure de mesure est la même que celle décrite en 5.4.3.3.1.

5.4.3.3.3 Procédure de mesure de la sensibilité dans la direction de l'axe x du capteur sur l'axe y

La procédure de mesure est la même que celle décrite en 5.4.3.3.1.

5.4.3.3.4 Procédure de mesure de la sensibilité dans la direction de l'axe z du capteur sur l'axe y

La procédure de mesure est la même que celle décrite en 5.4.3.3.1.

5.4.3.3.5 Procédure de mesure de la sensibilité dans la direction de l'axe x du capteur sur l'axe z

La procédure de mesure est la même que celle décrite en 5.4.3.3.1.

5.4.3.3.6 Procédure de mesure de la sensibilité dans la direction de l'axe y du capteur sur l'axe z

La procédure de mesure est la même que celle décrite en 5.4.3.3.1.

5.4.4 Méthode de mesure 2

5.4.4.1 Principe de mesure

5.4.4.1.1 Principe de mesure de la sensibilité d'axe transversal xy

Un écart d'angle par rapport à l'orthogonalité entre les sorties sur l'axe x et l'axe y est défini comme δ . La sensibilité d'axe transversal xy est définie comme $\tan \delta$ représentée en pourcentage.

Spécifiquement, la sensibilité d'axe transversal A_{xy} est donnée par l'équation suivante:

$$A_{xy} = \tan \delta \times 100 \quad (4)$$

$$\delta = \left\{ \arctan \left(\frac{V_{xyp} - V_{xyn}}{V_{xyp} - V_{xyn}} \right) + \arctan \left(\frac{V_{xyp} - V_{xyn}}{V_{xyp} - V_{xyn}} \right) \right\} \quad (5)$$

où

A_{xy} est la sensibilité d'axe transversal xy représentée en %;

V_{xyp} est la sortie du capteur sur l'axe x du capteur magnétique quand un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction positive de l'axe x, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;

V_{xyn} est la sortie du capteur sur l'axe x du capteur magnétique quand un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction négative de l'axe x et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;

V_{xyp} est la sortie du capteur sur l'axe y du capteur magnétique quand un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction positive de l'axe x, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;

V_{xyn} est la sortie du capteur sur l'axe y du capteur magnétique quand un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction négative de l'axe x, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;

V_{xyp} est la sortie du capteur sur l'axe x du capteur magnétique quand un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction positive de l'axe y, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;

V_{yxn}	est la sortie du capteur sur l'axe x du capteur magnétique quand un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction négative de l'axe y, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;
V_{yyp}	est la sortie du capteur sur l'axe y du capteur magnétique quand un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction positive de l'axe y, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;
V_{yyn}	est la sortie du capteur sur l'axe y du capteur magnétique quand un champ magnétique d'intensité H est appliqué dans la direction négative de l'axe y, et l'unité est 'V' représentée avec le LSB;
H	est l'intensité du champ magnétique, en A/m (voir la note ci-dessous).

NOTE La densité de flux magnétique (unité T) peut être utilisée à la place de l'intensité du champ magnétique, H .

5.4.4.1.2 Principe de mesure de la sensibilité d'axe transversal xz

Les principes de mesure de la sensibilité d'axe transversal xz sont les mêmes que ceux décrits en 5.4.4.1.1.

5.4.4.1.3 Principe de mesure de la sensibilité d'axe transversal yz

Les principes de mesure de la sensibilité d'axe transversal yz sont les mêmes que ceux décrits en 5.4.4.1.1.

5.4.4.2 Précautions de mesure

Chaque axe de la bobine doit être perpendiculaire aux autres axes.

5.4.4.3 Procédure de mesure

5.4.4.3.1 Procédure de mesure de la sensibilité d'axe transversal xy

La procédure de mesure de la sensibilité d'axe transversal xy sera la suivante.

- Régler une température ambiante.
- Appliquer une tension d'alimentation au DUT et initialiser les registres si nécessaire.
- Appliquer un champ magnétique spécifié dans la direction positive de l'axe x du DUT.
- Mesurer les sorties des capteurs sur l'axe x et sur l'axe y du DUT.
- Appliquer un champ magnétique spécifié dans la direction négative de l'axe x du DUT.
- Mesurer les sorties des capteurs sur l'axe x et sur l'axe y du DUT.
- Appliquer un champ magnétique spécifié dans la direction positive de l'axe y du DUT.
- Mesurer les sorties des capteurs sur l'axe x et sur l'axe y du DUT.
- Appliquer un champ magnétique spécifié dans la direction négative de l'axe y du DUT.
- Mesurer les sorties des capteurs sur l'axe x et sur l'axe y du DUT.
- Calculer la sensibilité d'axe transversal avec les Equations (4) et (5) en utilisant les valeurs de sortie des capteurs sur l'axe x et sur l'axe y.

5.4.4.3.2 Procédure de mesure de la sensibilité d'axe transversal xz

La procédure de mesure de la sensibilité d'axe transversal xz est la même que celle décrite en 5.4.4.3.1.

5.4.4.3.3 Procédure de mesure de la sensibilité d'axe transversal yz

La procédure de mesure de la sensibilité d'axe transversal yz est la même que celle décrite en 5.4.4.3.1.