

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Live working – Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc –

Part 1-1: Test methods – Method 1: Determination of the arc rating (ATPV or E_{BT50}) of flame resistant materials for clothing

Travaux sous tension – Vêtements de protection contre les dangers thermiques d'un arc électrique –

Partie 1-1: Méthodes d'essai – Méthode 1: Détermination de la caractéristique d'arc (ATPV ou E_{BT50}) de matériaux résistant à la flamme pour vêtements

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and symbols	7
3.1 Terms and definitions	7
3.2 Symbols and units	11
4 Principle of the test methods	11
4.1 Test method A.....	11
4.2 Test method B	12
5 Significance and use of the test methods.....	12
6 Test apparatus	12
6.1 General.....	12
6.2 Method A – Arrangement of the two-sensor panels.....	13
6.3 Method A – Panel construction	14
6.4 Method B – Arrangement of the mannequins	15
6.5 Method B – Mannequin construction.....	17
6.6 Sensor response	18
6.7 Calorimeter construction.....	18
6.8 Supply bus and electrodes	20
6.8.1 General	20
6.8.2 Electrodes	21
6.8.3 Fuse wire	22
6.9 Electric supply.....	22
6.10 Test-circuit control.....	22
6.11 Data acquisition system.....	22
7 Precautions	22
8 Specimen preparation.....	23
8.1 Test specimens	23
8.1.1 Test specimens for method A: two-sensor panel test	23
8.1.2 Test specimens for method B: four-sensor mannequin.....	23
8.2 Laundry conditioning of test specimens	23
9 Calibration.....	23
9.1 Data acquisition system precalibration	23
9.2 Calorimeter calibration check	23
9.3 Arc exposure and apparatus calibration for the two-sensor panels and the monitoring sensors	24
9.3.1 Test apparatus	24
9.3.2 Positioning of the two-sensor panels, mannequins and monitoring sensors	24
9.3.3 Apparatus calibration for the two-sensor panels and monitoring sensors	24
9.4 Confirmation of test apparatus setting	24
10 Test apparatus care and maintenance	25
10.1 Surface reconditioning.....	25
10.2 Care of sensor panels and mannequins.....	25
10.3 Care of electrodes.....	25

11	Test procedures	25
11.1	Test parameters	25
11.2	Sequence of tests	25
11.2.1	Panels	25
11.2.2	Mannequins	25
11.2.3	Test criteria	25
11.3	Initial temperature	26
11.4	Specimen mounting	26
11.4.1	Method A panels	26
11.4.2	Method B mannequins	27
11.5	Specimen characteristics	27
11.6	Test protocol	28
12	Interpretation of results	28
12.1	Heat transfer	28
12.1.1	Determining time zero	28
12.1.2	Plotting sensor response	28
12.1.3	Sensor response versus Stoll curve	30
12.1.4	Determination of heat attenuation factor (HAF)	32
12.2	Determination of breakopen threshold energy, E_{BT50}	33
12.3	Arc rating	33
12.4	Visual inspection	33
13	Test report	34
	Annex A (normative) Measurement of char length	36
	Annex B (informative) Logistic regression technique	37
	Annex C (informative) Heat attenuation factor	39
	Bibliography	40
	Figure 1 – Method A – Arrangement of three two-sensor panels with monitoring sensors (plan view)	13
	Figure 2 – Method A – Two-sensor panel (face view) with monitoring sensors	14
	Figure 3 – Method A – Sliding two-sensor panel	15
	Figure 4 – Supply bus and arc electrodes showing the position of mannequin(s) and monitoring sensors	16
	Figure 5 – Positioning of electrodes and monitoring sensors	17
	Figure 6 – Four-sensor mannequin, front view	18
	Figure 7 – Calorimeter and thermocouple details	19
	Figure 8 – Typical installation of the copper sensor mounted in the panel and the calorimeter mounted in the monitoring sensor	20
	Figure 9 – Example of supply bus and arc electrodes for panels	21
	Figure 10 – Typical material clamping assembly	27
	Figure 11 – Typical sensor temperature-rise curve with time scale and baseline correction	29
	Table 1 – Human tissue tolerance to heat, second-degree burn [1]	31
	Table A.1 – Total tearing load	36

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIVE WORKING – PROTECTIVE CLOTHING AGAINST THE THERMAL HAZARDS OF AN ELECTRIC ARC –

Part 1-1: Test methods – Method 1: Determination of the arc rating (ATPV or E_{BT50}) of flame resistant materials for clothing

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 61482-1-1 has been prepared by IEC technical committee 78: Live working.

This standard cancels and replaces IEC 61482-1:2002. It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to IEC 61482-1:

- addition of a detailed analysis of the sensor response.

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

FDIS	Report on voting
78/793/FDIS	78/805/RVD

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

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

A list of all parts of the IEC 61482 series can be found, under the general title *Live working – Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc*, on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

LIVE WORKING – PROTECTIVE CLOTHING AGAINST THE THERMAL HAZARDS OF AN ELECTRIC ARC –

Part 1-1: Test methods – Method 1: Determination of the arc rating (ATPV or E_{BT50}) of flame resistant materials for clothing

1 Scope

This part of IEC 61482 specifies test methods to measure the arc thermal performance value of materials intended for use in heat- and flame-resistant clothing for workers exposed to the thermal effects of electric arcs and the function of garments using these materials. These test methods measure the arc thermal performance value of materials which meet the following requirements: less than 100 mm char length and less than 2 s afterflame after removal from flame, when tested in accordance with ISO 15025, procedure B (bottom-edge ignition) on the outer material, and the char length measured using a modified ISO method as described in Annex A.

These methods are used to measure and describe the properties of materials, products, assemblies or garments, in response to convective and radiant energy generated by an electric arc in open air under controlled laboratory conditions.

The materials used in these methods are in the form of flat specimens for method A and garments for method B.

Method A is used to determine the arc rating of materials and material assemblies when tested in a flat configuration.

Method B is used to measure garment response, not arc rating, to an arc exposure including all the garment findings, sewing thread, fastenings, fabrics and other accessories when tested on a male mannequin torso. Method B is also used for accident replication.

It is the responsibility of the user of this part of IEC 61482 to establish appropriate safety and health practices prior to use. For specific precautions, see Clause 7.

The test methods in this part of IEC 61482 are not directed to classify by protection classes. Methods determining protection classes are prescribed in IEC 61482-1-2.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 3175-2, *Textiles – Professional care, drycleaning and wetcleaning of fabrics and garments – Part 2: Procedure for testing performance when cleaning and finishing using tetrachloroethene*

ISO 6330, *Textiles – Domestic washing and drying procedures for textile testing*

ISO 9151, *Protective clothing against heat and flame – Determination of heat transmission on exposure to flame*

ISO 15025:2000, *Protective clothing – Protection against heat and flame – Method of test for limited flame spread*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	45
1 Domaine d'application	47
2 Références normatives	47
3 Termes, définitions et symboles	48
3.1 Termes et définitions	48
3.2 Symboles et unités	52
4 Principe des méthodes d'essai	53
4.1 Méthode d'essai A	53
4.2 Méthode d'essai B	53
5 Signification et utilisation des méthodes d'essai	53
6 Appareillage d'essai	54
6.1 Généralités	54
6.2 Méthode A – Disposition des panneaux à deux capteurs	54
6.3 Méthode A – Constitution d'un panneau	56
6.4 Méthode B – Disposition des mannequins	57
6.5 Méthode B – Constitution d'un mannequin	59
6.6 Réponse d'un capteur	60
6.7 Constitution d'un calorimètre	60
6.8 Barre d'alimentation et électrodes	62
6.8.1 Généralités	62
6.8.2 Electrodes	63
6.8.3 Fil fusible	64
6.9 Alimentation électrique	64
6.10 Commande du circuit d'essai	64
6.11 Système d'acquisition de données	64
7 Précautions	64
8 Préparation des éprouvettes	65
8.1 Eprouvettes d'essai	65
8.1.1 Eprouvettes d'essai pour la méthode A: essai avec panneau à deux capteurs	65
8.1.2 Eprouvettes d'essai pour la méthode B: mannequin à quatre capteurs	65
8.2 Conditionnement par le nettoyage des éprouvettes d'essai	65
9 Etalonnage	66
9.1 Préétalonnage du système d'acquisition de données	66
9.2 Vérification de l'étalonnage du calorimètre	66
9.3 Etalonnage de l'exposition à l'arc et de l'appareillage pour les panneaux à deux capteurs et les capteurs de surveillance	66
9.3.1 Appareillage d'essai	66
9.3.2 Placement des panneaux à deux capteurs, des mannequins et des capteurs de surveillance	66
9.3.3 Etalonnage de l'appareillage pour les panneaux à deux capteurs et les capteurs de surveillance	66
9.4 Confirmation du réglage de l'appareillage d'essai	67
10 Précautions et entretien de l'appareillage d'essai	67
10.1 Reconditionnement de surface	67
10.2 Entretien des panneaux de capteurs et des mannequins	67

10.3	Entretien des électrodes	67
11	Procédures d'essai	68
11.1	Paramètres d'essai	68
11.2	Séquence des essais	68
11.2.1	Panneaux	68
11.2.2	Mannequins	68
11.2.3	Critères d'essais	68
11.3	Température initiale	69
11.4	Montage de l'éprouvette	69
11.4.1	Panneaux de la méthode A	69
11.4.2	Mannequins de la méthode B	70
11.5	Caractéristiques des éprouvettes	70
11.6	Protocole d'essai	71
12	Interprétation des résultats	71
12.1	Transfert de chaleur	71
12.1.1	Détermination du temps zéro	71
12.1.2	Tracé de la réponse du capteur	71
12.1.3	Réponse du capteur par rapport à la courbe de Stoll	73
12.1.4	Détermination du facteur d'atténuation de la chaleur (HAF)	75
12.2	Détermination du seuil d'énergie d'éventration, E_{BT50}	76
12.3	Caractéristique d'arc	76
12.4	Examen visuel	77
13	Rapport d'essai	77
	Annexe A (normative) Mesure de la longueur de carbonisation	79
	Annexe B (informative) Technique de régression logistique	80
	Annexe C (informative) Facteur d'atténuation de la chaleur	82
	Bibliographie	83
	Figure 1 – Méthode A – Disposition de trois panneaux à deux capteurs avec capteurs de surveillance (vue en plan)	55
	Figure 2 – Méthode A – Panneau à deux capteurs (vue de face) avec capteurs de surveillance	56
	Figure 3 – Méthode A – Panneau amovible à deux capteurs	57
	Figure 4 – Barre d'alimentation et électrodes d'arc présentant l'emplacement des capteurs de surveillance et du ou des mannequin(s)	58
	Figure 5 – Disposition des électrodes et des capteurs de surveillance	59
	Figure 6 – Mannequin avec quatre capteurs, vue de face	60
	Figure 7 – Détails de thermocouple et de calorimètre	61
	Figure 8 – Installation type d'un capteur de cuivre monté dans le panneau et d'un calorimètre monté dans un capteur de surveillance	62
	Figure 9 – Exemple de barre d'alimentation et d'électrodes d'arc pour panneaux	63
	Figure 10 – Ensemble type de fixation du matériau	70
	Figure 11 – Courbe type de l'augmentation de la température en fonction de l'échelle de temps et correction de la ligne de référence	72
	Tableau 1 – Tolérance des tissus humains à la chaleur et aux brûlures du second degré [1]	74

Tableau A.1 – Charge totale de déchirement	79
--	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TRAVAUX SOUS TENSION –
VÊTEMENTS DE PROTECTION CONTRE LES DANGERS
THERMIQUES D'UN ARC ÉLECTRIQUE –****Partie 1-1: Méthodes d'essai –
Méthode 1: Détermination de la caractéristique
d'arc (ATPV ou E_{BT50}) de matériaux résistant
à la flamme pour vêtements**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI»). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61482-1-1 a été établie par le comité d'études 78 de la CEI: Travaux sous tension.

La présente norme annule et remplace la CEI 61482-1:2002. Cette première édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à la CEI 61482-1:

- analyse détaillée de la réponse du capteur.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
78/793/FDIS	78/805/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61482, présentées sous le titre général *Travaux sous tension – Vêtements de protection contre les dangers thermiques d'un arc électrique*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée; ou
- amendée.

TRAVAUX SOUS TENSION – VÊTEMENTS DE PROTECTION CONTRE LES DANGERS THERMIQUES D'UN ARC ÉLECTRIQUE –

Partie 1-1: Méthodes d'essai – Méthode 1: Détermination de la caractéristique d'arc (ATPV ou E_{BT50}) de matériaux résistant à la flamme pour vêtements

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61482 spécifie les méthodes d'essai pour mesurer la valeur de performance thermique d'arc des matériaux destinés à être utilisés pour les vêtements résistant à la chaleur et à la flamme, pour les travailleurs exposés aux arcs électriques, ainsi que le rôle des vêtements utilisant ces matériaux. Ces méthodes d'essai mesurent la valeur de performance thermique d'arc des matériaux qui répondent aux exigences suivantes: longueur de carbonisation inférieure à 100 mm et durée de combustion inférieure à 2 s après le retrait de la flamme lors de l'essai du matériel de dessus, selon la méthode B (allumage par le bord inférieur) de l'ISO 15025, et la longueur de carbonisation mesurée selon une méthode ISO modifiée décrite à l'Annexe A.

Ces méthodes sont utilisées pour mesurer et décrire les propriétés des matériaux, des produits et des assemblages ou des articles d'habillement, en réponse à l'énergie de convection et à l'énergie rayonnante générées par un arc électrique à l'air libre dans des conditions contrôlées de laboratoire.

Les matériaux utilisés dans ces méthodes ont la forme d'éprouvettes plates pour la méthode A et d'articles d'habillement pour la méthode B.

La méthode A est utilisée pour déterminer la caractéristique d'arc de matériaux et d'assemblages de matériaux lors de l'essai en une configuration plane.

La méthode B est utilisée pour mesurer une réponse d'un article d'habillement, et non la caractéristique d'arc, à une exposition à l'arc, y compris toutes les fournitures de confection, le fil de couture, les fermetures, les tissus et les autres accessoires lors d'un essai sur un torse de mannequin mâle. La méthode B est aussi utilisée à des fins de reconstitution d'un accident.

Il incombe à l'utilisateur de cette partie de la CEI 61482 d'établir des pratiques sanitaires et de sécurité appropriées avant utilisation. Pour des précautions spécifiques, voir l'Article 7.

Les méthodes d'essai dans cette partie de la CEI 61482 ne sont pas destinées à classer par classes de protection. Les méthodes déterminant la classe de protection sont prescrites dans la CEI 61482-1-2.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 3175-2, *Textiles – Entretien professionnel, nettoyage à sec et nettoyage à l'eau des étoffes et des vêtements – Partie 2: Mode opératoire pour évaluer la résistance au nettoyage et à la finition lors du traitement au tétrachloroéthylène*

ISO 6330, *Textiles – Méthodes de lavage et de séchage domestiques en vue des essais des textiles*

ISO 9151, *Vêtements de protection contre la chaleur et les flammes – Détermination de la transmission de chaleur à l'exposition d'une flamme*

ISO 15025:2000, *Vêtements de protection – Protection contre la chaleur et les flammes – Méthode d'essai pour la propagation de flamme limitée*