IEC/TR 60479-5

Edition 1.0 2007-11

TECHNICAL REPORT

RAPPORT TECHNIQUE

Effects of current on human beings and livestock – Part 5: Touch voltage threshold values for physiological effects

Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 5: Valeurs des seuils de tension de contact pour les effets physiologiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE XA
CODE PRIX

ICS 13.200; 29.020

ISBN 2-8318-9346-1

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7

1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms and definitions 9
4 Conditions and threshold values 9
4.1 General 9
4.2 Physiological effects of touch current 10
4.3 Body impedance 14
4.4 Impedance external to the body 15
4.5 Other factors affecting voltage thresholds 15
4.6 Touch voltage thresholds as a function of duration 16
4.7 Touch voltage thresholds for long durations 17
5 Touch voltage thresholds – Presentation of voltage-time curves 19

Annex A (informative) Body impedance 30
Annex B (informative) Touch voltage – Explanation of a method to derive estimates of touch voltages thresholds for strong muscular reactions and ventricular fibrillation from the body impedance tables and current limits in IEC/TS 60479-1 36
Annex C (informative) Determination of voltage thresholds under selected conditions 53
Annex D (informative) Limits of applicability 54

Bibliography 56

Figure 1 – Physiological thresholds for a.c. (50/60-Hz) and d.c. flowing hand-to-hand (transversely) through the human body 11
Figure 2 – Physiological thresholds for a.c. (50/60-Hz) and d.c. flowing from both hands to both feet (longitudinally) through the human body 12
Figure 3 – Physiological thresholds for a.c. (50/60-Hz) and d.c. flowing from hand-to seat (longitudinal) through the human body 13
Figure 4 – Flow chart to be used for the selection of the appropriate figure providing the maximum duration for each touch voltage threshold 17
Figure 5 – Conventional time/voltage zones of effects of a.c. current (50/60 Hz) on a person for saltwater-wet condition and large contact area 20
Figure 6 – Conventional time/voltage zones of effects of a.c. current (50/60 Hz) on a person for saltwater-wet condition and medium contact area 21
Figure 7 – Conventional time/voltage zones of effects of a.c. current (50/60 Hz) on a person for saltwater-wet condition and small contact area 21
Figure 8 – Conventional time/voltage zones of effects of a.c. current (50/60 Hz) on a person for water-wet condition and large contact area 22
Figure 9 – Conventional time/voltage zones of effects of a.c. current (50/60 Hz) on a person for water-wet condition and medium contact area 22
Figure 10 – Conventional time/voltage zones of effects of a.c. current (50/60 Hz) on a person for water-wet condition and small contact area 23

Figure 11 – Conventional time/voltage zones of effects of a.c. current (50/60 Hz) on a person for dry condition and large contact area 23
Figure 12 – Conventional time/voltage zones of effects of a.c. current (50/60 Hz) on a person for dry condition and medium contact area 24
Figure 13 – Conventional time/voltage zones of effects of a.c. current (50/60 Hz) on a person for dry condition and small contact area 24
Figure 14 – Conventional time/voltage zones of effects of d.c. current on a person for saltwater-wet condition and large contact area 25
Figure 15 – Conventional time/voltage zones of effects of d.c. current on a person for saltwater-wet condition and medium contact area 25
Figure 16 – Conventional time/voltage zones of effects of d.c. current on a person for saltwater-wet condition and small contact area 26
Figure 17 – Conventional time/voltage zones of effects of d.c. current on a person for water-wet condition and large contact area 26
Figure 18 – Conventional time/voltage zones of effects of d.c. current on a person for water-wet condition and medium contact area 27
Figure 19 – Conventional time/voltage zones of effects of d.c. current on a person for water-wet condition and small contact area 27
Figure 20 – Conventional time/voltage zones of effects of d.c. current on a person for dry condition and large contact area 28
Figure 21 – Conventional time/voltage zones of effects of d.c. current on a person for dry condition and medium contact area 28
Figure 22 – Conventional time/voltage zones of effects of d.c. current on a person for dry condition and small contact area 29
Figure A.1 – Model for hand-to-hand contact 33
Figure A.2 – Model for both-hands-to-feet contact 34
Figure A.3 – Model for hand-to-seat contact 35
Figure B.1 – Estimation of the variation of the skin resistance as a function of electric shock duration 38
Figure B.2 – Example of extrapolation of the hand-to-hand body impedance at 0 V in dry conditions with large contact area 42
Figure B.3 – Percentage of internal resistance of the human body for the part of the body concerned 43
Figure B.4 – Example of diagram for the estimation of the strong muscular reactions and ventricular fibrillation threshold for a.c. current hand-to-hand current path, large contact area and dry condition for a current duration of 10 ms 47

Table 1 – Current threshold values for each condition and for long duration 14
Table 2 – Tables providing minimum touch voltage threshold for a.c. and d.c. corresponding to startle reaction, strong muscular reaction and ventricular fibrillation (see Table 1 notes) 18
Table 2a – Startle reaction for alternating current 50/60 Hz 18
Table 2b – Strong muscular reaction for alternating current 50/60 Hz 18
Table 2c – Ventricular fibrillation for alternating current 50/60 Hz 18
Table 2d – Startle reaction for direct current 19
Table 2e – Strong muscular reaction for direct current 19
Table 2f – Ventricular fibrillation for direct current 19
Table A.1 – Total body impedance in ohms for dry, hand-to-hand, 50/60 Hz a.c., large surface area contact (IEC/TS 60479-1 Table 1) 31

Table A.2 – Total body impedance in ohms for dry, hand-to-hand, d.c., large surface area contact (IEC/TS 60479-1 Table 10) 31

Table B.1 – Nature and number of the parameters influencing the human body impedance which are taken into consideration by IEC/TS 60479-1 37

Table B.2 – Additional parameters influencing the human body impedance 37

Table B.3 – Maximum a.c. current threshold corresponding to current flow duration for each current effect considered and for a hand-to-hand current path 46

Table B.4 – Maximum a.c. current threshold corresponding to current flow duration for each current effect considered for both-hands-to-feet current path 47

Table B.5 – Maximum a.c. current threshold corresponding to current flow duration for each current effect considered for a hand-to-seat current path 48

Table B.6 – Maximum d.c. current threshold corresponding to current flow duration for each current effect considered for the hand-to-hand current path 51

Table B.7 – Maximum d.c. current threshold corresponding to current flow duration for each current effect considered for the both-hands-to-feet current path 52

Table B.8 – Maximum d.c. current threshold corresponding to current flow duration for each current effect considered for the hand-to-seat current path 52

Table C.1 – Example of touch voltage thresholds for a.c. and d.c. corresponding to muscular effects and ventricular fibrillation for the above specified environmental situations 53

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EFFECTS OF CURRENT ON HUMAN BEINGS AND LIVESTOCK –

Part 5: Touch voltage threshold values for physiological effects

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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC/TR 60479-5, which is a technical report, has been prepared by IEC technical committee 64: Electrical installations and protection against electric shock.

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
64/1585/DTS	64/1611/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical report 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 the parts in the IEC 60479 series, under the general title *Effects of current on human beings and livestock*, can be found 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.

The contents of the corrigendum of July 2013 have been included in this copy.

INTRODUCTION

This technical report provides a methodology for estimating voltage thresholds which are intended to give guidance to IEC technical committees on the selection and application of voltage limits with regard to protection against electric shock. Technical committees may use this methodology to recalculate proposed voltage thresholds or to determine new voltage threshold values based on different pathways, other current threshold values, different alternating current frequencies, other skin capacitances values, etc.

To estimate the type and severity of physiological effects that might be caused by electricity, the magnitude and pathway of current through a person's body needs to be determined. However, from an equipment design point of view, it is advantageous to be able to predict whether unwanted physiological effects are possible or probable, given only information about voltage levels on accessible conductive surfaces. If the maximum available voltage is sufficiently low under the expected circumstances to be unable to cause enough touch current to cause unwanted physiological effects, then the safeguards normally required to avoid the occurrence of these physiological effects may be reduced or eliminated. Voltages below critical levels that are unlikely to be hazardous in this respect have normally been called extra-low voltage (ELV). Based on this information technical committees may wish to review their defined values of extra-low voltage.

The objective of this technical report being to derive touch voltage threshold values corresponding to zones of physiological effects (as presented in Figures 20 and 22 of IEC/TS 60479-1), the introduction of such techniques gives designers the ability to provide a larger variety of circuits that give the expected level of user protection under a broader set of circumstances than previously considered.

The physiological effects corresponding to the threshold voltage values should be the same as those for touch current that appear in IEC/TS 60479-1. Physiological effects considered in this technical report are startle reaction of current, effects involving muscular contractions such as inability to let-go and ventricular fibrillation. Current thresholds are based on curves a, b and c_1 in IEC/TS 60479-1 which remains the prime standard. The touch voltage thresholds are related to the touch current thresholds by the body impedance according to Ohm's law. However, in this case, the application of Ohm's law is not straightforward. Body impedance is a function of a number of variables including the voltage across the body, the current pathway, the area of contact between the skin and the conductive surface, the level of moisture in the contact area, and the duration of voltage across (or current through) the body. When voltage is applied to the body and current begins to flow, the resistive component of the skin impedance changes to a lower value within a few tens of milliseconds.

This technical report discusses 50/60Hz sinusoidal alternating voltage and pure direct voltage having no significant alternating component. Higher frequency alternating voltage is not included in this type of analysis as this would require a more complex body impedance model and would require the use of frequency factors for the current thresholds for the unwanted physiological effects. As this technical report does not cover frequencies above 50/60Hz, technical committees are requested to inform IEC/TC 64 about experience gained on this subject. Suggestions for modifications and additions to the report should be submitted to IEC/TC 64.

This work does not relieve the responsibility of IEC technical committees to consider the usual touch current commonly measured in product evaluations.

EFFECTS OF CURRENT ON HUMAN BEINGS AND LIVESTOCK –

Part 5: Touch voltage threshold values for physiological effects

1 Scope

IEC/TR 60479-5, which is a technical report, provides touch voltage-duration combination thresholds based on analysis of information concerning body impedances and current thresholds of physiological effects, as given in IEC/TS 60479-1. Such threshold combinations relate to specific environmental and contact conditions that determine body impedance for particular current pathways.

This technical report considers only

(i) 50/60 Hz sinusoidal alternating voltage having no other frequency components and no significant direct voltage component, and

(ii) direct voltage with no significant alternating component.

This technical report provides thresholds as a result of calculations based on values from IEC/TS 60479-1, with uncertainties. Therefore thresholds proposed in this report also correspond to values with uncertainties.

This technical report does not consider immersion of body parts and medical application.

Touch voltage-duration combination thresholds are for use by technical committees as guidance for the determination of limits for touch voltage and touch voltage durations in various environmental situations.

Determination of limits needs to be based on risk assessment. Factors that are part of risk assessment include voltage threshold values (taking into account contact area, skin moisture condition, body current pathway) provided by this technical report, as well as other factors not covered such as:

– reduction of the likelihood of contact (by obstacles, barriers, warnings, placing out of reach, training, etc.); or
– reduction of touch voltage compared to the fault voltage (such as by equipotential bonding); or
– additional resistance in series with the human body (such as gloves, shoes, carpet, etc.).

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.

IEC 60050-195, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC/TS 60479-1:2005, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 60990, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 61
INTRODUCTION 63

1 Domaine d'application 64
2 Références normatives 64
3 Termes et définitions 65
4 Conditions et valeurs de seuils 66
4.1 Généralités 66
4.2 Effets physiologiques du courant de contact 66
4.3 Impédance du corps 70
4.4 Impédances externes au corps 71
4.5 Autres facteurs pouvant affecter les seuils de tension 71
4.6 Seuils de tension de contact en fonction de la durée 72
4.7 Seuils de tension de contact pour de longues durées 73
5 Seuils de tension de contact – Présentation des courbes tension-temps 75

Annexe A (informative) Impédance du corps humain 86
Annexe B (informative) Tension de contact – Explication de la méthode de calcul des seuils de tension de contact pour la réaction de tressaillement, les forts effets musculaires et la fibrillation ventriculaire à partir des tableaux d'impédances et des limites de courant de la CEI/TS 60479-1 92
Annexe C (informative) Détermination des seuils de tension dans certaines conditions 109
Annexe D (informative) Limite d'utilisation 111

Bibliography 113

Figure 1 – Seuils physiologiques en courant alternatif (50/60-Hz) et continu pour un courant circulant au travers du corps humain entre main-main (transversal) 68
Figure 2 – Seuils physiologiques en courant alternatif (50/60-Hz) et continu pour un courant circulant au travers du corps humain entre les deux mains et les deux pieds (longitudinal) 68
Figure 3 – Seuils physiologiques en courant alternatif (50/60-Hz) et continu pour un courant circulant au travers du corps humain entre main et siège (longitudinal) 69
Figure 4 – Organigramme à utiliser pour le choix de la figure appropriée fournissant la durée maximale pour chaque seuil de tension de contact 73
Figure 5 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant alternatif (50/60 Hz) sur une personne pour des conditions mouillées-salées et pour une grande surface de contact 76
Figure 6 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant alternatif (50/60 Hz) sur une personne pour des conditions mouillées-salées et pour une surface moyenne de contact 77
Figure 7 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant alternatif (50/60 Hz) sur une personne pour des conditions mouillées-salées et pour une petite surface de contact 77
Figure 8 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant alternatif (50/60 Hz) sur une personne pour des conditions humides et pour une grande surface de contact 78

Figure 9 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant alternatif (50/60 Hz) sur une personne pour des conditions humides et pour une surface moyenne de contact 78

Figure 10 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant alternatif (50/60 Hz) sur une personne pour des conditions humides et pour une petite surface de contact 79

Figure 11 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant alternatif (50/60 Hz) sur une personne pour des conditions sèches et pour une grande surface de contact 79

Figure 12 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant alternatif (50/60 Hz) sur une personne pour des conditions sèches et pour une surface moyenne de contact 80

Figure 13 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant alternatif (50/60 Hz) sur une personne pour des conditions sèches et pour une petite surface de contact 80

Figure 14 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant continu sur une personne pour des conditions mouillées-salées et pour une grande surface de contact 81

Figure 15 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant continu sur une personne pour des conditions mouillées-salées et pour une surface moyenne de contact 81

Figure 16 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant continu sur une personne pour des conditions mouillées-salées et pour une petite surface de contact 82

Figure 17 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant continu sur une personne pour des conditions humides et pour une grande surface de contact 82

Figure 18 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant continu sur une personne pour des conditions humides et pour une surface moyenne de contact 83

Figure 19 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant continu sur une personne pour des conditions humides et pour une petite surface de contact 83

Figure 20 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant continu sur une personne pour des conditions sèches et pour une grande surface de contact 84

Figure 21 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant continu sur une personne pour des conditions sèches et pour une surface moyenne de contact 84

Figure 22 – Zones temps/tension conventionnelles des effets d'un courant continu sur une personne pour des conditions sèches et pour une petite surface de contact 85

Figure A.1 – Modèle pour un contact main-main 89

Figure A.2 – Modèle pour un contact deux-mains-deux-pieds 90

Figure A.3 – Modèle pour un contact main-siège 91

Figure B.1 – Estimation de la variation de la résistance de peau en fonction de la durée de choc électrique 94

Figure B.2 – Exemple d'extrapolation de l'impédance main-main à 0 V dans des conditions sèches avec une large surface de contact 98

Figure B.3 – Pourcentage de la résistance interne d'un corps humain pour la partie concernée 99

Figure B.4 – Exemple de diagramme utilisé pour le calcul des seuils de réaction de tressaillement, de fort effet musculaire et de fibrillation ventriculaire en courant alternatif pour un passage du courant main-main, avec de grandes surfaces de contact dans des conditions sèches et pour une durée de passage du courant de 10 ms 103

Tableau 1 – Valeurs des seuils de courant pour chaque condition et pour une longue durée 70

Tableau 2 – Tableaux fournissant les seuils minimaux de tension de contact pour des courants alternatifs et continus correspondant à des courants de réaction de tressaillement, de fort effet musculaire et de fibrillation ventriculaire (voir les notes du Tableau 1) 74

Tableau 2a – Courants de réaction de tressaillement pour un courant alternatif 50/60 Hz 74

Tableau 2b – Forts effets musculaires pour un courant alternatif 50/60 Hz 74

Tableau 2c – Fibrillation ventriculaire pour un courant alternatif 50/60 Hz 74

Tableau 2d – Courants de réaction de tressaillement en courant continu 75

Tableau 2e – Forts effets musculaires en courant continu 75

Tableau 2f – Fibrillation ventriculaire en courant continu 75

Tableau A.1 – Impédance totale du corps humain en ohms pour des conditions sèches, un trajet main-main, en courant alternatif (50/60 Hz), grande surface de contact (Tableau 1 de la CEI/TS 60479-1) 87

Tableau A.2 – Impédance totale du corps humain en ohms pour des conditions sèches, un trajet main-main, en courant continu, grande surface de contact (Tableau 10 de la CEI/TS 60479-1) 87

Tableau B.1 – Nature et nombre des paramètres influençant l'impédance du corps humain considérés par la CEI/TS 60479-1 93

Tableau B.2 – Paramètres additionnels influençant l'impédance du corps humain 93

Tableau B.3 – Seuils maximaux du courant alternatif correspondant à une durée de circulation du courant pour chaque effet considéré et pour un cheminement du courant main-main 102

Tableau B.4 – Seuils maximaux en courant alternatif pour des durées de passage du courant entre deux-mains-deux-pieds et pour chaque effet du courant 103

Tableau B.5 – Seuils maximaux en courant alternatif pour des durées de passage du courant entre main-siège et pour chaque effet du courant 104

Tableau B.6 – Seuils maximaux en courant continu correspondant à une durée de passage du courant pour chaque effet physiologique considéré et pour un cheminement main-main 107

Tableau B.7 – Seuils maximaux en courant continu correspondant à une durée de passage du courant pour chaque effet considéré et pour un cheminement deux-mains-deux-pieds 108

Tableau B.8 – Seuils maximaux en courant continu correspondant à une durée de passage du courant pour chaque effet considéré et pour un cheminement du courant main-siège 108

Tableau C.1 – Exemple de seuils de tension pour un courant alternatif et continut correspondant à des effets musculaires et à la fibrillation ventriculaire pour les conditions mentionnées ci-dessus 109

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

EFFETS DU COURANT SUR L'HOMME ET LES ANIMAUX DOMESTIQUES –

Partie 5: Valeurs des seuils de tension de contact pour les effets physiologiques

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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

La CEI/TR 60479-5, qui est un rapport technique, a été établie par le comité d'études 64 de la CEI: Installations électriques et protection contre les chocs électriques.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
64/1585/DTS	64/1611/RVC

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

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60479, présentées sous le titre général *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques*, 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.

Le contenu du corrigendum de juillet 2013 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTRODUCTION

Ce rapport technique fournit la méthodologie pour calculer les seuils de tension prévus pour servir de lignes directrices aux comités d'études de la CEI dans le choix et l'utilisation des limites de tension pour la protection contre les chocs électriques. Les comités d'études peuvent utiliser cette méthodologie pour recalculer les seuils de tensions proposés ou pour déterminer de nouvelles valeurs de seuils de tension basées sur d'autres cheminements du courant, d'autres valeurs de seuils de courant, des valeurs différentes de fréquences pour le courant alternatif, d'autres valeurs de capacités de peau, etc.

Il faut déterminer l'amplitude du courant et son cheminement au travers du corps d'une personne pour calculer le type et la gravité d'un effet physiologique pouvant être causé par l'électricité. Cependant, pour la conception d'un matériel électrique, il est avantageux de pouvoir prédire si des effets physiologiques indésirables sont possibles ou probables ayant seulement une information concernant les niveaux de tension sur les surfaces conductrices accessibles. Dans la mesure où la tension maximale admissible est suffisamment en dessous des circonstances capables de générer un courant de contact suffisant pour causer un effet physiologique, alors les garanties normalement prévues pour éviter l'apparition de ces effets physiologiques peuvent être réduites voire éliminées. Les tensions en dessous des niveaux critiques qui ne sont pas susceptibles d'être dangereux sont dans ce cas appelés très basses tensions (TBT). Sur la base de ces informations, les comités d'études peuvent désirer réviser leurs valeurs définies comme très basses tensions.

Le but de ce rapport technique étant de calculer les seuils de tension de contact correspondant aux zones d'effets physiologiques proposées dans les Figures 20 et 22 de la CEI/TS 60479-1, l'introduction de telles méthodes donne aux concepteurs la possibilité de fournir une grande variété de circuits fournissant les niveaux attendus de protection des utilisateurs en regard d'un plus large éventail de circonstances considéré antérieurement.

Les effets physiologiques correspondant aux valeurs de seuils de tension sont les mêmes que ceux pour les seuils de courant tels que proposés dans la CEI/TS 60479-1. Les effets physiologiques considérés dans ce rapport technique sont le courant de tressaillement, les effets provoquant de fortes contractions musculaires involontaires telles que le non-lâcher et la fibrillation ventriculaire. Les seuils de courant sont basés sur les courbes a, b et c_1 de la CEI/TS 60479-1 qui reste la norme principale. Les seuils de tension de contact sont associés aux seuils de courant de contact par l'intermédiaire de l'impédance du corps humain selon la loi d'Ohm. Cependant, dans ce cas de figure, l'utilisation de la loi d'Ohm n'est pas directe. L'impédance du corps humain est fonction d'un certain nombre de paramètres comprenant la tension appliquée au corps humain, le cheminement du courant, la surface de contact entre la peau et la partie conductrice, le niveau d'humidité de la surface de contact et la durée d'application de la tension (ou du courant) au corps humain. Lorsque la tension est appliquée au corps humain et que le courant commence à circuler, la composante résistive de la peau change vers une plus faible valeur en quelques dizaines de millisecondes.

Ce rapport technique traite des tensions alternatives sinusoïdales à 50/60 Hz et du courant continu pur n'ayant aucune composante alternative significative. Les tensions alternatives de fréquence plus élevée ne sont pas intégrées dans cette analyse, étant donné que cela nécessiterait un modèle d'impédance du corps humain plus complexe et nécessiterait également l'utilisation de facteurs de fréquence pour les seuils de courant pour les effets physiologiques indésirables. Puisque ce rapport technique ne couvre pas les fréquences plus élevées que 50/60 Hz, il est demandé aux comités d'études d'informer le CEI/TC 64 de toute expérience acquise sur ce sujet. Les propositions de modification de ce rapport devront être soumises au CEI/TC 64.

Ce travail ne pallie pas la responsabilité des comités d'études de la CEI de considérer les courants de contact habituellement mesurés lors de l'évaluation d'un produit.

EFFETS DU COURANT SUR L'HOMME ET LES ANIMAUX DOMESTIQUES –

Partie 5: Valeurs des seuils de tension de contact pour les effets physiologiques

1 Domaine d'application

La CEI/TR 60479-5, qui est un rapport technique, fournit les seuils de combinaison temps-tension de contact basés sur une analyse des valeurs des impédances du corps humain et des seuils de courant pour des effets physiologiques donnés tels que fournis dans la CEI/TS 60479-1. Ces seuils de combinaison temps-tension de contact se rapportent à des conditions d'environnement particulier et à des conditions de contact qui déterminent l'impédance du corps humain pour des cheminements particuliers du courant.

Ce rapport technique considère uniquement

i) les tensions alternatives sinusoïdales de fréquence 50/60 Hz n'ayant aucune composante de fréquence différente ainsi qu'aucune composante continue significative, ou

ii) des tensions continues avec aucune composante alternative significative.

Ce rapport technique fournit les seuils résultant de calculs basés sur les valeurs de la CEI/TS 60479-1 avec des incertitudes. Ainsi, les seuils proposés dans le présent rapport technique correspondent à des valeurs ayant des incertitudes.

Ce rapport technique ne considère pas l'immersion des corps humains ni les applications médicales.

Les seuils de combinaison temps-tension de contact sont destinés à être utilisés par les comités d'études en tant que lignes directrices pour la détermination des limites de tensions de contact et des durées des tensions de contact dans plusieurs situations d'environnement.

La détermination des limites nécessite d'être basée sur une analyse de risques. Les facteurs qui font partie de cette analyse incluent les valeurs de seuils de tension (en considérant les surfaces de contact, les conditions d'humidité de la peau, le passage du courant dans le corps humain) fournies par ce rapport technique, ainsi que d'autres facteurs non couverts tels que:

– la réduction de la probabilité de contact (par des obstacles, des barrières, des avertissements, la mise hors de portée, la formation, etc.); ou

– la réduction de la tension de contact vis-à-vis de la tension de défaut (par la liaison équipotentielle); ou

– une résistance additionnelle en série avec le corps humain (telle que des gants, des chaussures, un tapis, etc.).

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).

CEI 60050-195, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*

CEI/TS 60479-1:2005, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

CEI 60990, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*