

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Lightning protection system components (LPSC) –
Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds**

**Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) –
Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - 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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

Recherche de publications IEC - 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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Lightning protection system components (LPSC) –
Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds**

**Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) –
Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.020; 91.120.40

ISBN 978-2-8322-5249-9

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.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Requirements	7
4.1 General.....	7
4.2 Documentation.....	7
4.3 Material	7
4.4 Marking.....	7
5 Tests	8
5.1 General.....	8
5.2 Leaching test	8
5.2.1 General	8
5.2.2 Determination of leachable ions.....	8
5.2.3 Passing criteria.....	8
5.3 Sulphur determination	8
5.3.1 General	8
5.3.2 Passing criteria.....	8
5.4 Determination of resistivity.....	9
5.4.1 General	9
5.4.2 Testing apparatus.....	9
5.4.3 Test procedure	10
5.4.4 Passing criteria.....	11
5.5 Corrosion tests	11
5.5.1 General	11
5.5.2 Test apparatus	11
5.5.3 Test preparation	11
5.5.4 Test procedure	12
5.5.5 Passing criteria.....	12
5.6 Marking and indications	12
6 Structure and content of the test report.....	12
6.1 General.....	12
6.2 Report identification.....	13
6.3 Specimen description.....	13
6.4 Standards and references	13
6.5 Test procedure.....	13
6.6 Testing equipment description	13
6.7 Measuring instruments description.....	14
6.8 Results and parameters recorded	14
6.8.1 Measured, observed or derived results	14
6.8.2 Statement pass/fail	14
Annex A (informative) Corrosion load.....	15
Bibliography.....	16
Figure 1 – Configuration of four–electrode soil box	10
Figure A.1 – Corrosion load (free corrosion without concentration cell).....	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIGHTNING PROTECTION SYSTEM COMPONENTS (LPSC) –**Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds****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 62561-7 has been prepared by IEC technical committee 81: Lightning protection.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) information concerning the execution of the test for the determination of the resistivity in 5.4.3;
- b) addition of Annex A for the assessment of the corrosion load.

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

FDIS	Report on voting
81/576/FDIS	81/579/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.

A list of all parts in the IEC 62561 series, published under the general title *Lightning protection system components (LPSC)*, 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 "<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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62561-7:2018

INTRODUCTION

This part of IEC 62561 deals with the requirements and tests for earthing enhancing compounds as being a lightning protection system component (LPSC) designed and implemented according to IEC 62305 (all parts).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62561-7:2018

LIGHTNING PROTECTION SYSTEM COMPONENTS (LPSC) –

Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds

1 Scope

This part of IEC 62561 specifies the requirements and tests for earthing enhancing compounds producing low resistance of an earth termination system.

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.

ISO 4689-3, *Iron ores – Determination of sulfur content – Part 3: Combustion/infrared method*

ISO 14869-1, *Soil quality – Dissolution for the determination of total element content – Part 1: Dissolution with hydrofluoric and perchloric acids*

EN 12457-2, *Characterization of waste – Leaching – Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges – Part 2: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with particle size below 4 mm (without or with size reduction)*

EN 16192, *Characterization of waste – Analysis of eluates*

ASTM G57-06, *Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity, Using the Wenner, Four-Electrode Method*

ASTM G59-97, *Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements*

ASTM G102-89, *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*

3 Terms and definitions

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

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

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

3.1

earthing enhancing compound

conductive compound producing low resistance of an earth termination system

3.2

manufacturer's instructions supplier's instructions

written instructions provided by the manufacturer or the supplier in his documentation

Note 1 to entry: See 4.2.

3.3

leaching test

test during which the earthing enhancing compound is put into contact with a leachant and some constituents of the material are extracted

3.4

corrosive load

sum of all the effects of a corrosive environment

4 Requirements

4.1 General

Earthing enhancing compounds shall be so designed and constructed that in normal use their performance is reliable and without danger to persons and the surrounding environment.

The choice of a material depends on its ability to match the requirements of a particular application.

4.2 Documentation

The manufacturer or supplier of the earthing enhancing compounds shall provide adequate information in his literature to ensure that the installer can select and install the materials in a suitable and safe manner.

Compliance is checked by inspection.

The manufacturer's literature shall contain information on how to maintain the characteristics of the earthing enhancing compound so it remains stable over time.

4.3 Material

The material of the earthing enhancing compound shall be chemically inert to subsoil. It shall not pollute the environment. It shall provide a stable environment in terms of physical and chemical properties and exhibit low resistivity. The earthing enhancing compound shall not be corrosive to the earth electrodes being used.

Compliance is checked by the tests specified in 5.2, 5.3, 5.4 and 5.5.

4.4 Marking

All products complying with this document shall be marked at least with the following:

- a) manufacturer's or responsible vendor's name or trade mark;
- b) identifying symbol;
- c) resistivity.

The marking should be given on the packing unit.

Compliance is checked in accordance with 5.6.

5 Tests

5.1 General

The tests in accordance with this document are type tests.

Unless otherwise specified, tests are carried out with the specimens prepared as in normal use according to the manufacturer's or supplier's instructions.

All tests are carried out on new specimens.

NOTE Unless otherwise specified, three samples are subjected to each individual test and the requirements are satisfied if all the criteria are met. The applicant, when submitting the material to be tested, can also submit an additional quantity which could be necessary should one test fail. The testing station will then, without further request, repeat the test and will reject the samples only if a further failure occurs. If the additional sample is not submitted at the same time, the failure of one test will entail rejection.

5.2 Leaching test

5.2.1 General

The leaching test shall be performed according to EN 12457-2 in order to determine the content of:

- Fe (iron);
- Cu (copper);
- Zn (zinc);
- Ni (nickel);
- Cd (cadmium);
- Co (cobalt);
- Pb (lead).

5.2.2 Determination of leachable ions

Determination of the concentrations of any or all of the metals listed in 5.2.1 shall be performed according to EN 16192.

5.2.3 Passing criteria

The criteria are given by national or international regulations.

5.3 Sulphur determination

5.3.1 General

Test for the determination of sulphur shall be performed according to ISO 4689-3 or ISO 14869-1 and the adapted analyses instrumentation (ICP-OES, ICP-AES or other ICP methods).

5.3.2 Passing criteria

The material is deemed to have passed the test if all measured values are less than 2 %. The recorded value resulting from this test shall be indicated within the product documentation.

5.4 Determination of resistivity

5.4.1 General

The four-electrode method shall be used to measure the resistivity of earthing enhancing compounds as described in ASTM G57-06. Representative samples of the materials shall be taken from a typical package as provided by the manufacturer and prepared in accordance with the manufacturer's instructions. Three samples of the earthing enhancement material shall be tested in a four-electrode soil box.

With the four-electrode method, a voltage is applied to the outer electrodes, which causes current to flow. The resulting voltage drop between the inner electrodes is measured using a voltmeter, and the resulting resistance is calculated. The resistance of the material can also be measured directly.

The resistance of each earthing enhancing compound sample shall be converted to the resistivity value using the following formula:

$$\rho = \frac{R \times A}{a}$$

where:

ρ is the sample resistivity ($\Omega \cdot \text{m}$);

R is the resistance (Ω);

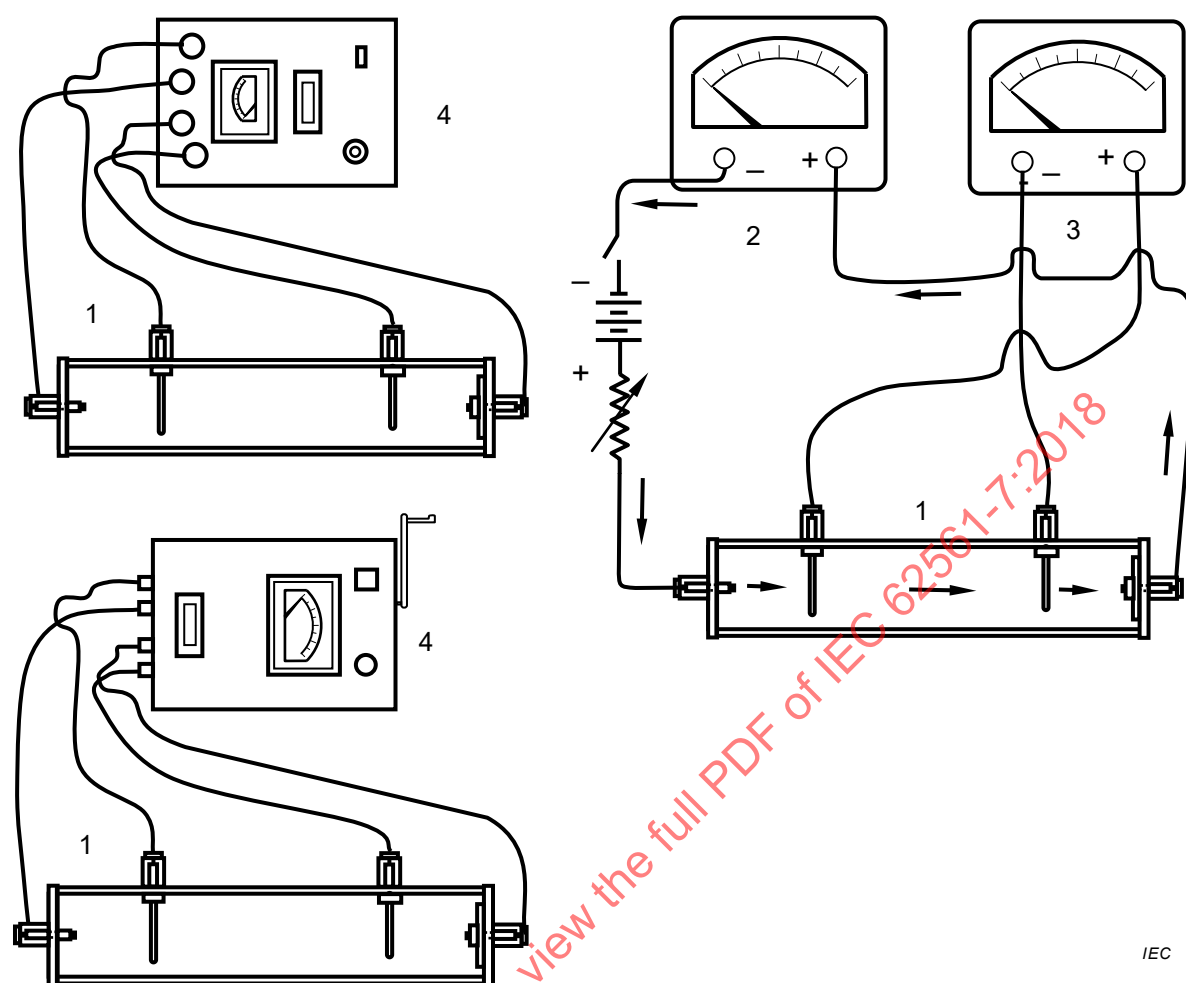
A is the cross sectional area of the container perpendicular to the current flow (m^2);

a is the inner electrode spacing, measured from inner edges of electrodes (m).

5.4.2 Testing apparatus

The following apparatus are permitted to be used:

- Any reliable commercially available earth resistance meter having two current and two voltage terminals or low frequency AC source, a high input impedance voltmeter and ammeter. Typical connections for use of a soil box with various types of instruments are shown in Figure 1.
- Four-electrode soil box, made of an inert non-conductive material with four permanently mounted electrodes manufactured of mild or stainless steel. Soil boxes are commercially available or can be constructed in various sizes, as long as the inside dimensions are known.
- Connecting cables.



Key

- 1 soil box
- 2 ammeter
- 3 voltmeter
- 4 earth resistance meter

Figure 1 – Configuration of four-electrode soil box

5.4.3 Test procedure

The earthing enhancing compound shall be prepared according to the manufacturer's instructions. If the material is to be installed as provided, with no preparation required, the earthing enhancing compound shall be tested as received.

The resistivity measurements shall be taken after the elapsed time, as specified by the manufacturer, to allow for curing or maturing if required.

The sample of the earthing enhancing compounds shall be placed in the soil box in a manner to ensure good constant electrical contact between the earth enhancing compound and the electrodes. For solid materials, a standard 100 N/m² force should be applied evenly to the surface of the material under test within the soil box for a period of 1 h and be maintained during the resistance measurement.

The resistance R of the samples shall be measured using the earth resistance meter or technical method (derived from current and voltage measurements) and resistivity of each sample shall be calculated in accordance with 5.4.1.

The tests shall be carried out in an ambient temperature in the range of +15 °C to +25 °C. The temperature at the time of measurement shall be recorded.

NOTE 1 Both the pressure applied and the moisture level of the sample under test will affect the test results.

NOTE 2 For certain materials, it is possible that the method described in 5.4 is not the most appropriate and that other methods are more desirable. This is under consideration.

5.4.4 Passing criteria

The specimens are deemed to have passed the tests if the obtained resistivity value from the three samples are equal or less than the resistivity value claimed by the manufacturer.

5.5 Corrosion tests

5.5.1 General

This test method covers the procedure for determining the corrosiveness of materials used as earthing enhancement compounds. The corrosion rate shall be determined by using potentiodynamic polarization resistance methods as outlined in ASTM G59-97 (subsequent conversion to corrosion rates via ASTM G102-89). The polarization curves collected as per ASTM G59-97 are used to determine the polarization resistance. The significance of the test is important because earthing enhancement materials have to be physically and chemically inert for the earth electrodes in order to avoid corrosion to the earthing electrode and earth lead-in rod.

5.5.2 Test apparatus

The test apparatus consists of a three-terminal potentiostat, which can be used to impose the positive and negative potential variations and to record the currents needed to obtain potentials:

- a) distilled water;
- b) glassware;
- c) mixer;
- d) balance with an accuracy of $\pm 0,001$ g.

5.5.3 Test preparation

- a) Prepare a mix of the earthing enhancing compound with a water content (by weight) following the manufacturer's instructions.
- b) Place the three electrodes (working, reference and active electrodes) into the material according to the polarization resistance method.
- c) Connect to the potentiostat. The working electrode shall be a material to represent the ground electrode (e.g. copper-plated or galvanized steel).
- d) The active electrode shall be a graphite electrode.
- e) The reference electrode is typically Cu/CuSO₄.
- f) Earthing enhancing compound designed to be used in a hardened or solid state shall be tested after the relevant curing period.
- g) Earthing enhancing compound designed to be used within a dry form shall be tested with a minimum 40 % water content.

5.5.4 Test procedure

- a) Obtain the open circuit potential of the working electrode immersed in the earthing enhancing compound.
- b) Obtain the Tafel curve for the earthing enhancing compound.
- c) Determine the Tafel constants and the polarization resistance (R_p) values until such time they have been stabilized.

5.5.5 Passing criteria

- a) For copper-plated earth electrodes, the polarization resistance shall be $> 4 \Omega \cdot m^2$ for non-aggressive environments and $> 8 \Omega \cdot m^2$ for aggressive environments.
- b) For galvanized earth electrodes, the polarization resistance shall be $> 3 \Omega \cdot m^2$ for non-aggressive environments and $> 7,6 \Omega \cdot m^2$ for aggressive environments.

NOTE Aggressive (high corrosion load) and non-aggressive (low corrosion load) environments are described in Annex A.

5.6 Marking and indications

The information listed below shall be written on the package unit and/or on the installation data sheet and/or in the manufacturer's catalogue.

Each package unit shall have indelible markings containing the following information:

- a) the name of the manufacturer or its trademark;
- b) the type or the serial number of the batch of earthing enhancing compound;
- c) the installation instructions;
- d) the resistivity value and test apparatus used;
- e) the conformity statement to the present document (IEC 62561-7).

The marking shall be checked by inspection.

6 Structure and content of the test report

6.1 General

The purpose of this clause is to provide general requirements for laboratory test reports. It is intended to provide means to promote clear, complete reporting procedures for laboratories submitting test reports.

The results of each test carried out by the laboratory shall be reported accurately, clearly, unambiguously and objectively, in accordance with any instructions in the test methods. The results shall be given in a test report and shall include all the information necessary for the interpretation of the test results and all information required by the method used.

Particular care and attention shall be paid to the arrangement of the report, especially with regard to the presentation of the test data and the ease of assimilation by the reader. The format shall be carefully and specifically designed for each type of test carried out, but the headings shall be standardized as indicated herein.

The structure of each report shall include the information according to 6.2 to 6.8, as a minimum.

6.2 Report identification

The following information shall be included¹:

- a) a title or subject of the report;
- b) name, address and telephone number of the test laboratory;
- c) name, address and telephone number of the sub-testing laboratory where the test was carried out, if different from the company which has been assigned to perform the test;
- d) unique identification number (or serial number) of the test report;
- e) name and address of the vendor;
- f) report shall be paginated and the total number of pages indicated on each page, including appendices or annexes;
- g) date of issue of the report;
- h) date(s) test(s) was (were) performed;
- i) signature and title, or an equivalent identification, of the person(s) authorized to sign for the testing laboratory for the content of the report;
- j) signature and title of the person(s) conducting the test.

6.3 Specimen description

- a) Sample description.
- b) Detailed description and unambiguous identification of the test sample and/or test assembly.
- c) Characterization and condition of the test sample and/or test assembly.
- d) Sampling procedure, where relevant.
- e) Date of receipt of test samples.
- f) Photographs, drawings or any other visual documentation, if available.

6.4 Standards and references

- a) Identification of the test standard used and the date of issue of the standard.
- b) Other relevant documentation with the documentation date.

6.5 Test procedure

- a) Description of the test procedure.
- b) Justification for any deviations from, additions to or exclusions from the referenced standard.
- c) Any other information relevant to a specific test such as environmental conditions.
- d) Configuration of the testing assembly and measuring setup.
- e) Location of the arrangement in the testing area and measuring techniques.

6.6 Testing equipment description

Description of equipment used for every test conducted, e.g. apparatus used for resistivity measurement (box or tube).

¹ It is suggested to insert in the test report a specific declaration to avoid its misuse. A declaration example is: "This type test report may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing testing laboratory. This type test report only covers the samples submitted for test and does not produce evidence of the quality for series production."

6.7 Measuring instruments description

Characteristics and calibration dates of all instruments used for measuring the values specified in this document (e.g. earth resistance meter, voltmeter, ammeter).

6.8 Results and parameters recorded

6.8.1 Measured, observed or derived results

The measured, observed or derived results shall be clearly identified, at least for:

- a) independent measured values for each test,
- b) the average value for each test,
- c) the required passing criterion for each test defined by the standard,
- d) the relevant observed or derived results of the tests.
- e) Time of period between preparation of the specimen and the measurement of resistivity

The above shall be presented by means of tables, graphs, drawings, photographs or other documentation of visual observations, as appropriate.

6.8.2 Statement pass/fail

A statement of pass/fail is necessary, identifying the part of the test for which the specimen has failed and also a description of the failure.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62561-7:2018

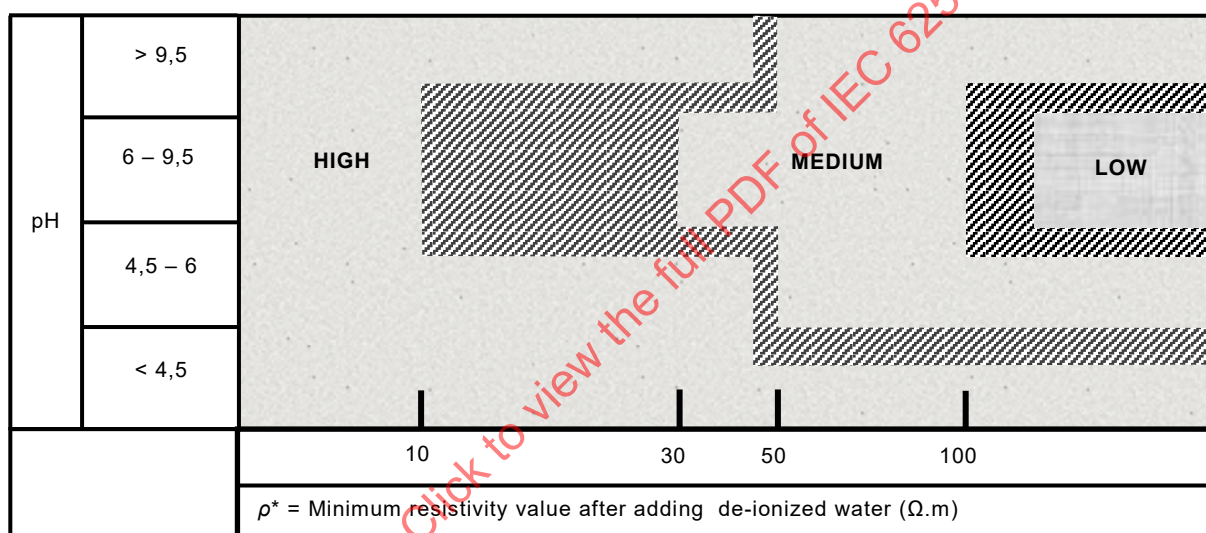
Annex A (informative)

Corrosion load

The minimum resistivity value ρ^* and the pH value measured on a soil sample after the addition of de-ionized water allows the assessment of the corrosion loading (see Figure A.1); the evaluation of soils on the border between two fields of corrosion load requires expert knowledge.

In addition, a medium corrosion load should be changed to a high corrosion load when heterogeneous soil conditions occur at the level of the structure, such as:

- presence of water table (partly submerged structure);
- wide range of ρ^* values of samples ($\rho^*_{\text{max}}/\rho^*_{\text{min}} > 3$);
- wide range of pH values of samples ($\rho^*_{\text{max}}/\rho^*_{\text{min}} > 1,5$);



IEC

Figure A.1 – Corrosion load (free corrosion without concentration cell)

Materials out of this pH range, but with low acidity or alkalinity amount, could be considered as contributing to a low corrosion load.

When industrial by-products are considered as backfill materials, the presence and amount of metallic salts should also be considered in order to avoid possible galvanic corrosion.

NOTE For more details, refer to EN 12501-2.

Bibliography

IEC 62305 (all parts), *Protection against lightning*

IEC 62561-2, *Lightning protection system components (LPSC) – Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes*

EN 12501-2, *Protection of metallic materials against corrosion – Corrosion likelihood in soil – Part 2: Low alloyed and non-alloyed ferrous materials*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62561-7:2018

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62561-7:2018

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Termes et définitions	22
4 Exigences.....	23
4.1 Généralités	23
4.2 Documentation.....	23
4.3 Matériau	23
4.4 Marquage	23
5 Essais	24
5.1 Généralités	24
5.2 Essai de lixiviation	24
5.2.1 Généralités	24
5.2.2 Détermination des ions de lixiviation.....	24
5.2.3 Critères de réussite	24
5.3 Détermination du soufre	24
5.3.1 Généralités	24
5.3.2 Critères de réussite	25
5.4 Détermination de la résistivité	25
5.4.1 Généralités	25
5.4.2 Appareillage d'essai	25
5.4.3 Procédure d'essai	26
5.4.4 Critères de réussite	27
5.5 Essais de corrosion	27
5.5.1 Généralités	27
5.5.2 Appareillage d'essai	27
5.5.3 Préparation des essais	27
5.5.4 Procédure d'essai	28
5.5.5 Critères de réussite	28
5.6 Marquage et indications	28
6 Structure et contenu du rapport d'essai	28
6.1 Généralités	28
6.2 Identification du rapport	29
6.3 Description de l'éprouvette.....	29
6.4 Normes et références.....	29
6.5 Procédure d'essai	29
6.6 Description des équipements d'essai	29
6.7 Description des instruments de mesure.....	30
6.8 Résultats et paramètres enregistrés.....	30
6.8.1 Mesures, observations ou résultats annexes.....	30
6.8.2 Déclaration de réussite/échec.....	30
Annexe A (informative) Force corrosive	31
Bibliographie.....	32
Figure 1 – Configuration du récipient à quatre électrodes pour l'analyse du sol	26
Figure A.1 – Force corrosive (corrosion libre, sans pile de concentration).....	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**COMPOSANTS DES SYSTÈMES
DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE (CSPF) –****Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre****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 62561-7 a été établie par le comité d'études 81 de l'IEC: Protection contre la foudre.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) ajout d'informations pour la réalisation des essais destinés à déterminer la résistivité en 5.4.3;
- b) ajout de l'Annexe A concernant l'évaluation de la force corrosive.

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

FDIS	Rapport de vote
81/576/FDIS	81/579/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.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62561, publiée sous le titre général *Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF)*, 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 "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, le document sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62561-7:2018

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 62561 traite des exigences et des essais concernant les enrichisseurs de terre utilisés comme composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) conçus et mis en œuvre conformément à la norme IEC 62305 (toutes les parties).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62561-7:2018

COMPOSANTS DES SYSTÈMES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (CSPF) –

Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62561 spécifie les exigences et les essais pour les enrichisseurs de terre générant une faible résistance d'un réseau de prises de terre.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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).

ISO 4689-3, *Iron ores – Determination of sulfur content – Part 3: Combustion/infrared method* (disponible en anglais seulement)

ISO 14869-1, *Qualité du sol – Mise en solution pour la détermination des teneurs élémentaires totales – Partie 1: Mise en solution par l'acide fluorhydrique et l'acide perchlorique*

EN 12457-2, *Caractérisation des déchets – Lixiviation – Essai de conformité pour lixiviation des déchets fragmentés et des boues – Partie 2: Essai en bûchée unique avec un rapport liquide-solide de 10 l/kg et une granularité inférieure à 4 mm (sans ou avec réduction de la granularité)*

EN 16192, *Caractérisation des déchets – Analyse des éluats*

ASTM G57-06, *Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity, Using the Wenner, Four-Electrode Method* (disponible en anglais seulement)

ASTM G59-97, *Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements* (disponible en anglais seulement)

ASTM G102-89, *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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 <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1

enrichisseur de terre

composé conducteur générant une faible résistance d'un réseau de prises de terre

3.2

instructions du fabricant

instructions du fournisseur

instructions écrites fournies par le fabricant ou le fournisseur dans sa documentation

Note 1 à l'article: Voir 4.2.

3.3

essai de lixiviation

essai au cours duquel l'enrichisseur de terre est mis en contact avec un agent lixiviant et des éléments du matériau sont extraits

3.4

force corrosive

somme de tous les effets d'un milieu corrosif

4 Exigences

4.1 Généralités

Les enrichisseurs de terre doivent être conçus et construits de manière à ce que leur efficacité en usage normal soit fiable et sans danger pour les personnes et le milieu environnant.

Le choix d'un matériau dépend de sa capacité à satisfaire aux exigences d'applications particulières.

4.2 Documentation

Le fabricant ou le fournisseur des enrichisseurs de terre doit fournir les informations adéquates dans sa documentation afin de s'assurer que l'installateur puisse choisir et installer le matériau de manière sûre et performante.

La conformité est vérifiée par inspection.

Dans sa documentation, le fabricant doit donner des informations concernant la maintenance à suivre par l'utilisateur pour que les caractéristiques de l'enrichisseur de terre restent stables dans le temps.

4.3 Matériau

Le matériau de l'enrichisseur de terre doit être chimiquement inerte pour le sous-sol. Il ne doit pas polluer l'environnement. Il doit par ailleurs fournir un environnement stable en termes de propriétés physiques et chimiques et présenter une faible résistivité. L'enrichisseur de terre ne doit pas être corrosif pour les électrodes de terre utilisées.

La conformité est vérifiée par les essais spécifiés en 5.2, 5.3, 5.4 et 5.5.

4.4 Marquage

Tous les produits conformes au présent document doivent porter le marquage minimal suivant:

a) nom ou marque commerciale du fabricant ou du vendeur responsable;

- b) symbole d'identification;
- c) résistivité.

Il convient d'apposer le marquage sur l'emballage.

La conformité est vérifiée conformément à 5.6.

5 Essais

5.1 Généralités

Les essais prévus dans le présent document sont des essais de type.

Sauf spécification contraire, les essais sont effectués avec des éprouvettes préparées comme en usage normal conformément aux instructions du fabricant ou du fournisseur.

Tous les essais sont effectués sur des éprouvettes neuves.

NOTE Sauf spécification contraire, trois échantillons sont soumis à chaque essai individuel et les exigences sont satisfaites si tous les critères sont respectés. Le demandeur, lorsqu'il présente le matériau à soumettre à essai, peut également soumettre une quantité complémentaire susceptible de se révéler nécessaire en cas d'échec à un essai. Le laboratoire d'essai réalise alors un nouvel essai, sans demande complémentaire, et ne rejette les échantillons que si une nouvelle défaillance se présente. Si l'échantillon complémentaire n'est pas soumis au même moment, l'échec à un essai entraîne un rejet.

5.2 Essai de lixiviation

5.2.1 Généralités

L'essai de lixiviation doit être réalisé conformément à l'EN 12457-2 dans le but de déterminer le taux de:

- Fe (fer);
- Cu (cuivre);
- Zn (zinc);
- Ni (nickel);
- Cd (cadmium);
- Co (cobalt);
- Pb (plomb).

5.2.2 Détermination des ions de lixiviation

Les concentrations des métaux répertoriés en 5.2.1 doivent être déterminées conformément à l'EN 16192.

5.2.3 Critères de réussite

Les critères sont donnés par les réglementations nationales ou internationales.

5.3 Détermination du soufre

5.3.1 Généralités

L'essai de détermination du soufre doit être réalisé conformément à l'ISO 4689-3 ou à l'ISO 14869-1 et avec les instruments d'analyse adaptés (méthodes ICP-OES, ICP-AES ou autres ICP).

5.3.2 Critères de réussite

Le matériau est réputé avoir satisfait à l'essai si toutes les valeurs mesurées sont inférieures à 2 %. La valeur consignée issue de cet essai doit être indiquée dans la documentation de produit.

5.4 Détermination de la résistivité

5.4.1 Généralités

La méthode à quatre électrodes doit être utilisée pour mesurer la résistivité des enrichisseurs de terre décrits dans le document ASTM G57-06. Des échantillons représentatifs des matériaux doivent être prélevés sur un emballage type fourni par le fabricant et préparés conformément à ses instructions. Trois échantillons de matériau enrichisseur de terre doivent être soumis à l'essai dans un récipient à quatre électrodes pour l'analyse du sol.

La méthode à quatre électrodes applique une tension sur les électrodes extérieures, ce qui provoque l'écoulement du courant. On mesure la chute de tension résultante entre les électrodes intérieures à l'aide d'un voltmètre, puis on calcule la résistance résultante. La résistance du matériau peut également être mesurée directement.

La résistance de chaque échantillon d'enrichisseur de terre doit être convertie en valeur de résistivité à l'aide de la formule suivante:

$$\rho = \frac{R \times A}{a}$$

où:

ρ est la résistivité de l'échantillon ($\Omega \cdot m$);

R est la résistance (Ω);

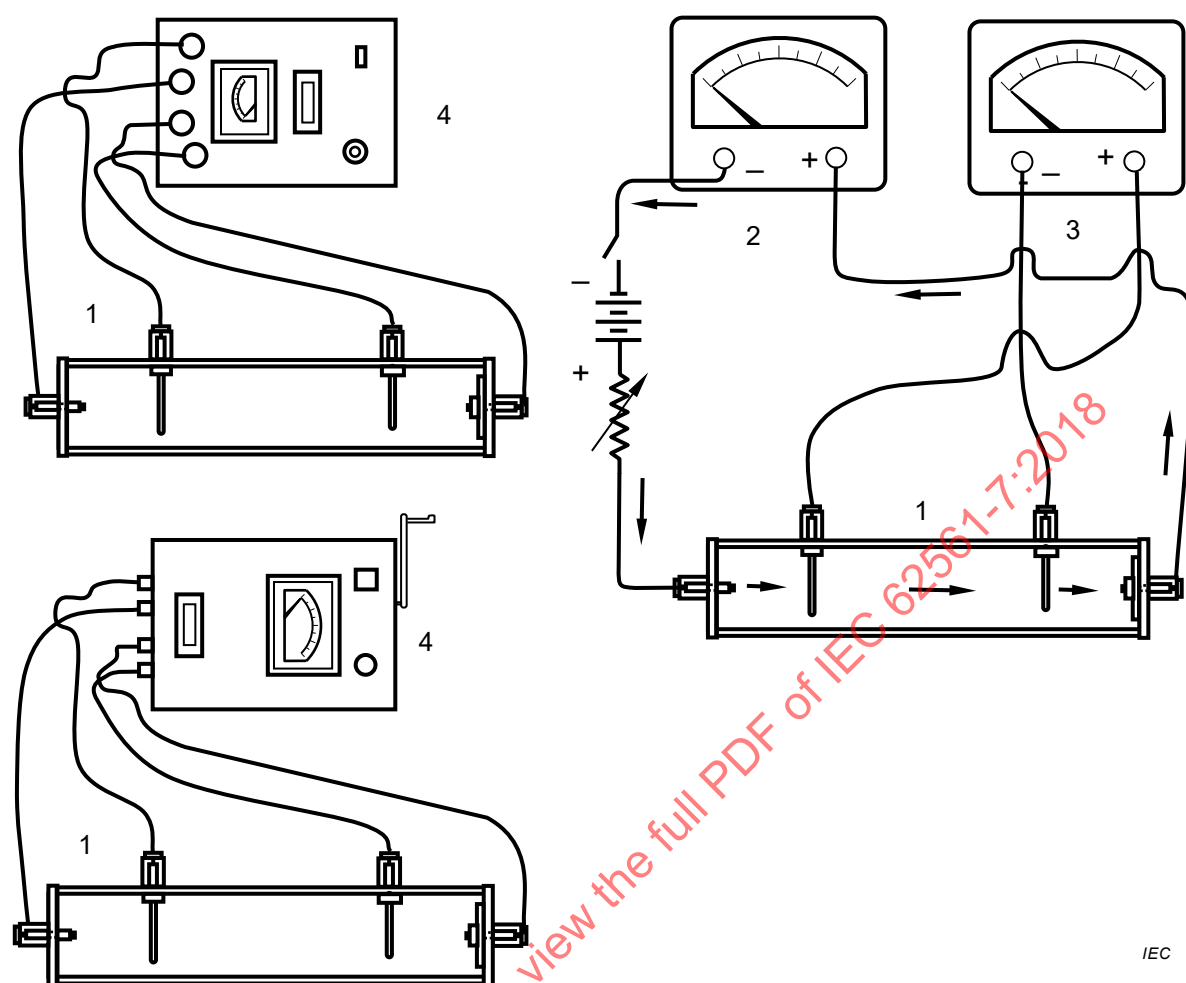
A est la section du récipient perpendiculaire au flux d'écoulement du courant (m^2);

a est l'écartement des électrodes intérieures, mesuré à partir de leurs bords intérieurs (m).

5.4.2 Appareillage d'essai

Il est admis d'utiliser les appareillages suivants:

- Tout telluromètre fiable disponible sur le marché ayant deux courants et deux tensions de sortie ou toute source de courant alternatif à basse fréquence, un voltmètre et un ampèremètre à impédance d'entrée élevée. Les connexions types pour l'utilisation d'un récipient pour l'analyse du sol avec différents types d'instruments sont représentées à la Figure 1.
- Récipient pour l'analyse du sol, constitué d'un matériau non conducteur inerte, avec quatre électrodes fixes en acier doux ou inoxydable. Les récipients pour l'analyse du sol sont disponibles dans le commerce ou peuvent être réalisés dans des dimensions différentes, tant que leurs dimensions intérieures sont connues.
- Câbles de connexion.



Légende

- 1 récipient pour l'analyse du sol
- 2 ampèremètre
- 3 voltmètre
- 4 tellurohmmètre

Figure 1 – Configuration du récipient à quatre électrodes pour l'analyse du sol

5.4.3 Procédure d'essai

L'enrichisseur de terre doit être préparé selon les instructions du fabricant. Si le matériau doit être installé tel que prévu sans aucune préparation nécessaire, l'enrichisseur de terre doit être soumis à essai en l'état de réception.

Les mesures de la résistivité doivent être effectuées à la fin du temps nécessaire, tel que spécifié par le fabricant, pour permettre le durcissement ou la maturation si cela est exigé.

L'échantillon d'enrichisseurs de terre doit être placé dans le récipient pour l'analyse du sol de façon à assurer un contact électrique constant correct entre l'enrichisseur de terre et les électrodes. Pour les matériaux solides, il convient d'appliquer de manière uniforme une force normale de 100 N/m^2 sur la surface du matériau soumis à essai dans le récipient pendant 1 h, et de la maintenir pendant toute la durée de la mesure de résistance.