

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Piezoelectric sensors –
Part 1: Generic specifications**

**Capteurs piézoélectriques –
Partie 1: Spécifications génériques**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63041-1:2021



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2021 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC online collection - oc.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 18 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC online collection - oc.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Piezoelectric sensors –
Part 1: Generic specifications**

**Capteurs piézoélectriques –
Partie 1: Spécifications génériques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.140

ISBN 978-2-8322-1023-7

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

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
3.1 Piezoelectric sensors	8
3.2 Types of chemical sensors	9
3.3 Types of physical sensors	9
3.4 Types of sensor modules	10
3.5 Types of sensor systems	10
4 Symbols of sensor elements	10
4.1 General	10
4.2 Symbol for sensor elements of BAW resonator type	10
4.3 Symbol for sensor elements of SAW resonator type	11
4.4 Symbol for sensor elements of SAW delay-line type	11
4.5 Symbol for sensor elements of non-acoustic type	12
4.6 Symbol for wireless SAW sensor element	12
4.7 Symbols	14
5 Specifications	14
5.1 Sensor elements	14
5.1.1 General	14
5.1.2 Sensor elements of resonator and delay-line types	14
5.1.3 Sensor elements of non-acoustic type	15
5.2 Frequency ranges	15
5.3 Level of drive or input power	15
5.4 Unwanted response	15
5.5 Analysis of measurements	15
5.6 Enclosure	16
5.7 Performance confirmation	16
5.8 Long-term and short-term stabilities	16
5.9 Transmission power	16
6 Measurement and detection methods	16
7 Delivery conditions	16
7.1 Marking	16
7.2 Wrapping	16
7.3 Packaging	17
8 Quality and reliability	17
8.1 Reuse	17
8.2 Validity of release	17
8.3 Test procedures	17
8.4 Screening requirements	17
8.5 Unchecked parameters	17
9 Test and measurement procedures	17
9.1 General	17
9.1.1 Test classification	17
9.1.2 Shipping test	17

9.1.3	Mechanical and environmental test	18
9.2	Test and measurement conditions	18
9.2.1	Standard conditions for testing	18
9.2.2	Equilibrium state	18
9.2.3	Power supply	18
9.2.4	Alternative test system	19
9.2.5	Visual inspection	19
9.3	Test conditions for shipment	19
9.3.1	Temperature dependence of frequency, phase, insertion loss/gain, motional resistance, and electric charge / voltage	19
9.3.2	Unwanted response	19
9.3.3	Shunt capacitance	19
9.3.4	Insulation resistance	20
Annex A	(normative) Measurement methods	21
A.1	General	21
A.2	Measurement methods using reflection and transmission characteristics	21
A.3	Measurement methods using oscillation circuits	22
A.4	Measurement method of non-acoustic type sensor elements and cells	23
A.5	Other measurement methods	23
Annex B	(normative) Detection methods	24
B.1	General	24
B.2	Detection methods	24
B.2.1	Frequency difference measurement	24
B.2.2	Insertion loss/gain measurement	25
B.2.3	Phase difference measurement	26
B.2.4	Other detection methods	26
Annex C	(normative) Wireless SAW sensor	27
C.1	General	27
C.2	Detection methods	27
C.2.1	General	27
C.2.2	Conceptual diagrams of wireless SAW resonator type sensor system	27
C.2.3	Conceptual diagrams of wireless SAW reflective delay-line type sensor system	27
C.2.4	Key points of detection mechanism	28
C.2.5	Technical documents	28
Bibliography		29
Figure 1	– Conceptual diagrams for sensor elements of BAW resonator type	11
Figure 2	– Symbol for sensor elements of BAW resonator type	11
Figure 3	– Conceptual diagram of sensor elements of SAW resonator type	11
Figure 4	– Symbol for sensor elements of SAW resonator type	11
Figure 5	– Conceptual diagram for sensor elements of SAW delay-line type	12
Figure 6	– Symbol for sensor elements of SAW delay-line type	12
Figure 7	– Conceptual diagrams for sensor elements of non-acoustic type	12
Figure 8	– Symbol for sensor elements of non-acoustic type	12
Figure 9	– Conceptual diagram for basic sensor elements of wireless SAW resonator type	13
Figure 10	– Symbol for basic sensor elements of wireless SAW resonator type	13

Figure 11 – Conceptual diagram for basic sensor elements of wireless SAW reflective delay-line type	13
Figure 12 – Symbol for basic sensor elements of wireless SAW reflective delay-line type	13
Figure A.1 – Measurement method using reflection characteristics of BAW resonator type sensor elements and cells	21
Figure A.2 – Measurement method using reflection characteristics of SAW resonator type sensor elements and cells	21
Figure A.3 – Measurement method using transmission characteristics of SAW delay-line type sensor elements and cells	22
Figure A.4 – Measurement method using oscillation circuit consisting of BAW resonator type sensor elements and cells	22
Figure A.5 – Measurement method using oscillation circuit consisting of SAW resonator type sensor elements and cells	22
Figure A.6 – Measurement method using oscillation circuit consisting of SAW delay-line type sensor elements and cells	23
Figure A.7 – Measurement method using amplifier consisting of non-acoustic type sensor elements and cells	23
Figure B.1 – Measurement of frequency difference using two oscillation circuits	24
Figure B.2 – Measurement of frequency difference using an oscillation circuit and frequency synthesizer	25
Figure B.3 – Conceptual diagram of piezoelectric dual mode sensor module	25
Figure B.4 – Measurement of insertion loss/gain difference using two oscillation circuits	26
Figure B.5 – Measurement of phase difference using signal generator and phase detector	26
Figure C.1 – Fundamental measurement system of wireless SAW resonator type sensor	27
Figure C.2 – Fundamental measurement system of wireless SAW reflective delay-line type sensor	28

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PIEZOELECTRIC SENSORS –**Part 1: Generic specifications****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.

IEC 63041-1 has been prepared by IEC technical committee 49: Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2017. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) the new terms "piezoelectric sensor system" and "wireless SAW sensor system" and their definitions have been added;
- b) new types of sensor modules and sensor system have been added;
- c) some symbols of sensor elements are added in Clause 4;
- d) a new Figure B.3 has been added in Annex B;
- e) Annex C has been added.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
49/1357/CDV	49/1364/RVC

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 63041 series, published under the general title *Piezoelectric sensors*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

PIEZOELECTRIC SENSORS –

Part 1: Generic specifications

1 Scope

This part of IEC 63041 applies to piezoelectric sensors of resonator, delay-line and non-acoustic types, which are used in physical and engineering sciences, chemistry and biochemistry, medical and environmental sciences, etc.

The purpose of this document is to specify the terms and definitions for piezoelectric sensors, and to make sure from a technological perspective that users understand the state-of-art piezoelectric sensors and how to use them correctly.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60027 (all parts), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050-561, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 561: Piezoelectric, dielectric and electrostatic devices and associated materials for frequency control, selection and detection*

IEC 60122-2-1, *Quartz crystal units for frequency control and selection – Part 2: Guide to the use of quartz crystal units for frequency control and selection – Section One: Quartz crystals for microprocessor clock supply*

IEC 60444-9, *Measurement of quartz crystal unit parameters – Part 9: Measurement of spurious resonances of piezoelectric crystal units*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*, available at <https://std.iec.ch/iec60617>

IEC 63041-3:2020, *Piezoelectric sensors – Part 3: Physical sensors*

ISO 2859-1:1999, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 80000-1, *Quantities and units – Part 1: General*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60027, IEC 60050-561, IEC 60617, ISO 80000-1 and the following apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

NOTE Piezoelectric sensors covered herein are those used for the detection and measurement of physical quantities, chemical substances or biological molecules.

3.1 Piezoelectric sensors

3.1.1

piezoelectric sensor element

electronic component which is able to detect physical quantities as a change in its frequency, phase, delay, electrical charge, resistance, Q-value, bandwidth, etc.

Note 1 to entry: For chemical and biochemical sensor applications, the piezoelectric sensor element includes a sensitive or receptive layer (target recognition material).

3.1.2

resonator type sensor element

piezoelectric sensor component using acoustic resonances

3.1.3

delay-line type sensor element

piezoelectric sensor component using a delay-line of surface acoustic wave (SAW) transversal filter type

3.1.4

non-acoustic type sensor element

piezoelectric sensor component using the electrical charge induced by a quasi-static force, torque or the like

Note 1 to entry: Here, the term, "non-acoustic", represents "quasi-static piezoelectric". Accordingly, the (piezoelectric) non-acoustic type sensor element means a sensor element using the quasi-static piezoelectric effect.

3.1.5

piezoelectric sensor cell

sensor element equipped with necessary mechanical accessories and attachments to correctly detect the parameters to be measured

3.1.6

piezoelectric sensor module

sensor element or cell equipped with electronic accessories for interfacing to external data acquisitions

3.1.7

piezoelectric sensor system

organized system including detection, amplification of detected value, communication with other equipment and analysis of detected value

Note 1 to entry: Here, these functions cooperate mutually.

3.1.8

piezoelectric sensor

generic term that includes a sensor element, cell, module and system

3.1.9**QCM****quartz crystal microbalance**

one of the families of chemical and biochemical sensors using crystal resonators

Note 1 to entry: A thickness shear mode (TSM) sensor is identical with a QCM.

3.2 Types of chemical sensors**3.2.1****piezoelectric chemical sensor element**

piezoelectric sensor component including a sensitive layer (target recognition material), which is necessary for the practical measurement of simple non-biological molecules in quantity, and which works and detects chemical substances mainly in the gas phase

Note 1 to entry: A gas sensor element is one of the chemical sensor elements.

3.2.2**piezoelectric biochemical sensor element**

piezoelectric sensor component including a receptive layer (target recognition material), which is necessary for the practical measurement of complex biological molecules in quantity, and which works mainly in aqueous media and detects biomolecules therein

3.3 Types of physical sensors**3.3.1****piezoelectric force sensor element**

piezoelectric sensor component whose resonance frequency, delay or electrical charge/voltage is used for force measurement

3.3.2**piezoelectric pressure sensor element**

piezoelectric sensor component whose resonance frequency, delay or electrical charge/voltage is used for pressure measurement

3.3.3**piezoelectric torque sensor element**

piezoelectric sensor component whose resonance frequency, delay or electrical charge/voltage is used for torque measurement

3.3.4**piezoelectric viscosity sensor element**

piezoelectric sensor component whose resonance frequency, delay or insertion loss/gain is used for viscosity measurement

3.3.5**piezoelectric temperature sensor element**

piezoelectric sensor component whose resonance frequency or delay is used for temperature measurement

3.3.6**piezoelectric film-thickness sensor element**

piezoelectric sensor component whose resonance frequency is used for film-thickness measurement

3.4 Types of sensor modules

3.4.1

wireless SAW sensor module

piezoelectric sensor element or cell equipped with an antenna for wirelessly connecting with interrogation unit

Note 1 to entry: Here, the resonator and delay line type elements of the SAW are used for the piezoelectric sensor element or cell.

3.4.2

dual mode sensor module

dual mode sensor element or cell equipped with circuit units for temperature compensation and electronic accessories for interfacing to external data acquisitions

Note 1 to entry: Dual mode sensor is a piezoelectric sensor which is able to detect physical quantities from a change in resonance frequencies of two independent modes on a single piezoelectric plate (see IEC 63041-3:2020, 3.1.5).

3.5 Types of sensor systems

3.5.1

wireless SAW sensor system

generic term that includes wireless SAW sensors and reader unit for sending and receiving RF signals

SEE: Annex C.

3.5.2

dual mode sensor system

generic term that includes dual mode quartz crystal sensor modules, electric device, PC, memory, wired or wireless devices, software, etc.

4 Symbols of sensor elements

4.1 General

Figures 1 to 6 show the conceptual diagrams and defined symbols for sensor elements of bulk acoustic wave (BAW) resonator, SAW resonator and SAW delay-line types. The symbols are essentially the same as those given in IEC 60122-1, IEC 61019-1 and IEC 60862-1.

Figure 7 and Figure 8 show the conceptual diagram and defined symbol for sensor elements of non-acoustic type.

Figures 9 to 12 show the conceptual diagram and defined symbol for sensor elements of wireless SAW resonator and SAW delay-line types. This is shown in Annex C.

NOTE The diagonal line in Figure 2, Figure 4, Figure 6, Figure 8, Figure 10 and Figure 12 shows an emblem expressing changes in objects to be measured.

For letter symbols (see 4.7) showing the types of sensors, these symbols should be defined in the circle at the upper right corner of Figure 2, Figure 4, Figure 6, Figure 8, Figure 10 and Figure 12, and for each sensor application.

4.2 Symbol for sensor elements of BAW resonator type

Figure 1 shows the conceptual diagrams for sensor elements of BAW resonator type from which a mounting portion is omitted. Figure 2 shows the symbol for sensor elements of BAW resonator type.

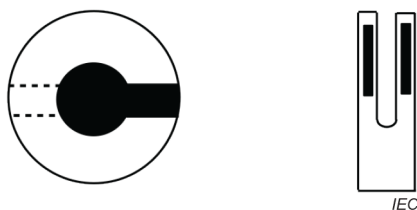


Figure 1 – Conceptual diagrams for sensor elements of BAW resonator type

NOTE Figure 1 shows examples of disk type and tuning fork type sensor elements.

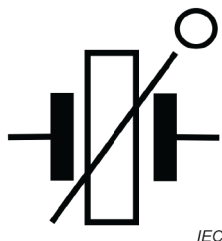


Figure 2 – Symbol for sensor elements of BAW resonator type

4.3 Symbol for sensor elements of SAW resonator type

Figure 3 and Figure 4 show, respectively, the conceptual diagram and symbol for sensor elements of SAW resonator type.

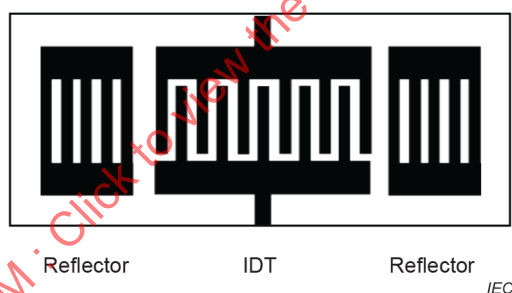


Figure 3 – Conceptual diagram of sensor elements of SAW resonator type

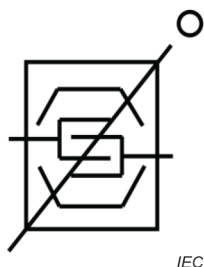


Figure 4 – Symbol for sensor elements of SAW resonator type

4.4 Symbol for sensor elements of SAW delay-line type

Figure 5 and Figure 6 show, respectively, the conceptual diagram and symbol for sensor elements of SAW delay-line type.

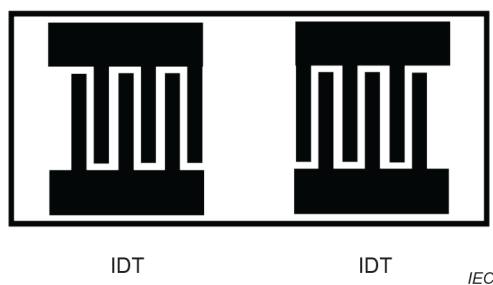


Figure 5 – Conceptual diagram for sensor elements of SAW delay-line type

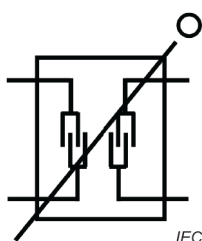


Figure 6 – Symbol for sensor elements of SAW delay-line type

4.5 Symbol for sensor elements of non-acoustic type

Figure 7 shows the conceptual diagrams for sensor elements of non-acoustic type from which a mounting portion is omitted. Figure 8 shows the symbol for sensor elements of non-acoustic type.



Figure 7 – Conceptual diagrams for sensor elements of non-acoustic type

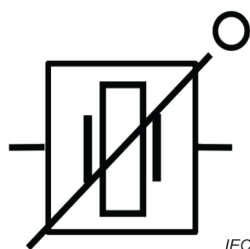
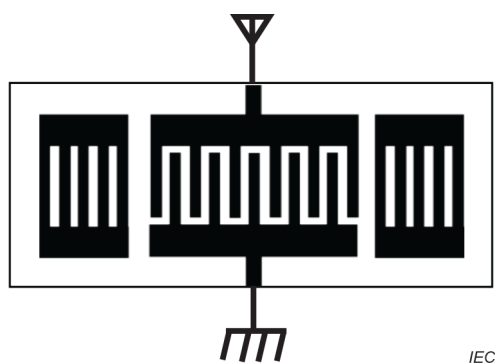


Figure 8 – Symbol for sensor elements of non-acoustic type

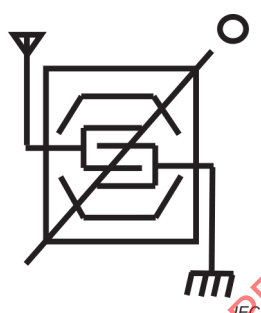
4.6 Symbol for wireless SAW sensor element

Figures 9 to 12 show, respectively, the conceptual diagram and symbol for sensor elements of wireless SAW resonator and delay-line type.



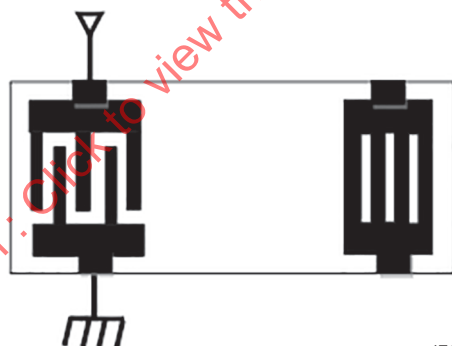
IEC

Figure 9 – Conceptual diagram for basic sensor elements of wireless SAW resonator type



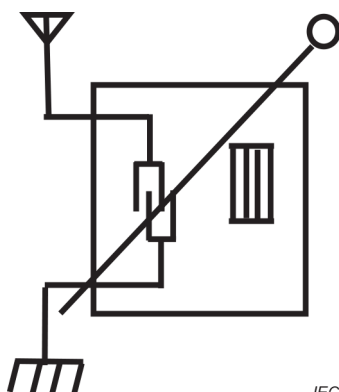
IEC

Figure 10 – Symbol for basic sensor elements of wireless SAW resonator type



IEC

Figure 11 – Conceptual diagram for basic sensor elements of wireless SAW reflective delay-line type



IEC

Figure 12 – Symbol for basic sensor elements of wireless SAW reflective delay-line type

NOTE Patch antenna is a type of low-profile wireless antenna that can be mounted on a flat surface and is connected to the SAW element and cells.

4.7 Symbols

The symbols put in the circle at the upper right corner in Figure 2, Figure 4, Figure 6, Figure 8, Figure 10 and Figure 12 are defined below (see the ISO 80000 series):

- a) film-thickness: d ;
- b) force: F ;
- c) mass: m ;
- d) density: ρ ;
- e) pressure: P ;
- f) temperature: T ;
- g) torque: τ ;
- h) viscosity: ν .

In chemical, biochemical and gas sensor applications, antigen-antibody or chemical reaction occurs between the sensitive or receptive layer and target substances, which is detected as a change in mass density, viscosity or shear modulus of the sensitive or receptive layer. Accordingly, the following specific symbols are defined for biochemical, chemical and gas sensor elements:

- i) biochemical: Bi;
- j) chemical: Ch;
- k) gas: Ga.

5 Specifications

5.1 Sensor elements

5.1.1 General

In consideration of the target sensitivity, dynamic range or the like, the specifications of sensor elements and cells shall be determined. They should be defined clearly in the contract to be concluded between the manufacturer and customers.

Subclauses 5.1.2 and 5.1.3 present key points to be described in the specifications. These elements should be specified numerically unless confidential technological information is concerned.

5.1.2 Sensor elements of resonator and delay-line types

Sensor elements of resonator and delay-line types include the following:

- a) range of measurand;
- b) sensitivity of output signal with respect to measurand;
- c) nominal frequency;
- d) frequency tolerance;
- e) parameters of equivalent circuit;
- f) operating temperature range;
- g) unwanted response;
- h) level of drive or input power;
- i) insertion loss/gain;

- j) delay time (for sensor elements of SAW delay-line type);
- k) phase response;
- l) piezoelectric material, cut angle, or the like;
- m) electrode material, dimension, shape, structure or the like;
- n) mounting material, dimension, shape, structure or the like;
- o) dimensions of enclosure, or name, model number or the like corresponding thereto;
- p) category of environmental test;
- q) others.

5.1.3 Sensor elements of non-acoustic type

Sensor elements of non-acoustic type include the following:

- a) operating temperature range;
- b) piezoelectric material, cut angle, dimension, shape, structure or the like;
- c) electrode material, dimension, shape, structure or the like;
- d) mounting material, dimension, shape, structure or the like;
- e) dimensions of enclosure, or name, model number or the like corresponding thereto;
- f) category of environmental test;
- g) others.

5.2 Frequency ranges

The frequency range applied herein should be 10 kHz to 10 GHz.

When one of the higher-order overtones is used or the frequency deviates from the specified range, the manufacturer and customer shall consult, and the results shall clearly be defined in the contract.

NOTE The frequency ranges for sensor elements of non-acoustic type are not defined.

5.3 Level of drive or input power

For sensor elements and cells, the level of drive or input power shall be limited so that an influence of "heat generation" or a "non-linear effect" does not deteriorate their performance.

NOTE The level of drive or input power for non-acoustic type sensor elements is not defined.

5.4 Unwanted response

Unwanted responses shall be measured based on IEC 60444-9. This rule shall be applied only to sensor elements of BAW resonator type.

According to IEC 60122-2-1, the ratio of the motional resistance R_N for the unwanted response to R_1 for the main response ($N = R_N/R_1$) shall be two and a half times or more.

NOTE Conceptually, the sensitivity increases with an increase in the electrode area, which reduces the ratio of R_N/R_1 . Under this situation, unwanted responses affect the main response, and sensor elements of BAW resonator type occasionally oscillate, caused by the unwanted response.

5.5 Analysis of measurements

Electronic circuits and measuring instruments are generally used in sensor systems. The output signals such as frequency, phase, insertion loss/gain, electrical charge / voltage, etc., and their response functions and graphs are obtained as system data.

The rule on how to apply this system data to data analyses shall clearly be defined in the contract to be concluded between the manufacturer and customer, or in individual specifications.

NOTE The response function based on the linear response theory is effective in the analysis of acoustic wave sensor elements and cells of resonator and delay-line types. For example, it is possible for the frequency response to predict the resonant response levels of the acoustic wave sensor.

5.6 Enclosure

Holder specifications shall be clearly defined in the contract to be concluded between the manufacturer and customer, or in individual specifications.

5.7 Performance confirmation

The basic performance of sensor elements and cells such as the minimum and maximum detection limits, dynamic range, sensitivity, etc. should be specified.

5.8 Long-term and short-term stabilities

At the time of the measurement, attention should be paid to long-term stability as well as to short-term stability affected by a background noise such as an electronic and/or foreign noise.

The specifications for long-term and short-term stabilities shall clearly be defined in the contract to be concluded between the manufacturer and customer, or in individual specifications.

NOTE The long-term and short-term stabilities for sensor elements of non-acoustic type are not defined.

5.9 Transmission power

Transmit power and communication distance are related to the electric field strength of wireless SAW sensor systems. This should be dealt with in accordance with the country specific radio laws and regulations.

6 Measurement and detection methods

Required measurement and detection methods are shown in Annex A to Annex C.

7 Delivery conditions

7.1 Marking

The content to be marked should be selected at least out of the following items. Moreover, the marking shall be made at the place from which sensor elements and cells can easily be viewed to the greatest extent possible. If such a place is unavailable, the marking shall be made on a packing plane.

- a) type designation as defined in the detailed specifications;
- b) year and week (four digits) of manufacture, or serial number;
- c) factory identification code;
- d) name of manufacturer or trademark;
- e) country of production;
- f) mark of conformity (unless a certificate of conformity is used).

7.2 Wrapping

In the wrapping of sensor elements and cells, sealing is desirable. Moreover, vacuum wrapping must also be taken into consideration. This rule shall be clearly defined in the contract to be concluded between the manufacturer and customer, or in individual specifications.

7.3 Packaging

The packaging specifications shall be clearly defined in the contract to be concluded between the manufacturer and customer, or in individual specifications.

8 Quality and reliability

8.1 Reuse

Reuse of sensor elements and cells shall be clearly defined in the contract to be concluded between the manufacturer and customer, or in individual specifications.

8.2 Validity of release

Inspection before shipment and re-inspection when the products are stored for a predetermined period of time and then shipped, shall be clearly defined in the contract to be concluded between the manufacturer and customer, or in individual specifications.

8.3 Test procedures

Test procedures to be used shall be selected from this document. If any required test is not found, then it shall be defined in detailed individual specifications.

8.4 Screening requirements

Where screening by the customer is required for sensor elements and cells, this shall be defined in the detailed individual specifications.

8.5 Unchecked parameters

Only those parameters of sensor elements and cells which have been described in detailed specifications and which were subjected to testing can be assumed to be within the specified limits. It should not be assumed that any parameter not specified will remain unchanged from one sensor element and cell to another. Should it be necessary for further unchecked parameters to be verified, then new, more extensive and detailed specifications should be prepared. The additional test method(s) shall be fully described with appropriate limits, AQLs and inspection levels specified (see ISO 2859-1).

9 Test and measurement procedures

9.1 General

9.1.1 Test classification

The tests are classified into tests for shipping products, and mechanical and environmental tests for confirming the reliability of products.

9.1.2 Shipping test

The test is conducted to confirm whether sensor elements and cells maintain the state satisfying the contract between the manufacturer and customer when unsealed sensor elements are shipped. The following shall be clearly defined in the contract between the manufacturer and customer, or individual specifications.

- a) When the specifications can presumably be sufficiently ensured, no inspection or sampling inspection shall be allowed.
- b) When inspections are required, all sensor elements and cells shall be inspected.

9.1.3 Mechanical and environmental test

9.1.3.1 General

Tests should be conducted to confirm whether or not sensor elements and cells have predetermined performances. Regarding test samples, those sealed into enclosures shall be used. When no sealing is required, however, such samples may also be used.

9.1.3.2 Test samples

With regard to all test samples, the sensor elements and cells which maintain the state meeting the contract between the manufacturer and customer shall be used. Selection of the test sample shall be clearly defined in the contract between the manufacturer and customer, or in individual specifications.

9.1.3.3 Test items

Test items such as vibration, shock, thermal shock, heat resistance, bump, salt fog, ageing, bending of enclosure and the like are strongly dependent upon the requirement specifications of sensor elements and cells. Therefore, the test items shall be discussed between the manufacturer and customer, and shall be settled by the contract.

9.2 Test and measurement conditions

9.2.1 Standard conditions for testing

Unless otherwise specified, all of electrical tests shall be conducted under the following conditions;

- temperature 15 °C to 35 °C;
- relative humidity 45 % to 75 %;
- atmosphere 86 kPa to 106 kPa (860 mbar to 1 060 mbar).

If any doubt may arise, the following conditions shall be applied;

- temperature 25 °C $\pm$ 2 °C;
- relative humidity 48 % to 52 %;

Before starting the measurement, the test samples shall be stored at the measurement (inspection) temperature for a period of time enough to reach the thermal equilibrium state. The ambient temperature during the measurement shall be recorded in the test report.

9.2.2 Equilibrium state

Unless otherwise specified, all of the electrical tests shall be conducted under an equilibrium state. In the case where the test state causes significant time dependence on the measurement of characteristics, a means for compensating such dependence shall be specified.

9.2.3 Power supply

When the oscillation method (see Clause A.3) is employed, a direct current power supply to be used for testing samples should have no ripples which influence the measurement accuracies required. An alternate current power supply shall have no transient response characteristics. When the ripples and transient response characteristics influence the measurement, such an influence shall clearly be described in individual standards.

9.2.4 Alternative test system

Measurement shall be conducted according to specified methods as much as possible. If there is no doubt, another method by which equivalent results are expected may be applied.

NOTE "Equivalent" means that the measured values obtained by the alternative test method are correlated to the specified method.

9.2.5 Visual inspection

9.2.5.1 General

Unless otherwise specified, external visual examination shall be performed under normal factory lighting and visual conditions.

9.2.5.2 Visual test A

The test samples shall visually be examined to ensure that the condition, workmanship and finish are satisfactory. The marking shall be legible.

9.2.5.3 Visual test B

The test samples should visually be examined under the lighting condition of ten times the normal condition. There shall be no cracks in the glass (base, cover, etc.) or damages to the terminations. Minute flaking around the feather edge of a meniscus shall not be considered a crack.

9.2.5.4 Visual test C

The test samples shall visually be examined. There shall be no corrosion or other deterioration likely to impair satisfactory operation. The marking shall be legible.

9.3 Test conditions for shipment

9.3.1 Temperature dependence of frequency, phase, insertion loss/gain, motional resistance, and electric charge / voltage

The performance of the test samples shall be measured under stepwise changing temperature over the specified range.

The shipment test shall be conducted either at ordinary temperature or according to the specification settled in the contract to be concluded between the manufacturer and customer.

9.3.2 Unwanted response

The measurement of unwanted response shall be applied to sensor elements and cells of quartz crystal BAW resonator type (see 5.4).

9.3.3 Shunt capacitance

Based on the contract of the manufacture and customer, when testing the shunt capacitance C_0 should be tested at a frequency far below the fundamental resonance frequency at which sensor elements are not badly affected by acoustic responses.

NOTE The shunt capacitance for sensor elements of non-acoustic type is not defined.

9.3.4 Insulation resistance

The insulation resistance measurement using DC voltage and its conditions shall be discussed between the manufacturer and customer, and shall be settled by the contract.

The insulation resistance shall be larger than the value specified in the relevant detailed specification.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63041-1:2021

Annex A (normative)

Measurement methods

A.1 General

Annex A applies to measurement methods and systems for quality management of piezoelectric sensor elements and cells.

A.2 Measurement methods using reflection and transmission characteristics

Figure A.1, Figure A.2 and Figure A.3 show the measurement methods using the reflection and transmission characteristics, respectively, for sensor elements and cells of BAW and SAW resonator types, and SAW delay-line type. The methods are basically defined in IEC 60444-1, IEC 60444-5, IEC 61019-1.

NOTE The part surrounded by the broken line in Figures A.1 to A.3 represents the test fixture.

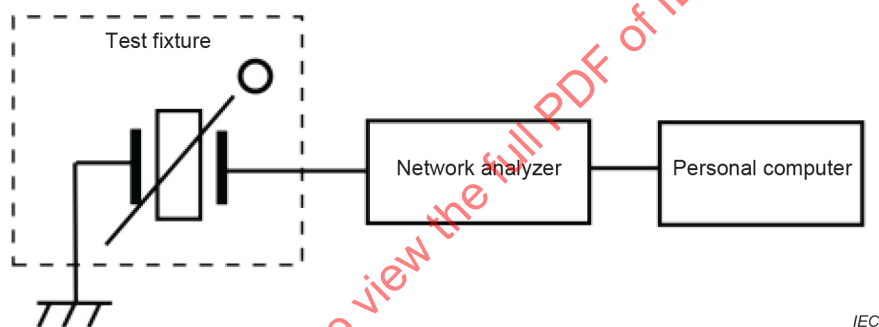


Figure A.1 – Measurement method using reflection characteristics of BAW resonator type sensor elements and cells

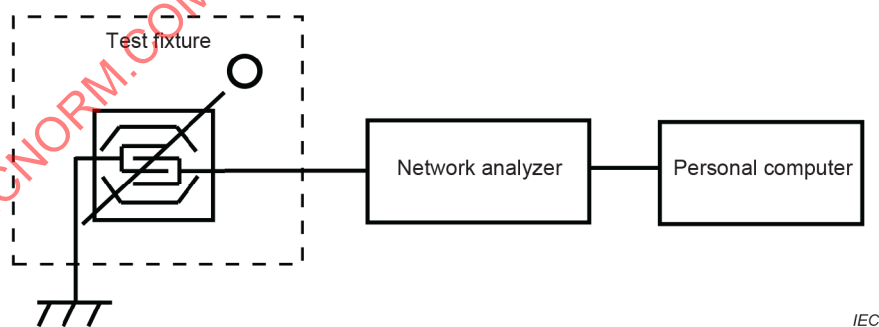


Figure A.2 – Measurement method using reflection characteristics of SAW resonator type sensor elements and cells

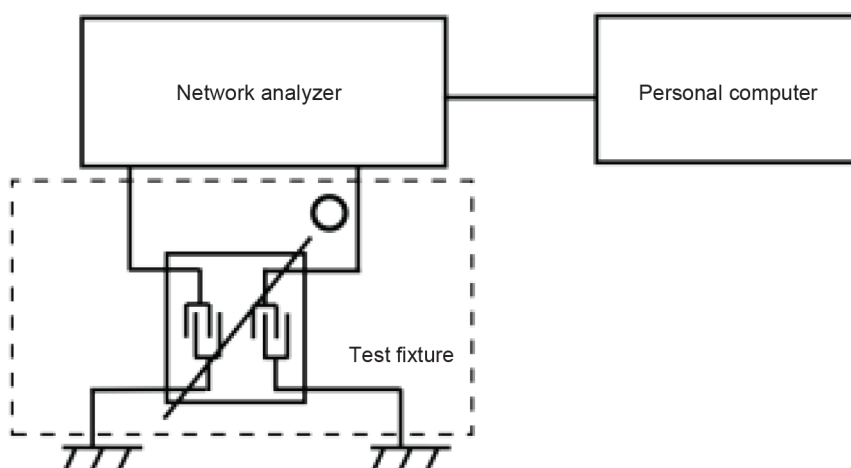


Figure A.3 – Measurement method using transmission characteristics of SAW delay-line type sensor elements and cells

A.3 Measurement methods using oscillation circuits

For a simplified measurement of frequency, the block diagrams of the oscillation method are shown in Figure A.4, Figure A.5 and Figure A.6.

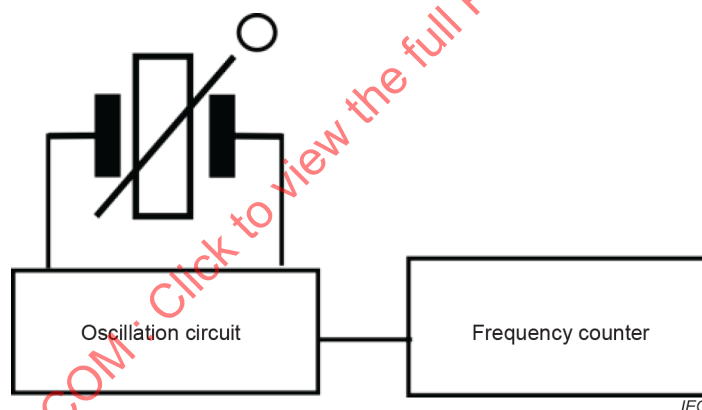


Figure A.4 – Measurement method using oscillation circuit consisting of BAW resonator type sensor elements and cells

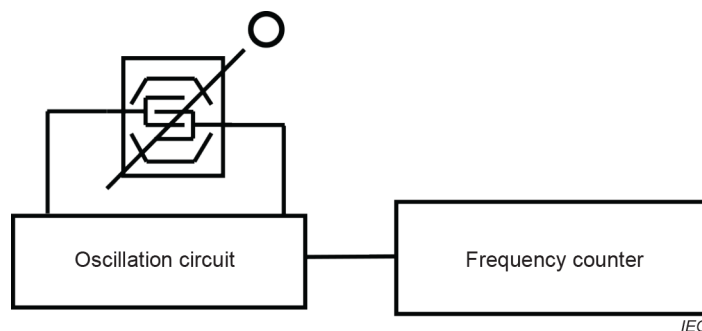


Figure A.5 – Measurement method using oscillation circuit consisting of SAW resonator type sensor elements and cells

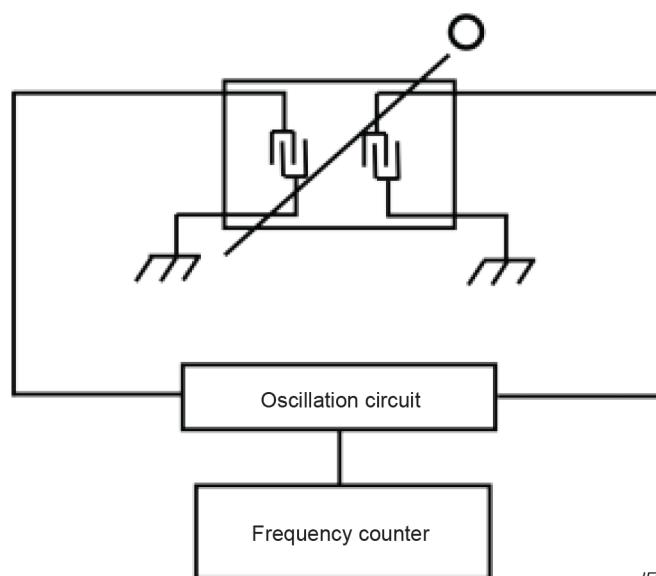


Figure A.6 – Measurement method using oscillation circuit consisting of SAW delay-line type sensor elements and cells

A.4 Measurement method of non-acoustic type sensor elements and cells

The block diagram for a simplified measurement of electric charge/voltage is shown in Figure A.7.

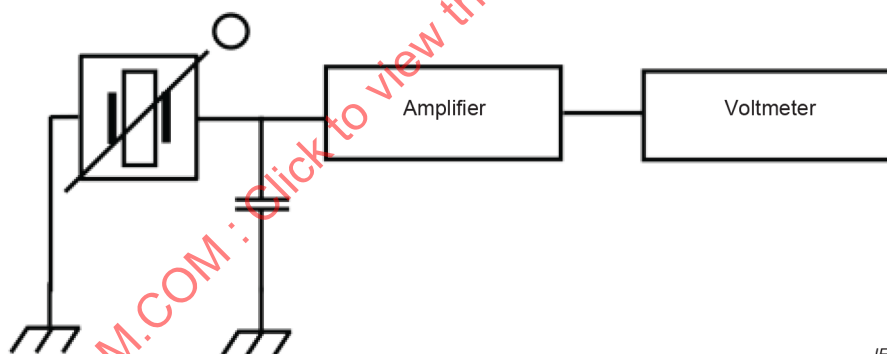


Figure A.7 – Measurement method using amplifier consisting of non-acoustic type sensor elements and cells

A.5 Other measurement methods

Other measurement methods shall clearly be defined in the contract to be concluded between the manufacturer and customer, or in individual specifications.

Annex B (normative)

Detection methods

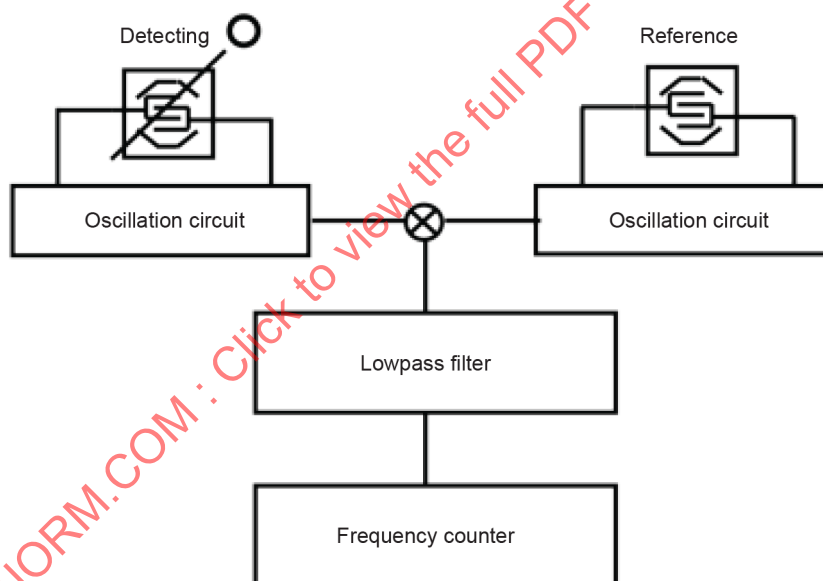
B.1 General

Annex B describes some basic methods of utilizing piezoelectric sensor elements and cells of resonator and delay-line types. The output of the sensor elements and cells is obtained as a change in their frequency, phase, delay, insertion loss/gain, etc. in response to detected physical quantities or chemical and biochemical reactions. Accordingly, the detection is conventionally carried out by the following methods.

B.2 Detection methods

B.2.1 Frequency difference measurement

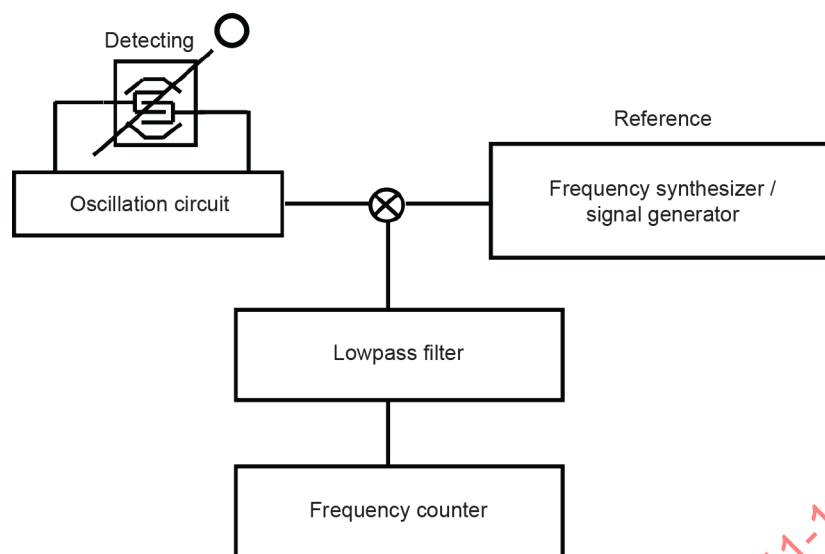
The method measures a frequency difference between the two signals generated by the oscillation circuits employing the detecting and reference sensor elements and cells as shown in Figure B.1.



IEC

Figure B.1 – Measurement of frequency difference using two oscillation circuits

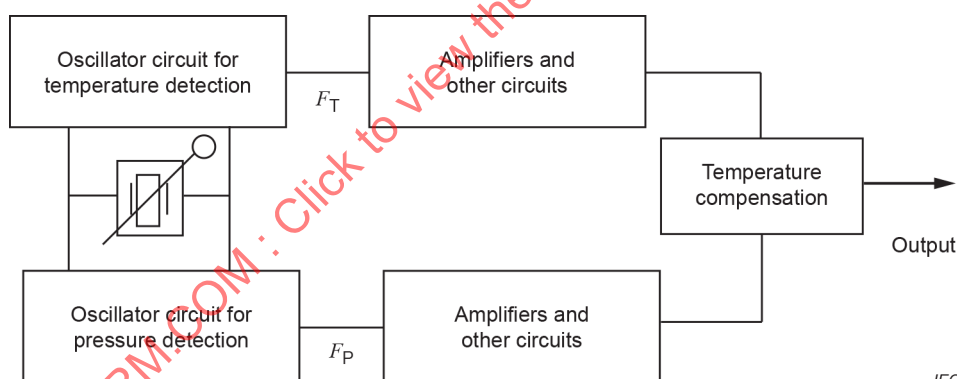
A frequency synthesizer may be used as a source of the reference frequency as shown in Figure B.2.



IEC

Figure B.2 – Measurement of frequency difference using an oscillation circuit and frequency synthesizer

Piezoelectric resonators have several vibration modes with different characteristics that can be used to connect two oscillator circuits to one piezoelectric sensor element, as shown in Figure B.3. In this figure, two oscillation frequencies with different characteristics can be obtained, and the difference of two oscillation frequencies is the output frequency of the piezoelectric dual mode sensor module.



IEC

Figure B.3 – Conceptual diagram of piezoelectric dual mode sensor module

NOTE Quartz crystal sensor elements and cells have many vibration modes, and the main vibration mode is used for the main measurement target. Figure B.3 shows an example of a pressure measurement system. The frequency change of the temperature sensor part is used to compensate the unexpected error of the measurement frequency due to the temperature change of the sensor element.

B.2.2 Insertion loss/gain measurement

If an automatic gain control circuit is added, then the measurement of a change in insertion loss/gain is made possible for the oscillation signal of the detecting sensor elements and cells (see Figure B.4).

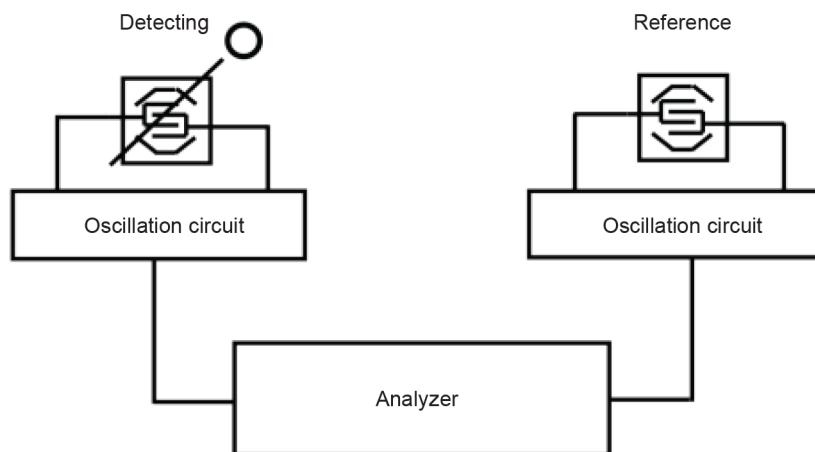


Figure B.4 – Measurement of insertion loss/gain difference using two oscillation circuits

B.2.3 Phase difference measurement

For delay-line type sensor elements and cells, a phase difference between the input and output signals is measured, as shown in Figure B.5.

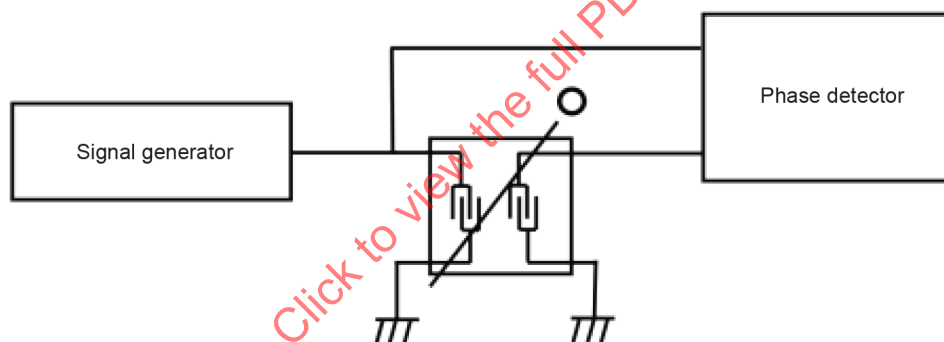


Figure B.5 – Measurement of phase difference using signal generator and phase detector

B.2.4 Other detection methods

The measurement methods shown in Figures A.1 to A.7 may be also used as detection methods.

Annex C (normative)

Wireless SAW sensor

C.1 General

Annex C describes some basic methods of utilizing piezoelectric sensor elements and cells of resonator and delay-line types.

C.2 Detection methods

C.2.1 General

The output of the sensor elements and cells are obtained as a change in their frequency, phase, delay, amplitude, etc. in response to detected physical quantities.

C.2.2 Conceptual diagrams of wireless SAW resonator type sensor system

Figure C.1 shows the wireless SAW resonator type sensor system that mainly measures the frequency. The physical properties determined from change in frequency are temperature, pressure, strain, etc.

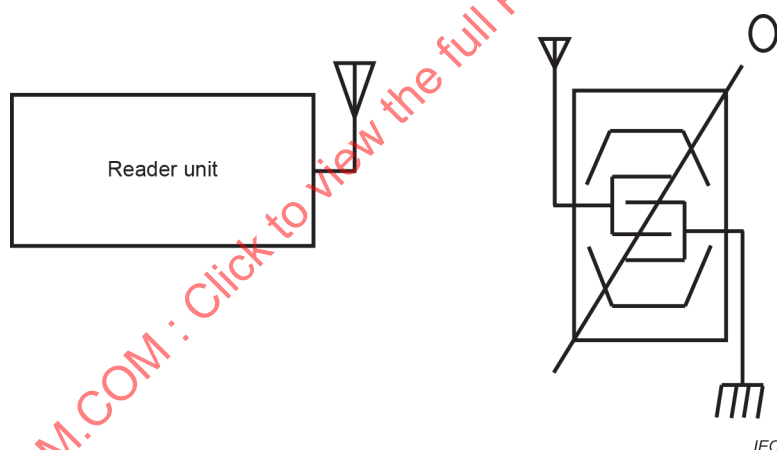


Figure C.1 – Fundamental measurement system of wireless SAW resonator type sensor

C.2.3 Conceptual diagrams of wireless SAW reflective delay-line type sensor system

Figure C.2 shows the wireless SAW reflective delay-line type that measures phase, delay, amplitude, etc. See 4.2 and Figure 4 of IEC 63041-3:2020.

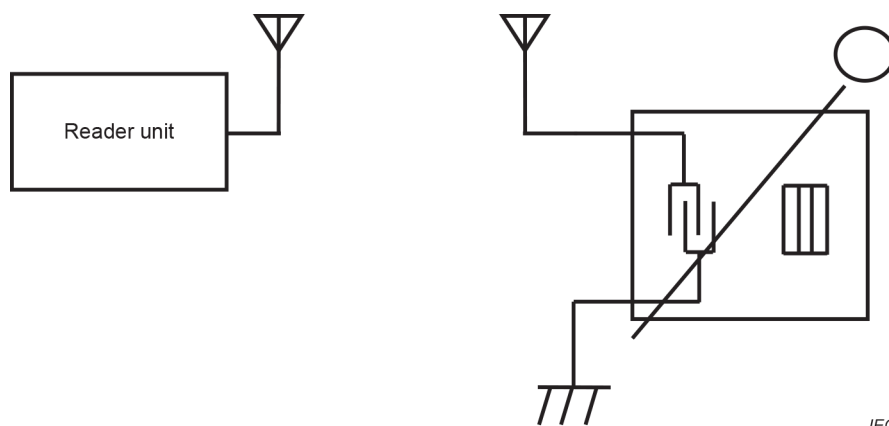


Figure C.2 – Fundamental measurement system of wireless SAW reflective delay-line type sensor

C.2.4 Key points of detection mechanism

When a signal is transmitted from the reader unit to the wireless SAW sensor element or cell, the antenna connected to this sensor element or cell receives this signal, and the surface acoustic wave is generated in this sensor element or cell.

For example, in the case of Figure C.2, the surface acoustic wave of the sensor element or cell is reflected by the reflector electrode, this reflected wave is converted into a signal by the IDT, and returns to the reader unit via the antenna. This reflected wave changes when the measurement value of the sensor element or cell changes. As a result, the signal returned to the reader unit changes.

C.2.5 Technical documents

The following items a) to d) shall clearly be defined in the specifications to be concluded between the manufacturer and customers:

- a) selection of measurement system (resonator type or delay-line type).
- b) parameters to be detected such as frequency, phase, delay and amplitude.
- c) distance between reader antenna and SAW sensor antenna.
- d) other.

Bibliography

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60122-1, *Quartz crystal units of assessed quality – Part 1: Generic specification*

IEC 60642, *Piezoelectric ceramic resonators and resonator units for frequency control and selection – Chapter I: Standard values and conditions – Chapter II: Measuring and test conditions*

IEC 60444-1, *Measurement of quartz crystal unit parameters by zero phase technique in a pi network – Part 1: Basic method for the measurement of resonance frequency and resonance resistance of quartz crystal units by zero phase technique in a pi-network*

IEC 60444-5, *Measurement of quartz crystal unit parameters – Part 5: Methods for the determination of equivalent electrical parameters using automatic network analyzer techniques and error correction*

IEC 60679 (all parts), *Piezoelectric, dielectric and electrostatic oscillators of assessed quality*

IEC 60689, *Measurements and test methods for tuning fork quartz crystal units in the range from 10 kHz to 200 kHz and standard values*

IEC 60758:2016, *Synthetic quartz crystal – Specifications and guidelines for use*

IEC 60862-1, *Surface acoustic wave (SAW) filters of assessed quality – Part 1: Generic specification*

IEC 61019-1, *Surface acoustic wave (SAW) resonators – Part 1: Generic specification*

IEC 61240:2016, *Piezoelectric devices – Preparation of outline drawings of surface-mounted devices (SMD) for frequency control and selection – General rules*

IEC 61760 (all parts), *Surface mounting technology*

IEC 61837 (all parts), *Surface mounted piezoelectric devices for frequency control and selection – Standard outlines and terminal lead connections*

IEC TS 61994 (all parts), *Piezoelectric and dielectric devices for frequency control and selection – Glossary*

IEC 62276:2016, *Single crystal wafers for surface acoustic wave (SAW) device applications – Specifications and measuring methods*

IEC 63041-2, *Piezoelectric sensors – Part 2: Chemical and biochemical sensors*

ISO 80000 (all parts), *Quantities and units*

A. Benjaminson and S. Stallings, A Microcomputer-Compensated Crystal Oscillator Using Dual-Mode Resonator, Proc. 43rd Annual Symposium on Frequency Control, pp. 20-26, 1989.

J. R. Vig, Dual-mode Oscillators for Clocks and Sensors, Proc. 1999 IEEE International Ultrasonics Symposium

N. Matsumoto, Y. Sudo, B. Sinha and M. Niwa, Long-term stability and performance characteristics of crystal gauge at high pressures and temperatures, Proc. 1999 IEEE International Frequency Control Symposium

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63041-1:2021

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63041-1:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	35
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	37
3 Termes et définitions	37
3.1 Capteurs piézoélectriques	38
3.2 Types de capteurs chimiques	39
3.3 Types de capteurs physiques	39
3.4 Types de modules de capteurs	40
3.5 Types de systèmes de capteurs	40
4 Symboles des éléments de capteurs	40
4.1 Généralités	40
4.2 Symbole des éléments de capteurs de type résonateur à OAV	41
4.3 Symbole des éléments de capteurs de type résonateur à OAS	41
4.4 Symbole des éléments de capteurs de type à ligne à retard à OAS	42
4.5 Symbole des éléments de capteurs de type non acoustique	42
4.6 Symbole des éléments de capteur à OAS sans fil	42
4.7 Symboles	44
5 Spécifications	44
5.1 Éléments de capteurs	44
5.1.1 Généralités	44
5.1.2 Éléments de capteurs de type résonateur et de type à ligne à retard	45
5.1.3 Éléments de capteurs de type non acoustique	45
5.2 Plages de fréquences	45
5.3 Niveau d'excitation ou puissance d'entrée	46
5.4 Réponse indésirable	46
5.5 Analyse des mesurages	46
5.6 Enveloppe	46
5.7 Confirmation des performances	46
5.8 Stabilités à long et court termes	46
5.9 Puissance de transmission	47
6 Méthodes de mesure et de détection	47
7 Conditions de livraison	47
7.1 Marquage	47
7.2 Conditionnement	47
7.3 Emballage	47
8 Qualité et fiabilité	47
8.1 Réutilisation	47
8.2 Validité de transaction	47
8.3 Modes opératoires d'essai	47
8.4 Exigences de sélection	48
8.5 Paramètres non vérifiés	48
9 Modes opératoires d'essai et de mesure	48
9.1 Généralités	48
9.1.1 Classification des essais	48
9.1.2 Essai d'expédition	48

9.1.3	Essai mécanique et d'environnement	48
9.2	Conditions d'essai et de mesure	49
9.2.1	Conditions d'essai normalisées	49
9.2.2	État d'équilibre	49
9.2.3	Alimentation	49
9.2.4	Système d'essai alternatif	49
9.2.5	Examen visuel	49
9.3	Conditions d'essai d'expédition	50
9.3.1	Dépendance à la température de la fréquence, de la phase, de la perte/du gain d'insertion, de la résistance dynamique et de la charge/tension électrique	50
9.3.2	Réponse indésirable	50
9.3.3	Capacité parallèle	50
9.3.4	Résistance d'isolement	50
Annexe A (normative)	Méthodes de mesure	51
A.1	Généralités	51
A.2	Méthodes de mesure qui utilisent les caractéristiques de réflexion et de transmission	51
A.3	Méthodes de mesure qui utilisent des circuits oscillants	52
A.4	Méthode de mesure des éléments et cellules de capteur de type non acoustique	53
A.5	Autres méthodes de mesure	53
Annexe B (normative)	Méthodes de détection	54
B.1	Généralités	54
B.2	Méthodes de détection	54
B.2.1	Mesurage de la différence de fréquence	54
B.2.2	Mesurage de la perte/du gain d'insertion	55
B.2.3	Mesurage de la différence de phase	56
B.2.4	Autres méthodes de détection	56
Annexe C (normative)	Capteur à OAS sans fil	57
C.1	Généralités	57
C.2	Méthodes de détection	57
C.2.1	Généralités	57
C.2.2	Schémas conceptuels d'un système de capteur de type résonateur à OAS sans fil	57
C.2.3	Schémas conceptuels d'un système de capteur de type à ligne à retard à réflexion d'OAS sans fil	57
C.2.4	Points essentiels du mécanisme de détection	58
C.2.5	Documents techniques	58
Bibliographie		59
Figure 1	– Schémas conceptuels des éléments de capteurs de type résonateur à OAV	41
Figure 2	– Symbole des éléments de capteurs de type résonateur à OAV	41
Figure 3	– Schéma conceptuel des éléments de capteurs de type résonateur à OAS	41
Figure 4	– Symbole des éléments de capteurs de type résonateur à OAS	41
Figure 5	– Schéma conceptuel des éléments de capteurs de type à ligne à retard à OAS	42
Figure 6	– Symbole des éléments de capteurs de type à ligne à retard à OAS	42
Figure 7	– Schémas conceptuels des éléments de capteurs de type non acoustique	42

Figure 8 – Symbole des éléments de capteurs de type non acoustique	42
Figure 9 – Schéma conceptuel des éléments de capteurs fondamentaux de type résonateur à OAS sans fil	43
Figure 10 – Symbole des éléments de capteurs fondamentaux de type résonateur à OAS sans fil.....	43
Figure 11 – Schéma conceptuel des éléments de capteurs fondamentaux de type à ligne à retard à réflexion d'OAS sans fil	43
Figure 12 – Symbole pour les éléments de capteurs fondamentaux de type à ligne à retard à réflexion d'OAS sans fil.....	44
Figure A.1 – Méthode de mesure qui utilise les caractéristiques de réflexion des éléments et cellules de capteur de type résonateur à OAV	51
Figure A.2 – Méthode de mesure qui utilise les caractéristiques de réflexion des éléments et cellules de capteur de type résonateur à OAS	51
Figure A.3 – Méthode de mesure qui utilise les caractéristiques de transmission des éléments et cellules de capteur de type à ligne à retard à OAS.....	52
Figure A.4 – Méthode de mesure qui utilise un circuit oscillant composé d'éléments et cellules de capteur de type résonateur à OAV.....	52
Figure A.5 – Méthode de mesure qui utilise un circuit oscillant composé d'éléments et cellules de capteur de type résonateur à OAS.....	52
Figure A.6 – Méthode de mesure qui utilise un circuit oscillant composé d'éléments et cellules de capteur de type à ligne à retard à OAS.....	53
Figure A.7 – Méthode de mesure qui utilise un amplificateur composé d'éléments et cellules de capteur de type non acoustique.....	53
Figure B.1 – Mesurage de la différence de fréquence à l'aide de deux circuits oscillants	54
Figure B.2 – Mesurage de la différence de fréquence à l'aide d'un circuit oscillant et d'un synthétiseur de fréquence	55
Figure B.3 – Schéma conceptuel du module de capteur bimode piézoélectrique	55
Figure B.4 – Mesurage de la différence de perte/gain d'insertion à l'aide de deux circuits oscillants	56
Figure B.5 – Mesurage de la différence de phase à l'aide d'un générateur de signaux et d'un détecteur de phase.....	56
Figure C.1 – Système de mesure fondamental d'un capteur de type résonateur à OAS sans fil	57
Figure C.2 – Système de mesure fondamental d'un capteur de type à ligne à retard à réflexion d'OAS sans fil.....	58

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CAPTEURS PIÉZOÉLECTRIQUES –**Partie 1: Spécifications génériques****AVANT-PROPOS**

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

L'IEC 63041-1 a été établie par le comité d'études 49 de l'IEC: Dispositifs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques et matériaux associés pour la détection, le choix et la commande de la fréquence. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2017. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) ajout de nouveaux termes et définitions (système de capteur piézoélectrique et système de capteur à OAS sans fil);
- b) ajout de nouveaux types de modules et de systèmes de capteurs;
- c) ajout de certains symboles des éléments de capteurs à l'Article 4;

- d) ajout d'une nouvelle Figure B.3 à l'Annexe B;
- e) ajout de l'Annexe C.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
49/1357/CDV	49/1364/RVC

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63041, publiées sous le titre général *Capteurs piézoélectriques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

CAPTEURS PIÉZOÉLECTRIQUES –

Partie 1: Spécifications génériques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63041 s'applique aux capteurs piézoélectriques de type résonateur, de type à ligne à retard et de type non acoustique, utilisés en sciences physiques, en sciences de l'ingénierie, en chimie et en biochimie, en sciences médicales et environnementales, etc.

Le présent document a pour objet de spécifier les termes et définitions relatifs aux capteurs piézoélectriques et de vérifier, d'un point de vue technologique, que les utilisateurs ont une bonne approche des capteurs piézoélectriques de pointe et qu'ils savent les utiliser correctement.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60027 (toutes les parties), *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*

IEC 60050-561, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 561: Dispositifs piézoélectriques, diélectriques et électrostatiques et matériaux associés pour la détection, le choix et la commande de la fréquence*

IEC 60122-2-1, *Quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence – Deuxième partie: Guide pour l'emploi des résonateurs à quartz pour le contrôle et la sélection de la fréquence – Section un: Résonateurs à quartz comme base de temps dans les microprocesseurs*

IEC 60444-9, *Mesure des paramètres des résonateurs à quartz – Partie 9: Mesure des résonances parasites des résonateurs piézoélectriques*

IEC 60617, *Symboles graphiques pour schémas*, disponible sur <https://std.iec.ch/iec60617>

IEC 63041-3:2020, *Capteurs piézoélectriques – Partie 3: Capteurs physiques*

ISO 2859-1:1999, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

ISO 80000-1, *Grandeurs et unités – Partie 1: Généralités*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60027, de l'IEC 60050-561, de l'IEC 60617 et de l'ISO 80000-1, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

NOTE Les capteurs piézoélectriques présentés ici sont ceux utilisés pour détecter et mesurer des grandeurs physiques, des substances chimiques ou des molécules biologiques.

3.1 Capteurs piézoélectriques

3.1.1

élément de capteur piézoélectrique

composant électronique capable de détecter des grandeurs physiques dont la fréquence, la phase, le retard, la charge électrique, la résistance, la valeur de Q, la bande passante, etc., variant

Note 1 à l'article: Pour les applications de capteur chimique ou biochimique, l'élément de capteur piézoélectrique comprend une couche sensible ou réceptive (matériau de reconnaissance cible).

3.1.2

élément de capteur de type résonateur

composant de capteur piézoélectrique qui utilise les résonances acoustiques

3.1.3

élément de capteur de type à ligne à retard

composant de capteur piézoélectrique qui utilise une ligne à retard d'onde acoustique de surface (OAS) de type transversal

3.1.4

élément de capteur de type non acoustique

composant de capteur piézoélectrique qui utilise la charge électrique induite par une force quasi statique, un couple ou un élément analogue

Note 1 à l'article: Dans le cas présent, le terme "non acoustique" signifie "piézoélectrique quasi statique". Par conséquent, l'élément de capteur de type non acoustique (piézoélectrique) est un élément de capteur qui utilise l'effet piézoélectrique quasi statique.

3.1.5

cellule de capteur piézoélectrique

élément de capteur équipé des accessoires et fixations mécaniques nécessaires pour détecter correctement les paramètres à mesurer

3.1.6

module de capteur piézoélectrique

élément ou cellule de capteur équipé(e) d'accessoires électroniques qui assurent l'interface avec les acquisitions de données externes

3.1.7

système de capteur piézoélectrique

système organisé qui inclut la détection, l'amplification de la valeur détectée, la communication avec d'autres équipements et l'analyse de la valeur détectée

Note 1 à l'article: Dans le cas présent, ces fonctions coopèrent mutuellement.

3.1.8

capteur piézoélectrique

terme générique qui inclut un élément, une cellule, un module et un système de capteur

3.1.9

QCM

microbalance à quartz

une des familles de capteurs chimiques et biochimiques qui utilisent des résonateurs de cristal

Note 1 à l'article: Un capteur à mode de partage d'épaisseur (TSM – thickness share mode) s'apparente à un QCM.

Note 2 à l'article: L'abréviation "QCM" est dérivée du terme anglais développé correspondant "quartz crystal microbalance".

3.2 Types de capteurs chimiques

3.2.1

élément de capteur chimique piézoélectrique

composant de capteur piézoélectrique qui comprend une couche sensible (matériau de reconnaissance cible) nécessaire au mesurage pratique de molécules non biologiques simples en quantité, et qui fonctionne et détecte les substances chimiques essentiellement en phase gazeuse

Note 1 à l'article: Un élément de capteur de gaz est l'un des éléments de capteurs chimiques.

3.2.2

élément de capteur biochimique piézoélectrique

composant de capteur piézoélectrique qui comprend une couche réceptive (matériau de reconnaissance cible) nécessaire au mesurage pratique de molécules biologiques complexes en quantité, et qui fonctionne essentiellement en milieu aqueux et y détecte les biomolécules

3.3 Types de capteurs physiques

3.3.1

élément de capteur de force piézoélectrique

composant de capteur piézoélectrique dont la fréquence de résonance, le retard ou la charge/tension électrique est utilisé(e) pour mesurer la force

3.3.2

élément de capteur de pression piézoélectrique

composant de capteur piézoélectrique dont la fréquence de résonance, le retard ou la charge/tension électrique est utilisé(e) pour mesurer la pression

3.3.3

élément de capteur de couple piézoélectrique

composant de capteur piézoélectrique dont la fréquence de résonance, le retard ou la charge/tension électrique est utilisé(e) pour mesurer le couple

3.3.4

élément de capteur de viscosité piézoélectrique

composant de capteur piézoélectrique dont la fréquence de résonance, le retard ou la perte/le gain d'insertion est utilisé(e) pour mesurer la viscosité

3.3.5

élément de capteur de température piézoélectrique

composant de capteur piézoélectrique dont la fréquence de résonance ou le retard est utilisé(e) pour mesurer la température

3.3.6

élément de capteur d'épaisseur de film piézoélectrique

composant de capteur piézoélectrique dont la fréquence de résonance est utilisée pour mesurer l'épaisseur de film

3.4 Types de modules de capteurs

3.4.1

module de capteur à OAS sans fil

élément ou cellule de capteur piézoélectrique équipé(e) d'une antenne de connexion sans fil à une unité d'interrogation

Note 1 à l'article: Dans le cas présent, les éléments de type résonateur et de type à ligne à retard de l'OAS sont utilisés pour l'élément ou la cellule de capteur piézoélectrique.

3.4.2

module de capteur bimode

élément ou cellule de capteur bimode équipé(e) de circuits pour la compensation de température et d'accessoires électroniques qui assurent l'interface avec les acquisitions de données externes

Note 1 à l'article: Le capteur bimode est un capteur piézoélectrique capable de détecter des grandeurs physiques à partir d'une variation des fréquences de résonance de deux modes indépendants sur une même plaque piézoélectrique (voir l'IEC 63041-3:2020, 3.1.5).

3.5 Types de systèmes de capteurs

3.5.1

système de capteur à OAS sans fil

terme générique qui inclut des capteurs à OAS sans fil et un lecteur pour l'envoi et la réception des signaux de radiofréquence

VOIR: Annexe C.

3.5.2

système de capteur bimode

terme générique qui inclut des modules de capteurs à quartz, un dispositif électrique, un ordinateur personnel, une mémoire, des dispositifs avec ou sans fil, un logiciel et du matériel, etc.

4 Symboles des éléments de capteurs

4.1 Généralités

Les Figures 1 à 6 représentent les schémas conceptuels et les symboles définis pour les éléments de capteurs de type résonateur à onde acoustique de volume (OAV), de type résonateur à OAS et de type à ligne à retard à OAS. Les symboles sont essentiellement les mêmes que ceux indiqués dans l'IEC 60122-1, l'IEC 61019-1 et l'IEC 60862-1.

La Figure 7 et la Figure 8 représentent le schéma conceptuel et le symbole défini pour les éléments de capteurs de type non acoustique.

Les Figures 9 à 12 représentent le schéma conceptuel et le symbole défini pour les éléments de capteurs de type résonateur à OAS et de type à ligne à retard à OAS sans fil. Cette configuration est présentée à l'Annexe C.

NOTE La diagonale de la Figure 2, la Figure 4, la Figure 6, la Figure 8, la Figure 10 et la Figure 12 exprime les modifications apportées aux objets à mesurer.

Il convient que les symboles littéraux (voir 4.7) qui présentent les types de capteurs soient définis dans le cercle en haut à droite de la Figure 2, la Figure 4, la Figure 6, la Figure 8, la Figure 10 et la Figure 12, et pour chaque application de capteur.

4.2 Symbole des éléments de capteurs de type résonateur à OAV

La Figure 1 représente les schémas conceptuels des éléments de capteurs de type résonateur à OAV dont une partie du montage est ignorée. La Figure 2 représente le symbole des éléments de capteurs de type résonateur à OAV.

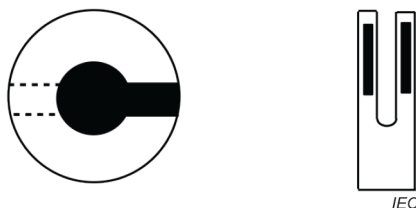


Figure 1 – Schémas conceptuels des éléments de capteurs de type résonateur à OAV

NOTE La Figure 1 présente des exemples d'éléments de capteurs de type à disque et de type à lyre.

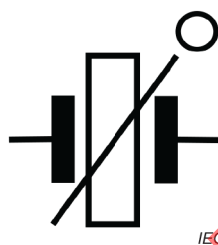


Figure 2 – Symbole des éléments de capteurs de type résonateur à OAV

4.3 Symbole des éléments de capteurs de type résonateur à OAS

La Figure 3 et la Figure 4 représentent respectivement le schéma conceptuel et le symbole pour les éléments de capteurs de type résonateur à OAS.

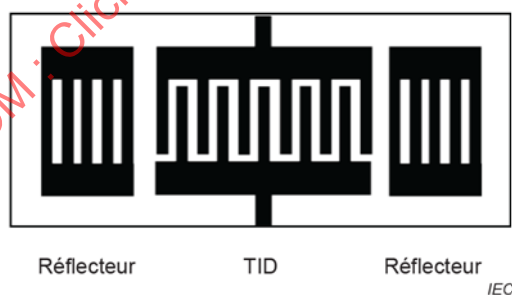


Figure 3 – Schéma conceptuel des éléments de capteurs de type résonateur à OAS

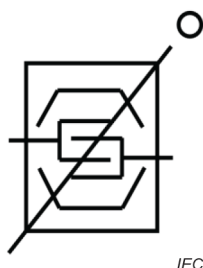


Figure 4 – Symbole des éléments de capteurs de type résonateur à OAS

4.4 Symbole des éléments de capteurs de type à ligne à retard à OAS

La Figure 5 et la Figure 6 représentent respectivement le schéma conceptuel et le symbole pour les éléments de capteurs de type à ligne à retard à OAS.

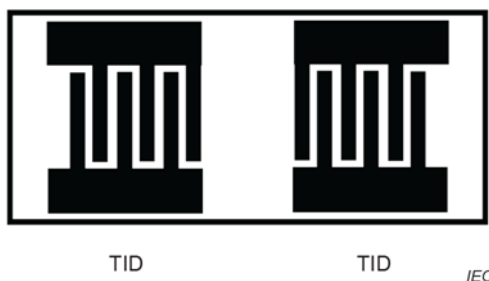


Figure 5 – Schéma conceptuel des éléments de capteurs de type à ligne à retard à OAS

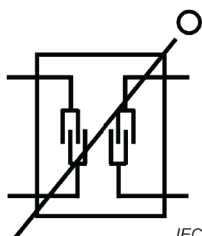


Figure 6 – Symbole des éléments de capteurs de type à ligne à retard à OAS

4.5 Symbole des éléments de capteurs de type non acoustique

La Figure 7 représente les schémas conceptuels des éléments de capteurs de type non acoustique dont une partie du montage est ignorée. La Figure 8 représente le symbole des éléments de capteurs de type non acoustique.



Figure 7 – Schémas conceptuels des éléments de capteurs de type non acoustique

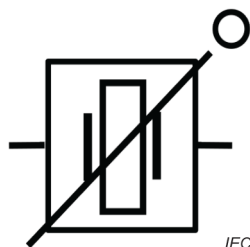


Figure 8 – Symbole des éléments de capteurs de type non acoustique

4.6 Symbole des éléments de capteur à OAS sans fil

Les Figures 9 à 12 représentent respectivement le schéma conceptuel et le symbole pour les éléments de capteurs de type résonateur à OAS et de type à ligne à retard sans fil.

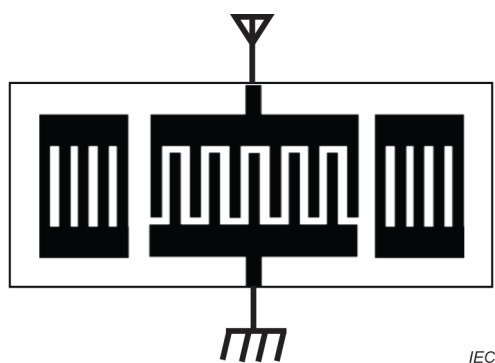


Figure 9 – Schéma conceptuel des éléments de capteurs fondamentaux de type résonateur à OAS sans fil

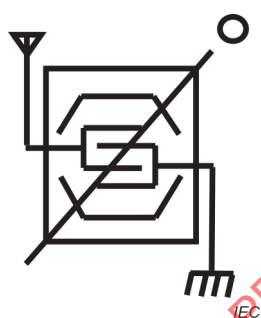


Figure 10 – Symbole des éléments de capteurs fondamentaux de type résonateur à OAS sans fil

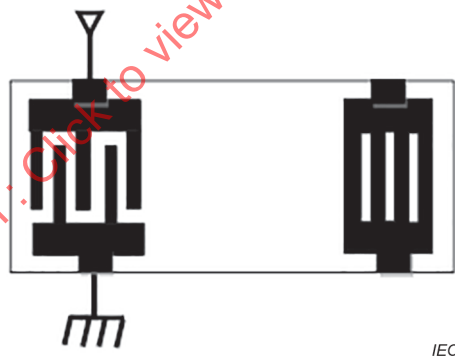


Figure 11 – Schéma conceptuel des éléments de capteurs fondamentaux de type à ligne à retard à réflexion d'OAS sans fil

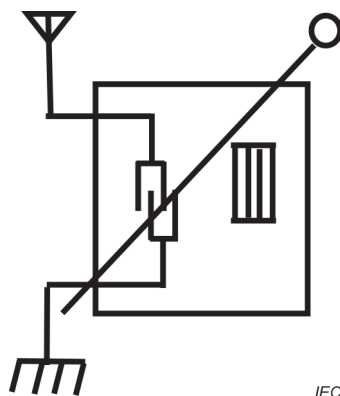


Figure 12 – Symbole pour les éléments de capteurs fondamentaux de type à ligne à retard à réflexion d'OAS sans fil

NOTE Une antenne à plaque est un type d'antenne sans fil de faible profil qui peut être montée sur une surface plane et qui est raccordée à l'élément et aux cellules à OAS.

4.7 Symboles

Les symboles placés dans le cercle en haut à droite de la Figure 2, la Figure 4, la Figure 6, la Figure 8, la Figure 10 et la Figure 12 sont définis ci-dessous (voir la série ISO 80000):

- a) épaisseur de film: d ;
- b) force: F ;
- c) masse: m ;
- d) masse volumique: ρ ;
- e) pression: P ;
- f) température: T ;
- g) couple: τ ;
- h) viscosité: ν .

Dans les applications de détection chimique, biochimique et de gaz, une réaction antigène-anticorps ou une réaction chimique se produit entre la couche sensible ou réceptive et les substances cibles sous la forme d'une variation de la masse volumique, de la viscosité ou du module de cisaillement de la couche sensible ou réceptive. Par conséquent, les symboles spécifiques suivants sont définis pour les éléments de capteurs biochimique, chimique et gazeux:

- i) biochimique: Bi;
- j) chimique: Ch;
- k) gazeux: Ga.

5 Spécifications

5.1 Éléments de capteurs

5.1.1 Généralités

Compte tenu de la sensibilité cible, de la plage dynamique ou d'éléments analogues, les spécifications des éléments et cellules de capteur doivent être déterminées. Il convient de les définir avec précision dans le contrat à conclure entre le fabricant et les clients.

Les paragraphes 5.1.2 et 5.1.3 présentent les points essentiels à décrire dans les spécifications. Il convient de spécifier ces éléments sous forme numérique, sauf s'il s'agit d'informations technologiques confidentielles.

5.1.2 Éléments de capteurs de type résonateur et de type à ligne à retard

Les éléments de capteurs de type résonateur et de type à ligne à retard incluent:

- a) la plage du mesurande;
- b) la sensibilité du signal de sortie par rapport au mesurande;
- c) la fréquence nominale;
- d) la tolérance de fréquence;
- e) les paramètres du circuit équivalent;
- f) la plage de températures de fonctionnement;
- g) la réponse indésirable;
- h) le niveau d'excitation ou la puissance d'entrée;
- i) la perte/le gain d'insertion;
- j) le temps de propagation (pour les éléments de capteurs de type à ligne à retard à OAS);
- k) la réponse en phase;
- l) le matériau piézoélectrique, l'angle de coupe ou éléments analogues;
- m) le matériau, les dimensions, la forme, la structure de l'électrode ou éléments analogues;
- n) le matériau, les dimensions, la forme, la structure du montage ou éléments analogues;
- o) les dimensions de l'enveloppe ou le nom, le numéro de modèle ou éléments analogues correspondants;
- p) la catégorie d'essai d'environnement;
- q) autres.

5.1.3 Éléments de capteurs de type non acoustique

Les éléments de capteurs de type non acoustique incluent:

- a) la plage de températures de fonctionnement;
- b) le matériau piézoélectrique, l'angle de coupe, les dimensions, la forme, la structure ou éléments analogues;
- c) le matériau, les dimensions, la forme, la structure de l'électrode ou éléments analogues;
- d) le matériau, les dimensions, la forme, la structure du montage ou éléments analogues;
- e) les dimensions de l'enveloppe ou le nom, le numéro de modèle ou éléments analogues correspondants;
- f) la catégorie d'essai d'environnement;
- g) autres.

5.2 Plages de fréquences

Il convient que la plage de fréquences appliquée ici soit comprise entre 10 kHz et 10 GHz.

Lorsque l'un des partiels d'ordre supérieur est utilisé ou lorsque la fréquence s'écarte de la plage spécifiée, le fabricant et le client doivent se consulter et les résultats doivent être clairement définis dans le contrat.

NOTE Les plages de fréquences des éléments de capteurs de type non acoustique ne sont pas définies.

5.3 Niveau d'excitation ou puissance d'entrée

Pour les éléments et cellules de capteurs, le niveau d'excitation ou la puissance d'entrée doit être limité(e) de sorte qu'une influence de la "génération de chaleur" ou d'un "effet non linéaire" ne détériore pas leurs performances.

NOTE Le niveau d'excitation ou la puissance d'entrée des éléments de capteurs de type non acoustique n'est pas défini(e).

5.4 Réponse indésirable

Les réponses indésirables doivent être mesurées selon l'IEC 60444-9. Cette règle doit uniquement être appliquée aux éléments de capteurs de type résonateur à OAV.

Conformément à l'IEC 60122-2-1, le rapport de la résistance dynamique R_N pour la réponse indésirable sur R_1 pour la réponse principale ($N = R_N/R_1$) doit être d'au moins deux fois et demie.

NOTE D'un point de vue conceptuel, la sensibilité augmente avec la surface d'électrode, ce qui réduit le rapport R_N / R_1 . Dans cette situation, les réponses indésirables ont un impact sur la réponse principale, et les éléments de capteurs de type résonateur à OAV oscillent de manière occasionnelle à cause de la réponse indésirable.

5.5 Analyse des mesurages

Des circuits électroniques et des instruments de mesure sont en général utilisés dans les systèmes de capteur. Les signaux de sortie (fréquence, phase, perte/gain d'insertion, charge/tension électrique, etc.) et leurs fonctions de réponse et graphiques sont obtenus en tant que données système.

La manière d'appliquer ces données système aux analyses de données doit être clairement définie dans le contrat à conclure entre le fabricant et le client ou dans les spécifications individuelles.

NOTE La fonction de réponse qui repose sur la théorie de réponse linéaire est efficace dans l'analyse des éléments et cellules de capteur à onde acoustique de type résonateur et de type à ligne à retard. Par exemple, il est possible que la réponse en fréquence prévienne les niveaux de réponse en résonance du capteur à onde acoustique.

5.6 Enveloppe

Les spécifications du support doivent être clairement définies dans le contrat à conclure entre le fabricant et le client ou dans les spécifications individuelles.

5.7 Confirmation des performances

Il convient de spécifier les performances de base des éléments et cellules de capteurs (les limites de détection minimale et maximale, la plage dynamique, la sensibilité, etc.).

5.8 Stabilités à long et court termes

Au moment du mesurage, il convient d'accorder une attention particulière à la stabilité à long terme ainsi qu'à la stabilité à court terme affectées par un bruit de fond comme un bruit électronique et/ou étranger.

Les spécifications des stabilités à long et court termes doivent être clairement définies dans le contrat à conclure entre le fabricant et le client ou dans les spécifications individuelles.

NOTE Les stabilités à long et court termes des éléments de capteurs de type non acoustique ne sont pas définies.

5.9 Puissance de transmission

La puissance de transmission et la distance de communication sont liées au champ électrique des systèmes de capteur à OAS sans fil. Il convient de traiter de ces facteurs conformément aux lois et règlements en matière de radiocommunications spécifiques au pays concerné.

6 Méthodes de mesure et de détection

Les méthodes de mesure et de détection exigées sont présentées de l'Annexe A à l'Annexe C.

7 Conditions de livraison

7.1 Marquage

Il convient de choisir les éléments à marquer parmi au moins les éléments suivants. De plus, le marquage doit être apposé à un emplacement auquel les éléments et cellules de capteur peuvent être facilement visualisés dans toute la mesure du possible. En l'absence de ce type d'emplacement, le marquage doit être placé sur une surface plane de l'emballage.

- a) désignation de type telle que définie dans les spécifications particulières;
- b) année et semaine (quatre chiffres) de fabrication ou numéro de série;
- c) code d'identification d'usine;
- d) nom du fabricant ou marque commerciale;
- e) pays de production;
- f) marque de conformité (sauf en cas d'utilisation d'un certificat de conformité).

7.2 Conditionnement

Une étanchéité est souhaitable dans le conditionnement des éléments et cellules de capteur. De plus, un conditionnement sous vide doit également être pris en considération. Cette règle doit être clairement définie dans le contrat à conclure entre le fabricant et le client ou dans les spécifications individuelles.

7.3 Emballage

Les spécifications en matière d'emballage doivent être clairement définies dans le contrat à conclure entre le fabricant et le client ou dans les spécifications individuelles.

8 Qualité et fiabilité

8.1 Réutilisation

La réutilisation des éléments et cellules de capteur doit être clairement définie dans le contrat à conclure entre le fabricant et le client ou dans les spécifications individuelles.

8.2 Validité de transaction

L'examen avant expédition et le réexamen lorsque les produits sont stockés pendant une période prédéterminée, puis expédiés, doivent être clairement définis dans le contrat à conclure entre le fabricant et le client ou dans les spécifications individuelles.

8.3 Modes opératoires d'essai

Les modes opératoires d'essai à utiliser doivent être choisis dans le présent document. Lorsqu'aucun essai exigé n'est déterminé, il doit alors être défini dans les spécifications individuelles particulières.

8.4 Exigences de sélection

Dans le cas où le client exige une sélection des éléments et cellules de capteur, cette opération doit être définie dans les spécifications individuelles particulières.

8.5 Paramètres non vérifiés

Seuls les paramètres des éléments et cellules de capteur qui ont été décrits dans les spécifications particulières et qui ont fait l'objet d'essais peuvent être réputés relever des limites spécifiées. Il convient de ne pas partir du principe qu'un paramètre non spécifié reste non modifié d'un élément de capteur à un autre et d'une cellule de capteur à une autre. S'il s'avère nécessaire de contrôler d'autres paramètres non vérifiés, il convient alors d'élaborer de nouvelles spécifications plus larges et particulières. La ou les méthodes d'essai supplémentaires doivent être intégralement décrites avec les limites appropriées, les NQA et les niveaux d'examen spécifiés (voir l'ISO 2859-1).

9 Modes opératoires d'essai et de mesure

9.1 Généralités

9.1.1 Classification des essais

Les essais sont classés en essais d'expédition des produits et en essais mécaniques et d'environnement pour la confirmation de la fiabilité des produits.

9.1.2 Essai d'expédition

L'essai vise à confirmer que l'état des éléments et cellules de capteur continue de satisfaire au contrat conclu entre le fabricant et le client lorsque des éléments de capteurs non étanches sont expédiés. Les éléments suivants doivent être clairement définis dans le contrat conclu entre le fabricant et le client ou dans les spécifications individuelles.

- a) Lorsque les spécifications peuvent vraisemblablement être suffisamment respectées, aucun examen ni examen d'échantillonnage ne doivent être admis.
- b) Lorsque des examens sont exigés, tous les éléments et cellules de capteur doivent être examinés.

9.1.3 Essai mécanique et d'environnement

9.1.3.1 Généralités

Il convient de réaliser les essais de manière à confirmer si les éléments et cellules de capteur présentent ou non des performances prédéterminées. Pour ce qui concerne les échantillons d'essai, ceux scellés dans les enveloppes doivent être utilisés. Toutefois, lorsqu'aucune étanchéité n'est exigée, ces échantillons peuvent également être utilisés.

9.1.3.2 Échantillons d'essai

En ce qui concerne tous les échantillons d'essai, les éléments et cellules de capteur dont l'état satisfait toujours au contrat conclu entre le fabricant et l'utilisateur doivent être utilisés. Le choix de l'échantillon d'essai doit être clairement défini dans le contrat conclu entre le fabricant et le client ou dans les spécifications individuelles.

9.1.3.3 Éléments d'essai

Les éléments d'essai tels que les vibrations, les chocs, les chocs thermiques, la résistance à la chaleur, les bosses, le brouillard salin, le vieillissement, la flexion de l'enveloppe et les éléments analogues dépendent fortement des spécifications d'exigence des éléments et cellules de capteur. Par conséquent, les éléments d'essai doivent être examinés par le fabricant et le client et doivent être convenus dans le contrat.

9.2 Conditions d'essai et de mesure

9.2.1 Conditions d'essai normalisées

Sauf spécification contraire, tous les essais électriques doivent être réalisés dans les conditions suivantes:

- température 15 °C à 35 °C;
- humidité relative 45 % à 75 %;
- atmosphère 86 kPa à 106 kPa (860 mbar à 1 060 mbar).

En cas de doute, les conditions suivantes doivent être appliquées:

- température (25 ± 2) °C;
- humidité relative 48 % à 52 %;

Avant de commencer le mesurage, les échantillons d'essai doivent être stockés à la température de mesure (d'examen) pendant une durée suffisante pour atteindre l'état d'équilibre thermique. La température ambiante pendant le mesurage doit être consignée dans le rapport d'essai.

9.2.2 État d'équilibre

Sauf spécification contraire, tous les essais électriques doivent être réalisés à l'état d'équilibre. Lorsque l'état d'essai est à l'origine d'une importante dépendance temporelle aux mesurages des caractéristiques, un moyen de compensation de ce type de dépendances doit être spécifié.

9.2.3 Alimentation

Lorsque la méthode d'oscillation (voir l'Article A.3) est utilisée, il convient qu'une alimentation en courant continu à utiliser pour soumettre les échantillons à l'essai ne présente aucune ondulation qui influence les exactitudes de mesure exigées. Une alimentation en courant alternatif ne doit présenter aucune caractéristique de réponse transitoire. Lorsque les ondulations et caractéristiques de réponse transitoire ont un impact sur le mesurage, cet impact doit être clairement décrit dans les normes individuelles.

9.2.4 Système d'essai alternatif

Dans toute la mesure du possible, le mesurage doit être réalisé selon les méthodes spécifiées. En l'absence de doute, une autre méthode selon laquelle des résultats équivalents sont attendus peut être appliquée.

NOTE "Équivalent" signifie que les valeurs mesurées obtenues par la méthode d'essai alternative sont corrélées à celles de la méthode spécifiée.

9.2.5 Examen visuel

9.2.5.1 Généralités

Sauf spécification contraire, l'examen visuel externe doit être réalisé dans les conditions d'éclairage et visuelles d'usine normales.

9.2.5.2 Essai visuel A

Les échantillons d'essai doivent faire l'objet d'un examen visuel pour vérifier que leur état, leur qualité de fabrication et leur fini sont satisfaisants. Le marquage doit être lisible.