IEC 62812

Edition 1.0 2019-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Low resistance measurements – Methods and guidance

Mesures de faibles résistances – Méthodes et recommandations

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 31.040.01

ISBN 978-2-8322-6870-4

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms and definitions 6
4 Resistance measurement phenomena 7
4.1 General 7
4.2 Lead and contact resistance 7
4.3 Self-heating 9
4.4 Variation of resistance with temperature 10
4.5 Thermoelectric e.m.f. 12
4.6 Peltier effect 15
5 Methods of measurement 16
5.1 General 16
5.2 Four-wire resistance measurement 16
5.3 Offset compensation method 19
5.4 Current inversion method 22
5.5 Differential current inversion method 25
5.6 Short-term trigger method 28
6 Connecting the specimen 32
6.1 Resistors with lead wires for soldered assembly 32
6.1.1 Connecting leaded resistors in a test fixture 32
6.2 Resistors with solder terminations for surface mount assembly 33
6.2.1 Connecting SMD resistors on a test substrate 33
6.2.2 Connecting SMD resistors in a test fixture 35
7 Information to be given in the relevant component specification 36
Annex A (normative) Letter symbols and abbreviated terms 37
A.1 Letter symbols 37
A.2 Abbreviated terms 38
Annex B (informative) Test results of soldering pad with Kelvin connection for surface mount resistors 39
B.1 General 39
B.2 Test procedures 39
B.2.1 Test substrates 39
B.2.2 Test method 41
B.3 Measurement result and studies 42
Bibliography 45

Figure 1 – Resistance measurement using two-wire sensing 8
Figure 2 – Variation of resistance with temperature (random example) 10
Figure 3 – Resistances on a resistor with lead wires 11
Figure 4 – SMD chip resistor on a PCB 12
Figure 5 – Thermoelectric e.m.f. 13
Figure 6 – Thermocouples on a resistor with lead wires 14
Figure 7 – Resistance measurement affected by thermoelectric e.m.f. 15

Figure 8 – Four-wire resistance measurement 17
Figure 9 – Offset compensation method for resistance measurement 19
Figure 10 – Current and voltage in the offset compensation method 20
Figure 11 – Current inversion method for resistance measurement 22
Figure 12 – Current and voltage in the current inversion method 23
Figure 13 – Current and voltage in the differential current inversion method 26
Figure 14 – Example of resistor specimen 31
Figure 15 – Connecting leaded resistors in a test fixture 32
Figure 16 – Resistance of cylindrical copper lead wires 33
Figure 17 – Soldering pad of test substrate for Kelvin (four-point) connections 34
Figure 18 – Resistance of PCB conductor tracks with 35 µm copper thickness 35
Figure 19 – Example for connecting SMD resistors on a test fixture 36
Figure B.1 – Lengths of soldering pad 40
Figure B.2 – Position of voltage sense conductor 40
Figure B.3 – Thickness of the solder printing screen and position of sense line 43
Figure B.4 – Position of voltage-sensing line 43
Figure B.5 – Soldering pad length 44
Figure B.6 – Recommended soldering pad 44

Table 1 – Relative Seebeck coefficients of selected metals 13
Table A.1 – Letter symbols 37
Table B.1 – Thickness of solder printing screen 41
Table B.2 – Table of test conditions 42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

LOW RESISTANCE MEASUREMENTS – METHODS AND GUIDANCE

FOREWORD

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

International Standard IEC 62812 has been prepared by IEC technical committee 40: Capacitors and resistors for electronic equipment.

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

FDIS	Report on voting
40/2665/FDIS	40/2671/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "http://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.

LOW RESISTANCE MEASUREMENTS – METHODS AND GUIDANCE

1 Scope

Resistance measurements are typically compromised by a variety of phenomena, for example serial resistance in the measurement path, self-heating or non-ohmic properties. Whether the effect of such phenomena on a resistance measurement is acceptable or not depends on the magnitude of each effect in comparison to the resistance and to the required accuracy. Hence, the risk of erroneous resistance measurements increases with decreasing resistance and with a tightening of the permissible tolerance.

This document specifies methods of measurement and associated test conditions that eliminate or reduce the influence of adverse phenomena in order to improve the attainable accuracy of low-resistance measurements.

The methods described in this document are applicable for the individual measurements of the resistance of individual resistors, and also for resistance measurements as part of a test sequence. They are applied if prescribed by a relevant component specification, or if agreed between a customer and a manufacturer.

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 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60115-1:2008, *Fixed resistors for use in electronic equipment – Part 1: Generic specification*

IEC 60294, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component with axial terminations*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 48
1 Domaine d'application 50
2 Références normatives 50
3 Termes et définitions 50
4 Phénomènes liés aux mesures de résistance 51
4.1 Généralités 51
4.2 Résistance des sorties et des contacts 51
4.3 Auto-échauffement 53
4.4 Variation de la résistance avec la température 54
4.5 F.e.m. thermoélectrique 56
4.6 Effet Peltier 60
5 Méthodes de mesure 60
5.1 Généralités 60
5.2 Mesure de résistance à quatre fils 61
5.3 Méthode de compensation du décalage 63
5.4 Méthode de l'inversion du courant 66
5.5 Méthode de l'inversion du courant différentielle 70
5.6 Méthode du déclenchement de courte durée 73
6 Connexion de l'éprouvette 76
6.1 Résistances avec fils de sortie pour assemblage brasé 76
6.1.1 Connexion de résistances à broches dans un montage d'essai 76
6.2 Résistances avec sorties à braser pour assemblage par montage en surface 78
6.2.1 Connexion de résistances CMS sur un substrat d'essai 78
6.2.2 Connexion de résistances CMS dans un montage d'essai 80
7 Informations à faire figurer dans la spécification de composant correspondante 82
Annexe A (normative) Symboles littéraux et abréviations 83
A.1 Symboles littéraux 83
A.2 Termes abrégés 84
Annexe B (informative) Résultats d'essai de plage de soudure avec connexion Kelvin pour résistances pour montage en surface 85
B.1 Généralités 85
B.2 Procédures d'essai 85
B.2.1 Substrats d'essai 85
B.2.2 Méthode d'essai 87
B.3 Résultat de mesure et analyses 88
Bibliographie 92

Figure 1 – Mesure de la résistance à l'aide de la détection à deux fils 52
Figure 2 – Variation de résistance avec la température (exemple aléatoire) 54
Figure 3 – Valeurs d'une résistance dotée de fils de sortie 55
Figure 4 – Pavé résistif CMS sur une carte de circuit imprimé 56
Figure 5 – F.e.m. thermoélectrique 57
Figure 6 – Thermocouples d'une résistance dotée de fils de sortie 58
Figure 7 – Mesure de résistance affectée par la f.e.m. thermoélectrique 59

Figure 8 – Mesure de résistance à quatre fils 61
Figure 9 – Méthode de compensation du décalage pour la mesure de résistance 64
Figure 10 – Courant et tension dans la méthode de compensation du décalage 64
Figure 11 – Méthode d'inversion du courant pour la mesure de résistance 67
Figure 12 – Courant et tension dans la méthode à inversion du courant 68
Figure 13 – Courant et tension dans la méthode à inversion du courant différentielle 70
Figure 14 – Exemple d'éprouvette de résistance 75
Figure 15 – Connexion de résistances à broches dans un montage d'essai 77
Figure 16 – Résistance de fils de sortie cylindriques en cuivre 78
Figure 17 – Plage de soudure du substrat d'essai pour connexions Kelvin (à quatre pointes) 79
Figure 18 – Résistance de pistes conductrices de circuit imprimé en cuivre de 35 µm d'épaisseur 80
Figure 19 – Exemple de connexion de résistances CMS dans un montage d'essai 81
Figure B.1 – Longueurs de plage de soudure 86
Figure B.2 – Position du conducteur de détection de tension 86
Figure B.3 – Epaisseur de l'écran de soudure par sérigraphie et position de la ligne de détection 89
Figure B.4 – Position de la ligne de détection de tension 90
Figure B.5 – Longueur de la plage de soudure 91
Figure B.6 – Plage de soudure recommandée 91

Tableau 1 – Coefficients de Seebeck relatifs de certains métaux 57
Tableau A.1 – Symboles littéraux 83
Tableau B.1 – Epaisseur de l'écran de soudure par sérigraphie 87
Tableau B.2 – Tableau des conditions d'essai 88

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MESURES DE FAIBLES RÉSISTANCES – MÉTHODES ET RECOMMANDATIONS

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 62812 a été établie par le comité d'études 40 de l'IEC: Condensateurs et résistances pour équipements électroniques.

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

FDIS	Rapport de vote
40/2665/FDIS	40/2671/RVD

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

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

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

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

MESURES DE FAIBLES RÉSISTANCES – MÉTHODES ET RECOMMANDATIONS

1 Domaine d'application

Les mesures de résistance sont généralement compromises par de nombreux phénomènes, par exemple la résistance en série dans le trajet de mesure, l'auto-échauffement ou les propriétés non ohmiques. La question de savoir si l'effet de ces phénomènes sur une mesure de résistance est acceptable ou non dépend de l'importance de chaque effet par rapport à la résistance et à la précision exigée. Par conséquent, le risque de mesures de résistances erronées augmente avec la diminution de la résistance et le resserrement de la tolérance admissible.

Le présent document spécifie les méthodes de mesure et les conditions d'essai associées qui éliminent ou réduisent l'influence des phénomènes défavorables afin d'améliorer la précision réalisable des mesures de faibles résistances.

Les méthodes décrites dans le présent document s'appliquent aux mesures individuelles de la valeur de résistances individuelles, ainsi qu'aux mesures de résistances dans le cadre d'une séquence d'essai. Elles sont appliquées si elles sont prescrites par une spécification de composant pertinente ou si elles font l'objet d'un accord entre un client et un fabricant.

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 60068-1, *Essais d'environnement – Partie 1: Généralités et lignes directrices*

IEC 60115-1:2008, *Résistances fixes utilisées dans les équipements électroniques – Partie 1: Spécification générique*

IEC 60294, *Mesure des dimensions d'un composant cylindrique à sorties axiales*