

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
811-1-2**

Première édition
First edition
1985

**Méthodes d'essais communes
pour les matériaux d'isolation et de gainage
des câbles électriques**

Première partie:
Méthodes d'application générale
Section deux – Méthodes de vieillissement thermique

**Common test methods
for insulating and sheathing materials
of electric cables**

Part 1:
Methods for general application
Section Two – Thermal ageing methods



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 811-1-2: 1985

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
811-1-2**

Première édition
First edition
1985

**Méthodes d'essais communes
pour les matériaux d'isolation et de gainage
des câbles électriques**

Première partie:

Méthodes d'application générale
Section deux – Méthodes de vieillissement thermique

**Common test methods
for insulating and sheathing materials
of electric cables**

Part 1:

Methods for general application
Section Two – Thermal ageing methods

© CEI 1985 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

Publications 811 de la C E I

(Premières éditions 1985)

I E C Publications 811

(First editions 1985)

Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques

Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables

CORRIGENDUM 1

Dans l'annexe A, article A2 des Publications 811-1-1, 811-1-2, 811-1-3, 811-1-4, 811-3-1, 811-3-2 et l'annexe B, article B2 de la Publication 811-4-1, veuillez modifier comme indiqué le tableau suivant :

Correspondance entre les articles des Publications 540, 811 et 885 de la C E I *

Titre de l'article dans la Publication 540 *	540	811			885
	Article	Partie	Section	Article	Partie
Essais de décharges partielles	3	—	—	—	2
Mesure des épaisseurs et des diamètres **	4	1	1	8	—
Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes et gaines	5	1	1	9	—
Méthodes de vieillissement thermique	6	1	2	8	—
Essai de perte de masse des enveloppes isolantes et gaines de PVC	7	3	2	8	—
Essai de pression à température élevée pour enveloppes isolantes et gaines de PVC	8	3	1	8	—
Essais à basse température pour enveloppes isolantes et gaines de PVC	9	1	4	8	—
Essais de résistance à la fissuration des enveloppes isolantes et gaines de PVC	10	3	1	9	—
Méthode de détermination de la masse volumique des mélanges élastomères et thermoplastiques	11	1	3	8	—
Mesure de l'indice de fluidité à chaud du polyéthylène thermoplastique	12	4	1	10	—
Essai de résistance à l'ozone	13	2	1	8	—
Essai d'allongement à chaud	14	2	1	9	—
Essai de résistance à l'huile minérale pour les gaines à base d'élastomères	15	2	1	10	—
Essais électriques pour les câbles, les conducteurs et les fils, pour une tension inférieure ou égale à 450/750 V	16	—	—	—	1
Stabilité thermique des enveloppes isolantes et des gaines de PVC	17	3	2	9	—
Mesure dans le PE du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales	18	4	1	11	—
Essais d'absorption d'eau	19	1	3	9	—
Essai de rétraction	20	1	3	10	—

* Publication 540: Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).

Publication 885: Méthodes d'essais électriques pour les câbles électriques.

** Techniquement non identique.

In Appendix A, Clause A2 of Publications 811-1-1, 811-1-2, 811-1-3, 811-1-4, 811-3-1, 811-3-2 and Appendix B, Clause B2 of Publication 811-4-1, please amend as follows the table below:

Corresponding clauses in I E C Publications 540, 811 and 885 *

Heading of clause in Publication 540 *	540	811			885
	Clause	Part	Section	Clause	Part
Partial discharge tests	3	—	—	—	2
Measurement of thicknesses and diameters **	4	1	1	8	—
Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds	5	1	1	9	—
Thermal ageing methods	6	1	2	8	—
Loss of mass test for PVC insulations and sheaths	7	3	2	8	—
Pressure test at high temperature for PVC insulations and sheaths	8	3	1	8	—
Tests at low temperature for PVC insulations and sheaths	9	1	4	8	—
Tests for resistance of PVC insulations and sheaths to cracking	10	3	1	9	—
Method for determining the density of elastomeric and thermoplastic compounds	11	1	3	8	—
Measurement of the melt flow index of thermoplastic polyethylene	12	4	1	10	—
Ozone resistance test	13	2	1	8	—
Hot set test	14	2	1	9	—
Mineral oil immersion test for elastomeric sheaths	15	2	1	10	—
Electrical tests for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750 V	16	—	—	—	1
Thermal stability of PVC insulations and sheaths	17	3	2	9	—
Carbon black and/or mineral filler content in PE	18	4	1	11	—
Water absorption tests	19	1	3	9	—
Shrinkage test	20	1	3	10	—

* Publication 540: Test Methods for Insulations and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermoplastic Compounds).

Publication 885: Electrical Test Methods for Electric Cables.

** Technically not identical.

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Valeurs prescrites pour les essais	6
3. Application	6
4. Essais de type et autres essais	6
5. Préconditionnement	6
6. Température d'essai	6
7. Valeur médiane	6
8. Méthodes de vieillissement thermique	8
8.1 Vieillissement en étuve à air	8
8.2 Vieillissement dans la bombe à air	10
8.3 Vieillissement dans la bombe à oxygène	10
8.4 Méthodes de mesure du débit d'air dans les étuves	12
FIGURES	16
ANNEXE A — Correspondance entre les articles et paragraphes des Publications 538 et 540 de la CEI et de la Publication 811 de la CEI	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Test values	7
3. Applicability	7
4. Type tests and other tests	7
5. Pre-conditioning	7
6. Test temperature	7
7. Median value	7
8. Thermal ageing methods	9
8.1 Ageing in an air oven	9
8.2 Ageing in an air bomb	11
8.3 Ageing in an oxygen bomb	11
8.4 Methods of measuring air flow in ovens	13
FIGURES	16
APPENDIX A — Corresponding clauses and sub-clauses in IEC Publications 538 and 540 and IEC Publication 811	19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ESSAIS COMMUNES POUR LES MATÉRIAUX
D'ISOLATION ET DE GAINAGE DES CÂBLES ÉLECTRIQUES

Première partie: Méthodes d'application générale

Section deux — Méthodes de vieillissement thermique

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 20 de la CEI: Câbles électriques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
20(BC)152	20(BC)165

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n^{os} 538 (1976): Câbles, fils et cordons électriques: Méthodes d'essai pour isolants et gaines en polyéthylène.
- 538A (1980): Premier complément: Méthodes supplémentaires d'essai des polyéthylènes utilisés comme isolant et gaine de câbles électriques, fils et cordons utilisés dans l'équipement de télécommunication et dans les dispositifs employant des techniques similaires.
- 540 (1982): Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).
- 811: Méthodes d'essai communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques.
- 811-1-1: Première partie: Méthodes d'application générale. Section un — Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures — Détermination des propriétés mécaniques. (En préparation.)
- 811-3-2: Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC. Section deux — Essai de perte de masse — Essai de stabilité thermique. (En préparation.)

La norme complète doit finalement remplacer les Publications 538 et 540 de la CEI. Pour permettre aux utilisateurs une comparaison entre les articles et paragraphes correspondants dans les trois publications, un tableau de correspondance est donné dans l'annexe A.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMON TEST METHODS FOR INSULATING AND
SHEATHING MATERIALS OF ELECTRIC CABLES

Part 1: Methods for general application

Section Two — Thermal ageing methods

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 20: Electric Cables.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
20(CO)152	20(CO)165

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 538 (1976): Electric Cables, Wires and Cords: Methods of Test for Polyethylene Insulation and Sheath.
- 538A (1980): First Supplement: Additional Methods of Test for Polyethylene Insulation and Sheath of Electric Cables, Wires and Cords Used in Telecommunication Equipment and in Devices Employing Similar Techniques.
- 540 (1982): Test Methods for Insulations and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermoplastic Compounds).
- 811: Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables.
- 811-1-1: Part 1: Methods for General Application. Section One — Measurements of Thickness and Overall Dimensions — Tests for Determining the Mechanical Properties. (In preparation.)
- 811-3-2: Part 3: Methods Specific to PVC Compounds. Section Two — Loss Mass Test — Thermal Stability Test. (In preparation.)

The complete standard will eventually replace IEC Publications 538 and 540. To enable users to compare the relevant clauses in all three publications, a table of cross-references is given in Appendix A.

MÉTHODES D'ESSAIS COMMUNES POUR LES MATÉRIAUX D'ISOLATION ET DE GAINAGE DES Câbles ÉLECTRIQUES

Première partie: Méthodes d'application générale

SECTION DEUX — MÉTHODES DE VIEILLISSEMENT THERMIQUE

1. Domaine d'application

La présente norme précise les méthodes d'essais à employer pour l'essai des matériaux polymères d'isolation et de gainage des câbles électriques pour la distribution d'énergie et les télécommunications, y compris les câbles utilisés à bord des navires.

Cette section deux de la première partie donne les méthodes de vieillissement thermique qui s'appliquent aux types les plus courants de mélanges des isolants et des gaines (élastomères, PVC, PE, PP, etc.).

2. Valeurs prescrites pour les essais

Les prescriptions complètes des essais (conditions d'essais, telles que températures, durées, etc.) et les résultats à obtenir ne figurent pas dans cette norme. Ils figurent, en principe, dans les normes particulières à chaque type de câble.

Toutes les valeurs prescrites pour les essais dans cette norme peuvent être modifiées par la norme du câble correspondant afin de répondre aux exigences particulières de celui-ci.

3. Application

Les valeurs de conditionnement et les paramètres d'essais qui sont indiqués correspondent aux mélanges d'isolation et de gainage ainsi qu'aux fils et câbles, rigides et souples, des types les plus courants.

4. Essais de type et autres essais

Cette norme décrit essentiellement des méthodes relatives aux essais de type. Pour certains essais, des différences importantes existent entre les conditions dans lesquelles sont conduits les essais de type et les essais plus répétitifs, comme les essais individuels; ces différences sont alors précisées.

5. Préconditionnement

Tous les essais doivent être effectués plus de 16 h après l'extrusion ou la vulcanisation (ou la réticulation), s'il y a lieu, des mélanges d'isolation et de gainage.

6. Température d'essai

Les essais doivent être effectués à la température ambiante, sauf spécification contraire.

7. Valeur médiane

Plusieurs résultats d'essais étant obtenus et classés par valeurs croissantes ou décroissantes, la valeur médiane est la valeur du milieu de la série si le nombre de valeurs disponibles est impair, et la moyenne arithmétique des deux valeurs centrales dans la série si le nombre est pair.

COMMON TEST METHODS FOR INSULATING AND SHEATHING MATERIALS OF ELECTRIC CABLES

Part 1: Methods for general application

SECTION TWO — THERMAL AGEING METHODS

1. Scope

This standard specifies the test methods to be used for testing polymeric insulating and sheathing materials of electric cables for power distribution and telecommunications including cables used on ships.

This Section Two of Part 1 gives the thermal ageing methods which apply to the most common types of insulating and sheathing compounds (elastomeric, PVC, PE, PP, etc.).

2. Test values

Full test conditions (such as temperatures, durations, etc.) and full test requirements are not specified in this standard; it is intended that they should be specified by the standard dealing with the relevant type of cable.

Any test requirements which are given in this standard may be modified by the relevant cable standard to suit the needs of a particular type of cable.

3. Applicability

Conditioning values and testing parameters are specified for the most common types of insulating and sheathing compounds and of cables, wires and cords.

4. Type tests and other tests

The test methods described in this standard are intended, in the first instance, to be used for type tests. In certain tests, where there are essential differences between the conditions for type tests and those for more frequent tests, such as routine tests, these differences are indicated.

5. Pre-conditioning

All the tests shall be carried out not less than 16 h after the extrusion or vulcanization (or cross-linking), if any, of the insulating or sheathing compounds.

6. Test temperature

Unless otherwise specified, tests shall be carried out at room temperature.

7. Median value

When several test results have been obtained and ordered in an increasing or decreasing succession, the median value is the middle value if the number of available values is odd, and is the mean of the two middle values if the number is even.

8. Méthodes de vieillissement thermique

8.1 *Vieillissement en étuve à air*

8.1.1 *Généralités*

Un traitement de vieillissement en étuve à air peut être prescrit dans une norme particulière de câble:

- a) sur éprouvettes préparées (voir paragraphe 8.1.3);
- b) sur tronçons de câble complet (voir paragraphe 8.1.4);
- c) pour l'essai de perte de masse (voir la Publication 811-3-2 de la CEI: Méthodes d'essai communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques, Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC. Section deux — Essai de perte de masse — Essai de stabilité thermique. (En préparation.)

Quand cela est possible, on peut combiner l'essai de vieillissement a) et l'essai de perte de masse c) sur les mêmes éprouvettes.

8.1.2 *Appareil*

Une étuve à air chaud avec circulation d'air, naturelle ou sous pression. L'air doit entrer dans l'étuve de telle façon qu'il passe sur la surface des éprouvettes et qu'il sorte de l'étuve au voisinage de son sommet. L'air contenu dans l'étuve doit être renouvelé complètement au moins 8 fois et au plus 20 fois par heure à la température de vieillissement prescrite.

Le paragraphe 8.4 donne deux méthodes de mesure du débit d'air circulant dans une étuve.

L'emploi d'un ventilateur à l'intérieur de l'étuve n'est pas permis.

8.1.3 *Mode opératoire pour les éprouvettes préparées*

Le vieillissement est effectué dans une atmosphère ayant la composition et la pression de l'air ambiant.

Les éprouvettes, comme spécifié dans l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI: Méthodes d'essai communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques, Première partie: Méthodes d'application générale. Section un — Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures — Détermination des propriétés mécaniques (en préparation), doivent être suspendues verticalement, pratiquement au milieu de l'étuve et de façon que chaque éprouvette soit au moins à 20 mm l'une de l'autre.

Si certaines éprouvettes sont destinées à la mesure de la perte de masse, ces éprouvettes ne doivent pas occuper plus de 0,5% du volume de l'étuve.

Les éprouvettes doivent être laissées dans l'étuve à la température et pendant le temps spécifiés, pour le matériau, dans la norme particulière au type de câble considéré.

Des mélanges nettement différents ne sont pas soumis à l'essai simultanément.

Aussitôt après la période de vieillissement, on retire les éprouvettes de l'étuve et on les laisse, pendant 16 h au moins, à la température ambiante, en évitant la lumière solaire directe. L'essai de traction est ensuite effectué conformément aux paragraphes 9.1.6 et 9.1.7 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

8.1.4 *Mode opératoire pour tronçons de câble complet*

Trois tronçons de câble complet d'environ 200 mm de long sont prélevés de préférence près de ceux qui ont été prélevés pour l'essai de traction sans vieillissement (voir Publication 811-1-1 de la CEI).

Les tronçons de câble doivent être suspendus verticalement, pratiquement au milieu de l'étuve, à au moins 20 mm les uns des autres, sans occuper plus de 2% du volume de l'étuve.

8. Thermal ageing methods

8.1 Ageing in an air oven

8.1.1 General

An ageing treatment in an air oven may be required by the relevant cable standard:

- a) for prepared test pieces (see Sub-clause 8.1.3);
- b) for pieces of complete cable (see Sub-clause 8.1.4);
- c) for the loss of mass test (see IEC Publication 811-3-2: Common Test Methods for Insulating and Sheathing Material of Electric Cables, Part 3: Methods Specific to PVC Compounds. Section Two — Loss of Mass Test — Thermal Stability Test. (In preparation.)

The ageing test a) and the loss of mass test c) may be combined and carried out on the same test pieces.

8.1.2 Equipment

An oven with natural air flow or air flow by pressure. The air shall enter the oven in such a way that it flows over the surface of the test pieces and leaves near the top of the oven. The oven shall have not less than 8 and not more than 20 complete air changes per hour at the specified ageing temperature.

Two methods of measuring the rate of air flow through an oven are given in Sub-clause 8.4.

A fan shall not be used inside the oven.

8.1.3 Procedure for prepared test pieces

The ageing shall be carried out in an atmosphere having the composition and pressure of the ambient air.

The test pieces, as specified in Clause 9 of IEC Publication 811-1-1: Common Test Methods for Insulating and Sheathing Materials of Electric Cables, Part 1: Methods for General Application. Section One — Measurements of Thickness and Overall Measurements of Thickness and Overall Dimensions — Tests for Determining the Mechanical Properties (in preparation), shall be suspended vertically and substantially in the middle of the oven so that each piece is at least 20 mm from any other piece.

If any of the test pieces are to be used for the loss of mass test, the test pieces shall not occupy more than 0.5% of the volume of the oven.

The test pieces shall be kept in the oven at the temperature and for the time specified for the material in the relevant standard for the type of cable.

Compounds of substantially different compositions shall not be tested at the same time.

As soon as the ageing period is completed, the test piece shall be removed from the oven and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h. The tensile test shall then be carried out in accordance with Sub-clauses 9.1.6 and 9.1.7 of IEC Publication 811-1-1.

8.1.4 Procedure for pieces of complete cable

Three pieces of complete cable about 200 mm long shall be taken, preferably from positions close to that from which the samples for the tensile tests without ageing (see IEC Publication 811-1-1) are taken.

The pieces of cable shall be suspended vertically and substantially in the middle of the oven at least 20 mm away from any other piece and shall not occupy more than 2% of the volume of the oven.

Les tronçons doivent être laissés dans l'étuve à la température et pendant le temps spécifiés dans la norme particulière au type de câble considéré.

Aussitôt après la période de vieillissement, on retire les éprouvettes de l'étuve et on les laisse, pendant 16 h au moins, à la température ambiante, en évitant la lumière solaire directe.

On dépouille ensuite les trois tronçons de câble. On prépare deux éprouvettes à partir de l'enveloppe isolante de chaque conducteur (en se limitant à trois conducteurs) et de la gaine de chaque échantillon de câble, comme spécifié à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI. De cette façon, on a six éprouvettes de chaque enveloppe isolante et de la gaine.

S'il est nécessaire de couper ou de meuler les éprouvettes afin de réduire leur épaisseur à 2 mm au plus, on effectue dans la mesure du possible la coupe ou le meulage sur la face opposée au matériau de type différent dans le câble complet. S'il est nécessaire de couper ou de meuler des arêtes sur la face en regard du matériau de type différent, le matériau éliminé doit être limité au minimum nécessaire pour l'obtention d'une surface lisse.

Après avoir mesuré leurs sections et effectué le conditionnement, les éprouvettes sont soumises à l'essai de traction, conformément à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

8.2 Vieillissement dans la bombe à air

Les éprouvettes, réalisées conformément à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI sont placées dans une bombe à air à la température ambiante sans qu'elles se touchent. Les éprouvettes ne doivent pas occuper un volume de plus du dixième de la capacité effective de la bombe.

Des mélanges nettement différents ne doivent pas être essayés simultanément.

On remplit la bombe d'un air exempt d'huile et d'humidité, en portant la pression à $0,55 \pm 0,02$ MPa.

Les éprouvettes sont maintenues dans la bombe à la température et pendant le temps spécifiés pour le matériau, dans la norme particulière au type de câble considéré.

Aussitôt après la période de vieillissement, on laisse tomber graduellement la pression, en 5 min au moins, jusqu'à la pression atmosphérique, afin d'éviter la formation de porosités dans les éprouvettes.

On retire ensuite les éprouvettes de la bombe et on les laisse, pendant 16 h au moins, à la température ambiante, en évitant la lumière solaire directe.

L'essai de traction est ensuite effectué conformément aux paragraphes 9.1.6 et 9.1.7 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

8.3 Vieillissement dans la bombe à oxygène

Les éprouvettes réalisées conformément à l'article 9 de la Publication 811-1-1 de la CEI sont placées dans une bombe à oxygène à la température ambiante sans qu'elles se touchent. Les éprouvettes ne doivent pas occuper un volume de plus du dixième de la capacité effective de la bombe.

Des mélanges nettement différents ne doivent pas être essayés simultanément.

La bombe est remplie d'oxygène commercial, d'une pureté d'au moins 97% à la pression de $2,1 \pm 0,07$ MPa.

Les éprouvettes sont maintenues dans la bombe à la température et pendant le temps spécifiés, pour le matériau, dans la norme particulière au type de câble considéré.

Aussitôt après la période de vieillissement, on laisse tomber graduellement la pression, en 5 min au moins, jusqu'à la pression atmosphérique, afin d'éviter la formation de porosités dans les éprouvettes.

The pieces of cable shall be kept in the oven at the temperature and for the time specified in the relevant standard for the type of cable.

As soon as the specified heating period is completed, the pieces of cable shall be removed from the oven and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h.

The three pieces of cable shall then be dismantled. Two test pieces shall be prepared from the insulation of each core (up to a maximum of three cores) and from the sheath of each piece of cable, as specified in Clause 9 of IEC Publication 811-1-1 so that there are six test pieces from each core and from the sheath.

If the test pieces need to be cut or ground to reduce their thickness to not more than 2 mm, this operation shall be effected, so far as possible, on the side which was not facing a material of different type in the complete cable. If ridges must be cut or ground on the side which was facing the different type of material, the material removed on that side shall be the minimum compatible with adequate smoothing.

After measurement of their cross-sectional areas and conditioning has been carried out, the test pieces shall be subjected to the tensile test, in accordance with Clause 9 of IEC Publication 811-1-1.

8.2 *Ageing in an air bomb*

Test pieces, as specified in Clause 9 of IEC Publication 811-1-1 shall be placed in an air bomb at room temperature without touching each other. The test pieces shall not occupy more than one-tenth of the effective capacity of the bomb.

Compounds of substantially different compositions shall not be tested at the same time.

The bomb shall be filled with air, which shall be free from oil and moisture, to a pressure of 0.55 ± 0.02 MPa.

The test pieces shall be kept in the bomb at the temperature and for the time specified for the material in the standard for the type of cable.

As soon as the ageing period is completed, the pressure shall be released gradually so as to reach atmospheric pressure in not less than 5 min, in order to avoid formation of porosity in the test pieces.

The test pieces shall then be removed from the bomb and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h.

The tensile test shall then be carried out in accordance with Sub-clauses 9.1.6 and 9.1.7 of IEC Publication 811-1-1.

8.3 *Ageing in an oxygen bomb*

Test pieces as specified in Clause 9 of IEC Publication 811-1-1 shall be placed in the bomb at room temperature without touching each other. They shall not occupy more than one-tenth of the effective capacity of the bomb.

Compounds of substantially different compositions shall not be tested at the same time.

The bomb shall be filled with commercial oxygen of not less than 97% purity to a pressure of 2.1 ± 0.07 MPa.

The test pieces shall be kept in the bomb at the temperature and for the time specified for the material in the standard for the type of cable.

As soon as the ageing period is completed, the pressure shall be released gradually so as to reach atmospheric pressure in not less than 5 min, in order to avoid formation of porosity in the test pieces.

On retire ensuite les éprouvettes de la bombe et on les laisse, pendant 16 h au moins, à la température ambiante, en évitant la lumière solaire directe.

L'essai de traction est ensuite effectué conformément aux paragraphes 9.1.6 et 9.1.7 de la Publication 811-1-1 de la CEI.

8.4 Méthodes de mesure du débit d'air dans les étuves

8.4.1 Méthode 1 — Méthode indirecte ou méthode de la consommation de puissance

- a) Dans cette méthode, le surplus de puissance nécessaire pour maintenir l'étuve à une température donnée avec ses ouvertures de ventilation ouvertes, par rapport à la puissance nécessaire pour maintenir l'étuve à la même température avec ses ouvertures fermées, est utilisé comme mesure de la quantité d'air traversant l'étude lorsque les ouvertures sont ouvertes. La puissance moyenne (P_1 watts) nécessaire pour maintenir la température de l'étuve à la température de vieillissement prescrite, lorsque les ouvertures de ventilation sont ouvertes, est déterminée pendant une période de 30 min ou plus. Les ouvertures de ventilation (et, si nécessaire, l'ouverture pour le thermomètre) sont alors fermées et la puissance moyenne (P_2 watts) nécessaire pour maintenir la même température pendant la même durée est déterminée. Il est essentiel que la différence entre la température de l'étuve et la température ambiante soit, à 0,2 °C près, la même pour les deux essais. La température ambiante doit être mesurée en un point situé à peu près à 2 m de l'étuve, approximativement au niveau de sa base, et à une distance d'au moins 0,6 m de tout objet solide.
- b) La quantité d'air traversant l'étuve, lorsque ses ouvertures de ventilation sont ouvertes, est donnée par les formules:

$$m = \frac{P_1 - P_2}{C_p (t_2 - t_1)} \quad (1)$$

$$V = \frac{3\,600\,m}{d} \quad (2)$$

où:

C_p est la chaleur spécifique de l'air à pression constante (1,003 J/g)

t_1 est la température ambiante, en degrés Celsius

t_2 est la température de l'étuve, en degrés Celsius

$P_1 - P_2$ est la différence de consommation de puissance, comme défini au premier alinéa

m est la masse de l'air, en grammes par seconde

V est le volume de l'air, en litres par heure

d est la masse volumique de l'air dans le laboratoire au moment de l'essai, en grammes par litre

Note. — La masse volumique de l'air à 760 mm Hg et à 20 °C est de 1,205 g/l.

Donc:
$$V = \frac{3\,600 (P_1 - P_2)}{1,003 d (t_2 - t_1)} \quad \text{ou} \quad V = \frac{3\,590 (P_1 - P_2)}{d (t_2 - t_1)}$$

Cette formule suppose que, quand les ouvertures sont fermées, l'air ne traverse pas l'étuve. Pour cette raison, il ne doit pas y avoir de fuites; le joint d'étanchéité de la porte doit être scellé au moyen d'un ruban adhésif et toutes les ouvertures, y compris la fenêtre d'entrée, doivent être fermées de façon efficace.

- c) Si l'on utilise un wattmètre pour mesurer la puissance consommée, le temps total, en secondes, pendant lequel les éléments chauffants de l'étuve sont en circuit doit être mesuré avec un chronomètre, et la lecture du wattmètre doit être faite une fois pendant chaque période de mise en circuit.

La moyenne des lectures, en watts, multipliée par le temps total enregistré par le chronomètre et divisée par la durée de l'essai, en secondes, est prise comme puissance, en watts, nécessaire pour maintenir une température constante.

- d) Si l'on utilise un wattheuremètre ou un kilowattheuremètre, la lecture de la consommation totale d'énergie enregistrée par l'appareil doit être divisée par la durée de l'essai, mesurée comme

The test pieces shall then be removed from the bomb and left at ambient temperature, avoiding direct sunlight, for at least 16 h.

The tensile test shall then be carried out in accordance with Sub-clauses 9.1.6 and 9.1.7 of IEC Publication 811-1-1.

8.4 *Methods of measuring air flow in ovens*

8.4.1 *Method 1 — Indirect or power consumption method*

a) In this method, the additional power required to maintain the oven at a given temperature with its ports open, over that required to maintain the oven at the same temperature with its ports closed, is used as a measure of the quantity of air passing through the oven when the ports are open. The average power (P_1 watts) required to maintain the oven temperature at the specified ageing temperature when the ports are open is determined over a period of 30 min or longer. The ventilation ports (and, if necessary, the thermometer aperture) are then closed and the average power (P_2 watts) to maintain the same temperature over a similar period is determined. It is essential that the difference between the oven temperature and the room temperature should be the same for the two tests to within 0.2 °C. The room temperature should be measured at a point about 2 m from the oven, approximately level with its base, and at least 0.6 m from any solid objects.

b) The amount of air passing through the oven when the ports are open is given by the formulae:

$$m = \frac{P_1 - P_2}{C_p (t_2 - t_1)} \quad (1)$$

$$V = \frac{3\,600\,m}{d} \quad (2)$$

where:

C_p is the specific heat of air constant pressure (1.003 J/g)

t_1 is the room temperature, in degrees Celsius

t_2 is the oven temperature, in degrees Celsius

$P_1 - P_2$ is the difference in power consumption, as defined in the first paragraph

m is the mass of air, in grams per second

V is the volume of air, in litres per hour

d is the density of air in the laboratory at the time of test, in grams per litre

Note. — The density of air at 760 mm Hg and 20 °C is 1.205 g/l.

Hence:
$$V = \frac{3\,600 (P_1 - P_2)}{1.003 d (t_2 - t_1)} \quad \text{or} \quad V = \frac{3\,590 (P_1 - P_2)}{d (t_2 - t_1)}$$

This formula assumes that, when the ports are closed, no air passes through the oven. Therefore, there shall be no leakages; the air-tight door joint should be sealed with adhesive tape and all apertures, including the inlet port, should be effectively closed.

c) If the power consumption is measured with a wattmeter, the total length of time, in seconds, for which the oven heaters are “on” shall be measured with a stop-watch and the reading of the wattmeter shall be taken once during each “on” period.

The average of the wattage readings multiplied by the total time registered by the stop-watch and divided by the duration of the test, in seconds, is taken as the power, in watts, required to maintain a constant temperature.

d) If a watt-hour or kilowatt-hour meter is used, the reading of the total energy consumption registered by the meter shall be divided by the duration of the test, measured as a fraction of an

fraction d'une heure. Si l'on utilise un kilowattheuremètre à usage domestique, les unités de cadran sont trop grandes pour permettre d'obtenir une précision suffisante pour une période d'essai raisonnablement courte et on doit alors se servir du disque de rotation de ces appareils pour indiquer la consommation d'énergie. L'appareil doit fonctionner jusqu'à ce que la marque du disque se trouve en face du centre de la vitre; ensuite, il doit être déconnecté jusqu'au commencement de l'essai.

Afin de réduire l'erreur possible, on doit prendre une période d'essai suffisamment longue pour permettre environ 100 tours du disque, et il est préférable d'arrêter l'essai lorsque la marque du disque est visible. Si la marque n'est cependant pas visible à la fin de l'essai, on ajoute une fraction de tour estimée. L'essai doit être commencé et terminé aux points correspondants des positions «fermée et ouverte» du cycle de chauffage (c'est-à-dire au moment où les éléments chauffants sont enclenchés par le thermostat).

8.4.2 Méthode 2 — Méthode directe et continue

Description du matériel

En partant de la source d'air comprimé, c'est-à-dire d'une canalisation ou de bouteilles d'air:

a) Détendeur de pression

Dispositif destiné à ramener une pression d'alimentation élevée aux faibles valeurs nécessaires à l'alimentation de l'étuve.

Il est pourvu d'une soupape réglable qui permet d'obtenir une pression constante en aval.

b) Débitmètre

Appareil permettant de mesurer le débit d'air. Il est représenté par la figure 1, page 16, et fonctionne sur un principe manométrique, avec:

- 1) Un tube capillaire étalonné, ayant un diamètre intérieur étalonné d'environ 2 mm et une longueur étalonnée d'environ 70 mm. La figure 2, page 17, donne un diagramme type d'étalonnage, lequel permet le contrôle du débit d'air jusqu'à 500 litres/h ou 600 litres/h.
- 2) Un tube manométrique avec une double échelle de différence de pression comprise entre 0 et ± 300 mm d'eau. Le liquide manométrique est de l'eau distillée.

c) Etuve à air

Etuve à air à employer après en avoir bien assuré l'étanchéité, en particulier celle du tube d'alimentation, qui doit de préférence pénétrer dans l'étuve par le fond. L'ouverture de sortie, qui devrait être au sommet de l'étuve, doit être le seul orifice ouvert.

Note. — Les deux points suivants facilitent la fiabilité de la méthode et du matériel.

- a)* Le débitmètre décrit ci-dessus peut être considéré comme parfaitement sûr, facile à construire et à étalonner, ainsi qu'approprié à la gamme des débits d'air mis en jeu.
- b)* Comme le montrent les essais, l'adoption de la ventilation légèrement «forcée» ne modifie pas, dans la pratique, l'uniformité de la température aux différents points des étuves.

hour. If a household kilowatt-hour meter is used, the dial units are too large to enable a sufficient accuracy to be obtained over a reasonably short test, and the rotating disc with which these meters are provided shall be used therefore as the power consumption indicator. The meter shall be put into operation until the index mark on the disc is opposite the centre of the window; it shall then be disconnected until the start of the test.

To reduce the possible error, the period of test shall be long enough to permit 100 revolutions of the disc and the test shall preferably be ended when the mark on the disc is visible. If, however, the mark is out of sight at the end of the test, an estimated fraction of a revolution shall be added. The test shall be started and stopped at corresponding points on the "on-off" heating cycle (e.g., at the moment when the heaters are switched on by the thermostat).

8.4.2 Method 2 — Direct and continuous method

Description of the equipment

Starting from the high-pressure air source, i.e. from a pipe system or air cylinders:

a) Air pressure regulator

A device to reduce the air pressure from the many atmospheres of the supply mains to the quite low-pressure values needed for supplying the oven.

It is equipped with an adjustable valve which permits a constant pressure downstream.

b) Flowmeter

An instrument with which the rate of air flow can be measured. It is illustrated by Figure 1, page 16, and operates on a manometric principle, with:

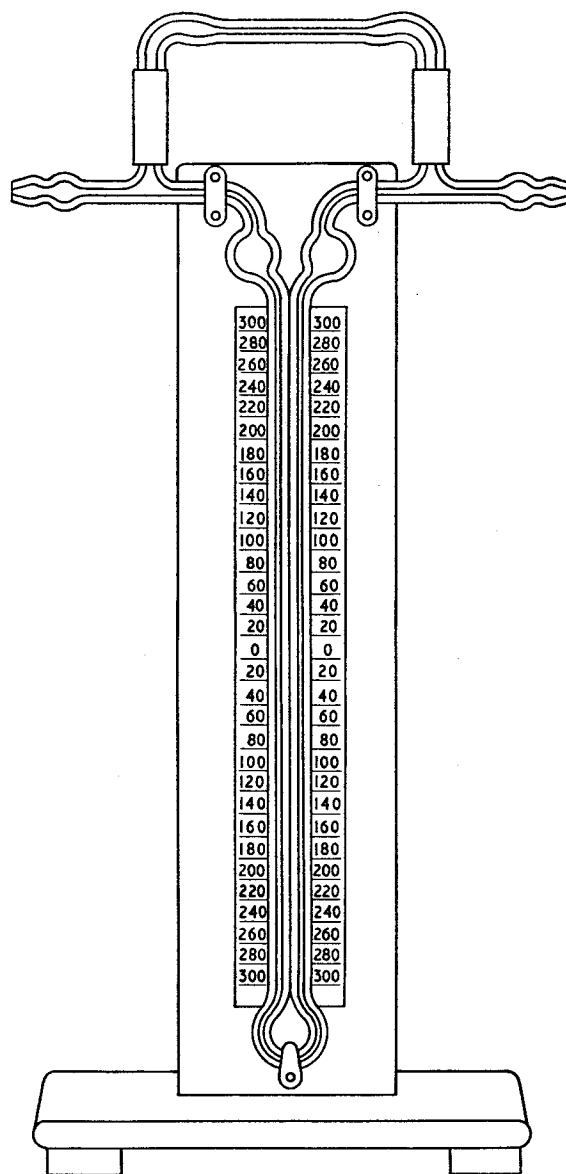
- 1) A calibrated capillary tube, with an internal calibrated diameter of about 2 mm and a calibrated length of about 70 mm. Figure 2, page 17, shows a typical calibration diagram, which permits the control of air flow up to 500 litres/h or 600 litres/h.
- 2) A manometric tube with a double graduation of pressure difference ranging between 0 and ± 300 mm of water. Distilled water is the manometric liquid.

c) Air oven

An air oven to be operated when carefully sealed, including sealing round the inlet tube, which should preferably enter the oven through the bottom. The outflow hole, which should be at the top of the oven, is the only port to be open.

Note. — The following two features facilitate the reliability of the method and the equipment.

- a)* The flowmeter described above can be considered as fully reliable, easy to manufacture and to calibrate, as well as suitable for the range of air rates involved here.
- b)* As shown by tests the adoption of a slightly "forced" ventilation does not alter, in practice, the uniformity of the temperature at the various points in the ovens.



181/76

FIG. 1.— Débitmètre pour le contrôle du débit d'air dans les étuves par la méthode 2.
Flowmeter for air-flow control in air ovens for method 2.

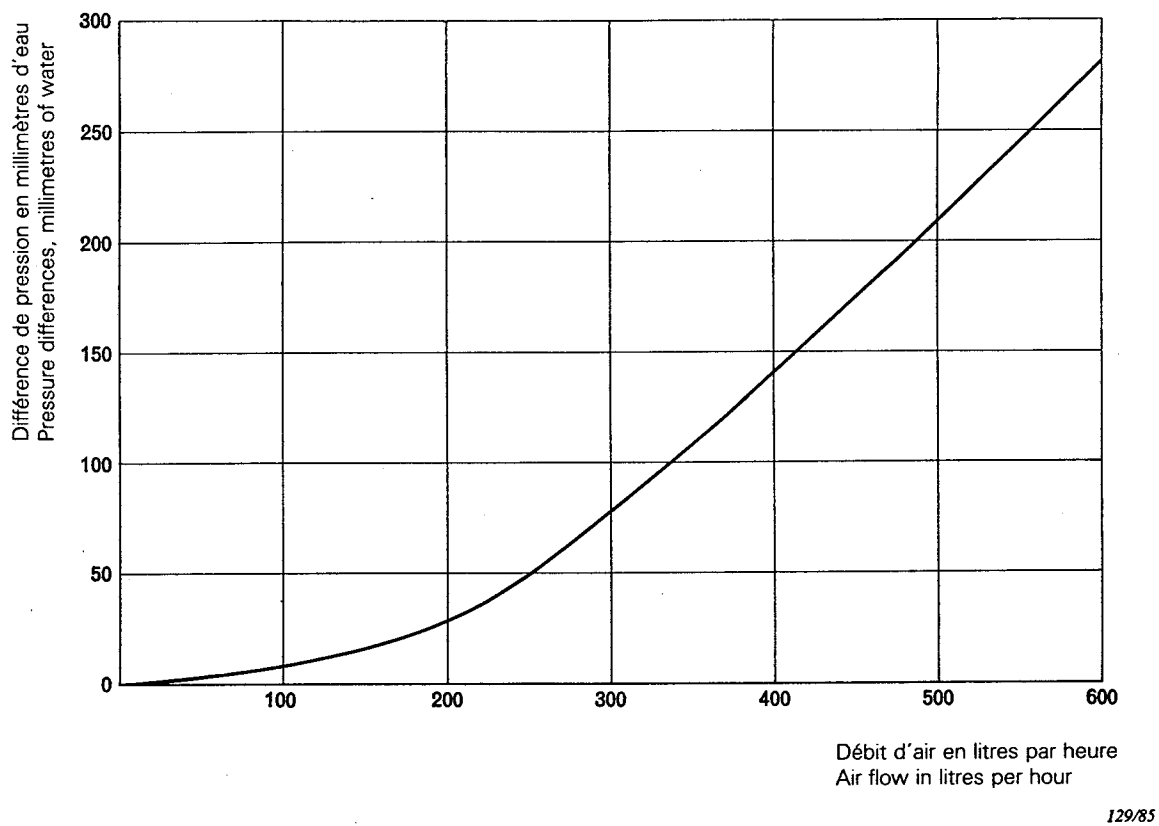


FIG. 2.— Diagramme d'étalonnage du tube capillaire (diamètre: $d = 2$ mm; longueur: $l = 70$ mm) du débitmètre pour le contrôle du débit d'air dans les étuves par la méthode 2.
Calibration diagram of the capillary tube (diameter: $d = 2$ mm; length: $l = 70$ mm) of the flowmeter for air-flow control in air ovens for method 2.

ANNEXE A

CORRESPONDANCE ENTRE LES ARTICLES ET PARAGRAPHERS DES PUBLICATIONS 538 ET 540 DE LA CEI ET DE LA PUBLICATION 811 DE LA CEI

A1. Correspondance entre les articles et les paragraphes des Publications 538 et 811 de la CEI

Titre de l'article dans la Publication 538*	538	811		
	Article ou paragraphe	Partie	Section	Article ou paragraphe
Généralités	1	Toutes	Toutes	1 à 7
Caractéristiques mécaniques de l'isolant	2	1	1	9.1
Caractéristiques mécaniques de la gaine	3	1	1	9.2
Indice de fluidité à chaud (IF)	4	4	1	10
Masse volumique	5	1	3	8
Essai de vieillissement de l'enveloppe isolante et de la gaine	6.1	1	2	8
Essai de retrait de l'enveloppe isolante	6.2	1	3	10
Essai de flexion à basse température				
enveloppe isolante	6.3.1	1	4	8.1
gaine	6.3.2	1	4	8.2
Détermination de la teneur en noir de carbone et/ou en charges minérales	7	4	1	11
Mesure des épaisseurs et des diamètres	Annexe A	1	1	8
Indice de fluidité à chaud	Annexe B	4	1	10
Titre de l'article dans la Publication 538A**	538A	811		
	Article	Partie	Section	Article
Essai d'enroulement après vieillissement thermique dans l'air	1	4	1	9
Résistance aux craquelures sous contraintes dues à l'environnement	2	4	1	8

* Publication 538: Câbles, fils et cordons électriques: Méthodes d'essai pour isolants et gaines en polyéthylène.

** Publication 538A: Premier complément à la Publication 538 (1976): Méthodes supplémentaires d'essai des polyéthylènes utilisés comme isolant et gaine de câbles électriques, fils et cordons utilisés dans l'équipement de télécommunication et dans les dispositifs employant des techniques similaires.

APPENDIX A

CORRESPONDING CLAUSES AND SUB-CLAUSES IN IEC PUBLICATIONS 538 AND 540
AND IEC PUBLICATION 811

A1. Corresponding clauses or sub-clauses in IEC Publications 538 and 811

Heading of clause in Publication 538*	538	811		
	Clause or sub-clause	Part	Section	Clause or sub-clause
General	1	All	All	1 to 7
Mechanical properties of insulation	2	1	1	9.1
Mechanical properties of sheath	3	1	1	9.2
Melt flow index (MFI)	4	4	1	10
Density	5	1	3	8
Ageing test for insulation and sheath	6.1	1	2	8
Shrinkage test for insulation	6.2	1	3	10
Bending test at low temperature insulation	6.3.1	1	4	8.1
sheath	6.3.2	1	4	8.2
Carbon black and/or mineral filler content	7	4	1	11
Measurement of thicknesses and diameters	Appendix A	1	1	8
Melt flow index	Appendix B	4	1	10
Heading of clause in Publication 538A**	538A	811		
	Clause	Part	Section	Clause
Wrapping test after thermal ageing in air	1	4	1	9
Resistance to environmental stress cracking	2	4	1	8

* Publication 538: Electric Cables, Wires and Cords: Methods of Test for Polyethylene Insulation and Sheath.

** Publication 538A: First Supplement to Publication 538 (1976): Additional Methods of Test for Polyethylene Insulation and Sheath of Electric Cables, Wires and Cords Used in Telecommunication Equipment and in Devices Employing Similar Techniques.

A2. Correspondance entre les articles des Publications 540 et 811 de la CEI

Titre de l'article dans la Publication 540*	540	811		
	Article	Partie	Section	Article
Essais de décharges partielles	3	—	—	—
Mesure des épaisseurs et des diamètres**	4	1	1	8
Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour enveloppes isolantes et gaines	5	1	1	9
Méthodes de vieillissement thermique	6	1	2	8
Essai de perte de masse des enveloppes isolantes et gaines de PVC	7	3	2	8
Essai de pression à température élevée pour enveloppes isolantes et gaines de PVC	8	3	1	8
Essais à basse température pour enveloppes isolantes et gaines de PVC	9	1	4	8
Essais de résistance à la fissuration des enveloppes isolantes et gaines de PVC	10	3	1	9
Méthode de détermination de la masse volumique des mélanges élastomères et thermoplastiques	11	1	3	8
Mesure de l'indice de fluidité à chaud du polyéthylène thermoplastique	12	4	1	9
Essai de résistance à l'ozone	13	2	1	8
Essai d'allongement à chaud	14	2	1	9
Essai de résistance à l'huile minérale pour les gaines à base d'élastomères	15	2	1	10
Essais électriques pour les câbles, les conducteurs et les fils, pour une tension inférieure ou égale à 450/750 V	16	—	—	—
Stabilité thermique des enveloppes isolantes et des gaines de PVC	17	3	2	9
Mesure dans le PE du taux de noir de carbone et/ou des charges minérales	18	4	1	10
Essais d'absorption d'eau	19	1	3	9
Essai de rétraction	20	1	3	10

* Publication 540: Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).

** Techniquement non identique.

A2. Corresponding clauses in IEC Publications 540 and 811

Heading of clause in Publication 540*	540	811		
	Clause	Part	Section	Clause
Partial discharge tests	3	—	—	—
Measurement of thicknesses and diameters**	4	1	1	8
Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds	5	1	1	9
Thermal ageing methods	6	1	2	8
Loss of mass test for PVC insulations and sheaths	7	3	2	8
Pressure test at high temperature for PVC insulations and sheaths	8	3	1	8
Tests at low temperature for PVC insulations and sheaths	9	1	4	8
Tests for resistance of PVC insulations and sheaths to cracking	10	3	1	9
Method for determining the density of elastomeric and thermoplastic compounds	11	1	3	8
Measurement of the melt flow index of thermoplastic polyethylene	12	4	1	9
Ozone resistance test	13	2	1	8
Hot set test	14	2	1	9
Mineral oil immersion test for elastomeric sheaths	15	2	1	10
Electrical tests for cables, cords and wires for voltages up to and including 450/750 V	16	—	—	—
Thermal stability of PVC insulations and sheaths	17	3	2	9
Carbon black and/or mineral filler content measurement in PE	18	4	1	10
Water absorption tests	19	1	3	9
Shrinkage test	20	1	3	10

* Publication 540: Test Methods for Insulations and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermoplastic Compounds).

** Technically not identical.

ICS 29.035.01; 29.060.20
