

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Wearable electronic devices and technologies –
Part 401-1: Devices and systems: functional elements – Evaluation method of
the stretchable resistive strain sensor**

**Technologies et dispositifs électroniques prêt-à-porter –
Partie 401-1: Dispositifs et systèmes: éléments de fonctionnement – Méthode
d'évaluation de la jauge de contrainte extensible de type résistif**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.020

ISBN 978-2-8322-7558-0

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

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
3.1 Terms and definitions.....	6
3.2 Symbols and abbreviated terms	7
4 Test environments	7
5 Test specimen	8
5.1 Shape of the test specimen of the stretchable strain sensor.....	8
5.2 Measurement of dimensions	8
6 Test method and test apparatus	9
6.1 General.....	9
6.2 Test apparatus and measurement.....	9
7 Test procedure	13
8 Measurement of sensor performance and endurance.....	13
8.1 Gauge factor	13
8.1.1 General	13
8.1.2 Purpose.....	13
8.1.3 Test procedure	14
8.2 Linearity.....	14
8.2.1 Purpose.....	14
8.2.2 Test procedure	14
8.3 Response characteristics	14
8.3.1 General	14
8.3.2 Purpose.....	15
8.3.3 Test procedure	15
8.4 Hysteresis.....	15
8.4.1 General	15
8.4.2 Purpose.....	15
8.4.3 Test procedure	15
9 Test report.....	16
Annex A (informative) Strain sensor resistance measurement.....	17
Annex B (informative) Effects of strain rate on performances of the stretchable strain sensor	18
Annex C (informative) Measurement of response time of the stretchable strain sensor	19
Annex D (normative) Examples of hysteresis calculations.....	20
Bibliography.....	22
Figure 1 – Shape of a test specimen of the stretchable strain sensor	8
Figure 2 – Example of stretching test machine	9
Figure 3 – Schematic drawing of a stretching test machine and two-wire measurement method	10
Figure 4 – Schematic drawing of a stretching test machine and four-wire measurement method	12
Figure 5 – Linearity measurement of the stretchable strain sensor	14

Figure A.1 – Changes in electrical resistances when the strain sensor is stretched..... 17

Figure B.1 – Examples of the effects of strain rate on performances of the stretchable strain sensor 18

Figure C.1 – Examples of the response time of the stretchable strain sensors 19

Figure D.1 – Example of the hysteresis behaviour of a stretchable strain sensor 20

Figure D.2 – Example calculation of hysteresis behaviour..... 20

Figure D.3 – Calculation of hysteresis behaviour of the stretchable strain sensor 21

Figure D.4 – Example of calculation of the degree of hysteresis 21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

WEARABLE ELECTRONIC DEVICES AND TECHNOLOGIES –**Part 401-1: Devices and systems: functional elements –
Evaluation method of the stretchable resistive strain sensor**

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 63203-401-1 has been prepared by IEC technical committee 124: Wearable electronic devices and technologies. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
124/223/FDIS	124/239/RVD

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/publications.

A list of all parts in the IEC 63203 series, published under the general title *Wearable electronic devices and technologies*, 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, or
- revised.

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

WEARABLE ELECTRONIC DEVICES AND TECHNOLOGIES –

Part 401-1: Devices and systems: functional elements – Evaluation method of the stretchable resistive strain sensor

1 Scope

This part of IEC 63203-401 specifies a measurement method of tensile strain for stretchable, resistive strain sensors. This document describes characterization procedures for evaluation of the gauge factor, linearity, response characteristics, and hysteresis of unimodal tension sensors but is not appropriate for assessment of the physical properties of the sensor material such as the elastic modulus, elastic limit, and Poisson's ratio.

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 62899-202-4:2021, *Printed electronics – Part 202-4: Materials – Conductive ink – Measurement methods for properties of stretchable printed layers (conductive and insulating)*

ISO 291:2008, *Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO/TS 12901-2:2014, *Nanotechnologies – Occupational risk management applied to engineered nanomaterials – Part 2: Use of the control banding approach*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	26
1 Domaine d'application	28
2 Références normatives	28
3 Termes et définitions	28
3.1 Termes et définitions	28
3.2 Symboles et abréviations	29
4 Environnements d'essai	29
5 Spécimen d'essai	30
5.1 Forme du spécimen d'essai de la jauge de contrainte extensible	30
5.2 Mesurage des dimensions	30
6 Méthode d'essai et appareillage d'essai	31
6.1 Généralités	31
6.2 Appareillage d'essai et mesurage	31
7 Mode opératoire d'essai	35
8 Mesurage des performances et de l'endurance de la jauge	35
8.1 Coefficient de traction	35
8.1.1 Généralités	35
8.1.2 Objectif	35
8.1.3 Mode opératoire d'essai	36
8.2 Linéarité	36
8.2.1 Objectif	36
8.2.2 Mode opératoire d'essai	36
8.3 Caractéristiques de réponse	36
8.3.1 Généralités	36
8.3.2 Objectif	37
8.3.3 Mode opératoire d'essai	37
8.4 Hystérésis	37
8.4.1 Généralités	37
8.4.2 Objectif	37
8.4.3 Mode opératoire d'essai	38
9 Rapport d'essai	38
Annexe A (informative) Mesurage de la résistance de la jauge de contrainte	39
Annexe B (informative) Effets du taux de déformation sur les performances de la jauge de contrainte extensible	40
Annexe C (informative) Mesurage du temps de réponse de la jauge de contrainte extensible	41
Annexe D (normative) Exemples de calcul de l'hystérésis	42
Bibliographie	44
Figure 1 – Forme d'un spécimen d'essai de la jauge de contrainte extensible	30
Figure 2 – Exemple d'une machine d'essai d'étirement	31
Figure 3 – Schéma d'une machine d'essai d'étirement et d'une méthode de mesure à deux fils	32
Figure 4 – Schéma d'une machine d'essai d'étirement et d'une méthode de mesure à quatre fils	34

Figure 5 – Mesurage de la linéarité de la jauge de contrainte extensible.....	36
Figure A.1 – Variations des résistances électriques lorsque la jauge de contrainte est étirée	39
Figure B.1 – Exemples de l'incidence du taux de déformation sur les performances de la jauge de contrainte extensible	40
Figure C.1 – Exemples de temps de réponse des jauges de contrainte extensibles	41
Figure D.1 – Exemple de comportement d'hystérésis d'une jauge de contrainte extensible	42
Figure D.2 – Exemple de calcul du comportement d'hystérésis	42
Figure D.3 – Calcul du comportement d'hystérésis d'une jauge de contrainte extensible.....	43
Figure D.4 – Exemple de calcul du degré d'hystérésis	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNOLOGIES ET DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES PRÊTS-À-PORTER –

Partie 401-1: Dispositifs et systèmes: éléments de fonctionnement – Méthode d'évaluation de la jauge de contrainte extensible de type résistif

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 63203-401-1 a été établie par le comité d'études 124 de l'IEC: Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
124/223/FDIS	124/239/RVD

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/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63203, publiées sous le titre général *Technologies et dispositifs électroniques prêts-à-porter*, se trouve 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, ou
- révisé

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

TECHNOLOGIES ET DISPOSITIFS ÉLECTRONIQUES PRÊTS-À-PORTER –

Partie 401-1: Dispositifs et systèmes: éléments de fonctionnement – Méthode d'évaluation de la jauge de contrainte extensible de type résistif

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63203-401 spécifie une méthode de mesure de la contrainte de traction pour les jauges de contrainte extensible de type résistif. Le présent document décrit les procédures de caractérisation pour l'évaluation du coefficient de traction, de la linéarité, des caractéristiques de réponse et de l'hystérésis des jauges de tension unimodales. Toutefois, il n'est pas adéquat pour l'évaluation des propriétés physiques des matériaux de la jauge, tels que le module d'élasticité, la limite d'élasticité et le coefficient de Poisson.

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 62899-202-4:2021, *Printed electronics – Part 202-4: Materials – Conductive ink – Measurement methods for properties of stretchable printed layers (conductive and insulating)* (disponible en anglais seulement)

ISO 291:2008, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*

ISO/TS 12901-2:2014, *Nanotechnologies — Gestion du risque professionnel appliquée aux nanomatériaux manufacturés — Partie 2: Utilisation de l'approche par bandes de dangers*