

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60990

Deuxième édition
Second edition
1999-08

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

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

**Methods of measurement of touch current and
protective conductor current**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60990:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60990

Deuxième édition
Second edition
1999-08

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

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

**Methods of measurement of touch current and
protective conductor current**

© IEC 1999 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 photo-copie 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
INTRODUCTION	10
Articles	
1 Domaine d'application	16
2 Références normatives	18
3 Définitions	20
4 Emplacement d'essai	20
4.1 Environnement de l'emplacement d'essai	20
4.2 Transformateur d'essai	22
4.3 Conducteur neutre mis à la terre	22
5 Matériel de mesure	24
5.1 Choix du réseau de mesure	24
5.1.1 Perception et réaction (courant alternatif)	28
5.1.2 Non-lâcher (courant alternatif)	28
5.1.3 Brûlures électriques (courant alternatif)	28
5.1.4 Courant continu sans ondulation	28
5.2 Electrodes d'essais	28
5.2.1 Construction	28
5.2.2 Connexion	28
5.3 Configuration	28
5.4 Connexions à l'alimentation pendant l'essai	30
5.4.1 Généralités	30
5.4.2 Matériel pour utilisation uniquement dans des schémas d'alimentation étoile TN ou TT	40
5.4.3 Matériel pour utilisation dans des schémas d'alimentation IT, y compris les schémas triangle non reliés à la terre	40
5.4.4 Matériel pour utilisation dans des schémas d'alimentation monophasés dont le point milieu est à la terre ou dans des schémas d'alimentation triangle dont le point milieu est à la terre	40
5.5 Tension et fréquence d'alimentation	40
5.5.1 Tension d'alimentation	40
5.5.2 Fréquence d'alimentation	40
6 Procédure d'essai	42
6.1 Généralités	42
6.1.1 Dispositifs de commande, matériel et conditions d'alimentation	42
6.1.2 Utilisation des réseaux de mesure	42
6.2 Fonctionnement normal et conditions de défaut du matériel	44
6.2.1 Fonctionnement normal du matériel	44
6.2.2 Conditions de défaut du matériel et de l'alimentation	44
7 Évaluation des résultats	48
7.1 Perception, réaction et non-lâcher	48
7.2 Effets des brûlures électriques	48
8 Mesure du courant dans le conducteur de protection	48
8.1 Généralités	48
8.2 Matériels multiples	48
8.3 Méthode de mesure	48

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope	17
2 Normative references	19
3 Definitions	21
4 Test site	21
4.1 Test site environment	21
4.2 Test transformer	23
4.3 Earthed neutral conductor	23
5 Measuring equipment	25
5.1 Selection of measuring network	25
5.1.1 Perception and reaction (a.c.)	29
5.1.2 Let-go (a.c.)	29
5.1.3 Electric burn (a.c.)	29
5.1.4 Ripple-free d.c.	29
5.2 Test electrodes	29
5.2.1 Construction	29
5.2.2 Connection	29
5.3 Configuration	29
5.4 Power connections during test	31
5.4.1 General	31
5.4.2 Equipment for use only on TN or TT star power distribution systems	41
5.4.3 Equipment for use on IT power distribution systems including unearthed delta systems	41
5.4.4 Equipment for use on single-phase centre-earthed power supply systems or on centre-earthed delta power supply systems	41
5.5 Supply voltage and frequency	41
5.5.1 Supply voltage	41
5.5.2 Supply frequency	41
6 Test procedure	43
6.1 General	43
6.1.1 Control switches, equipment and supply conditions	43
6.1.2 Use of measuring networks	43
6.2 Normal and fault conditions of equipment	45
6.2.1 Normal operation of equipment	45
6.2.2 Equipment and supply fault conditions	45
7 Evaluation of results	49
7.1 Perception, reaction and let-go	49
7.2 Electric burn	49
8 Measurement of protective conductor current	49
8.1 General	49
8.2 Multiple equipment	49
8.3 Measuring method	49

	Pages
Annexe A (normative) Matériel	50
Annexe B (normative) Utilisation d'un plan conducteur	52
Annexe C (normative) Parties connectées fortuitement	54
Annexe D (informative) Choix des limites de courant	56
Annexe E (informative) Réseaux à utiliser pour la mesure du courant de contact	62
Annexe F (informative) Limitations et construction du réseau de mesure	66
Annexe G (informative) Construction et application des appareils de mesure du courant de contact.....	70
Annexe H (informative) Partie préhensible	78
Annexe J (informative) Schémas de distribution en courant alternatif (voir 5.4).....	82
Annexe K (informative) Essais en production et essais périodiques du courant de contact et essais après réparation ou modification, pour les matériels alimentés par le réseau.....	96
Annexe L (normative) Caractéristiques et étalonnage	98
Annexe M (informative) Bibliographie.....	108
Figure 1 – Exemple de neutre mis à la terre, alimentation directe.....	22
Figure 2 – Exemple de neutre mis à la terre, avec transformateur pour l'isolement	24
Figure 3 – Réseau de mesure, courant de contact non pondéré	24
Figure 4 – Réseau de mesure, courant de contact pondéré pour la perception ou la réaction	26
Figure 5 – Réseau de mesure, courant de contact pondéré pour le non-lâcher	26
Figure 6 – Configuration d'essai – Matériel monophasé dans un schéma étoile TN ou TT..	30
Figure 7 – Configuration d'essai – Matériel monophasé dans un schéma TN ou TT avec point milieu à la terre	32
Figure 8 – Configuration d'essai – Matériel monophasé connecté entre phases dans un schéma étoile TN ou TT	32
Figure 9 – Configuration d'essai – Matériel monophasé connecté entre phase et neutre dans un schéma étoile IT	34
Figure 10 – Configuration d'essai – Matériel monophasé connecté entre phases dans un schéma étoile IT	34
Figure 11 – Configuration d'essai – Matériel triphasé dans un schéma étoile TN ou TT	36
Figure 12 – Configuration d'essai – Matériel triphasé dans un schéma étoile IT	36
Figure 13 – Configuration d'essai – Schéma triangle non mis à la terre	38
Figure 14 – Configuration d'essai – Matériel triphasé dans un schéma triangle avec point milieu mis à la terre	38
Figure A.1 – Matériel.....	50
Figure B.1 – Plate-forme d'essai	52
Figure F.1 – Facteur de fréquence pour les brûlures électriques.....	66
Figure F.2 – Facteur de fréquence pour la perception ou la réaction.....	68
Figure F.3 – Facteur de fréquence pour le non-lâcher	68
Figure H.1 – Dispositif d'essai des parties préhensibles.....	80
Figure J.1 – Exemples de schéma TN-S	86
Figure J.2 – Exemple de schéma TN-C-S	88
Figure J.3 – Exemple de schéma TN-C.....	88
Figure J.4 – Exemple de schéma monophasé TN-C à 3 conducteurs	90
Figure J.5 – Exemple de schéma TT à 3 conducteurs actifs et neutre	90
Figure J.6 – Exemple de schéma TT à 3 conducteurs actifs	92
Figure J.7 – Exemple de schéma IT à 3 conducteurs actifs (et neutre)	94
Figure J.8 – Exemple de schéma IT à 3 conducteurs actifs	94

	Page
Annex A (normative) Equipment.....	51
Annex B (normative) Use of a conductive plane	53
Annex C (normative) Incidentally connected parts	55
Annex D (informative) Choice of current limits.....	57
Annex E (informative) Networks for use in measurement of touch current	63
Annex F (informative) Measuring network limitations and construction	67
Annex G (informative) Construction and application of touch current measuring instruments	71
Annex H (informative) Grippable part	79
Annex J (informative) AC power distribution systems (see 5.4)	83
Annex K (informative) Routine and periodic touch current tests, and tests after repair or modification of mains operated equipment.....	97
Annex L (normative) Performance and calibration.....	99
Annex M (informative) Bibliography	109
Figure 1 – Example of earthed neutral, direct supply	23
Figure 2 – Example of earthed neutral, with transformer for isolation.....	25
Figure 3 – Measuring network, unweighted touch current	25
Figure 4 – Measuring network, touch current weighted for perception or reaction.....	27
Figure 5 – Measuring network, touch current weighted for let-go	27
Figure 6 – Test configuration: single-phase equipment on star TN or TT system.....	31
Figure 7 – Test configuration: single-phase equipment on centre-earthed TN or TT system.....	33
Figure 8 – Test configuration: single-phase equipment connected line-to-line on star TN or TT system.....	33
Figure 9 – Test configuration: single-phase equipment connected line-to-neutral on star IT system	35
Figure 10 – Test configuration: single-phase equipment connected line-to-line on star IT system	35
Figure 11 – Test configuration: three-phase equipment on star TN or TT system.....	37
Figure 12 – Test configuration: three-phase equipment on star IT system.....	37
Figure 13 – Test configuration: unearthed delta system.....	39
Figure 14 – Test configuration: three-phase equipment on centre-earthed delta system.....	39
Figure A.1 – Equipment	51
Figure B.1 – Equipment platform	53
Figure F.1 – Frequency factor for electric burn	67
Figure F.2 – Frequency factor for perception or reaction.....	69
Figure F.3 – Frequency factor for let-go	69
Figure H.1 – Grippable part test device	81
Figure J.1 – Examples of TN-S power system	87
Figure J.2 – Example of TN-C-S power system	89
Figure J.3 – Example of TN-C power system	89
Figure J.4 – Example of single-phase, 3-wire TN-C power system.....	91
Figure J.5 – Example of 3-line and neutral TT power system.....	91
Figure J.6 – Example of 3-line TT power system.....	93
Figure J.7 – Example of 3-line (and neutral) IT power system	95
Figure J.8 – Example of 3-line IT power system	95

Tableau L.1 – Impédance d'entrée et impédance de transfert calculées pour le réseau de mesure du courant de contact non pondéré (figure 3)	98
Tableau L.2 – Impédance d'entrée et impédance de transfert calculées pour le réseau de mesure du courant de contact pour la perception ou la réaction (figure 4).....	100
Tableau L.3 – Impédance d'entrée et impédance de transfert calculées pour le réseau de mesure du courant de contact pour le non-lâcher (figure 5)	100
Tableau L.4 – Rapports entre la tension de sortie et la tension d'entrée pour le réseau de mesure du courant de contact non pondéré (figure 3)	104
Tableau L.5 – Rapports entre la tension de sortie et la tension d'entrée pour le réseau de mesure du courant de contact pour la perception ou la réaction (figure 4).....	104
Tableau L.6 – Rapports entre la tension de sortie et la tension d'entrée pour le réseau de mesure du courant de contact pour le non-lâcher (figure 5)	106

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60990:1999

Table L.1 – Calculated input impedance and transfer impedance for unweighted touch current measuring network (figure 3).....	99
Table L.2 – Calculated input impedance and transfer impedance for perception or reaction touch current measuring network (figure 4).....	101
Table L.3 – Calculated input impedance and transfer impedance for let-go current measuring network (figure 5)	101
Table L.4 – Output voltage to input voltage ratios for unweighted touch current measuring network (figure 3)	105
Table L.5 – Output voltage to input voltage ratios for perception or reaction measuring network (figure 4)	105
Table L.6 – Output voltage to input voltage ratios for let-go measuring network (figure 5) ...	107

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60990:1999

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE DU COURANT DE CONTACT ET DU COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60990 a été établie par le comité d'études 74 de la CEI: Sécurité et rendement énergétique des matériels informatiques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1990 dont elle constitue une révision technique.

Elle a le statut d'une publication fondamentale de sécurité conformément au Guide CEI 104.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
74/518/FDIS	74/535/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/IEC, Partie 3.

Les annexes A, B, C et L font partie intégrante de cette norme.

Les annexes D, E, F, G, H, J, K et M sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2003-09. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF MEASUREMENT OF TOUCH CURRENT
AND PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60990 has been prepared by IEC technical committee 74: Safety and energy efficiency of IT equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1990 and constitutes a technical revision.

It has the status of a basic safety publication in accordance with IEC Guide 104.

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

FDIS	Report on voting
74/518/FDIS	74/535/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 3.

Annexes A, B, C and L form an integral part of this standard.

Annexes D, E, F, G, H, J, K and M are for information only.

The committee has decided that this publication remains valid until 2003-09. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale a été élaborée en réponse à des préoccupations provenant de l'arrivée de nouvelles techniques de découpage à haute fréquence largement appliquées dans les systèmes d'alimentation et dans les MATÉRIELS*, et qui provoquent des courants et tensions harmoniques à haute fréquence

Cette norme est destinée à servir de guide aux comités de produits lors de la préparation ou de la modification des spécifications d'essai dans leurs normes pour la mesure du courant de fuite. Toutefois, l'expression «courant de fuite» n'est pas utilisée pour les raisons indiquées ci-après.

Cette norme a été préparée conformément à la fonction pilote de sécurité assignée au CE 74, comme suit.

Méthodes de mesure du courant de fuite

Ces méthodes incluent, pour divers types de MATÉRIELS, tous les aspects qui se rapportent à ce qu'on désigne par le terme «courant de fuite», y compris les méthodes de mesure du courant en ce qui concerne les effets physiologiques et les questions d'installation, dans les conditions normales et dans certaines conditions de défaut.

Les méthodes de mesure du courant de fuite décrites ci-après proviennent de l'étude de la CEI 60479-1 et d'autres publications, y compris les descriptions de méthodes de mesure précédentes.

Les conclusions suivantes découlent de l'étude des effets du courant de fuite:

- le principal intérêt pour la sécurité concerne le passage possible d'un courant nuisible à travers le corps humain (ce courant n'est pas nécessairement égal au courant traversant le conducteur de protection);
- l'effet du courant électrique traversant un corps humain s'est révélé être sensiblement plus complexe que ce qui fut supposé lors de l'élaboration des normes antérieures, par le fait que plusieurs réponses du corps sont à considérer. Les réponses les plus significatives pour établir les limites de sécurité pour des formes d'onde permanentes sont
 - la perception,
 - la réaction,
 - le non-lâcher, et
 - la BRÛLURE ÉLECTRIQUE.

Chacune de ces quatre réponses du corps a un niveau de seuil spécifique. D'importantes différences existent aussi dans la manière dont certains de ces seuils varient en fonction de la fréquence.

Deux types de courant ont été identifiés comme nécessitant des méthodes de mesure différentes: le COURANT DE CONTACT et le COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION.

Le COURANT DE CONTACT existe uniquement lorsque le corps ou un modèle de corps humain est un chemin de passage du courant.

Il a été également noté que le terme «courant de fuite» a déjà été appliqué à plusieurs concepts différents: COURANT DE CONTACT, COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION, propriétés d'isolement, etc. En conséquence, dans cette norme, le terme «courant de fuite» n'est pas utilisé.

* Les termes en petites capitales sont définis à l'article 3.

INTRODUCTION

This International Standard was developed as a response to concerns arising from the advent of electronic switching techniques being broadly applied to power systems and within EQUIPMENT*, giving rise to high-frequency harmonic voltages and currents.

This standard is intended for the guidance of EQUIPMENT committees in preparing or amending the test specifications in their standards for measurement of leakage current. However the term "leakage current" is not used for reasons explained below.

This standard was prepared under the safety pilot function assigned to TC 74, as follows:

Methods of measuring leakage current

This includes, for various types of EQUIPMENT, all aspects of what is referred to as "leakage current", including methods of measurement of current with regard to physiological effects and for installation purposes, under normal conditions and under certain fault conditions.

The methods of measurement of leakage current described herein result from the review of IEC 60479-1 and other publications, including descriptions of earlier methods of measurement.

The following conclusions were derived from a review of the effects of leakage current:

- the primary concern for safety involves possible flow of harmful current through the human body (this current is not necessarily equal to the current flowing through a protective conductor);
- the effect of electric current on a human body is found to be somewhat more complex than was assumed during the development of earlier standards in that there are several body responses which should be considered. The most significant responses for setting limits for continuous waveforms are
 - perception,
 - reaction,
 - let-go, and
 - ELECTRIC BURN.

Each of these four body responses has a unique threshold level. There are also significant differences in the manner in which some of these thresholds vary with frequency.

Two types of current have been identified as needing separate measuring methods: TOUCH CURRENT and PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT.

TOUCH CURRENT only exists when a human body or a body model is a current pathway.

It was also noted that the term "leakage current" has already been applied to several different concerns: TOUCH CURRENT, PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT, insulation properties, etc. Therefore, in this standard, the term "leakage current" is not used.

* Terms in small capitals are defined in clause 3.

Mesure du COURANT DE CONTACT

Dans le passé, les normes de MATÉRIELS ont utilisé deux techniques traditionnelles pour la mesure du courant de fuite. Soit le courant réel circulant dans le conducteur de protection était mesuré, soit un simple réseau résistance/condensateur (représentant un modèle simple du corps humain) était utilisé, le courant de fuite étant défini comme le courant traversant la résistance.

La présent norme fournit des méthodes de mesure pour les quatre réponses du corps au courant électrique indiqué ci-dessus, utilisant un modèle du corps humain plus représentatif.

Ce modèle du corps humain a été choisi pour les cas les plus courants de chocs électriques au sens général. En ce qui concerne le cheminement du courant et les conditions de contact, un modèle du corps humain est utilisé, représentant approximativement le contact complet main à main ou main à pied en situation normale. Pour de petites surfaces de contact (par exemple contact d'un doigt), un modèle différent peut être approprié.

Parmi les quatre réponses, la perception, la réaction et le non-lâcher sont liés à la valeur de crête du COURANT DE CONTACT et varient avec la fréquence. Traditionnellement, les questions concernant les chocs électriques ont traité de formes d'onde sinusoïdales, pour lesquelles les mesures de valeurs efficaces conviennent le mieux. Les mesures de valeurs de crête sont plus appropriées pour les formes d'onde non sinusoïdales, pour lesquelles on prévoit des valeurs significatives du COURANT DE CONTACT, mais sont également utilisables pour les formes d'onde sinusoïdales. Les réseaux spécifiés pour la mesure des courants de perception, de réaction et de non-lâcher ont une réponse en fréquence et sont pondérés de telle façon que des valeurs limites uniques puissance-fréquence puissent être spécifiées et référencées.

LES BRÛLURES ÉLECTRIQUES, par contre, sont liées à la valeur efficace du COURANT DE CONTACT et sont relativement indépendantes de la fréquence. Pour les MATÉRIELS pour lesquels les BRÛLURES ÉLECTRIQUES peuvent être significatives (voir 7.2), deux mesures séparées sont requises, une en valeur de crête pour les chocs électriques et une seconde en valeur efficace pour les BRÛLURES ÉLECTRIQUES.

Il convient que les comités de produits décident quels effets physiologiques sont acceptables et quels effets ne le sont pas et, à partir de là, qu'ils décident des valeurs limites de courant. Des comités concernés par certains types de MATÉRIELS peuvent adopter des procédures simplifiées, basées sur cette norme. Une discussion des valeurs limites, issue de travaux antérieurs de différents comités de produits de la CEI, est donnée à l'annexe D.

Mesure du COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION

Dans certains cas, il est requis de mesurer le COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION des MATÉRIELS dans les conditions normales d'utilisation, notamment

- pour le choix d'un dispositif de protection à courant résiduel,
- pour la conformité à 471.3.3 de la CEI 60364-7-707.

Le COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION est mesuré par insertion d'un ampèremètre d'impédance négligeable en série avec le conducteur de protection du MATÉRIEL.

Une bibliographie des documents de référence se trouve à l'annexe M.

Cette deuxième édition a été préparée sur la base des commentaires fournis par les utilisateurs de la première édition.

Measurement of TOUCH CURRENT

In the past, EQUIPMENT standards have used two traditional techniques for measurement of leakage current. Either the actual current in the protective conductor was measured, or a simple resistor-capacitor network (representing a simple body model) was used, the leakage current being defined as the current through the resistor.

This standard provides measuring methods for the four body responses to the electric current noted above, using a more representative body model.

This body model was chosen for most common cases of electric shock in the general sense. With respect to the path of current flow and conditions of contact, a body model approximating full hand-to-hand or hand-to-foot contact in normal conditions is used. For small areas of contact (e.g. one finger contact), a different model may be appropriate.

Of the four responses, perception, reaction and let-go are related to the peak value of TOUCH CURRENT and vary with frequency. Traditionally, concerns for electric shock have dealt with sinusoidal waveforms, for which r.m.s. measurements are most convenient. Peak measurements are more appropriate for non-sinusoidal waveforms where significant values of TOUCH CURRENT are expected, but are equally suitable for sinusoidal waveforms. The networks specified for the measurement of perception, reaction and let-go currents are frequency-responsive and are so weighted that single limit power-frequency values can be specified and referenced.

ELECTRIC BURNS, however, are related to the r.m.s. value of TOUCH CURRENT, and are relatively independent of frequency. For EQUIPMENT where ELECTRIC BURNS may be of concern (see 7.2), two separate measurements are required, one in peak value for electric shock and a second in r.m.s. value for ELECTRIC BURNS.

EQUIPMENT committees should decide which physiological effects are acceptable and which are not, and then decide on limit values of current. Committees for certain types of EQUIPMENT may adopt simplified procedures based upon this standard. A discussion of limit values, based upon earlier work by various IEC EQUIPMENT committees, is provided in annex D.

Measurement of PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT

In certain cases, measurement of the PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT of EQUIPMENT under normal operating conditions is required. Such cases include:

- selection of a residual current protection device,
- compliance with 471.3.3 of IEC 60364-7-707.

The PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT is measured by inserting an ammeter of negligible impedance in series with the EQUIPMENT protective earthing conductor.

A bibliography of related documents is given in annex M.

This second edition has been prepared on the basis of comments provided by users of the first edition.

Les principales modifications sont les suivantes:

- introduction d'une alternative de mise à la terre pour les essais, pour tenir compte de certaines situations d'essai;
- introduction d'une description plus détaillée de la conception et de l'étalonnage du réseau de mesure, permettant ainsi la suppression, dans les schémas des réseaux, des tolérances sur les composants;
- une inexactitude mineure dans une méthode de mesure a été corrigée par l'introduction d'un calcul supplémentaire;
- la discussion des effets physiologiques a été clarifiée.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60990:1999

Principal changes include the following:

- provision of an earthing alternative for testing, in order to accommodate some test situations;
- provision of a more detailed description of the design and calibration of the measurement network, thus allowing deletion of component tolerances from the network diagrams;
- a minor inaccuracy in one measurement method has been corrected by the inclusion of an additional calculation;
- the discussion of the physiological effects has been clarified.

Withdawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60990:1999

MÉTHODES DE MESURE DU COURANT DE CONTACT ET DU COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit des méthodes de mesure pour

- les courants continus ou les courants alternatifs de forme sinusoïdale ou non sinusoïdale qui peuvent traverser le corps humain, et
- les courants qui peuvent circuler dans un conducteur de protection.

Les méthodes de mesure recommandées pour le COURANT DE CONTACT sont basées sur les effets possibles provoqués par le passage du courant dans le corps humain. Dans cette norme, les mesures de courant à travers des réseaux représentant l'impédance du corps humain sont appelées mesures du COURANT DE CONTACT. Les réseaux utilisés ne sont pas nécessairement valables pour des animaux.

La spécification ou l'implication de valeurs limites spécifiques ne font pas partie du domaine d'application de cette norme. La CEI 60479-1 fournit des informations concernant les effets du courant traversant le corps humain, à partir desquelles des valeurs limites peuvent être déduites.

Cette norme est applicable à toutes les classes de MATÉRIELS, conformément à la CEI 60536.

Les méthodes de mesure indiquées dans cette norme ne sont pas destinées à être utilisées pour

- les COURANTS DE CONTACT de durée inférieure à 1 s,
- les courants patient tels qu'ils sont définis dans la CEI 60601-1,
- les courants alternatifs de fréquence inférieure à 15 Hz,
- les courants alternatifs combinés avec un courant continu. L'utilisation d'un réseau unique pour une indication composite des effets de courants alternatifs et continus combinés n'a pas été étudiée,
- les courants supérieurs aux courants choisis pour les limites de BRÛLURE ÉLECTRIQUE.

La présente publication fondamentale de sécurité est destinée principalement à être utilisée par les comités techniques lors de la préparation de normes conformément aux principes figurant dans le Guide CEI 104 et le Guide ISO/CEI 51. Elle n'est pas destinée à être utilisée par les fabricants ou les organismes de certification.

Une des responsabilités d'un comité technique est d'utiliser, pour la préparation de ses publications, les publications fondamentales de sécurité, lorsque celles-ci sont applicables. Les prescriptions, méthodes d'essai ou conditions d'essai de cette publication fondamentale de sécurité ne s'appliqueront pas, à moins qu'elles ne soient incorporées ou qu'on n'y fasse spécifiquement référence, dans les publications appropriées.

METHODS OF MEASUREMENT OF TOUCH CURRENT AND PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT

1 Scope

This International Standard defines measurement methods for

- d.c. or a.c. of sinusoidal or non-sinusoidal waveform, which could flow through the human body, and
- current flowing through a protective conductor.

The measuring methods recommended for TOUCH CURRENT are based upon the possible effects of current flowing through a human body. In this standard, measurements of current through networks representing the impedance of the human body are referred to as measurements of TOUCH CURRENT. These networks are not necessarily valid for the bodies of animals.

The specification or implication of specific limit values is not within the scope of this standard. IEC 60479-1 provides information regarding the effects of current passing through the human body from which limit values may be derived.

This standard is applicable to all classes of EQUIPMENT, according to IEC 60536.

The methods of measurement in this standard are not intended to be used for

- TOUCH CURRENTS having less than 1 s duration,
- patient currents as defined in IEC 60601-1,
- a.c. at frequencies below 15 Hz,
- a.c. in combination with d.c. The use of a single network for a composite indication of the effects of combined a.c. and d.c. has not been investigated,
- currents above those chosen for ELECTRIC BURN limits.

This basic safety publication is primarily intended for use by technical committees in the preparation of standards in accordance with the principles laid down in IEC Guide 104 and ISO/IEC Guide 51. It is not intended for use by manufacturers or certification bodies.

One of the responsibilities of a technical committee is, wherever applicable, to make use of basic safety publications in the preparation of its publications. The requirements, test methods or test conditions of this basic safety publication will not apply, unless specifically referred to or included in the relevant publications.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(195): *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Chapitre 195 – Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*

CEI 60050(604) *Vocabulaire électrotechnique international (VEI) – Chapitre 604 – Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

CEI 60309-1:1997, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 1: Règles générales*

CEI 60364-4-41:1992, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-7-707:1984, *Installations électriques des bâtiments – Partie 7: Règles pour les installations et emplacements spéciaux – Section 707: Mise à la terre des installations de matériels de traitement de l'information*

CEI 60479-1:1994, *Effets du courant passant par le corps humain – Partie 1: Aspects généraux*

CEI 60536:1976, *Classification des matériels électriques et électroniques en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques*

CEI 60536-2:1992, *Classification des matériels électriques et électroniques en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques – Partie 2: Directives pour des prescriptions en matière de protection contre les chocs électriques*

CEI 61140:1997, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs pour les installations et les matériels*

Guide ISO/CEI 51:1990, *Principes directeurs pour inclure dans les normes les aspects liés à la sécurité*

Guide CEI 104:1997, *Guide pour la rédaction des normes de sécurité et rôle des comités chargés de fonctions pilotes de sécurité et de fonctions groupées de sécurité*

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(195): *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC 60050(604): *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60309-1:1997, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60364-4-41:1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 60364-7-707:1984, *Electrical installations of buildings – Part 7: Requirements for special installations or locations – Section 707: Earthing requirements for the installation of data processing equipment*

IEC 60479-1:1994, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 60536:1976, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock*

IEC 60536-2:1992, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock – Part 2: Guidelines to requirements for protection against electric shock*

IEC 61140:1997, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

ISO/IEC Guide 51:1990, *Guideline for the inclusion of safety aspects in standards*

IEC Guide 104:1997, *Guide to the drafting of safety standards and the role of committees with safety pilot functions and safety group functions*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1

courant de contact

courant électrique passant dans un corps humain ou dans le corps d'un animal lorsqu'il est en contact avec une ou plusieurs parties accessibles d'une installation ou de matériels [VEI 195-05-21]

3.2

courant dans le conducteur de protection

courant circulant dans le conducteur de protection

3.3

matériel

comme défini dans la norme de matériel applicable. Si le terme n'est pas défini dans la norme de matériel applicable, voir l'annexe A

3.4

partie préhensible

partie du matériel qui peut fournir un courant dont le passage à travers la main humaine provoque des contractions musculaires autour de la partie et une incapacité de lâcher. Des parties qui sont destinées à être tenues avec la main entière sont présumées être préhensibles, sans autre investigation (voir annexe H)

3.5

brûlure électrique

brûlure de la peau ou d'un organe, provoquée par le passage superficiel ou en profondeur d'un courant électrique [VEI 604-04-18]

4 Emplacement d'essai

4.1 Environnement de l'emplacement d'essai

Les prescriptions concernant l'environnement de l'emplacement d'essai doivent être conformes aux spécifications de la norme du MATÉRIEL. Si des valeurs limites inférieures à 70 μA en valeur efficace ou 100 μA en valeur crête sont spécifiées, ou si le MATÉRIEL contient de larges écrans qui peuvent être parcourus par des signaux haute fréquence, les comités de produits doivent se référer à l'annexe B.

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply:

3.1

touch current

electric current through a human body or through an animal body when it touches one or more accessible parts of an installation or of equipment [IEV 195-05-21]

3.2

protective conductor current

current which flows in a protective conductor

3.3

equipment

as defined in the relevant equipment standard. If not defined in the relevant equipment standard, see annex A

3.4

grippable part

part of the equipment which could supply current through the human hand to cause muscular contraction round the part and an inability to let go. Parts which are intended to be gripped with the entire hand are assumed to be grippable without further investigation (see annex H)

3.5

electric burn

burning of the skin or of an organ, caused by passing an electric current across or through the surface [IEV 604-04-18]

4 Test site

4.1 Test site environment

Test site environmental requirements shall be as specified in the EQUIPMENT standard. If limit values of less than 70 μA r.m.s. or 100 μA peak are specified, or if the EQUIPMENT contains large shields which may be driven by high-frequency signals, product committees shall refer to annex B.

4.2 Transformateur d'essai

L'utilisation d'un transformateur d'essai pour l'isolement est facultative. Pour une sécurité maximale, un transformateur d'essai pour l'isolement (T2 à la figure 2, T aux figures 6 à 14) doit être utilisé et la borne principale de mise à la terre de protection du MATÉRIEL en essai doit alors être mise à la terre. Toute capacité de fuite dans le transformateur doit alors être prise en compte. Comme alternative à la mise à la terre du MATÉRIEL en essai, le secondaire du transformateur d'essai et le MATÉRIEL en essai doivent être laissés flottants (non mis à la terre), auquel cas la capacité de fuite du transformateur d'essai n'a pas besoin d'être prise en compte.

Si le transformateur T n'est pas utilisé, le MATÉRIEL en essai doit être monté sur un support isolant et il faut prendre des précautions de sécurité appropriées, étant donné que le corps du MATÉRIEL en essai peut se trouver à une tension dangereuse.

4.3 Conducteur neutre mis à la terre

Un MATÉRIEL prévu pour être connecté à une alimentation TT ou TN doit être essayé avec une tension minimale entre neutre et terre.

NOTE – Des descriptions des différents schémas de distribution sont données à l'annexe J.

Il convient que le conducteur de protection et le conducteur neutre mis à la terre pour le MATÉRIEL en essai aient une différence de potentiel inférieure à 1 % de la tension entre phases (voir exemple à la figure 1).

Un transformateur local, voir 4.2, permet de satisfaire à cette exigence.

En variante, si la différence de potentiel est supérieure ou égale à 1 %, les exemples suivants donnent des méthodes qui, dans certains cas, permettront d'éviter les erreurs dues à cette différence de potentiel:

- connexion de l'électrode de la borne B de l'appareil de mesure à la borne de neutre du MATÉRIEL en essai au lieu du conducteur de mise à la terre de protection (voir 6.1.2) de l'alimentation;
- connexion de la borne de terre du MATÉRIEL en essai au conducteur de neutre, au lieu du conducteur de terre de protection, de l'alimentation.

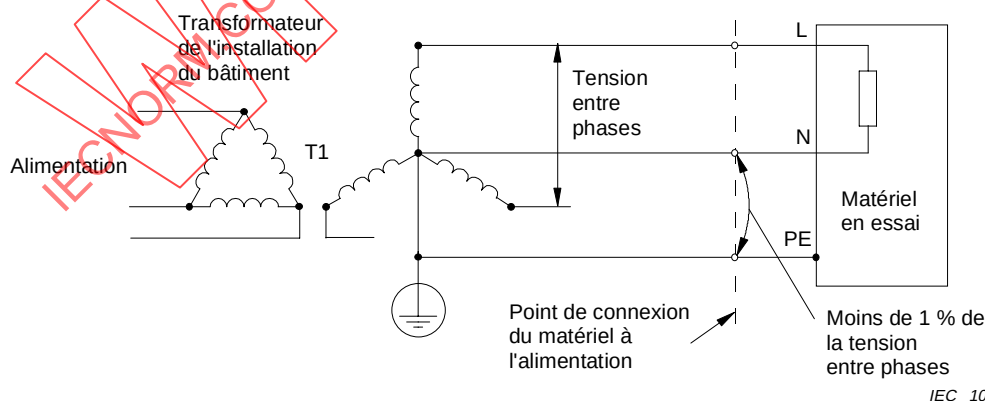


Figure 1 – Exemple de neutre mis à la terre, alimentation directe

4.2 Test transformer

The use of a test transformer for isolation is optional. For maximum safety, a test transformer for isolation (T2 in figure 2, T in figures 6 to 14) shall be used and the main protective earthing terminal of the EQUIPMENT under test (EUT) earthed. Any capacitive leakage in the transformer must then be taken into account. As an alternative to earthing the EUT, the test transformer secondary and the EUT shall be left floating (not earthed), in which case the capacitive leakage in the test transformer need not be taken into account.

If transformer T is not used, the EUT shall be mounted on an insulating stand and appropriate safety precautions taken, in view of the possibility of the body of the EUT being at hazardous voltage.

4.3 Earthed neutral conductor

EQUIPMENT intended for connection to a TT or TN power distribution system shall be tested with minimum voltage between neutral and earth.

NOTE – Descriptions of various power distribution systems are given in annex J.

The protective conductor and the earthed neutral conductor for the EUT should have a voltage difference of less than 1 % of line-to-line voltage (see example in figure 1).

A local transformer, see 4.2, will achieve this requirement.

Alternatively, if the voltage difference is 1 % or more, the following are examples of methods which, in some cases, will avoid measurement errors due to this voltage:

- connecting the terminal B electrode of the measuring instrument to the neutral terminal of the EUT instead of the protective earthing conductor (see 6.1.2) of the supply;
- connecting the earthing terminal of the EUT to the neutral conductor, instead of the protective earthing conductor, of the supply.

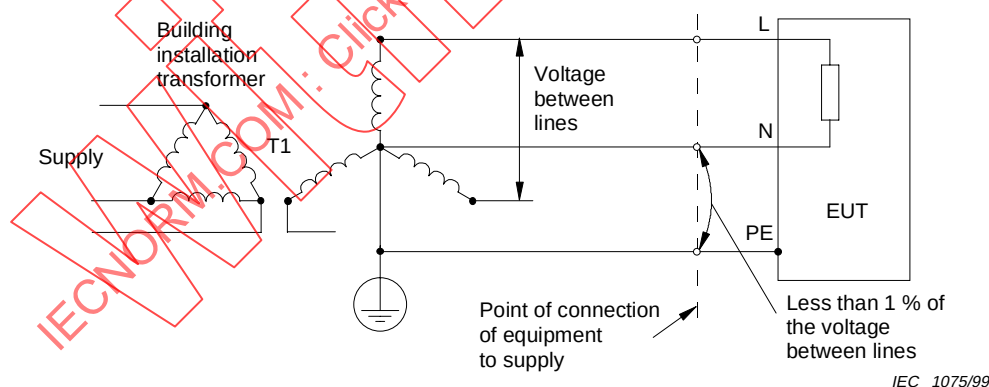
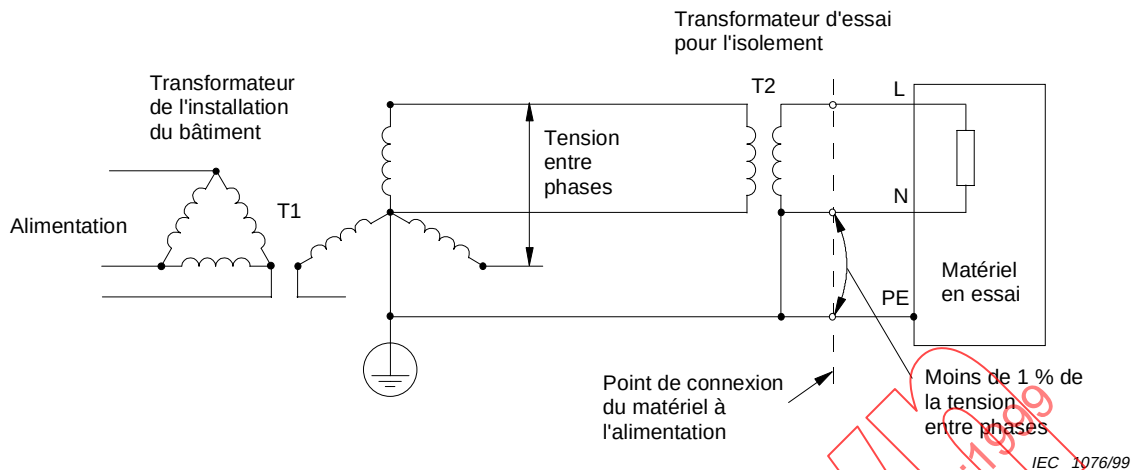


Figure 1 – Example of earthed neutral, direct supply



5 Matériel de mesure

5.1 Choix du réseau de mesure

Les mesures doivent être effectuées à l'aide d'un des réseaux des figures 3, 4 et 5.

NOTE – Voir les annexes E, F et G pour de plus amples informations sur ces trois réseaux.

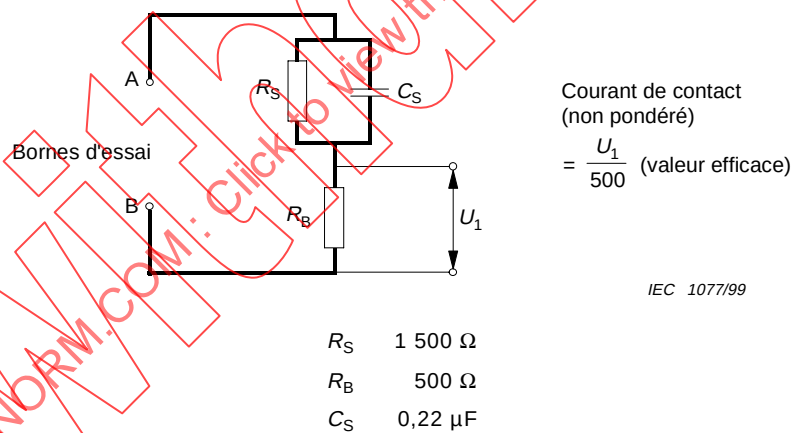


Figure 3 – Réseau de mesure, courant de contact non pondéré

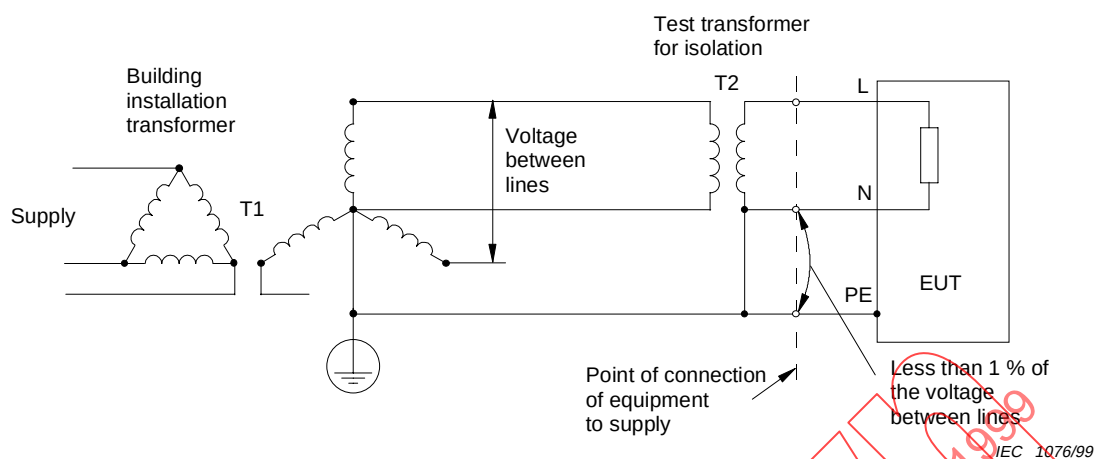


Figure 2 – Example of earthed neutral, with transformer for isolation

5 Measuring equipment

5.1 Selection of measuring network

Measurements shall be made with one of the networks of figures 3, 4 and 5.

NOTE – See annexes E, F and G for further explanation of the three networks.

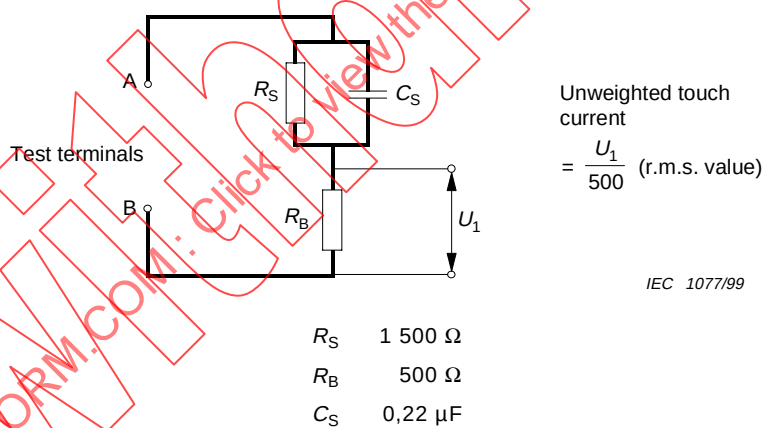
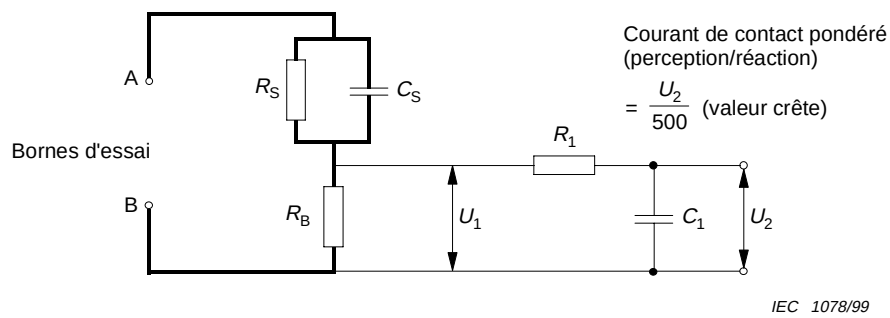
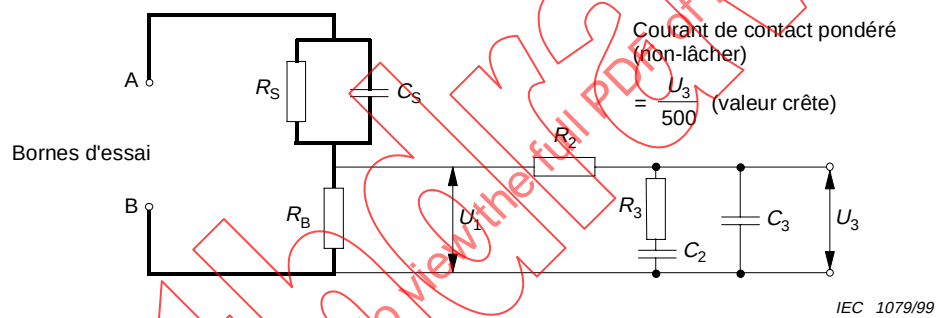


Figure 3 – Measuring network, unweighted touch current



R_S	1 500 Ω	R_1	10 000 Ω
R_B	500 Ω	C_1	0,022 μF
C_S	0,22 μF		

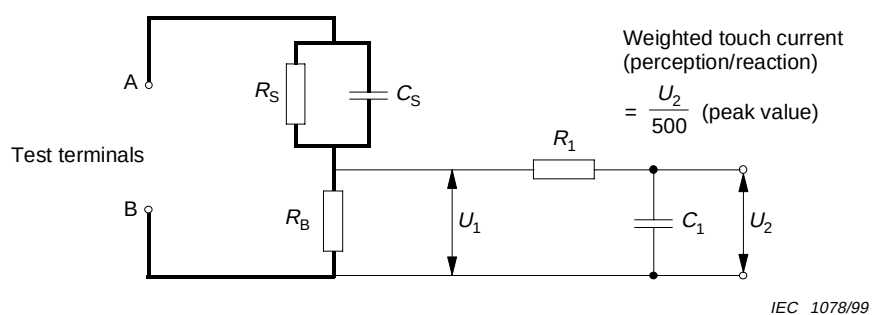
Figure 4 – Réseau de mesure, courant de contact pondéré pour la perception ou la réaction



R_S	1 500 Ω	R_3	20 000 Ω
R_B	500 Ω	C_2	0,0062 μF
C_S	0,22 μF	C_3	0,0091 μF
R_2	10 000 Ω		

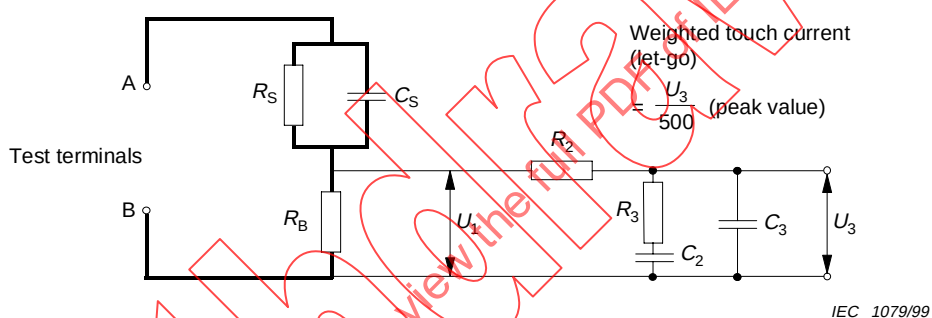
NOTE – L'utilisation de ce réseau est soumise à des conditions spéciales (voir 5.1.2).

Figure 5 – Réseau de mesure, courant de contact pondéré pour le non-lâcher



R_S	1 500 Ω	R_1	10 000 Ω
R_B	500 Ω	C_1	0,022 μF
C_S	0,22 μF		

Figure 4 – Measuring network, touch current weighted for perception or reaction



R_S	1 500 Ω	R_3	20 000 Ω
R_B	500 Ω	C_2	0,0062 μF
C_S	0,22 μF	C_3	0,0091 μF
R_2	10 000 Ω		

NOTE – Use of this network is subject to special conditions (see 5.1.2).

Figure 5 – Measuring network, touch current weighted for let-go

5.1.1 Perception et réaction (courant alternatif)

Le réseau de la figure 4 doit être utilisé.

5.1.2 Non-lâcher (courant alternatif)

Le réseau de la figure 5 doit être utilisé, mais seulement si l'impossibilité de lâcher a une valeur significative, c'est-à-dire si les trois conditions suivantes sont remplies:

- le courant disponible est alternatif et la valeur limite dans la norme de produit est supérieure à 2,0 mA en valeur efficace ou 2,8 mA en valeur de crête;
- le MATÉRIEL possède une PARTIE PRÉHENSIBLE;
- il est considéré qu'il serait difficile de lâcher la PARTIE PRÉHENSIBLE en raison du courant circulant à travers la main et le bras (voir E.3 et annexe H pour des informations supplémentaires).

Autrement, le réseau de la figure 4 doit être utilisé.

5.1.3 Brûlures électriques (courant alternatif)

Le réseau de COURANT DE CONTACT non pondéré de la figure 3 doit être utilisé.

5.1.4 Courant continu sans ondulation

L'un quelconque des trois réseaux doit être utilisé. Sauf spécification contraire dans la norme du MATÉRIEL, le courant continu sans ondulation signifie moins de 10 % d'ondulation crête à crête.

5.2 Electrodes d'essais

5.2.1 Construction

Sauf spécification contraire dans la norme du MATÉRIEL, les électrodes d'essais doivent être

- un clip d'essai, ou
- une feuille de métal de 10 cm × 20 cm représentant la main humaine. Si l'on utilise une feuille adhésive, l'adhésif doit être conducteur.

5.2.2 Connexion

Les électrodes d'essais doivent être connectées aux bornes A et B du réseau de mesure.

5.3 Configuration

Le MATÉRIEL en essai doit être complètement assemblé et prêt pour l'utilisation dans la configuration maximale; il doit être connecté à des tensions de signal externes lorsque cela est applicable, suivant les spécifications du fabricant pour un seul MATÉRIEL.

Les MATÉRIELS qui sont prévus pour des sources d'alimentation multiples et qui ne nécessitent qu'une seule alimentation à la fois (par exemple pour alimentation de secours) ne doivent être essayés qu'avec une seule source connectée.

Les MATÉRIELS nécessitant une alimentation simultanée à partir de deux sources ou plus doivent être essayés avec toutes les sources connectées mais avec pas plus d'une connexion à la terre de protection.

5.1.1 Perception and reaction (a.c.)

The network of figure 4 shall be used.

5.1.2 Let-go (a.c.)

The network of figure 5 shall be used, but only if inability to let go is a significant consideration, i.e. if all of the following conditions are met:

- the available current is a.c. and the limit value in the product standard is more than 2,0 mA r.m.s. or 2,8 mA peak;
- the EQUIPMENT has a GRIPPABLE PART;
- it is anticipated that it would be difficult to let go of the GRIPPABLE PART due to current flow through the hand and the arm (see E.3 and annex H for further information).

Otherwise, the network of figure 4 shall be used.

5.1.3 Electric burn (a.c.)

The unweighted TOUCH CURRENT network of figure 3 shall be used.

5.1.4 Ripple-free d.c.

Any one of the three networks shall be used. Unless otherwise specified in the EQUIPMENT standard, ripple-free d.c. means less than 10 % peak-to-peak ripple.

5.2 Test electrodes

5.2.1 Construction

Unless otherwise specified in the EQUIPMENT standard, the test electrodes shall be

- a test clip, or
- a 10 cm × 20 cm metal foil to represent the human hand. Where adhesive metal foil is used, the adhesive shall be conductive.

5.2.2 Connection

Test electrodes shall be connected to test terminals A and B of the measuring network.

5.3 Configuration

The EQUIPMENT under test (EUT) shall be fully assembled and ready for use in the maximum configuration; it shall be connected to external signal voltages where applicable, as specified by the manufacturer for a single EQUIPMENT.

EQUIPMENT which is designed for multiple power sources, only one of which is required at a time (e.g. for backup), shall be tested with only one source connected.

EQUIPMENT requiring power simultaneously from two or more power sources shall be tested with all power sources connected but with not more than one connection to protective earth.

Figure 6 – Configuration d'essai – Matériel monophasé dans un schéma étoile TN ou TT

5.4 Power connections during test

NOTE – Examples of power distribution systems are given in annex J.

5.4.1 General

EQUIPMENT shall be connected as shown in figures 6 to 14, according to 5.4.2, 5.4.3 or 5.4.4, as appropriate.

EQUIPMENT committees should consider the possible need for the manufacturer to identify the power distribution system (TN, TT, IT) to which an EQUIPMENT is intended to be connected in its final application.

If the EUT is specified by the manufacturer for use only on certain power distribution systems, the EUT shall be tested only when connected to those systems.

EQUIPMENT to be connected only to TN or TT systems shall comply with 5.4.2. EQUIPMENT to be connected to IT systems shall comply with 5.4.3 and may also be connected to TN or TT systems.

For Class 0 and Class II EQUIPMENT (see IEC 60536-2), the protective conductors in figures 6 through 14 are ignored.

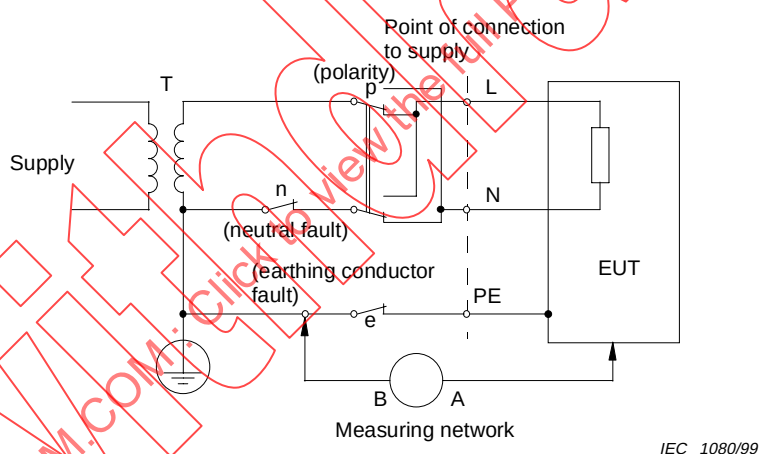
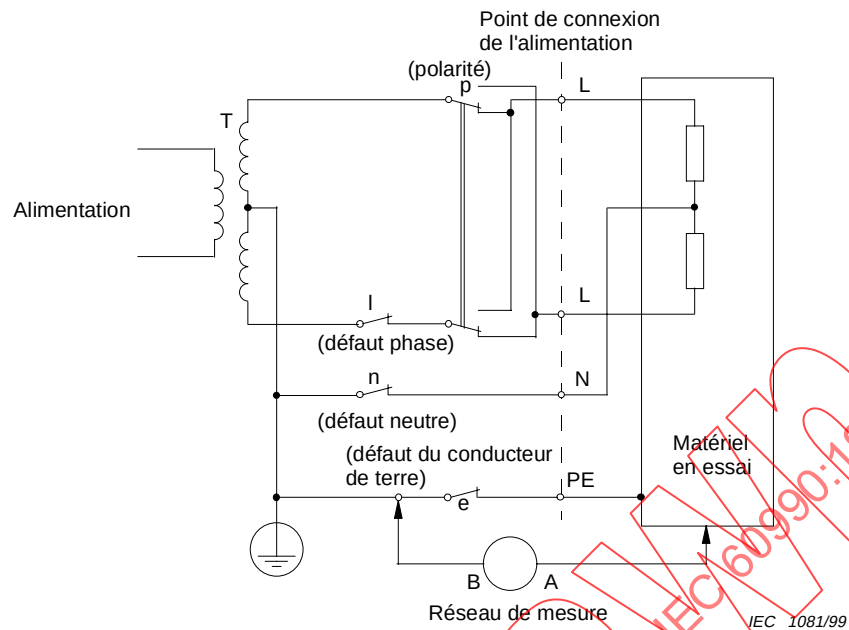


Figure 6 – Test configuration: single-phase equipment on star TN or TT system



NOTE – L'enroulement à prise médiane peut être une branche d'une alimentation triangle.

Figure 7 – Configuration d'essai – Matériel monophasé dans un schéma TN ou TT avec point milieu à la terre

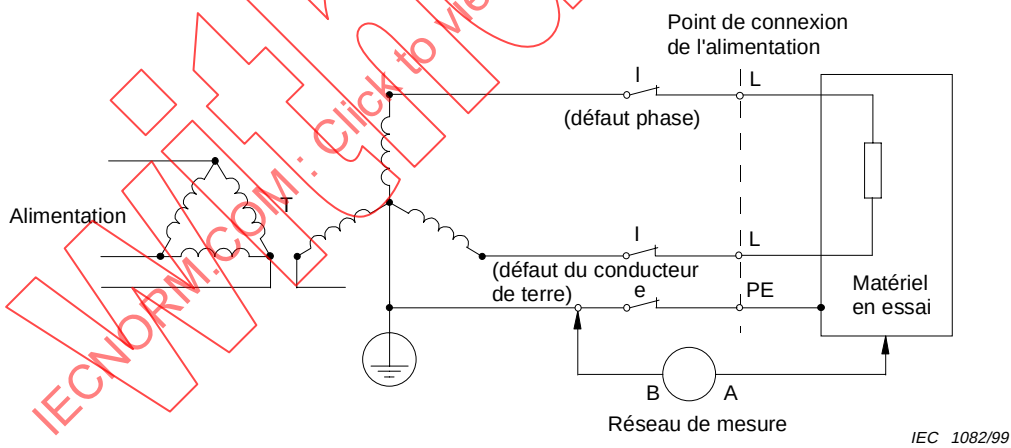
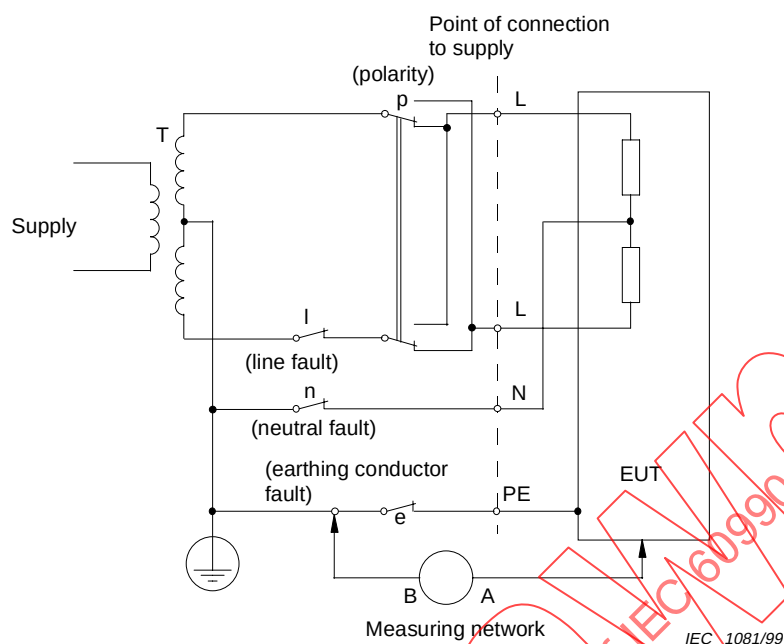


Figure 8 – Configuration d'essai – Matériel monophasé connecté entre phases dans un schéma étoile TN ou TT



NOTE – The centre-tapped winding may be one leg of a delta supply.

Figure 7 – Test configuration: single-phase equipment on centre-earthed TN or TT system

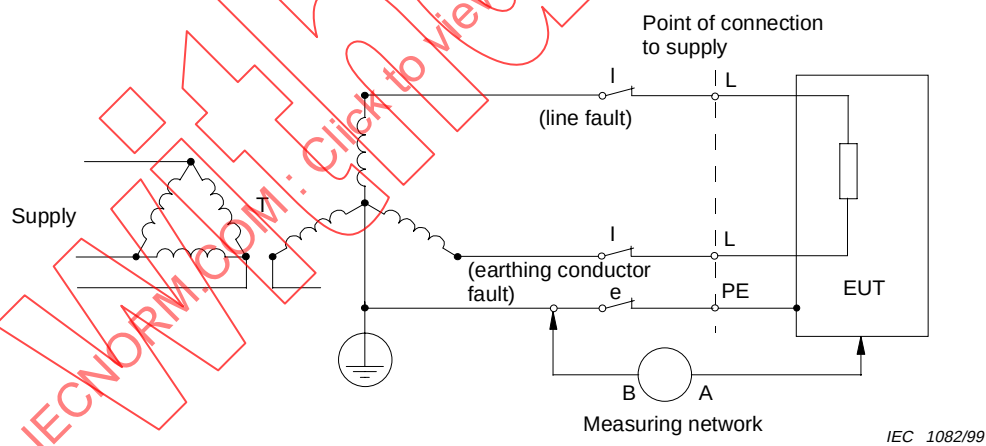
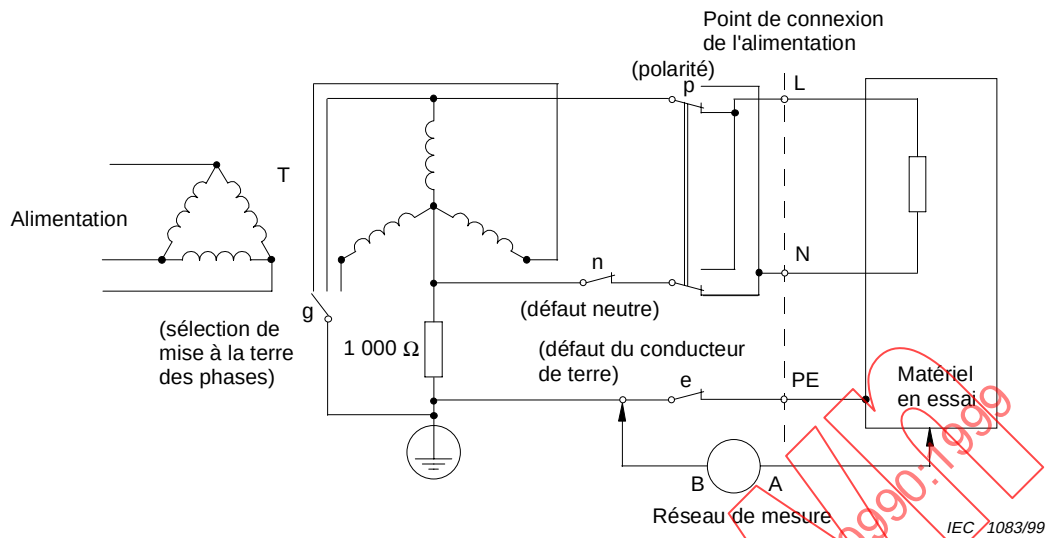
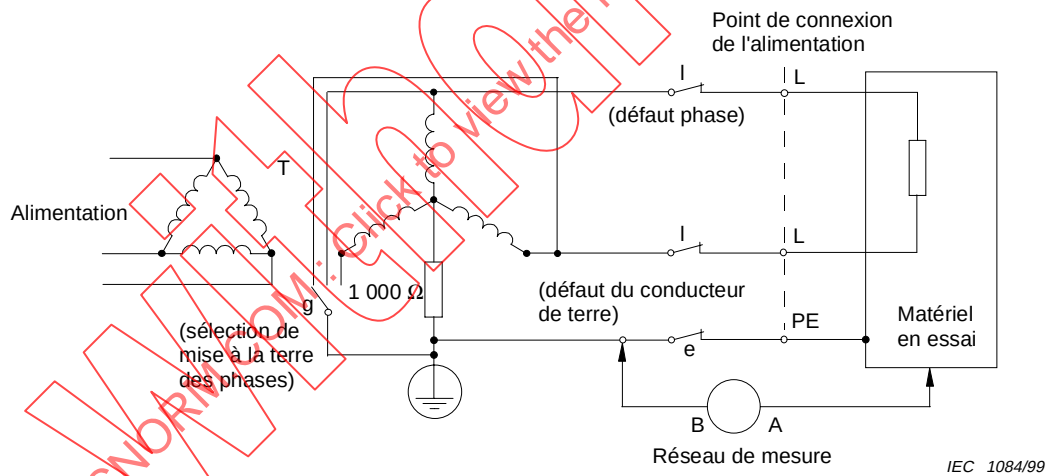


Figure 8 – Test configuration: single-phase equipment connected line-to-line on star TN or TT system



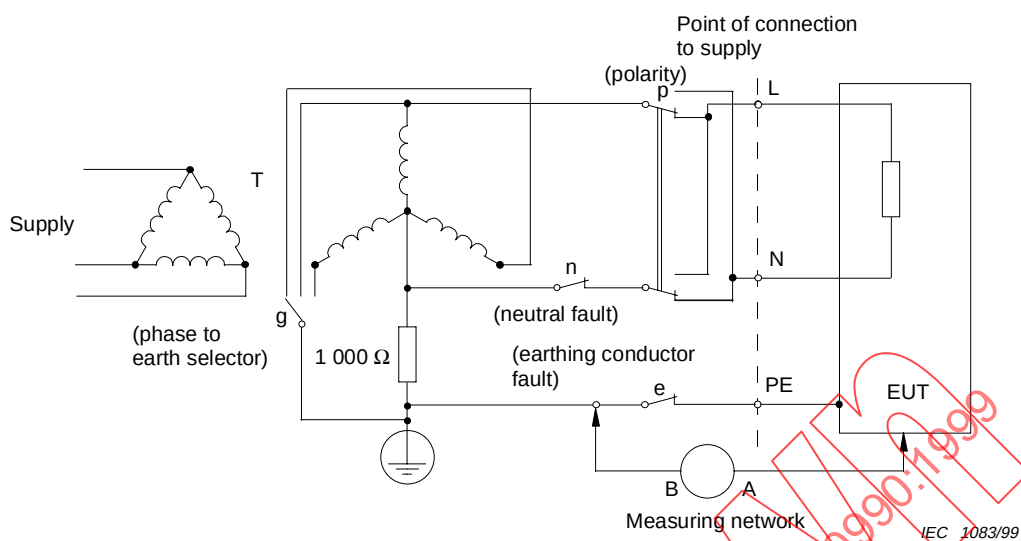
NOTE – Il convient que la résistance de 1 000 Ω soit adaptée pour les défauts du schéma d'alimentation.

Figure 9 – Configuration d'essai – Matériel monophasé connecté entre phase et neutre dans un schéma étoile IT



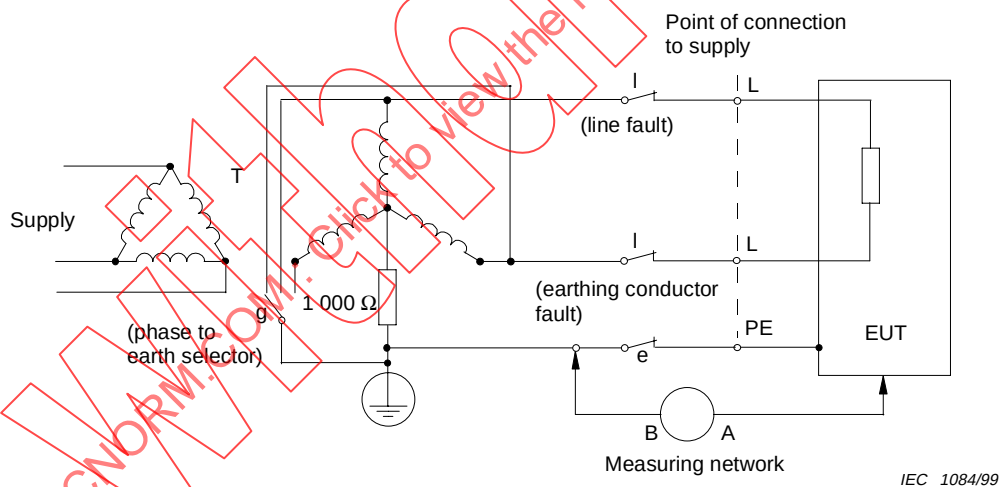
NOTE – Il convient que la résistance de 1 000 Ω soit adaptée pour les défauts du schéma d'alimentation.

Figure 10 – Configuration d'essai – Matériel monophasé connecté entre phases dans un schéma étoile IT



NOTE – The 1 000 Ω resistor should be rated for supply system faults.

Figure 9 – Test configuration: single-phase equipment connected line-to-neutral on star IT system



NOTE – The 1 000 Ω resistor should be rated for supply system faults.

Figure 10 – Test configuration: single-phase equipment connected line-to-line on star IT system

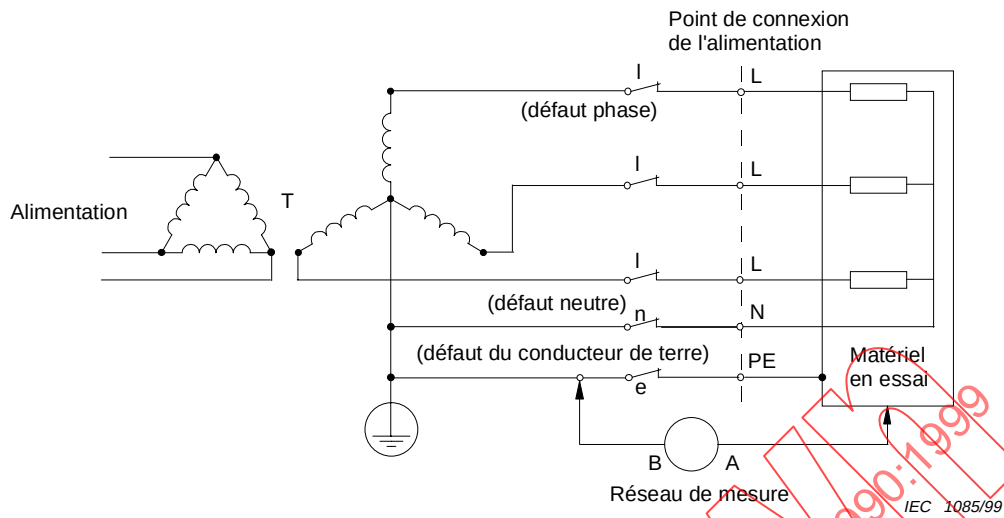
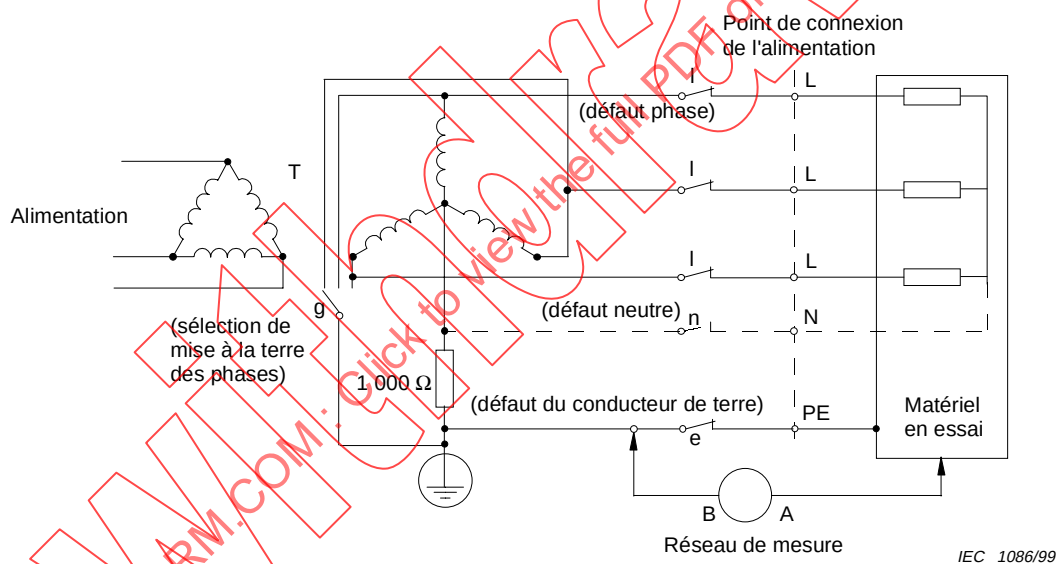


Figure 11 – Configuration d'essai – Matériel triphasé dans un schéma étoile TN ou TT



NOTE – Il convient que la résistance de 1 000 Ω soit adaptée pour les défauts du schéma d'alimentation.

Figure 12 – Configuration d'essai – Matériel triphasé dans un schéma étoile IT

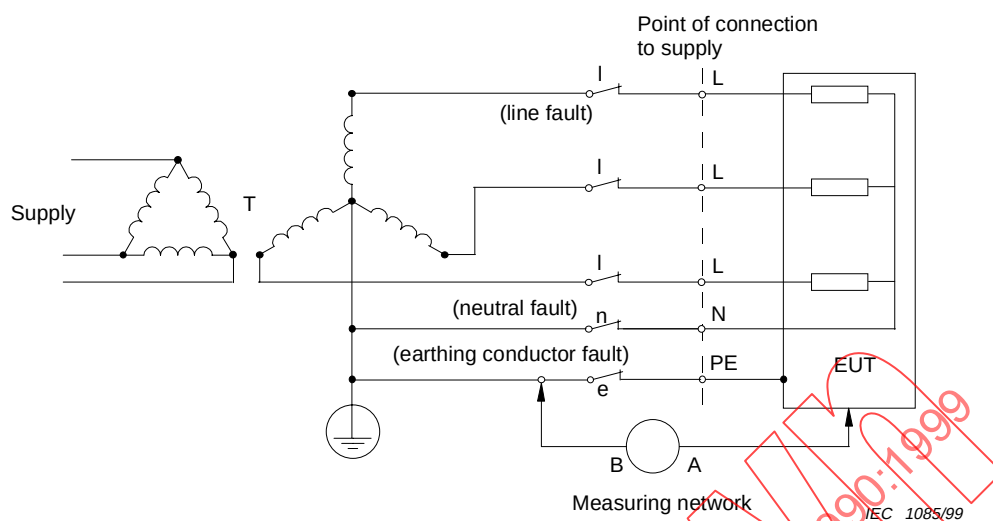
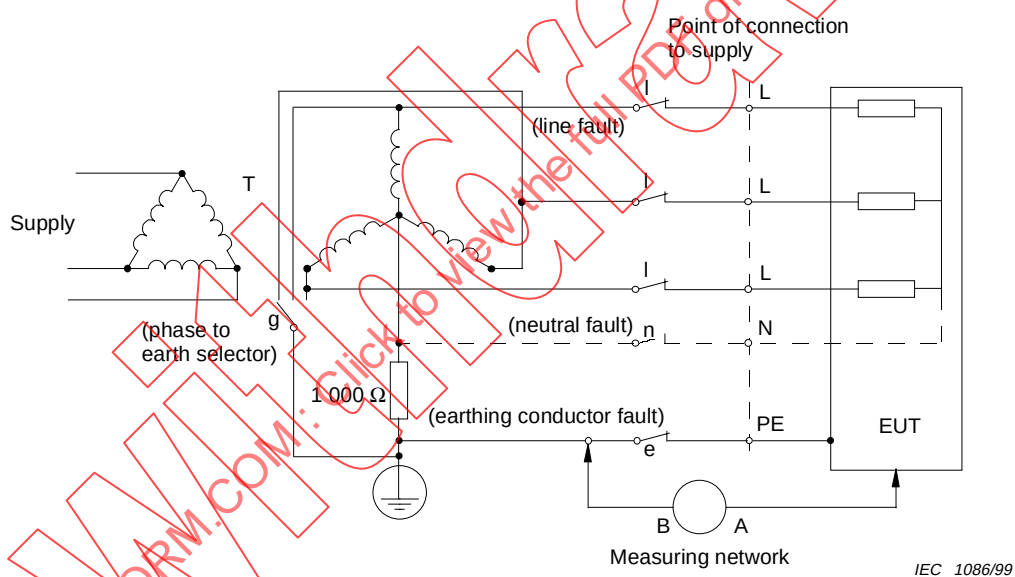


Figure 11 – Test configuration: three-phase equipment on star TN or TT system



NOTE – The 1 000 Ω resistor should be rated for supply system faults.

Figure 12 – Test configuration: three-phase equipment on star IT system

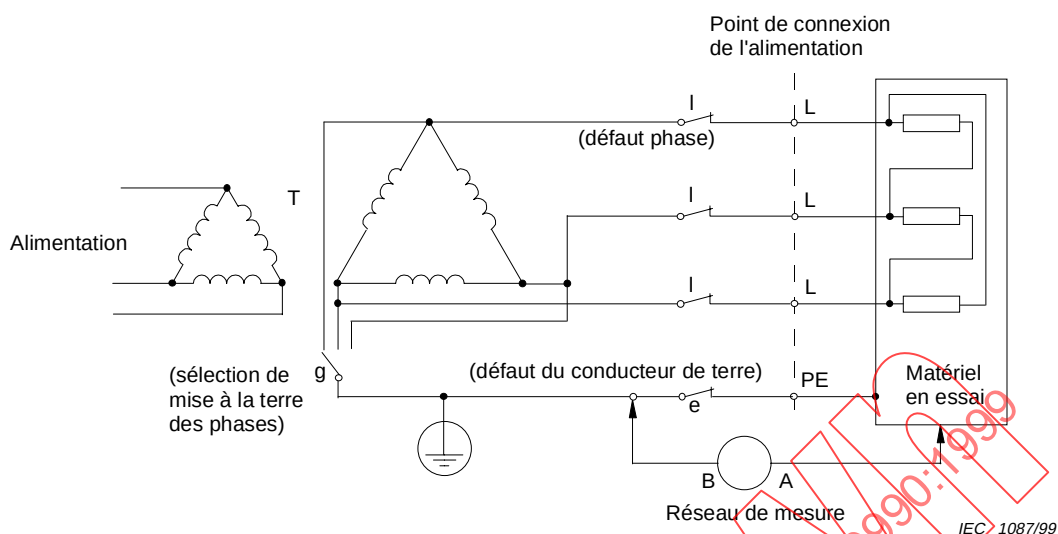
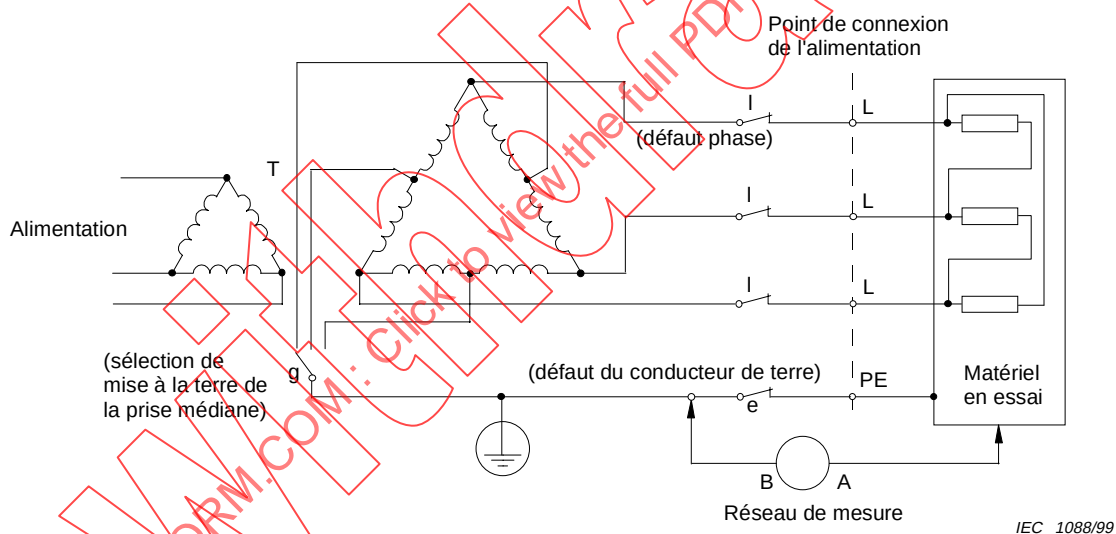


Figure 13 – Configuration d'essai – Schéma triangle non mis à la terre



NOTE – Lorsqu'un MATÉRIEL contient à la fois une charge triphasée et une charge monophasée dont le milieu est relié à la terre, et lorsque le côté mis à la terre est identifié, le commutateur g doit rester dans la position identifiée comme correspondant au côté relié à la terre.

Figure 14 – Configuration d'essai – Matériel triphasé dans un schéma triangle avec point milieu mis à la terre

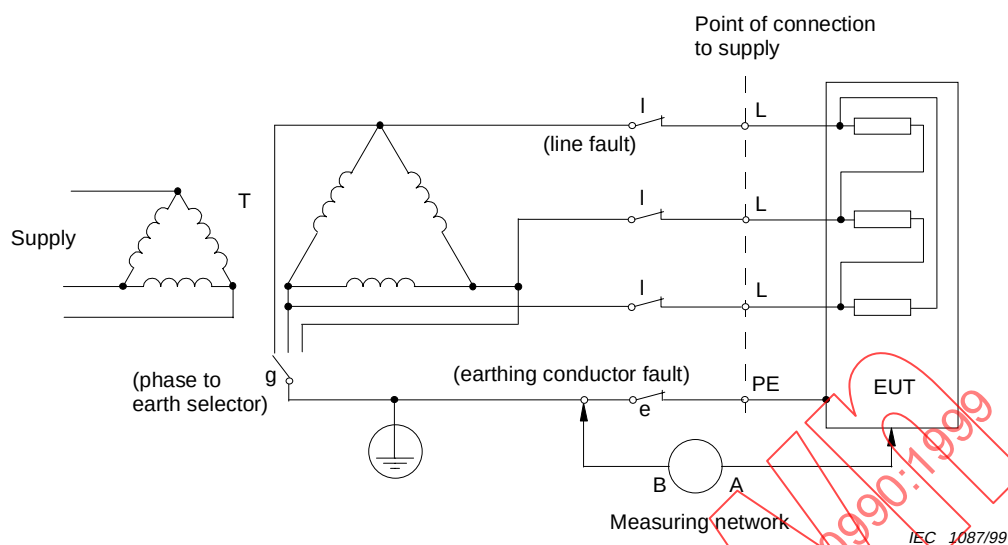
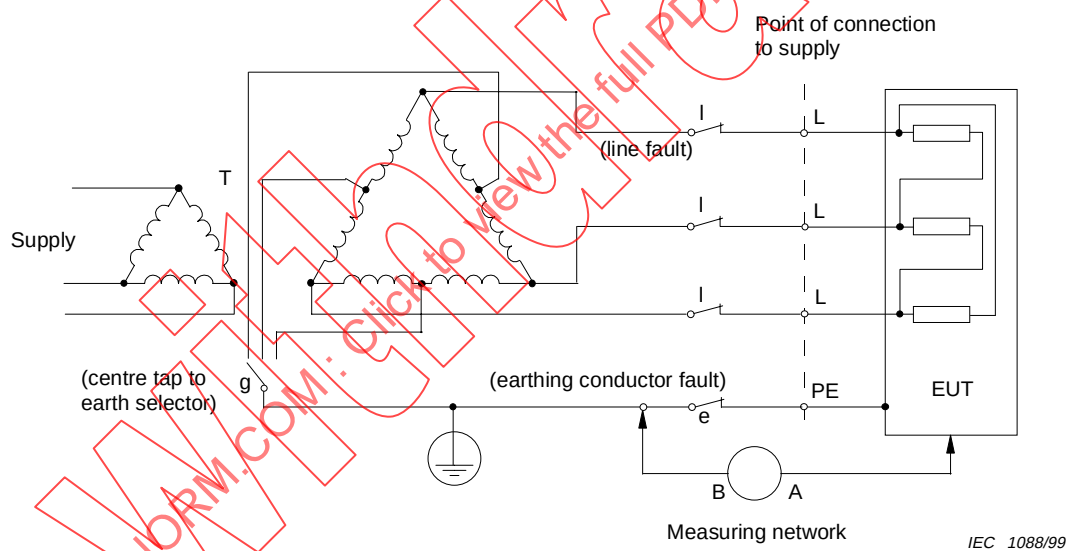


Figure 13 – Test configuration: unearthed delta system



NOTE – Where an EQUIPMENT contains both a three-phase load and a centre-earthed single-phase load, and the earthed side is identified, switch g shall remain in the position identified as the earthed side.

Figure 14 – Test configuration: three-phase equipment on centre-earthed delta system

5.4.2 Matériel pour utilisation uniquement dans des schémas d'alimentation étoile TN ou TT

Un MATÉRIEL triphasé doit être connecté à un réseau triphasé étoile avec le neutre à la terre. Un MATÉRIEL monophasé doit être connecté entre phase et neutre d'un schéma d'alimentation ayant le neutre à la terre ou, s'il est spécifié par le fabricant comme pouvant être utilisé de cette manière, entre deux phases d'un schéma d'alimentation étoile triphasé dont le centre est relié à la terre (voir figures 6, 8 et 11).

5.4.3 Matériel pour utilisation dans des schémas d'alimentation IT, y compris les schémas triangle non reliés à la terre

Un MATÉRIEL triphasé doit être connecté à un schéma d'alimentation triphasé IT approprié. Un MATÉRIEL monophasé doit être connecté entre phase et neutre ou, s'il est spécifié par le fabricant comme pouvant être utilisé de cette manière, entre deux phases (voir figures 9, 10, 12 et 13).

5.4.4 Matériel pour utilisation dans des schémas d'alimentation monophasés dont le point milieu est à la terre ou dans des schémas d'alimentation triangle dont le point milieu est à la terre

Un MATÉRIEL monophasé doit être connecté à l'alimentation ayant sa prise médiane reliée à la terre (voir figures 7 et 14).

Un MATÉRIEL triphasé doit être connecté à l'alimentation triangle appropriée (voir figure 14).

5.5 Tension et fréquence d'alimentation

5.5.1 Tension d'alimentation

La tension d'alimentation doit être mesurée aux bornes d'alimentation du MATÉRIEL.

Un MATÉRIEL ayant une seule tension assignée doit être essayé à sa tension assignée, majorée d'une tolérance de travail appropriée pour tenir compte des variations de l'alimentation.

Un MATÉRIEL ayant une plage nominale de tensions doit être essayé à la tension la plus élevée de cette plage, majorée d'une tolérance de travail appropriée pour tenir compte des variations de l'alimentation.

La tolérance de travail appropriée est déterminée par le comité de produits ou par le fabricant, si nécessaire (par exemple 0 %, +6 % ou +10 %).

Un MATÉRIEL ayant différentes tensions nominales ou différentes plages nominales de tensions, par utilisation d'un sélecteur de tension, doit être réglé pour la tension ou la plage de tensions la plus élevée, puis traité comme ci-dessus. Lorsque le changement de tension implique des commutations plus complexes qu'un réaménagement des enroulements d'un transformateur, des essais complémentaires peuvent être nécessaires pour déterminer le cas le plus défavorable.

S'il n'est pas pratique d'effectuer l'essai sur un MATÉRIEL à la tension spécifiée, il est autorisé d'effectuer l'essai à une tension quelconque disponible, comprise dans la plage assignée du MATÉRIEL et, ensuite de calculer les résultats.

5.5.2 Fréquence d'alimentation

La fréquence d'alimentation doit être la fréquence nominale maximale assignée ou, en variante, les mesures peuvent être corrigées par calcul pour l'estimation du courant dans le cas le plus défavorable.

5.4.2 Equipment for use only on TN or TT star power distribution systems

Three-phase EQUIPMENT shall be connected to a three-phase star power distribution system, with earthed neutral. Single-phase EQUIPMENT shall be connected between phase and neutral of an earthed neutral power distribution system or, where specified by the manufacturer to operate in such a manner, line-to-line on a centre-earthed three-phase star power distribution system (see figures 6, 8 and 11).

5.4.3 Equipment for use on IT power distribution systems including unearthed delta systems

Three-phase EQUIPMENT shall be connected to an appropriate three-phase IT power supply system. Single-phase EQUIPMENT shall be connected between phase and neutral or, where specified by the manufacturer to operate in such a manner, line-to-line (see figures 9, 10, 12 and 13).

5.4.4 Equipment for use on single-phase centre-earthed power supply systems or on centre-earthed delta power supply systems

Single-phase EQUIPMENT shall be connected to a supply having its centre tap earthed (see figures 7 and 14).

Three-phase EQUIPMENT shall be connected to the appropriate delta supply (see figure 14).

5.5 Supply voltage and frequency

5.5.1 Supply voltage

Supply voltage shall be measured at the EQUIPMENT supply terminals.

EQUIPMENT rated for a single voltage shall be tested at its rated voltage plus an appropriate working tolerance to allow for supply variations.

EQUIPMENT rated for a nominal voltage range shall be tested at the highest voltage in that range, plus an appropriate working tolerance to allow for supply variations.

The working tolerance is determined by the EQUIPMENT committee or by the manufacturer if necessary (e.g. 0 %, +6 % or +10 %).

EQUIPMENT rated for different nominal voltages or voltage ranges, using a voltage selector, shall be set for the highest nominal voltage or voltage range and then treated as above. Where voltage selection involves more complex switching than a rearrangement of transformer windings, additional tests may be necessary to determine the worst case.

If it is inconvenient to test EQUIPMENT at the specified voltage, it is permitted to test it at any available voltage within the rating of the EQUIPMENT and then calculate the results.

5.5.2 Supply frequency

Supply frequency shall be the maximum rated nominal frequency, or alternatively, measurements may be corrected by calculation for estimation of the worst case current.

6 Procédure d'essai

6.1 Généralités

Les comités de produits peuvent souhaiter exclure les mesures du COURANT DE CONTACT sur certaines parties accessibles, en se basant sur le principe de la limitation de la tension (voir CEI 60364-4-41). Dans ce cas, les mesures doivent être effectuées pour les tensions accessibles et ensuite, si nécessaire, pour des COURANTS DE CONTACT pondérés ou non pondérés, conformément au présent article.

Les effets des BRÛLURES ÉLECTRIQUES sont à prendre en compte avec un courant continu ou à haute fréquence (par exemple fréquence supérieure à 30 kHz pour un COURANT DE CONTACT de 3,5 mA). A des fréquences plus basses, la réaction ou le non-lâcher sont les phénomènes prédominants. Si de tels effets sont à prendre en compte, on doit mesurer la valeur efficace non pondérée du COURANT DE CONTACT (figure 3), en plus des mesures concernant la perception ou la réaction (figure 4), ou le lâcher (figure 5).

6.1.1 Dispositifs de commande, matériel et conditions d'alimentation

Pendant les mesures du COURANT DE CONTACT, l'environnement d'essai, la configuration, la mise à la terre et le schéma d'alimentation doivent être conformes à 5.3, 5.4 et 5.5.

Afin de rendre maximales les valeurs du courant pendant les mesures, on doit faire varier la configuration par la connexion et la déconnexion d'unités faisant partie du MATÉRIEL, comme l'autorisent les instructions du fabricant pour le fonctionnement et l'installation.

Les dispositifs de commande e, g, l, n et p des figures 6 à 14 doivent être actionnés comme décrit en 6.2, pendant qu'on fait varier indépendamment les conditions figurant en 6.1.2 et 6.2.1 de manière à obtenir la ou les valeurs maximales mesurées. Toutes ces conditions et tous ces points d'application des réseaux de mesure ne s'appliquent pas à tous les MATÉRIELS et les comités de produits doivent faire une sélection appropriée de ces variables.

6.1.2 Utilisation des réseaux de mesure

Des électrodes de mesure (voir 5.2), un réseau de mesure (voir 5.1) et un dispositif de mesure incluse (voir G.4) appropriés doivent être utilisés conformément aux schémas appropriés des figures 6 à 14 (voir 5.4) pour effectuer les mesures du COURANT DE CONTACT entre les parties simultanément accessibles, et entre les parties accessibles et la terre.

L'électrode de la borne A doit être appliquée successivement à toutes les parties accessibles.

Pour chaque application de l'électrode de la borne A, l'électrode de la borne B doit être appliquée à la terre, puis appliquée successivement à toutes les parties accessibles.

Pour les schémas d'alimentation avec un conducteur d'alimentation mis à la terre, l'électrode de la borne B peut être reliée directement au conducteur d'alimentation mis à la terre à l'interface du MATÉRIEL en essai et de l'alimentation, au lieu d'être relié au conducteur de protection. Cette connexion peut être utilisée même si la différence de potentiel entre le conducteur de protection et le conducteur d'alimentation mis à la terre est supérieure à 1 % de la tension entre phases (voir 4.2).

6 Test procedure

6.1 General

EQUIPMENT committees may wish to exclude measurement of TOUCH CURRENT at some accessible parts, based upon the principle of limitation of voltage (see IEC 60364-4-41). If so, measurements shall be made for accessible voltage and then, if required, for weighted or unweighted TOUCH CURRENT according to this clause.

Concern for ELECTRIC BURN effects may arise with d.c. or at high frequencies (e.g. above 30 kHz for 3,5 mA TOUCH CURRENT). At lower frequencies, reaction and let go will be the dominant considerations. Where there is such a concern, the unweighted r.m.s. value of TOUCH CURRENT shall be measured (figure 3), in addition to measurement for either perception or reaction (figure 4), or ability to let go (figure 5).

6.1.1 Control switches, equipment and supply conditions

During TOUCH CURRENT measurements, the test environment, configuration, earthing and supply system shall be according to 5.3, 5.4 and 5.5.

In order to maximize the current values during measurements, the configuration shall be varied by connection and disconnection of units that are part of the EQUIPMENT, as permitted by the manufacturer's operating and installation instructions.

Control switches e, g, l, n and p in figures 6 to 14 shall be manipulated as described in 6.2, while the conditions listed in 6.1.2 and 6.2.1 are independently varied so as to give the maximum measured value or values. Not all these conditions and points of application of the measuring network apply to all EQUIPMENT, and EQUIPMENT committees shall make an appropriate selection of these variables.

6.1.2 Use of measuring networks

Appropriate measuring electrodes (see 5.2), measuring network (see 5.1) and measuring device (see G.4) shall be used in accordance with the appropriate systems of figures 6 to 14 (see 5.4) to make measurements of TOUCH CURRENT between simultaneously accessible parts, and between accessible parts and earth.

The terminal A electrode shall be applied to each accessible part in turn.

For each application of the terminal A electrode, the terminal B electrode shall be applied to earth, then applied to each of the other accessible parts in turn.

For power systems with an earthed power conductor, the terminal B electrode may be connected directly to the earthed power conductor at the interface of the EUT and the power supply, instead of being connected to the protective conductor. This connection may be used even though the voltage difference between the protective conductor and the earthed power conductor is more than 1 % of the line-to-line voltage (see 4.2).

6.2 Fonctionnement normal et conditions de défaut du matériel

6.2.1 Fonctionnement normal du matériel

L'essai est effectué avec la borne A du réseau de mesure reliée successivement à chaque circuit ou partie accessible conductrice ou non mise à la terre, avec tous les commutateurs l, n et e fermés.

Les mesures doivent être effectuées dans toutes les conditions applicables de fonctionnement normal.

Exemples de fonctionnement normal: mise sous tension, mise hors tension, régime de veille, démarrage, chauffage, tout réglage des dispositifs utilisables par l'opérateur à l'exception des dispositifs de réglage de la tension d'alimentation.

Un MATÉRIEL monophasé doit être essayé en polarité normale et inverse (commutateur p).

Un MATÉRIEL triphasé doit être essayé avec inversion des phases, à moins que le fonctionnement du MATÉRIEL ne dépende du phasage.

6.2.2 Conditions de défaut du matériel et de l'alimentation

Pour les MATÉRIELS n'ayant pas de connexion de terre, le paragraphe 6.2.2 ne s'applique pas.

Pour les MATÉRIELS ayant une connexion à la terre de protection ou une connexion à la terre fonctionnelle, la borne A de l'appareil de mesure est connectée à la borne de terre du MATÉRIEL en essai.

Les mesures doivent être effectuées avec chacune des conditions de défaut applicables spécifiées de 6.2.2.1 à 6.2.2.8 inclus. Les défauts doivent être appliqués l'un après l'autre mais doivent inclure tous défauts qui sont le résultat logique du premier défaut. Avant l'application d'un défaut, le MATÉRIEL doit être remis dans ses conditions initiales (c'est-à-dire sans défaut ni dommage en résultant).

Si un filtre secteur équilibré est utilisé dans un MATÉRIEL triphasé, le courant à la terre résultant est théoriquement égal à zéro. Toutefois, il est normal qu'un composant et une tension déséquilibrés produisent une valeur finie du courant, dont la valeur maximale peut ne pas être mesurée lors d'un essai de type. Des courants déséquilibrés plus importants résulteront d'une défaillance d'un condensateur dans une phase. Il convient que les comités de produits envisagent l'introduction d'un essai pour de tels MATÉRIELS, prévoyant la simulation d'un défaut délibéré du filtre (un condensateur débranché) ainsi qu'un défaut de la connexion de la terre de protection (6.2.2.1).

Des considérations analogues s'appliquent à des dispositions équilibrées d'autres composants tels que parasurtensions, reliés entre le réseau d'alimentation et la terre.

Un MATÉRIEL triphasé doit être essayé avec inversion des phases, à moins que le fonctionnement du MATÉRIEL ne dépende du phasage.

6.2.2.1 Condition de défaut n° 1

En fonction du type de MATÉRIEL, on distinguera plusieurs degrés de sécurité du conducteur de protection (voir CEI 61140).

Un MATÉRIEL monophasé non relié de façon sûre à la terre doit être essayé avec l'ouverture de la connexion de la terre de protection (commutateur e) en combinaison avec la polarité normale et inverse (commutateur p).

6.2 Normal and fault conditions of equipment

6.2.1 Normal operation of equipment

The test is carried out with terminal A of the measuring network connected to each unearthed or conductive accessible part and circuit in turn, with all test switches l, n and e closed.

Measurements shall be made in all applicable conditions of normal operation.

Examples of normal operation include mains switch on, mains switch off, standby, start-up, heating and any setting of operator controls except supply-voltage-setting controls.

Single-phase EQUIPMENT shall be tested in normal and reverse polarity (switch p).

Three-phase EQUIPMENT shall be tested with phase reversals, unless EQUIPMENT operation is dependent on phasing.

6.2.2 Equipment and supply fault conditions

For EQUIPMENT having no connection to earth, 6.2.2 does not apply.

For EQUIPMENT having a protective earthing connection or a functional earthing connection, terminal A of the measuring instrument is connected to the EQUIPMENT earthing terminal of the EUT.

Measurements shall be made with each of the applicable fault conditions specified in 6.2.2.1 to 6.2.2.8. The faults shall be applied one at a time, but shall include any faults which are a logical result of the first fault. Before applying any fault, the EQUIPMENT shall be restored to its original condition (i.e. without faults or consequential damage).

Where a balanced line filter is used on three-phase EQUIPMENT, the net current to earth is theoretically zero. However, it is normal for component and voltage unbalance to produce a finite value of net current, the maximum value of which may not be measured during type testing. Larger unbalanced currents will result from a failed capacitor in one phase. EQUIPMENT committees should consider including a test for such EQUIPMENT, involving the substitution of a deliberately faulted filter (one capacitor removed), together with a loss of protective earth connection (6.2.2.1).

Similar considerations apply to a balanced arrangement of other components, such as surge arrestors, connected between mains and earth.

Three-phase EQUIPMENT shall be tested with phase reversals unless EQUIPMENT operation is dependent on phasing.

6.2.2.1 Fault condition No. 1

Depending on the kind of EQUIPMENT, several safety degrees of the protective conductor are to be distinguished (see IEC 61140).

Single-phase EQUIPMENT not reliably earthed shall be tested with loss of protective earth connection (switch e) in combination with normal and reverse polarity (switch p).

Un MATÉRIEL triphasé non relié à la terre de façon sûre doit être essayé avec l'ouverture de la mise à la terre de protection (commutateur e).

A moins d'une décision contraire du comité de produits, les prescriptions de 6.2.2.1 ne s'appliquent pas aux MATÉRIELS reliés de façon sûre à la terre (voir, par exemple, la CEI 60364-7-707) qui sont connectés à l'alimentation soit de façon permanente, soit par l'intermédiaire de prises et de socles industriels (par exemple prises et socles spécifiés dans la CEI 60309-1 ou dans une norme nationale équivalente).

6.2.2.2 Condition de défaut n° 2

Un MATÉRIEL monophasé doit être essayé avec le neutre interrompu (commutateur n), avec la terre intacte et en polarité normale, et ensuite en polarité inverse (commutateur p).

6.2.2.3 Condition de défaut n° 3

Un MATÉRIEL destiné à être utilisé dans les schémas IT doit être essayé en mettant, à tour de rôle, chaque conducteur de phase à la terre (commutateur g).

6.2.2.4 Condition de défaut n° 4

Un MATÉRIEL triphasé doit être essayé en ouvrant, à tour de rôle, chaque conducteur de phase (commutateurs l).

6.2.2.5 Condition de défaut n° 5

Un MATÉRIEL monophasé, destiné à être utilisé dans des schémas d'alimentation IT ou dans des schémas triphasés triangle doit être essayé dans un schéma d'alimentation triphasé, chaque phase mise à la terre à tour de rôle (commutateur g), en combinaison avec polarité normale et inverse (commutateur p) et séparément avec ouverture de chaque conducteur de phase à tour de rôle (commutateurs l), et en combinaison avec polarité normale et inverse (commutateur p).

6.2.2.6 Condition de défaut n° 6

Un MATÉRIEL triphasé destiné à être utilisé dans des schémas d'alimentation triangle dont le milieu est relié à la terre doit être essayé dans un schéma d'alimentation triangle, chaque milieu de branche étant relié à la terre, à tour de rôle (commutateur g).

Un MATÉRIEL comprenant à la fois des circuits triphasés et des circuits dont le milieu est relié à la terre, qui ne peuvent être installés indépendamment et qui possèdent une branche mise à la terre identifiée, doit être essayé avec le commutateur g réglé uniquement sur la position correspondant à la branche mise à la terre.

6.2.2.7 Condition de défaut n° 7

D'autres défauts, comme spécifié par le comité de produits, doivent être simulés s'ils sont susceptibles d'augmenter le COURANT DE CONTACT.

6.2.2.8 Condition de défaut n° 8

Les parties conductrices accessibles qui ne sont que fortuitement reliées électriquement à d'autres parties doivent être essayées, d'une part, lorsqu'elles sont reliées électriquement à ces autres parties et, d'autre part, lorsqu'elles ne sont pas reliées électriquement à ces autres parties. Voir l'annexe C pour ce qui concerne les parties fortuitement reliées.

Three-phase EQUIPMENT not reliably earthed shall be tested with loss of protective earth connection (switch e).

Unless decided otherwise by the EQUIPMENT committee, the requirements of 6.2.2.1 do not apply to reliably earthed EQUIPMENT (e.g. see IEC 60364-7-707) which is connected to the supply either permanently, or by means of plugs and sockets which are of industrial grade (e.g. connectors specified in IEC 60309-1 or a comparable national standard).

6.2.2.2 Fault condition No. 2

Single-phase EQUIPMENT shall be tested with neutral open (switch n), with earth intact and in normal polarity, and again in reverse polarity (switch p).

6.2.2.3 Fault condition No. 3

EQUIPMENT for use on IT systems shall be tested with each phase conductor faulted to earth, one at a time (switch g).

6.2.2.4 Fault condition No. 4

Three-phase EQUIPMENT shall be tested with each phase conductor open, one at a time (switches l).

6.2.2.5 Fault condition No. 5

Single-phase EQUIPMENT for use on IT power systems or on three-phase delta systems shall be tested with a three-phase power system, with each phase faulted to earth, one at a time (switch g), in combination with normal and reverse polarity (switch p) and separately with each phase conductor open one at a time (switches l), and in combination with normal and reverse polarity (switch p).

6.2.2.6 Fault condition No. 6

Three-phase EQUIPMENT for use on centre-earthed delta supply systems shall be tested on a delta supply system with each delta-leg centre-earthed, one at a time (switch g).

EQUIPMENT containing both three-phase and centre-earthed circuits which cannot be installed independently and which have an identified earthed leg shall be tested with switch g on the identified earth-leg position only.

6.2.2.7 Fault condition No. 7

Other faults as specified by the EQUIPMENT committee shall be simulated if they are likely to increase TOUCH CURRENT.

6.2.2.8 Fault condition No. 8

Accessible conductive parts which are only incidentally electrically connected to other parts shall be tested both when connected electrically to the other part(s) and when disconnected electrically from the other part(s). See annex C regarding incidentally connected parts.

7 Evaluation des résultats

7.1 Perception, réaction et non-lâcher

Les tensions U_2 et U_3 des figures 4 et 5 sont des valeurs de U_1 pondérées en fréquence de telle manière qu'une indication unique équivalente en basse fréquence soit le résultat du COURANT DE CONTACT pour toutes les fréquences supérieures à 15 Hz. Ces valeurs pondérées du COURANT DE CONTACT sont prises comme étant les plus fortes valeurs de U_2 et U_3 mesurées pendant la procédure de l'article 6, divisées par 500 Ω . Les valeurs maximales sont comparées aux limites pour la perception ou la réaction et le non-lâcher spécifiées pour le MATÉRIEL (par exemple valeur limite à 50 Hz ou 60 Hz).

Les mesures pour les limites en continu sont faites de la même manière, mais en prenant U_1 divisé par 500 Ω (voir aussi annexe G).

7.2 Effets des brûlures électriques

Si les effets de BRÛLURES ÉLECTRIQUES sont à prendre en compte (voir 6.1), la valeur efficace non pondérée ou la valeur en courant continu du COURANT DE CONTACT est mesurée. Cette valeur est calculée à partir de la tension efficace U_1 , mesurée aux bornes de la résistance de 500 Ω du réseau de mesure de la figure 3.

L'effet du COURANT DE CONTACT est aussi fonction de la surface de contact avec le corps humain et de la durée du contact. Le rapport entre ces paramètres et la fixation des limites du COURANT DE CONTACT ne sont pas du domaine d'application de cette norme (voir aussi D.3).

NOTE – Les BRÛLURES ÉLECTRIQUES proviennent de la puissance dissipée par le courant circulant à travers la résistance de la peau et du corps humain. D'autres formes de brûlures peuvent provenir du MATÉRIEL électrique, par exemple à cause d'un arc ou des dérivés d'un arc.

8 Mesure du courant dans le conducteur de protection

8.1 Généralités

Les prescriptions et les valeurs du courant dans les conducteurs de protection n'ont pas de relation avec le COURANT DE CONTACT; c'est pourquoi leurs limites et méthodes de mesure sont traitées séparément.

8.2 Matériels multiples

Dans le cadre de MATÉRIELS individuels mis à la terre de façon commune, les COURANTS DANS LES CONDUCTEURS DE PROTECTION se combinent de façon non arithmétique. C'est pourquoi le COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION d'une installation mise à la terre par un seul conducteur de protection ne peut être convenablement estimé à partir de la connaissance des COURANTS DANS LES CONDUCTEURS DE PROTECTION individuels des MATÉRIELS. En conséquence, les mesures sur un appareil individuel sont de peu d'intérêt et le COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION pour ce groupe de MATÉRIELS doit être mesuré dans le conducteur de protection de mise à la terre commun.

8.3 Méthode de mesure

Le COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION doit être mesuré après l'installation de tous les MATÉRIELS, par insertion d'un ampèremètre d'impédance négligeable (par exemple 0,5 Ω) en série avec le conducteur de protection. La mesure du COURANT DANS LE CONDUCTEUR DE PROTECTION est effectuée avec le MATÉRIEL et le schéma d'alimentation fonctionnant dans tous les modes opératoires normaux.

7 Evaluation of results

7.1 Perception, reaction and let-go

Voltages U_2 and U_3 of figures 4 and 5 are frequency-weighted values of U_1 , such that a single, low-frequency equivalent indication of TOUCH CURRENT results for all frequencies present above 15 Hz. These weighted values of TOUCH CURRENT are taken as the highest values of U_2 and U_3 measured during the procedure of clause 6, divided by 500 Ω . The maximum values are compared with the limits for perception or reaction and let-go specified for the EQUIPMENT (e.g. a 50 Hz or 60 Hz limit value).

Measurements for d.c. limits are made in a like manner, but taken as U_1 divided by 500 Ω (see also annex G).

7.2 Electric burn

Where there is concern for ELECTRIC BURN effects (see 6.1), the unweighted r.m.s. or d.c. value of TOUCH CURRENT is measured. This is calculated from the r.m.s. voltage U_1 , measured across the 500 Ω resistor of the measuring network of figure 3.

The effect of TOUCH CURRENT is also related to the area of contact with the human body and the duration of contact. The relationship between these parameters and the establishment of TOUCH CURRENT limits are not in the scope of this standard (see also D.3).

NOTE – ELECTRIC BURNS result from the power dissipated as current flows through the resistance of the human skin and body. Other forms of burn may result from electrical EQUIPMENT, for example due to arcing or the by-products of arcing.

8 Measurement of protective conductor current

8.1 General

Current requirements and values for protective conductors are not related to TOUCH CURRENT concerns and, therefore, such limits and methods of measurement are dealt with separately.

8.2 Multiple equipment

Within any shared earthing system, the PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENTS of individual EQUIPMENT combine in a non-arithmetic manner. Therefore, the PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT of a group of EQUIPMENT earthed by a single protective earthing conductor cannot be reliably predicted from knowledge of individual EQUIPMENT PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENTS. Consequently, measurements made on individual EQUIPMENT are of limited use, and the PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT for that group of EQUIPMENT shall be measured in the shared protective earthing conductor.

8.3 Measuring method

The installation PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT shall be measured after installation by inserting an ammeter of negligible impedance (e.g. 0,5 Ω) in series with the protective conductor. Measurement of PROTECTIVE CONDUCTOR CURRENT is made with the EQUIPMENT and power distribution system running in all normal operating modes.

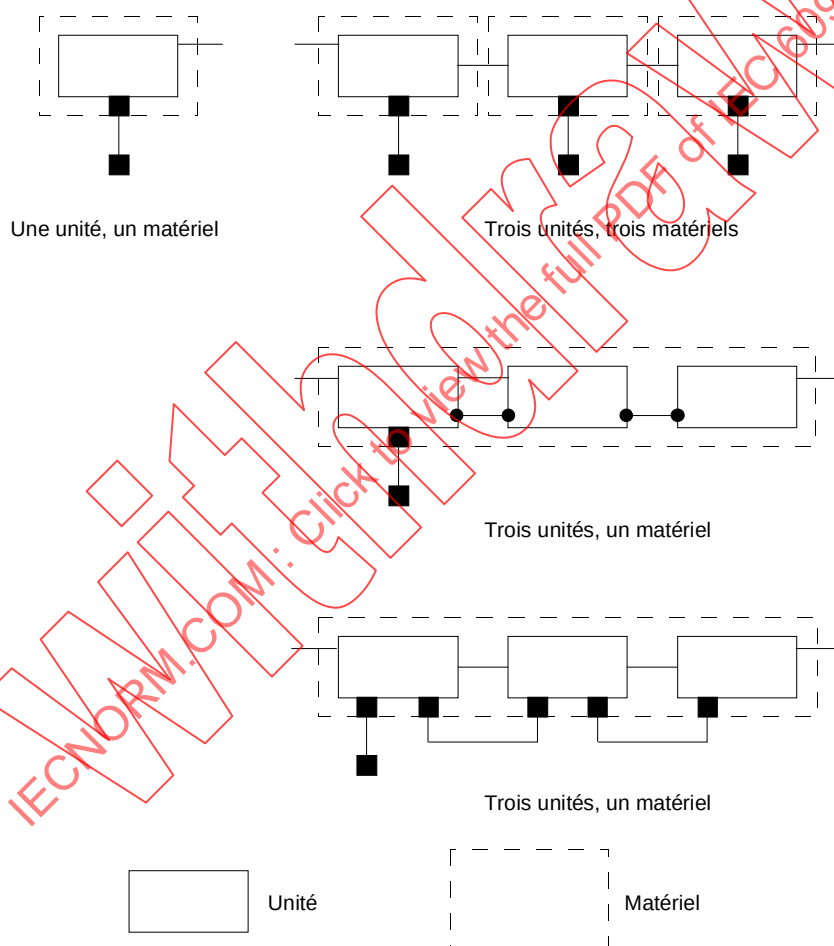
Annexe A (normative)

Matériel

Sauf indication contraire dans la norme de MATÉRIEL, le MATÉRIEL est identifié comme ayant une seule connexion à une source électrique.

Un MATÉRIEL peut être une seule unité ou peut être constitué d'unités physiquement indépendantes et électriquement interconnectées (voir figure A.1). L'alimentation électrique peut être contenue dans le MATÉRIEL (par exemple sources solaires ou batteries).

La connexion des câbles signaux doit être considérée comme faisant partie du MATÉRIEL, conformément à 5.4.



Légende

IEC 1089/99

- — ■ Connexion à l'alimentation compatible avec l'alimentation locale
- — ● Connexion à l'alimentation non prévue pour être reliée directement à l'alimentation locale
- Autres connexions

Figure A.1 – Matériel

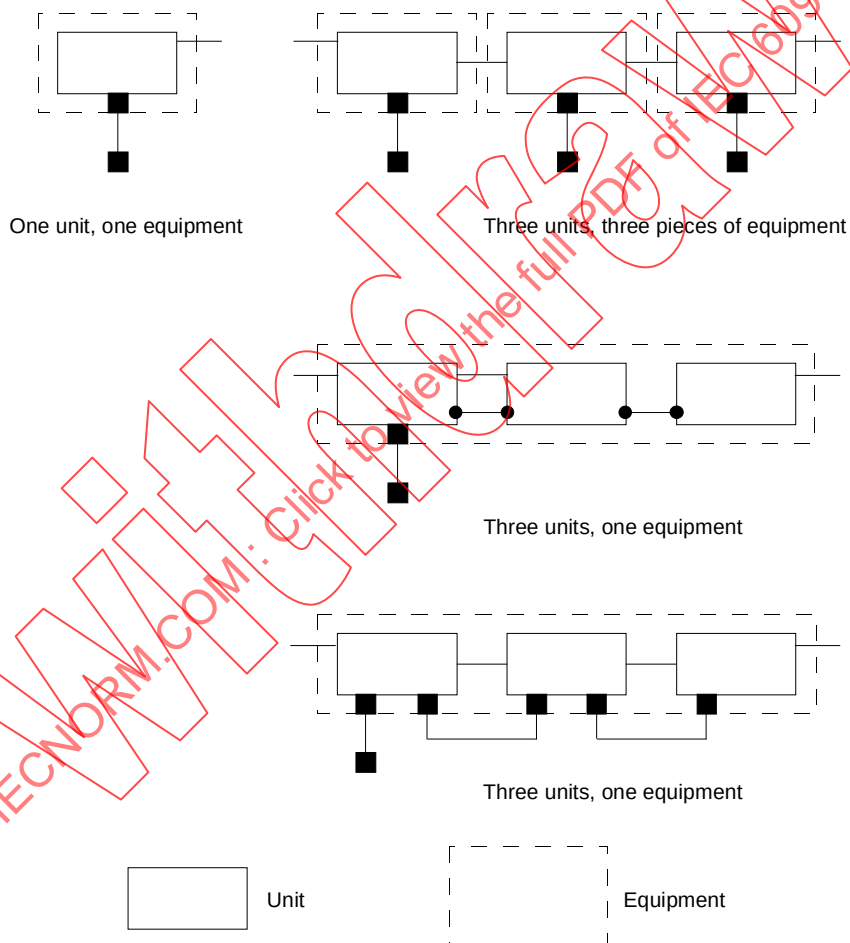
Annex A (normative)

Equipment

Unless otherwise defined in the EQUIPMENT standard, an EQUIPMENT is identified as having a single connection to a supply of electricity.

An EQUIPMENT may be a single unit or may consist of physically separate, electrically interconnected units (see figure A.1). The source of electricity may be contained within the EQUIPMENT (e.g. solar or battery power).

The connection of signal cables shall be considered as part of the EQUIPMENT, in accordance with 5.4.



IEC 1089/99

Figure A.1 – Equipment

Annexe B (normative)

Utilisation d'un plan conducteur

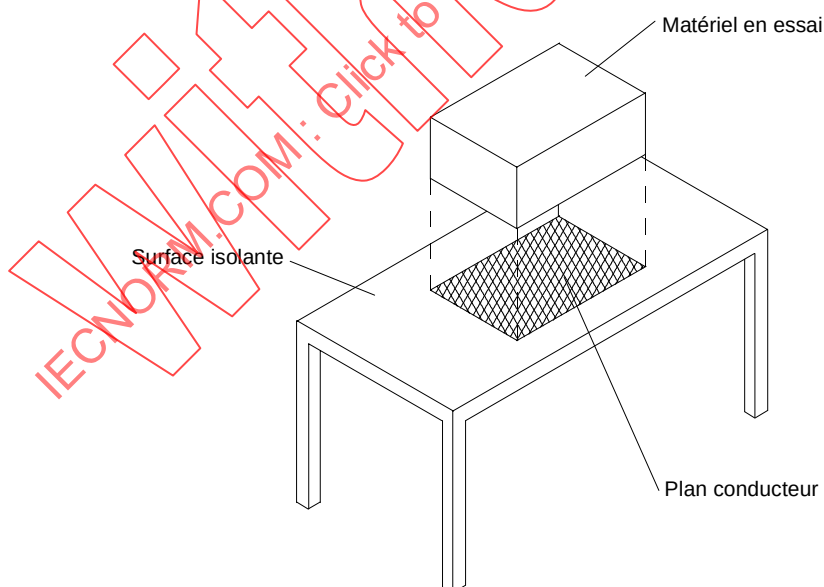
Lorsque des limites du COURANT DE CONTACT (avec ou sans pondération en fréquence) de moins de $70 \mu\text{A}$ en valeur efficace ou de $100 \mu\text{A}$ crête sont spécifiées, ou lorsque le MATÉRIEL essayé présente un important couplage capacitif avec des surfaces extérieures qui peuvent, de ce fait, être parcourues par des courants à haute fréquence (par exemple des générateurs de signaux à haute fréquence et des appareils de mesure de tension), il est approprié de mesurer le courant qui est couplé capacitivement dans une surface conductrice placée sous ou contre une surface du MATÉRIEL. Si le MATÉRIEL est essayé de cette manière, il doit être placé sur un plan conducteur qui lui-même repose sur une surface isolante (voir figure B.1).

La surface et le périmètre du plan conducteur doivent être égaux ou supérieurs à ceux de la surface adjacente du MATÉRIEL.

Les mesures doivent être effectuées conformément à l'article 6, en considérant le plan conducteur comme une partie accessible.

Les mesures doivent être répétées avec le plan conducteur placé contre toute autre surface du MATÉRIEL qui peut devenir adjacente à une surface conductrice extérieure.

Pour des raisons de protection contre les perturbations électromagnétiques, il peut être nécessaire de placer le MATÉRIEL (y compris le plan conducteur, s'il est utilisé) à au moins 0,5 m d'autres conducteurs ou d'autres MATÉRIELS.



IEC 1090/99

Figure B.1 – Plate-forme d'essai

Annex B (normative)

Use of a conductive plane

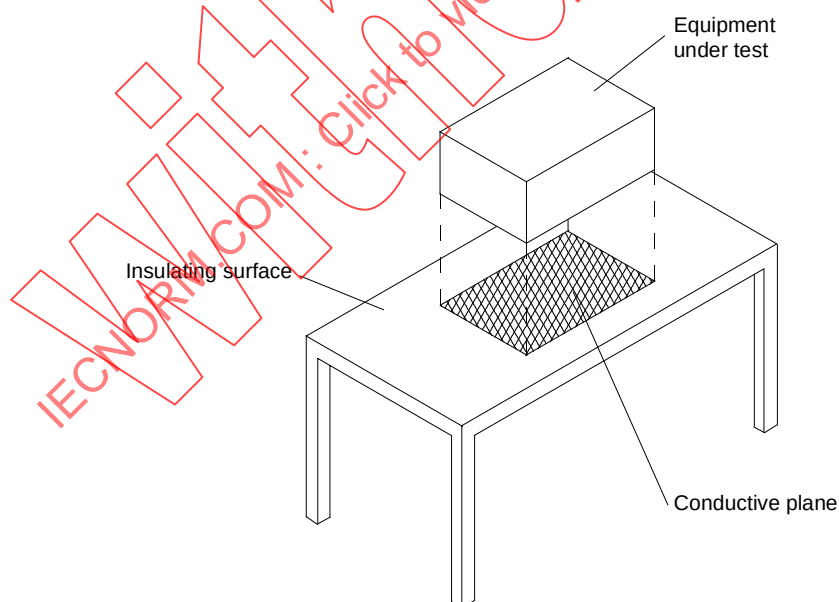
Where limits for TOUCH CURRENT (with or without frequency weighting) less than 70 μA r.m.s. or 100 μA peak are specified, or where an EQUIPMENT is tested that has large capacitive coupling to outer surfaces which may be driven at high frequencies (e.g. high-frequency signal generators and voltage measuring instruments), it is appropriate to measure the current which is coupled capacitively into a conductive surface placed beneath or against a surface of the EQUIPMENT. If the EQUIPMENT is to be tested in this manner, it shall be placed on a conductive plane which is in turn placed on an insulating surface (see figure B.1).

The conductive plane shall be equal to or greater than the adjacent EQUIPMENT surface in area and perimeter.

Measurements shall be according to clause 6, with the conductive plane tested as an accessible part.

The measurements shall be repeated with the conductive plane placed against any other surface of the EQUIPMENT which may become adjacent to an outside conductive plane.

For purposes of isolation from electromagnetic interference, it may be necessary to place the EQUIPMENT (including the conductive plane, if used) 0,5 m or more from other conductors or EQUIPMENT.



IEC 1090/99

Figure B.1 – Equipment platform

Annexe C **(normative)**

Parties connectées fortuitement

Les parties connectées fortuitement sont des parties conductrices accessibles qui ne sont ni reliées de manière sûre à la terre ou à une tension quelconque spécifiée, ni absolument isolées de celles-ci.

Exemples de parties connectées fortuitement:

- portes et assemblages fixés par des charnières métalliques;
- étiquettes adhésives contenant une partie conductrice accessible (par exemple une feuille métallique);
- parties qui sont fixées sur des surfaces peintes ou anodisées;
- poignées de commande.

Certains échantillons de production du MATÉRIEL peuvent avoir une partie connectée fortuitement reliée effectivement à la terre ou à un autre circuit. Dans d'autres échantillons, cette même partie peut être isolée de la terre ou d'autres circuits. Comme, en général, on ne peut savoir quel cas produira le COURANT DE CONTACT le plus élevé, le paragraphe 6.2.2 prescrit d'effectuer la mesure du COURANT DE CONTACT dans les deux cas, afin de déterminer le cas le plus défavorable. Toutefois, si la fréquence prédominante est inférieure à 100 Hz, le cas le plus défavorable est très probablement celui dans lequel la partie connectée fortuitement est reliée aux autres parties.

Annex C (normative)

Incidentally connected parts

Incidentally connected parts are accessible conductive parts which are neither reliably connected to, nor positively isolated from, earth or any specified voltage.

Examples of incidentally connected parts include

- doors and assemblies attached by metal hinges,
- adhesively-bonded labels which have an accessible conductive part (e.g. metal foil),
- parts which are attached to painted or anodised surfaces,
- control handles.

Some production samples of the EQUIPMENT may have an incidentally connected part effectively connected to earth or to another circuit. In other samples, the same part may be isolated from earth and other circuits. Since, in general, it is not clear which case will produce the higher TOUCH CURRENT, 6.2.2 requires TOUCH CURRENT to be measured for both cases in order to find the worse case. However, where the predominant frequency is below 100 Hz, the worse case is most likely to be that in which the incidentally connected part is connected to the other parts.

Annexe D (informative)

Choix des limites de courant

Lors de l'élaboration des procédures spécifiées dans cette norme, certaines hypothèses ont été faites sur les limites de courant que les comités de produits utiliseraient. Ce travail a été nécessaire afin de choisir, dans la CEI 60479-1, les données appropriées nécessaires à la conception des réseaux de mesure des figures 3, 4 et 5.

Ces hypothèses étaient basées sur des publications CEI antérieures. Les valeurs de courant données dans la présente annexe ne sont que des exemples. Elles sont indiquées ci-dessous afin d'aider les comités de produits dans le choix des limites de courant.

D.1 Exemples de limites

D.1.1 Fibrillation ventriculaire

- Pas de limite supposée.
- Il est supposé que les limites choisies pour le COURANT DE CONTACT seront très bien inférieures au seuil de fibrillation ventriculaire.

D.1.2 Non-lâcher

- La méthode de mesure est spécifiée dans la présente norme.
- La CEI 60479-1 indique 10 mA en valeur efficace, comme niveau de seuil moyen approximatif pour le non-lâcher, alors que la valeur de 5 mA efficace, comme proposé pour la CEI 60479-1, inclurait l'entière population adulte. Voir la figure F.3 pour les effets de la fréquence.

D.1.3 Réaction

- La méthode de mesure est spécifiée dans la présente norme.
- Le seuil de réaction donné dans la CEI 60479-1 est approximativement de 0,5 mA en valeur efficace, pour les basses fréquences. Différentes limites sont utilisées entre les seuils de réaction et de non-lâcher.

D.1.4 Seuil de perception

- Le COURANT DE CONTACT peut être perçu à des niveaux aussi faibles que quelques micro-ampères. A moins que le courant ne soit suffisamment élevé pour produire une réaction involontaire qui pourrait avoir pour résultat des effets dangereux, ces faibles COURANTS DE CONTACT ne sont pas considérés comme dangereux.

D.1.5 Applications spéciales

- La méthode de mesure spécifiée dans la présente norme peut être utilisée, sauf spécification contraire dans la norme applicable au produit particulier.
- La valeur de 0,25 mA efficace (moitié du seuil de réaction) est utilisée pour les MATÉRIELS de classe II dans la CEI 60065, la CEI 60950 et la CEI 60335-1. Voir la figure F.2 pour les effets de la fréquence.
- Des limites inférieures à 0,25 mA en valeur efficace sont spécifiées pour certaines applications médicales. Pour de telles applications, la méthode de mesure de cette norme peut ne pas procurer un modèle d'impédance du corps humain adapté (voir E.1).

Annex D (informative)

Choice of current limits

When drafting the procedures specified in this standard, certain assumptions were made about the current limits which EQUIPMENT committees would use. This was necessary in order to select the appropriate data from IEC 60479-1 for design of the measuring networks in figures 3, 4 and 5.

These assumptions were based on earlier IEC publications. Current values given in this annex are examples only. They are given below for the assistance of EQUIPMENT committees when selecting current limits.

D.1 Limit examples

D.1.1 Ventricular fibrillation

- No limit assumed.
- It is assumed that the limits chosen for TOUCH CURRENTS will be well below the threshold for ventricular fibrillation.

D.1.2 Inability to let go

- The method of measurement is specified in this standard.
- IEC 60479-1 assumes 10 mA r.m.s. as the approximate average threshold level of let-go current, whereas 5 mA r.m.s. as proposed for IEC 60479-1, would include the entire adult population. See figure F.3 for the effects of frequency.

D.1.3 Reaction

- The method of measurement is specified in this standard.
- The reaction threshold given in IEC 60479-1 is approximately 0,5 mA r.m.s. for low frequencies. Various limits are in use between the thresholds for reaction and let-go.

D.1.4 Perception threshold

- TOUCH CURRENT can be perceived at levels as low as a few microamperes. Unless the current is high enough to produce involuntary reaction that might result in harmful effects, these small TOUCH CURRENTS are not considered hazardous.

D.1.5 Special applications

- The method of measurement specified in this standard can be used, unless otherwise specified in the applicable standard for the particular product.
- 0,25 mA r.m.s. (one half of the reaction threshold) is used for Class II EQUIPMENT in IEC 60065, IEC 60950 and IEC 60335-1. See figure F.2 for frequency effects.
- Limits lower than 0,25 mA r.m.s. are specified for some medical applications. For such applications the method of measurement in this standard may not provide an accurate body impedance model (see E.1).

D.2 Choix des limites

Il convient de considérer s'il est nécessaire de spécifier des limites différentes pour (1) les conditions de fonctionnement normal et (2) les conditions de défaut.

Voir la CEI 60479-1 comme guide pour les effets du courant passant dans le corps humain.

Généralement, les limites sont exprimées en termes de valeurs maximales en courant continu et en courant alternatif à des fréquences allant jusqu'à 100 Hz. Les méthodes de mesure spécifiées dans cette norme sont les mêmes pour le non-lâcher, la réaction et certaines applications spéciales. Les réseaux de mesure prennent en compte l'effet du courant à fréquence plus élevée sur le corps et simulent une diminution de l'impédance du corps lorsque la fréquence augmente. Le non-lâcher, la réaction et la perception sont déterminés par des valeurs crêtes du courant, pondérées pour la fréquence. Pour la BRÛLURE ÉLECTRIQUE, les valeurs efficaces sont significatives. Dans le cadre de cette norme, les effets de la fréquence sur les BRÛLURES ÉLECTRIQUES sont négligeables puisque l'effet prédominant à basse fréquence est la réaction ou le non-lâcher.

Des limites basées sur la fibrillation ventriculaire (D.1.1) ne sont pas nécessaires pour la plupart des MATÉRIELS puisque les limites plus basses du COURANT DE CONTACT pour la réaction et le non-lâcher empêchent presque toujours la fibrillation. Une exception (développée dans la CEI 60479-1) concerne le cas où une impulsion de courant de courte durée peut traverser le corps (impulsion trop courte pour provoquer le non-lâcher), et où la réaction à cette impulsion de courant n'est pas considérée comme dangereuse.

Pour les PARTIES PRÉHENSIBLES, la valeur limite la plus élevée pour le courant permanent est la même que pour le non-lâcher (D.1.2), excepté pour ce qui concerne les BRÛLURES ÉLECTRIQUES. Toutefois, les BRÛLURES ÉLECTRIQUES deviennent le facteur prédominant uniquement aux hautes fréquences. Entre les limites pour la réaction et le non-lâcher, il peut y avoir des risques secondaires dus à la surprise ou à une réaction musculaire involontaire, mais pas de blessures directes provoquées par le passage du courant à travers le corps. Un tel courant peut être considéré comme acceptable dans les conditions de premier défaut (par exemple défaut de la connexion de mise à la terre).

Pour les courants de faible durée, une valeur limite supérieure à celle du non-lâcher est parfois utilisée, à condition qu'elle soit suffisamment au-dessous du seuil de fibrillation ventriculaire et de BRÛLURE ÉLECTRIQUE. Il convient d'utiliser le réseau de la figure 3 pour de telles mesures jusqu'à ce qu'un modèle d'impédance du corps spécifique pour les petites surfaces de contact soit mis au point (travaux futurs).

Il convient d'utiliser le réseau de perception/réaction de la figure 4 pour les mesures où la réaction limite est utilisée jusqu'à ce qu'un modèle d'impédance du corps spécifique pour les petites surfaces de contact soit mis au point (travaux futurs).

D.2 Choice of limits

Consideration should be given to the need to specify different limits for (1) normal operating conditions and (2) fault conditions.

See IEC 60479-1 for guidance on the effects of current passing through the human body.

Limits are normally expressed in terms of maximum values of d.c. and a.c. at frequencies up to 100 Hz. The methods of measurement specified in this standard are the same for let-go, reaction and some special applications. Measuring networks take into account the effect of higher-frequency current on the body and simulate lowering of body impedance as frequency increases. Let-go, reaction and perception are determined by peak values of current, weighted for frequency. For ELECTRIC BURN, r.m.s. values are significant. For the scope of this standard, the effects of frequency on ELECTRIC BURNS are negligible, since the predominant effect at low frequency is reaction or let-go.

Limits based upon ventricular fibrillation (D.1.1) are not necessary for most EQUIPMENT, since the lower TOUCH CURRENT limits for reaction or let-go almost always prevent ventricular fibrillation. An exception (discussed in IEC 60479-1) is where a short-duration current impulse can flow through the body (too short an impulse to cause inability to let go), and reaction from the current impulse is not considered hazardous.

For GRIPPABLE PARTS, the highest limit value for continuous current is the same as let-go (D.1.2), except for consideration of ELECTRIC BURN. However, ELECTRIC BURN only becomes the predominant factor at high frequencies. Between the limits for reaction and let-go, there may be a secondary safety hazard due to surprise or involuntary muscle reaction, but no direct injury is expected due to current through the body. Such a current may be considered acceptable under single fault conditions (e.g. a defective earthing connection).

For short-duration current, a limit value higher than that for let-go is sometimes used, provided that it is sufficiently below the ventricular fibrillation and ELECTRIC BURN threshold. The network of figure 3 should be used for such measurements until a specific body impedance model for small area contacts is developed (future work).

The perception/reaction network of figure 4 should be used for measurements where the reaction limit is used until a specific body impedance model for small area contacts is developed (future work).

Il est entendu que les valeurs limites pour le COURANT DE CONTACT en basse fréquence dans d'autres publications de la CEI sont basées sur les considérations suivantes.

- Limites pour la réaction et limites inférieures:
 - besoin d'éviter une réaction involontaire, si des conséquences sérieuses peuvent en résulter (par exemple chute d'une échelle ou lâcher d'un MATÉRIEL);
 - la limite pour la réaction est généralement de 0,5 mA en valeur efficace ou 0,7 mA en valeur de crête pour un courant sinusoïdal;
 - une limite inférieure à 0,25 mA en valeur efficace (0,35 mA en valeur de crête) est indiquée si l'utilisateur est particulièrement sensible ou s'il y a un risque dû à des raisons d'environnement ou des raisons biologiques.
- Limite de non-lâcher:
 - la perception et une certaine réaction sont acceptables comme indication d'un premier défaut, lorsque la limite du non-lâcher est appliquée;
 - les seuils de non-lâcher moyens pour les hommes et les femmes peuvent être estimés, en valeur efficace, à 16 mA et 10,5 mA respectivement;
 - certaines personnes ont un seuil inférieur, par exemple il a été démontré que le 99,5ème percentile d'hommes et de femmes est de 9 mA et 6 mA respectivement en valeur efficace, et l'on peut prévoir des seuils inférieurs pour les enfants;
 - certaines conditions de premier défaut peuvent justifier des limites de non-lâcher, les limites de réaction s'appliquant en conditions normales (sans défaut).

Certains types de MATÉRIELS peuvent avoir un COURANT DE CONTACT initial élevé lorsqu'ils sont mis sous tension la première fois, courant qui diminue rapidement lorsque le MATÉRIEL est en fonctionnement.

D.3 Effets de brûlure électrique du courant de contact

Il n'y a pas d'accord général sur la valeur limite du COURANT DE CONTACT qui, dans tous les cas, empêchera les BRÛLURES ÉLECTRIQUES. D'autres paramètres, tels que la surface de contact avec le corps humain et la durée du contact, sont connus comme étant importants. La relation entre ces paramètres nécessite des études complémentaires. Lorsque des limites de sécurité seront établies, elles pourront l'être en fonction de deux ou plus de ces paramètres.

La méthode de mesure du COURANT DE CONTACT en ce qui concerne les effets de BRÛLURE ÉLECTRIQUE est spécifiée dans la présente norme (voir 7.2).

La limite suivante a été utilisée dans une norme CEI:

- CEI 61010-1: 500 mA en valeur efficace (dans des conditions de défaut).

Il est à noter que la brûlure de la peau commence à se produire pour des densités de courant de 300 mA/cm² à 400 mA/cm² en valeur efficace (Becker, Malhotra et Hedley-Whyte).

It is understood that the limit values for low-frequency TOUCH CURRENT in other IEC publications are based upon the following considerations.

- Limits for reaction and lower limits:
 - need to avoid involuntary reaction, where severe consequences may result (e.g. falling from a ladder or dropping EQUIPMENT);
 - the limit for reaction is generally 0,5 mA r.m.s. or 0,7 mA peak for a sinusoidal current;
 - a limit lower than 0,25 mA r.m.s. (0,35 mA peak) is indicated where the user is particularly sensitive or at risk due to environmental or biological reasons.
- Let-go limit:
 - perception and some reaction are acceptable as an indication of a first fault, when the let-go limit is applied;
 - men and women are estimated to have an average let-go threshold of 16 mA r.m.s. and 10,5 mA r.m.s. respectively;
 - some people have a lower threshold, for example the 99,5 percentiles of men and women have been reported as 9 mA r.m.s. and 6 mA r.m.s. respectively, and the threshold values for children are expected to be lower;
 - certain single fault conditions may justify let-go limits, with reaction limits applying for normal (non-fault) conditions.

Certain EQUIPMENT types may have high initial TOUCH CURRENT when first switched on, which diminishes rapidly as EQUIPMENT is operated.

D.3 Electric burn effects of touch current

There is no generally accepted limit value of TOUCH CURRENT which will prevent ELECTRIC BURNS in all cases. Other parameters, such as the area of contact with the human body and the duration of contact, are known to be relevant. The relationship between these parameters needs further study. When safe limits are established, they may be in terms of two or more of these parameters.

The method of measurement of TOUCH CURRENT for consideration of ELECTRIC BURN effects is specified in this standard (see 7.2).

The following limit has been used in an IEC standard:

- IEC 61010-1: 500 mA r.m.s. (under fault conditions).

It is reported that skin burns begin to occur at current densities of about 300 mA r.m.s./cm² to 400 mA r.m.s./cm² (Becker, Malhotra and Hedley-Whyte).

Annexe E (informative)

Réseaux à utiliser pour la mesure du courant de contact

Les valeurs de courant données dans la présente annexe ne sont que des exemples.

Les réseaux des figures 3, 4 et 5 sont destinés aux mesures du COURANT DE CONTACT utilisant les limites utilisées généralement par les comités de produits: par exemple, de 100 μ A en valeur efficace/140 μ A en valeur de crête jusqu'à approximativement 10 mA en valeur efficace/14 mA en valeur de crête, pour les courants alternatifs et continus, et couvrant une gamme de fréquences jusqu'à 1 MHz pour les formes d'onde sinusoïdales, à fréquences mixtes et non sinusoïdales.

E.1 Réseau impédance du corps – Figure 3

Le but du réseau de la figure 3 est

- de simuler l'impédance du corps humain,
- de fournir une mesure indiquant le niveau du courant qui peut traverser le corps humain, si celui-ci entre en contact avec le MATÉRIEL de manière analogue.

R_B est le modèle de l'impédance interne du corps humain.

R_S et C_S sont un modèle de l'impédance totale de la peau entre deux points de contact. La valeur de C_S est déterminée à partir de la surface de contact de la peau. Pour des surfaces de contact plus grandes, une valeur supérieure (par exemple 0,33 μ F) peut être utilisée.

Le COURANT DE CONTACT en ce qui concerne les BRÛLURES ÉLECTRIQUES est égal à U_1 , en valeur efficace, divisé par 500 Ω .

E.2 Réseau perception, réaction (et impédance du corps) – Figure 4

La perception et la réaction du corps humain résultent du courant qui peut traverser les parties internes du corps.

La prise en compte et la compensation de la variation de la fréquence pour la réaction sont nécessaires pour la précision de la mesure de ces effets. Le réseau de la figure 4 simule l'impédance du corps et fournit la pondération pour suivre la caractéristique en fréquence du corps, pour des courants créant une réaction involontaire. Il a été supposé que la forme de la caractéristique de fréquence est la même pour la réaction et la perception, et les données pour l'établissement de la caractéristique de fréquence sont des données effectivement obtenues par des essais sur le seuil de perception.

Le réseau de mesure est utilisable pour des limites de courant jusqu'à la limite du non-lâcher pour des courants à 50 Hz et 60 Hz, et à des fréquences plus élevées, jusqu'à la valeur équivalente pondérée d'environ 2 mA en valeur efficace à 50 Hz et 60 Hz. L'utilisation de ce réseau pour la mesure de limites de niveaux plus élevées est limitée par la prise en compte du non-lâcher et le besoin d'une pondération en fréquence différente si la possibilité de lâcher est à prendre en considération (voir E.3).

Le COURANT DE CONTACT pour la perception ou la réaction est égal, en courant alternatif ou continu, à la tension de crête U_2 divisée par 500 Ω .

Annex E (informative)

Networks for use in measurement of touch current

Current values given in this annex are only examples.

The networks of figures 3, 4 and 5 are intended for TOUCH CURRENT measurements using limits in general use by EQUIPMENT committees: for example, from 100 μA r.m.s./140 μA peak up to approximately 10 mA r.m.s./14 mA peak for a.c. and d.c. currents, and covering a frequency range to 1 MHz for sinusoidal, mixed frequency and non-sinusoidal waveforms.

E.1 Body impedance network – Figure 3

The purpose of the network of figure 3 is to

- simulate the impedance of the human body,
- provide a measurement indicating the level of current which can flow through a human body if the body contacts the EQUIPMENT in a like manner.

R_B models the internal impedance of the human body.

R_S and C_S model the total skin impedance of two points of contact. The value of C_S is determined from the area of skin contact. For larger areas of contact, a larger value (e.g. 0,33 μF) may be used.

TOUCH CURRENT with regard to ELECTRIC BURN is equal to U_1 r.m.s. divided by 500 Ω .

E.2 Perception, reaction (and body impedance) network – Figure 4

Perception and reaction by the human body are the result of current flowing in the internal portions of the body.

Consideration of, and compensation for, the frequency variation of reaction are required for accurate measurement of this effect. The network of figure 4 simulates body impedance and provides weighting to follow the frequency characteristics of the body for current causing involuntary reaction. It has been assumed that the shape of the frequency characteristic is the same for reaction and perception, and the data establishing the frequency characteristic was actually obtained through tests on the threshold of perception.

The measurement network is usable for current limits up to the let-go limit for 50 Hz and 60 Hz current, and at higher frequencies, for current limits up to the weighted equivalent of about 2 mA r.m.s. at 50 Hz and 60 Hz. The use of this network for measurement of higher level limits is restricted by the consideration of let-go and the need for different frequency weighting if ability to let go is of concern (see E.3).

The a.c. or d.c. TOUCH CURRENT with regard to perception or reaction is equal to U_2 peak divided by 500 Ω .

E.3 Réseau de non-lâcher (et impédance du corps) – Figure 5

L'impossibilité de lâcher un objet est provoquée par le passage du courant à l'intérieur du corps (par exemple à travers les muscles).

L'effet de la fréquence sur les limites du non-lâcher est différent des effets de la fréquence sur la perception ou la réaction, ou sur les BRÛLURES ÉLECTRIQUES. Cela est particulièrement vrai pour les fréquences supérieures à 1 kHz.

Le réseau de la figure 5 simule l'impédance du corps et est pondéré pour suivre la réponse en fréquence du corps aux courants qui peuvent provoquer la tétanisation des muscles (contraction musculaire involontaire) et, de ce fait, une impossibilité de lâcher des PARTIES PRÉHENSIBLES. Le COURANT DE CONTACT pour le seuil du non-lâcher est égal à la tension crête U_3 divisée par 500 Ω .

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60990:1999

E.3 Let-go (and body impedance) network – Figure 5

The inability to let go of an object is caused by current flow internal to the body (e.g. through muscles).

The effect of frequency on let-go limits is different from its effect on perception or reaction, or on ELECTRIC BURN. This is especially true for frequencies above 1 kHz.

The network of figure 5 simulates body impedance and is weighted to follow the frequency response of the body to currents which can cause tetanization of muscles (involuntary muscular contraction) and, thereby, an inability to let go of GRIPPABLE PARTS. TOUCH CURRENT with regard to the let-go threshold is equal to U_3 peak divided by 500Ω .

Withdwn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60990:1999

Annexe F (informative)

Limitations et construction du réseau de mesure

Les réseaux des figures 3, 4 et 5 sont destinés à fournir une réponse de tension mesurable qui reproduit approximativement les courbes données aux figures F.1, F.2 et F.3. Les réseaux et les courbes de référence fournis sont généralement conformes à ceux de la CEI 60479-1, avec l'exception que, pour simplifier les circuits de mesure, de légères différences ont été admises aux points d'inflexion de la courbe entre 300 Hz et 10 kHz.

Lorsque des limites pour les BRÛLURES ÉLECTRIQUES sont spécifiées, le COURANT DE CONTACT est aussi mesuré sans pondération en fréquence. Les critères établis pour les brûlures prévaudront sur les critères relatifs à la perception, la réaction ou le non-lâcher si la limite de courant en valeur efficace pour les BRÛLURES ÉLECTRIQUES est dépassée avant que soient atteintes les limites du courant de crête pondéré pour la perception, la réaction et le non-lâcher. Si c'est le cas, ce sera, en général, dans la gamme de 30 kHz à 500 kHz, selon la forme d'onde du courant et les valeurs limites utilisées. A moins que de telles fréquences ne soient prédominantes, la mesure de la limite de BRÛLURE ÉLECTRIQUE n'est pas nécessaire.

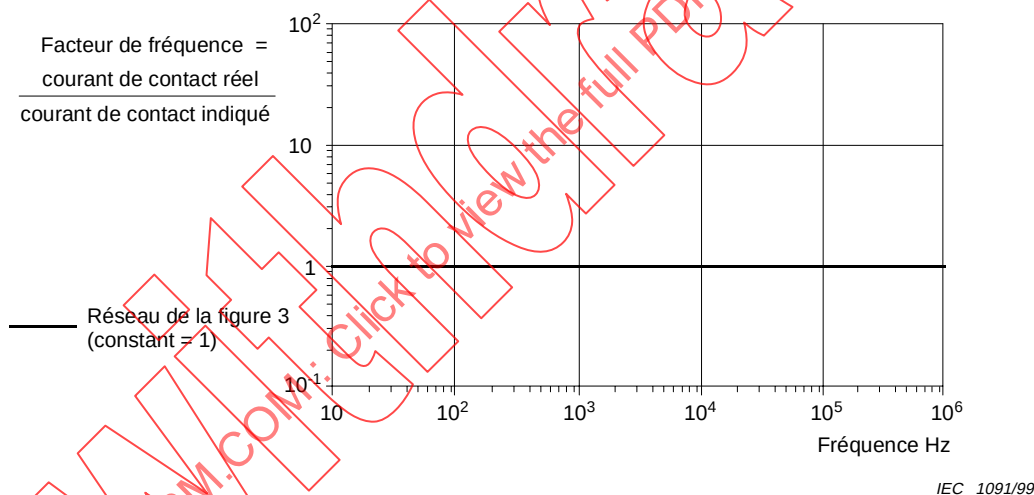


Figure F.1 – Facteur de fréquence pour les brûlures électriques

Annex F (informative)

Measuring network limitations and construction

The networks of figures 3, 4 and 5 are intended to produce a measurable voltage response which approximates the curves given in figures F.1, F.2 and F.3. The networks and reference curves provided are in general agreement with those published in IEC 60479-1, except that, for simplicity of measurement circuits, slight deviations are allowed at the curve inflections between 300 Hz and 10 kHz.

Where limits for ELECTRIC BURN are specified, TOUCH CURRENT is also measured without frequency weighting. The criteria established for ELECTRIC BURN will override criteria for perception, reaction or let-go if the r.m.s. current limit for ELECTRIC BURN is exceeded before the weighted peak current limits for perception, reaction and let-go are reached. If this occurs, it will usually be in the range of 30 kHz to 500 kHz, depending upon the waveform of the current and limit values used. Unless such frequencies are predominant, no measurement for ELECTRIC BURN limit is necessary.

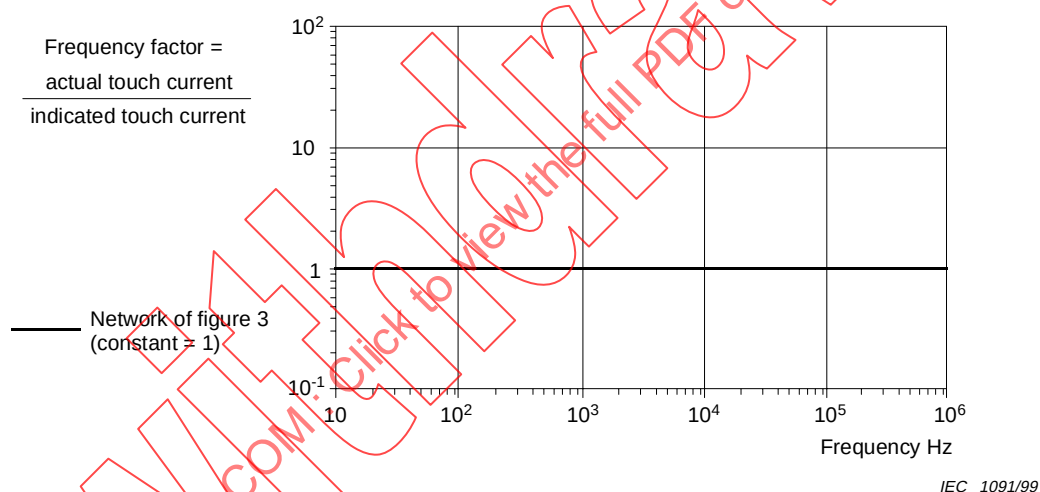


Figure F.1 – Frequency factor for electric burn

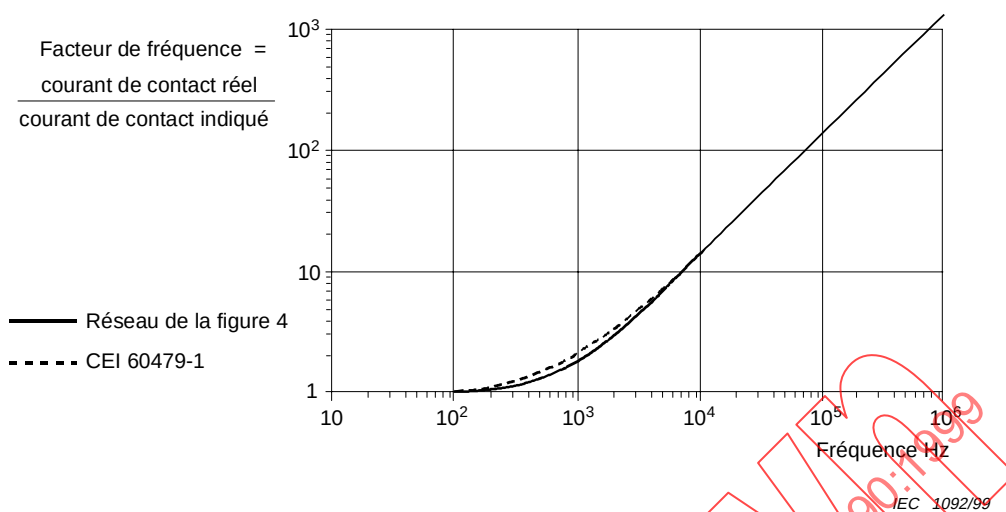


Figure F.2 – Facteur de fréquence pour la perception ou la réaction

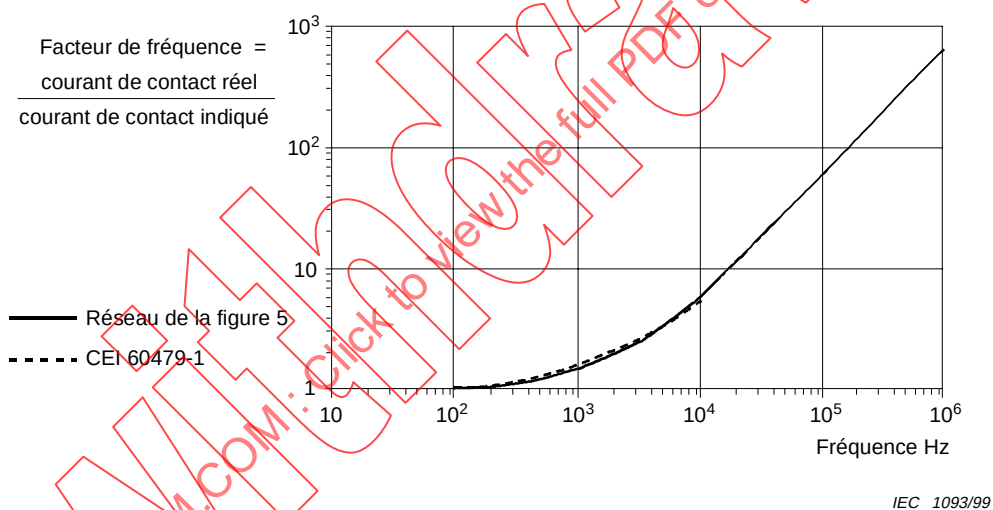


Figure F.3 – Facteur de fréquence pour le non-lâcher

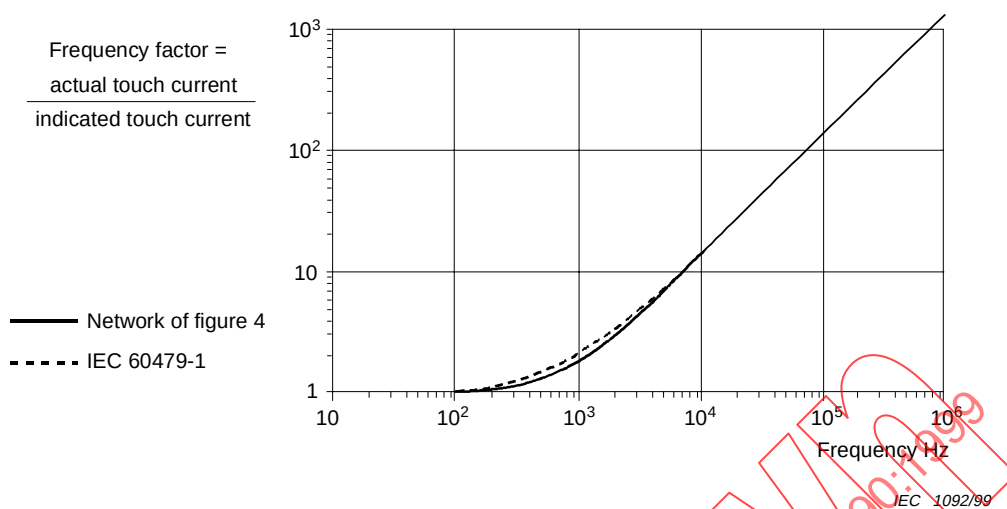


Figure F.2 – Frequency factor for perception or reaction

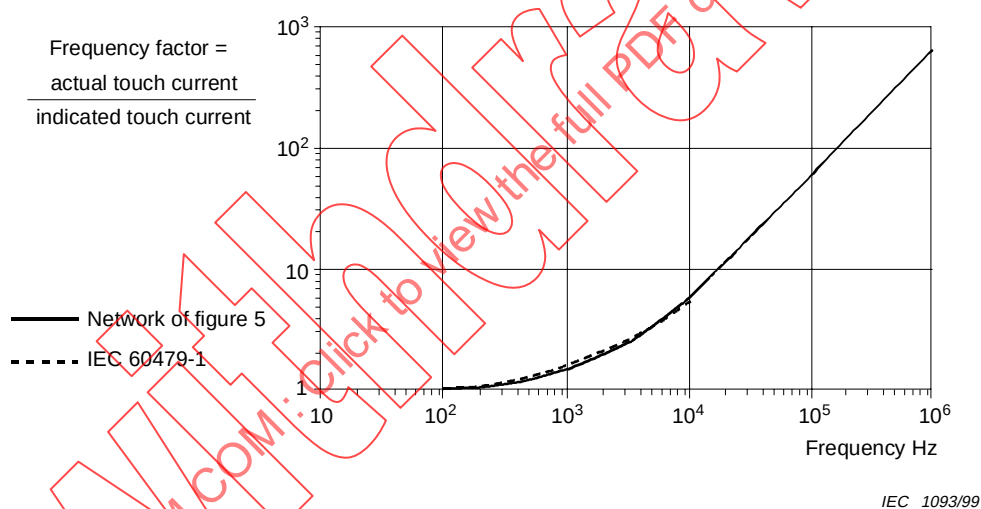


Figure F.3 – Frequency factor for let-go

Annexe G (informative)

Construction et application des appareils de mesure du courant de contact

G.1 Considérations pour le choix des composants

Le choix des composants pour les réseaux de mesure du COURANT DE CONTACT des figures 3, 4 et 5 peut être largement influencé par l'application, c'est-à-dire par les niveaux de courant et les fréquences qui seront mesurés, ainsi que par les tolérances et les capacités à supporter les puissances prises en considération.

Les réseaux et les instruments de mesure, ainsi que les spécifications des caractéristiques exposés dans cette norme sont adaptés à la fois pour les formes d'onde sinusoïdales du COURANT DE CONTACT provenant d'un MATÉRIEL simple et pour les formes d'onde non sinusoïdales provenant de MATÉRIELS complexes qui peuvent produire des fréquences élevées. Toutefois, pour une application limitée, il peut ne pas être nécessaire pour un réseau de couvrir la gamme entière de courant continu jusqu'à 1 MHz, ni de supporter des niveaux de puissance d'entrée qui sont peu probables dans cette application particulière. Des réseaux et appareils de mesure de courant plus simples peuvent être utilisés à la place de ceux spécifiés, à condition que les conditions du circuit soient telles que les valeurs obtenues soient identiques.

Les informations données ici sont destinées à mettre en évidence les facteurs à considérer pour chaque composant, de façon que des décisions appropriées puissent être prises pour des applications particulières.

G.1.1 Puissance et inductance pour R_S et R_B

La puissance dans R_S et R_B est déterminée par deux facteurs. Un des facteurs est la possibilité de surcharge en courant continu ou à basse fréquence. Si, par exemple, une possibilité de surcharge de 240 V à 50 Hz/60 Hz est souhaitée, R_S doit dissiper 21,6 W, et R_B 7,2 W au moins pendant un temps court, sans dérive de la valeur. Toutefois, si les surcharges ne sont pas à prendre en considération, alors une résistance à film métallique de $\frac{1}{2}$ W ou 1 W peut fournir la précision nécessaire, avec un faible coefficient de température et une stabilité à long terme.

Sur la base de ces choix, il convient que le réseau de mesure soit marqué de façon appropriée, sauf s'il est capable de supporter des surcharges permanentes.

R_B peut aussi dissiper de la puissance provenant de courants à haute fréquence dans certaines applications. Par exemple si un courant pour un danger de brûlure de 500 mA est mesuré, une puissance de 125 W sera dissipée dans R_B . Bien que ce soit improbable, une résistance avec cette possibilité pourra être choisie.

Les résistances de puissance à fil bobiné peuvent supporter la puissance, si d'autres facteurs tels que la précision et les erreurs inductives sont maîtrisées à des niveaux acceptables pour l'application. Les résistances de puissance avec une précision de $\pm 1\%$ et $\pm 5\%$ sont disponibles facilement. L'inductance mesurée sur des résistances de puissance à fil bobiné typiques de 12 W et 20 W est d'environ 30 μH pour une valeur de 1 000 Ω . Deux résistances de ce type en parallèle donnent 500 Ω et l'inductance provoquerait une augmentation de 2 % de l'impédance jusqu'à 510 Ω à 1 MHz. Les valeurs de la résistance R_S et du condensateur C_S conditionnent le comportement aux hautes fréquences du réseau R_S/R_B . Une inductance de 1 mH, ce qui est beaucoup plus élevé que ce qui peut être prévu, en série avec R_S (1 500 Ω), provoque une erreur inférieure à 0,2 % à 1 MHz.

Annex G (informative)

Construction and application of touch current measuring instruments

G.1 Considerations for selection of components

The selection of components for the TOUCH CURRENT measuring networks in figures 3, 4 and 5 can be greatly affected by the application, i.e. by the current levels and frequencies that are to be measured, and by the tolerances and power handling capability to be considered.

The measuring networks and instruments and the performance specifications discussed in this standard are appropriate for both sinusoidal TOUCH CURRENT waveforms from simple EQUIPMENT and for non-sinusoidal TOUCH CURRENT waveforms from sophisticated products that can generate high frequencies. However, for a limited application, it may not be necessary for a network to cover the complete range of d.c. to 1 MHz, nor to withstand power input levels that are unlikely in the particular application. Simpler current measuring networks and instruments can be substituted for the specified networks and instruments, provided that circuit conditions are such that the readings would be the same.

Information provided here is intended to point out the factors to be considered for each component, so that appropriate decisions can be made for particular applications.

G.1.1 Power rating and inductance for R_S and R_B

Power in R_S and R_B is determined by two factors. One is the possibility of overload at d.c. or low frequencies. If, for example, a 240 V 50 Hz/60 Hz overload capability is desired, R_S must tolerate 21,6 W and R_B 7,2 W for at least a short time, without shift in value. However, if overloads are not a concern, then 1/2 W or 1 W metal film resistors can provide adequate accuracy, together with a low temperature coefficient and long-term stability.

Based on the above choices, the measuring network should be appropriately marked, unless it is capable of withstanding continuous overloads.

R_B may also dissipate power from high-frequency currents in some applications. For example, if a current at a burn hazard of 500 mA is to be measured, a power of 125 W would be dissipated in R_B . Although this is unlikely, a resistor with this capability could be chosen.

Wire wound power resistors are available to handle the power, if other factors such as accuracy and inductive errors are controlled to acceptable levels for the application. Power resistors with an accuracy of $\pm 1\%$ and $\pm 5\%$ are readily available. Inductance has been measured on typical 12 W and 20 W wire wound resistors and found to be about 30 μH in a 1 000 Ω value. Two such resistors in parallel give 500 Ω and the inductance would cause a 2 % increase in impedance to 510 Ω at 1 MHz. The values of resistor R_S and capacitor C_S control the high-frequency performance of the R_S/R_B network. An inductance of 1 mH, which is much higher than would be expected, in series with R_S (1 500 Ω), causes less than 0,2 % at 1 MHz.

G.1.2 Condensateur C_S

Des condensateurs film à armature métallique sont recommandés. Le condensateur C_S peut nécessiter une tension de service lui permettant de supporter une surcharge à court terme, par exemple 250 V en courant alternatif, ou peut-être 400 V ou 600 V en courant continu. Les condensateurs film pour courant continu supporteront généralement sans défaillance une pointe de tension alternative égale à la caractéristique en tension continue, pendant de courtes périodes. Si l'inductance de C_S et de son câblage doit être contrôlée pour les performances à 1 MHz, deux ou trois condensateurs en parallèle peuvent être nécessaires pour assurer la précision et la réponse en fréquence.

Les condensateurs film de 0,1 μF /250 V courant alternatif ont été mesurées en résonance à environ 3 MHz. Des erreurs d'environ 3 % à 1 MHz, dues à l'inductance, peuvent être prévues sur ces composants. Des condensateurs de valeur inférieure à 0,1 μF peuvent être mis en parallèle pour réduire l'erreur inductive.

G.1.3 Résistances R_1 , R_2 et R_3

Des résistances à film métallique donneront des caractéristiques appropriées en surcharge et à des fréquences jusqu'à 1 MHz. Si des possibilités de surcharge sont souhaitées, (voir G.1.1), il convient que R_1 et R_2 soient de type 1 W.

G.1.4 Condensateurs C_1 , C_2 et C_3

Des condensateurs film à armature métallique sont recommandés. L'inductance des condensateurs dans cette gamme ne provoquera généralement pas d'erreurs significatives jusqu'à 1 MHz. Les condensateurs peuvent être ajustés par mise en parallèle de deux ou plusieurs condensateurs de plus petite valeur.

G.2 Voltmètre

Pour obtenir des caractéristiques satisfaisantes jusqu'à 1 MHz, il convient que l'appareil utilisé pour mesurer U_1 , U_2 et U_3 soit un appareil de mesure de tension qui

- a une réponse
 - en courant continu pour les mesures en courant continu,
 - en valeur efficace vraie pour les mesures en valeur efficace, et
 - en valeur de crête pour les mesures de valeurs de crête;
- a une résistance d'entrée supérieure ou égale à 1 M Ω ;
- a une capacité d'entrée inférieure ou égale à 200 pF pour les mesures en courant alternatif;
- a une gamme de fréquences pour les mesures en courant alternatif de 15 Hz à 1 MHz, ou plus si l'on mesure des fréquences plus élevées;
- a une entrée flottante ou différentielle avec une réjection de mode commun d'au moins 40 dB jusqu'à 1 MHz.

Voir G.1 pour l'utilisation d'appareils plus simples pour des applications particulières.

G.1.2 Capacitor C_S

Film capacitors with extended foil construction are recommended. Capacitor C_S may require a voltage rating capable of withstanding short-term overload, for example 250 V a.c., or perhaps 400 V d.c. or 600 V d.c. Film capacitors rated for d.c. will usually tolerate an a.c. peak voltage equal to the d.c. rating for short periods without failure. If the inductance of C_S and its wiring is to be controlled for performance at 1 MHz, two or three capacitors in parallel may be necessary to achieve accuracy and frequency response.

0,1 μ F film capacitors rated 250 V a.c. have been measured for resonance at about 3 MHz. Errors of approximately 3 % at 1 MHz can be expected due to the inductance of such components. Capacitors of lower value than 0,1 μ F can be connected in parallel to reduce the inductive error.

G.1.3 Resistors R_1 , R_2 and R_3

Metal film resistors will give adequate performance under overload and at frequencies up to 1 MHz. If overload capability is desired (see G.1.1), R_1 and R_2 should be rated 1 W.

G.1.4 Capacitors C_1 , C_2 and C_3

Film type capacitors of extended foil construction are recommended. The inductance of capacitors in this range will generally not result in significant errors up to 1 MHz. Capacitors can be adjusted for tolerance by connecting two or more smaller capacitors in parallel.

G.2 Voltmeter

For full performance up to 1 MHz, the device used for measuring U_1 , U_2 , and U_3 should be a voltage measuring instrument which

- responds to
 - d.c. for d.c. measurements,
 - true r.m.s. for r.m.s. measurements, and
 - peak for peak measurements;
- has an input resistance not less than 1 M Ω ;
- has an input capacitance not more than 200 pF for a.c. measurements;
- has a frequency range for a.c. measurements from 15 Hz to 1 MHz, or more if higher frequencies are involved;
- has floating or differential input with common mode rejection of at least 40 dB up to 1 MHz.

See G.1 regarding the use of simpler instruments for particular applications.

G.3 Précision

La précision totale du réseau de mesure pour le COURANT DE CONTACT et de son voltmètre dépend de la précision des résistances et des condensateurs, ainsi que de la réponse en fréquence, de l'impédance et de la précision du voltmètre. La capacité entre les composants et l'inductance des fils affectent également la précision de la mesure.

Un voltmètre a une résistance et une capacité d'entrée. En courant continu ou à basse fréquence, un voltmètre avec une résistance d'entrée de $1\text{ M}\Omega$, utilisé avec les réseaux des figures 4 ou 5, indiquera une valeur inférieure de 1 % par suite de la division avec la résistance de $10\,000\ \Omega$ du réseau de mesure. A haute fréquence, la capacité d'entrée du voltmètre, de valeur typique de 30 pF, étant directement en parallèle avec la capacité de sortie du réseau de mesure, peut entraîner une indication inférieure de 0,15 % pour le réseau de la figure 4 et de 0,33 % pour le réseau de la figure 5.

G.4 Étalonnage et application des appareils de mesure

NOTE – Une définition de l'étalonnage est donnée en 3.23 de l'ISO 10012-1.

Les caractéristiques d'un réseau de mesure complet du COURANT DE CONTACT ou d'un appareil de mesure du COURANT DE CONTACT peuvent être déterminées en comparant les résultats obtenus avec les valeurs idéales calculées dans toute la gamme de fréquences concernée (voir L.1). Il convient de noter l'erreur, à chaque fréquence de mesure, pour un grand nombre de spécimens de chaque appareil. Il convient d'utiliser une compilation des données d'erreurs pour établir des bandes de garde à l'intérieur desquelles il est probable que les mesures futures se situeront. On peut spécifier le degré de confiance statistique avec l'indication de la largeur des bandes de garde. Si un appareil de conception particulière est fabriqué en un seul exemplaire, la bande de garde peut être les données d'erreurs réelles.

L'établissement de bandes de garde assure que les mesures peuvent indiquer de façon reproductible si le MATÉRIEL en essai respecte les limites de COURANT DE CONTACT, lorsqu'il est utilisé de la façon suivante.

Pour les fabricants de MATÉRIELS, il convient que la bande de garde soit ajoutée au résultat indiqué, et que la somme soit comparée à la limite. Cela assure que le MATÉRIEL indiqué comme satisfaisant à la limite du COURANT DE CONTACT ne sera pas rejeté par le laboratoire d'essai. Pour les laboratoires d'essai, il convient que la bande de garde soit soustraite du résultat indiqué et que la différence soit comparée à la limite. Cela assure que le laboratoire d'essai ne rejettera pas un MATÉRIEL qui satisfait réellement à la limite. Il convient que les tolérances pour les appareils utilisés par un laboratoire d'essai soient suffisamment faibles pour être adaptées à la différence entre la valeur limite et le seuil de l'effet physiologique indésirable (voir CEI 60479-1).

Si nécessaire, la bande de garde du réseau de mesure peut être rétrécie, par exemple par

- le choix des composants,
- l'ajustement des valeurs par la connexion d'un ou plusieurs composants en parallèle,
- la réduction des fils de connexion et des pliages accentués des fils (pour réduire l'inductance),
- la réduction des zones où les parties sont proches (pour réduire les capacités entre composants).

G.3 Accuracy

The overall accuracy of the TOUCH CURRENT measuring network and its voltmeter is influenced by the accuracy of resistors and capacitors, and the frequency response, impedance and accuracy of the voltmeter. Intercomponent capacity and lead inductance also affect the accuracy of a measurement.

A voltmeter has both an input resistance and an input capacitance. At d.c. or low frequencies, a voltmeter having an input resistance of 1 M Ω used with the measuring network of figure 4 or 5 will indicate 1 % low due to voltage division with the 10 000 Ω resistor in the measuring network. At high frequencies, the input capacitance of the voltmeter, typically 30 pF, being directly in parallel with the output capacitor of the measuring network, can cause an indication that is 0,15 % low in the network of figure 4 and 0,33 % low in the network of figure 5.

G.4 Calibration and application of measuring instruments

NOTE – A definition of calibration is given in 3.23 of ISO 10012-1.

The performance of an assembled TOUCH CURRENT measuring network or TOUCH CURRENT measuring instrument can be determined by comparing its readings with calculated ideal values throughout the frequency range of interest (see L.1). The error at each frequency of measurement should be noted for many specimens of each instrument. A compilation of error data should be used to establish guard bands within which future measurements are likely to occur. Statistical confidence in the statement regarding the width of the guard bands can be specified. If only one specimen of a particular design of instrument is built, the guard band can be the actual error data.

The establishment of guard bands ensures that measurements can reproducibly indicate whether the EQUIPMENT being tested is within the TOUCH CURRENT limits, when used in the following way.

For EQUIPMENT manufacturers, the guard band should be added to the reading, and the sum compared to the limit. This ensures that EQUIPMENT indicated as complying with the TOUCH CURRENT limit will not be rejected by the testing laboratory. For testing laboratories, the guard band should be subtracted from the reading and the difference compared to the limit. This ensures that the testing laboratory will not reject EQUIPMENT that actually complies with the limit. The tolerances for instruments used by a testing laboratory should be sufficiently low to be accommodated by the difference between the limit value and the threshold of the unwanted physiological effect (see IEC 60479-1).

If necessary, the guard band of a measuring network can be made narrower, for example by

- selection of components,
- trimming of component values by connecting one or more components in parallel,
- minimizing lead length and sharp bends in leads (to reduce inductance),
- minimizing areas of parts in proximity (to reduce intercomponent capacitances).

Il est recommandé que les fabricants de MATÉRIELS réduisent les niveaux de COURANT DE CONTACT. La conception d'un MATÉRIEL ayant des niveaux de courant proches de la limite du COURANT DE CONTACT n'est pas considérée comme une bonne pratique, à cause des effets sur le COURANT DE CONTACT de la tolérance sur les composants, du vieillissement, de l'utilisation et de l'environnement. Lorsque le COURANT DE CONTACT d'un MATÉRIEL est proche de la limite, il convient de prendre des précautions particulières pour la précision de la mesure et l'étalonnage de l'appareil de mesure. Si le COURANT DE CONTACT n'est pas proche de la limite, une bande de garde plus large est acceptable pour les appareils utilisés par le fabricant.

G.5 Enregistrements

Pour chaque appareil de mesure, il convient d'établir un dossier d'enregistrement conformément à 4.8 de l'ISO 10012-1. Ces enregistrements fourniront des données pour les étalonnages ultérieurs dans les systèmes de confirmation (voir G.6) et pour toute limitation d'utilisation.

G.6 Systèmes de confirmation

NOTE – Une définition de la confirmation métrologique (en abrégé «confirmation» dans cette norme) est donnée en 3.1 de l'ISO 10012-1.

Il convient que les appareils de mesures utilisés pour la certification des MATÉRIELS soient soumis à une confirmation périodique de leur précision (voir L.2).

It is recommended that EQUIPMENT manufacturers minimize TOUCH CURRENT levels. The design of EQUIPMENT having current levels close to TOUCH CURRENT limit values is considered to be poor practice, due to the effects of component tolerance, ageing, use and environment on TOUCH CURRENT. When the TOUCH CURRENT from the EQUIPMENT is close to the limit value, special care should be taken in measurement precision and calibration of the test EQUIPMENT. If the TOUCH CURRENT is not close to the limit value, a wider guard band will be acceptable for instruments used by a manufacturer.

G.5 Records

For each measuring instrument, records should be established in accordance with 4.8 of ISO 10012-1. These records will provide data for subsequent calibration in confirmation systems (see G.6) and about any limitations in use.

G.6 Confirmation systems

NOTE – A definition of metrological confirmation (shortened to “confirmation” in this standard) is given in 3.1 of ISO 10012-1.

Measuring instruments used for EQUIPMENT certification should be subjected to routine confirmation of their accuracy (see L.2).

Annexe H (informative)

Partie préhensible

H.1 Partie préhensible

Dans la présente norme, le concept de PARTIE PRÉHENSIBLE est utilisé (voir les conditions d'utilisation du réseau de mesure de la figure 5 en 5.1.2). Une définition en est donnée en 3.4 mais aucune spécification précise n'est fournie pour déterminer si une partie est, ou n'est pas préhensible au sens de la définition.

Dans la majorité des cas, il est admis que la définition de 3.4 est suffisante, mais un accord sur une spécification est souhaitable.

Aucune spécification pour les PARTIES PRÉHENSIBLES n'a fait jusqu'ici l'objet d'un accord à la CEI. Pour aider lors d'une étude ultérieure et comme exemple uniquement, une proposition est donnée en H.2. L'utilisation d'un tel dispositif n'est pas prescrite dans cette norme.

H.2 Exemple de dispositif de mesure

Pour déterminer si une partie est une PARTIE PRÉHENSIBLE, des mesures d'accessibilité sont effectuées avec le dispositif d'essai des PARTIES PRÉHENSIBLES de la figure H.1. Ce dispositif d'essai peut être entouré de l'un ou l'autre côté, dans toute position que la main peut saisir. La partie est préhensible si les conditions suivantes s'appliquent:

- pour les parties que la main entoure dans l'intention de saisir:
 - il y a un espace d'accès pour la main d'au moins 12 mm entre la partie et toute autre partie, et
 - l'espace a au moins 60 mm de largeur pour permettre l'accès de la largeur de la main, et
 - les extrémités du dispositif d'essai (figure H.1) sont en contact ou se recouvrent;
- pour des parties telles que gros tubes ou boutons sur lesquels la main ne peut pas complètement se refermer, le dispositif d'essai des PARTIES PRÉHENSIBLES s'enroule en longueur autour de la partie avec une ouverture d'extrémité inférieure à 30 mm, sans tenir compte du matériau à l'intérieur de cette ouverture;
- si une surface plane est impliquée, la distance à travers le plan dans la direction de la préhension des doigts ne dépasse pas 100 mm.

H.3 Argument

Lors de l'élaboration d'une définition et de critères pour les PARTIES PRÉHENSIBLES, les points suivants ont été considérés.

H.3.1 Dispositif d'essai

Un dispositif d'essai des PARTIES PRÉHENSIBLES est nécessaire pour représenter la main, afin de tenir compte de paramètres tels que épaisseur de la main, longueur minimale du doigt, largeur minimale de la paume, largeur minimale incluant le pouce, longueur maximale de la paume et longueur totale de l'ensemble. De plus, il convient que le dispositif d'essai soit flexible des deux côtés pour permettre la saisie par la main droite ou la main gauche.

Annex H (informative)

Grippable part

H.1 Grippable part

In this standard, the concept of a GRIPPABLE PART is used (see the conditions for use of the measuring network of figure 5 in 5.1.2). A definition is given in 3.4, but no precise specification is given for determining whether or not a part is grippable in the meaning of the definition.

For most purposes, it is anticipated that the definition in 3.4 will be sufficient, but agreement on a specification is desirable.

No specification for a GRIPPABLE PART has yet been agreed in the IEC. To assist with further study and only as an example, a proposal is given in H.2. The use of such a device is not required by this standard.

H.2 Example of test device

To determine whether a part is a GRIPPABLE PART, accessibility measurements are made with the GRIPPABLE PART test device of figure H.1. The test device may be wrapped from either side, in any position that the hand may grip. The part is grippable if the following conditions apply:

- for parts which the hand wraps around in order to grip:
 - there is a hand access clearance of at least 12 mm between the part and any other part, and
 - the clearance is at least 60 mm wide to allow hand width access, and
 - the ends of the test device (figure H.1) meet or overlap;
- for parts such as large pipes or knobs which the hand may not completely enclose, the GRIPPABLE PART test device wraps lengthwise around the part with less than 30 mm of end gap, without regard to material in the end gap;
- where a plane surface is involved, the distance across the plane in the direction of gripping fingers does not exceed 100 mm.

H.3 Rationale

In determining a definition and criteria for a GRIPPABLE PART, the following items were considered.

H.3.1 Test device

A GRIPPABLE PART test device is needed to represent the hand for such parameters as hand thickness, minimum finger length, minimum palm width, minimum width including the thumb, maximum palm length and total overall length. In addition, the test device should be flexible from both sides to enable use for right and left hand gripping.

Le dispositif d'essai de la figure H.1, lorsqu'il est fait en mousse plastique souple de 12 mm d'épaisseur, convient pour satisfaire à cette prescription à partir d'un matériau facilement disponible.

H.3.2 Longueur de contact

Un contact minimal de 60 mm de longueur au voisinage de la paume est considéré comme nécessaire pour une préhension involontaire. Une personne devrait être capable de s'arracher de petites parties telles qu'un connecteur BNC, même si la tension sur cette partie risque de provoquer des courants supérieurs au niveau de non-lâcher.

H.3.3 Distance d'enveloppement

La distance maximale d'enveloppement pour l'incapacité de lâcher est considérée comme étant la longueur de la main plus 30 mm. Des parties larges qui ne peuvent être saisies avec une force suffisante pour atteindre le non-lâcher ne sont pas, de ce fait, considérées comme préhensibles.

H.3.4 Surfaces planes

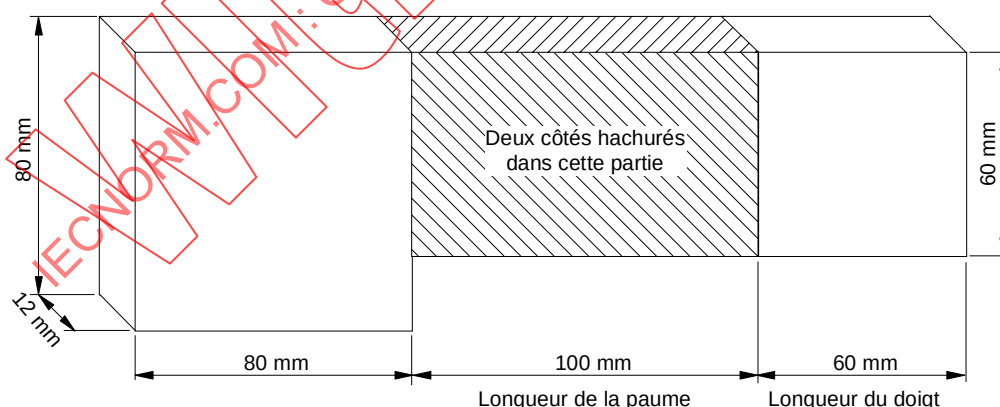
Des surfaces planes plus larges que les 100 mm de la largeur de la paume ne sont pas considérées comme préhensibles avec suffisamment de force pour atteindre le non-lâcher.

H.3.5 Combinaisons de parties

Lorsque deux parties ou plus sont situées au même endroit, la combinaison des parties peut être considérée comme PARTIE PRÉHENSIBLE si tous les critères sont respectés.

H.3.6 Parties accessibles

Des parties accessibles qui ne répondent pas aux critères des PARTIES PRÉHENSIBLES sont estimées comme étant des parties avec grandes ou petites surfaces de contact. Elles peuvent avoir des niveaux de COURANT DE CONTACT sensiblement plus élevés parce que la condition d'impossibilité de lâcher ne se présente pas.



Matériau: feuille de mousse de plastique souple, épaisseur 12 mm

IEC 1094/99

Figure H.1 – Dispositif d'essai des parties préhensibles

The test device of figure H.1, when made from flexible foam plastic of 12 mm thickness, should adequately fulfil the requirement from readily available material.

H.3.2 Contact length

A minimum contact of 60 mm length in the vicinity of the palm is considered to be necessary for involuntary gripping. A person should be able to pull away from small parts, such as a BNC connector, even though the voltage on the part could cause currents above the let-go level.

H.3.3 Wrap-around distance

The maximum wrap-around distance for inability to let go is considered to be the length of the hand plus 30 mm. Large parts which cannot be gripped with sufficient force to prevent let-go are thus not considered to be grippable.

H.3.4 Flat surfaces

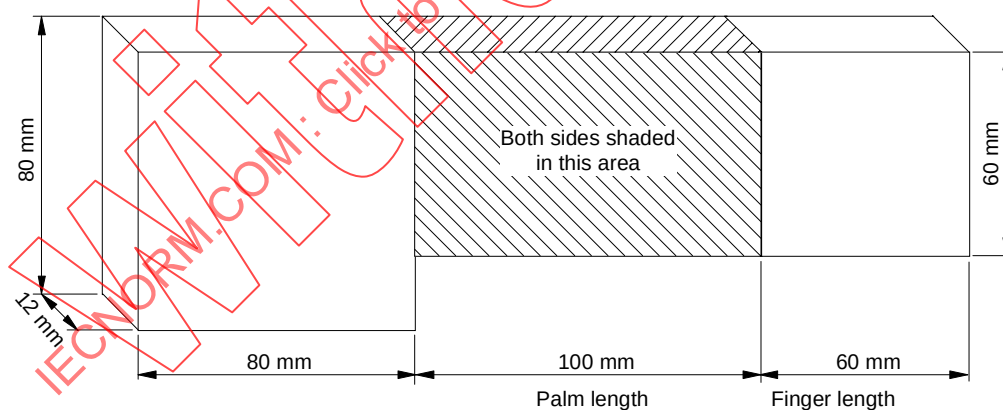
Flat surfaces wider than the palm width of 100 mm are not considered to be grippable with enough force to prevent let-go.

H.3.5 Combinations of parts

When two or more parts are located together, the combination of parts can be considered to be a GRIPPABLE PART if all criteria are met.

H.3.6 Accessible parts

Accessible parts that do not meet the criteria for GRIPPABLE PARTS are evaluated as large or small area touchable parts. These may have somewhat higher TOUCH CURRENT levels because the condition of inability to let go does not occur.



Material: flexible foam plastic sheet, thickness 12 mm

IEC 1094/99

Figure H.1 – Grippable part test device

Annexe J (informative)

Schémas de distribution en courant alternatif (voir 5.4)

J.1 Introduction

Dans la CEI 60364-3, les schémas de distribution en courant alternatif sont classés TN, TT et IT, en fonction de la disposition des conducteurs actifs et de la méthode de mise à la terre. La classification et les symboles sont expliqués dans la présente annexe. Quelques exemples pour chaque type de schémas sont donnés dans les figures; d'autres configurations existent également.

Dans les figures:

- dans la plupart des cas, les schémas s'appliquent aux MATÉRIELS monophasés et aux MATÉRIELS triphasés mais, pour des raisons de simplicité, seuls les MATÉRIELS monophasés sont représentés;
- les sources d'énergie peuvent être des secondaires de transformateur, des générateurs entraînés par un moteur ou des systèmes d'alimentation sans interruption;
- pour les transformateurs situés à l'intérieur du bâtiment de l'utilisateur, certaines figures s'appliquent, et la limite du bâtiment représente un sol du bâtiment;
- certains systèmes de distribution sont mis à la terre à des points supplémentaires, par exemple aux points d'entrée de l'alimentation dans les bâtiments des usagers (voir CEI 60364-4-41, 413.1.3.1, note 1).

Les types suivants de connexion des MATÉRIELS sont pris en compte; le nombre de conducteurs mentionné ne comprend pas les conducteurs utilisés exclusivement pour la mise à la terre:

monophasé, 2 conducteurs
monophasé, 3 conducteurs
biphasé, 3 conducteurs
triphasé, 3 conducteurs
triphasé, 4 conducteurs

Les symboles utilisés ont la signification suivante.

- Première lettre: situation de l'alimentation par rapport à la terre
 - T signifie une liaison directe d'un point avec la terre;
 - I signifie soit une isolation du système par rapport à la terre, soit une liaison d'un point avec la terre à travers une impédance.
- Deuxième lettre: mise à la terre du MATÉRIEL
 - T signifie une liaison électrique directe du MATÉRIEL à la terre, indépendamment de la mise à la terre éventuelle d'un point de l'alimentation;
 - N signifie une liaison électrique directe du MATÉRIEL au point de l'alimentation mis à la terre (en courant alternatif, le point de mise à la terre est généralement le point neutre ou, si un point neutre n'est pas disponible, un conducteur de phase).

Annex J (informative)

AC power distribution systems (see 5.4)

J.1 Introduction

In IEC 60364-3, a.c. power distribution systems are classified TN, TT and IT, depending on the arrangement of current-carrying conductors and on the method of earthing. The classes and codes are explained in this annex. Some examples of each class are given in the figures; other configurations also exist.

In the figures:

- in most cases, the power systems apply for single-phase and three-phase EQUIPMENT but, for simplicity, only single-phase EQUIPMENT is illustrated;
- the power sources may be transformer secondaries, motor-driven generators or uninterruptible power systems;
- for transformers within a user's building, some of the figures apply, and the building boundary represents a floor of the building;
- some power systems are earthed at additional points, for example at the power entry points of users' buildings (see IEC 60364-4-41, 413.1.3.1, note 1).

The following types of EQUIPMENT connection are taken into account; the numbers of wires mentioned do not include conductors used exclusively for earthing:

single-phase, 2-wire
single-phase, 3-wire
two-phase, 3-wire
three-phase, 3-wire
three-phase, 4-wire

The system codes used have the following meaning.

- First letter: relationship of the power system to earth
 - T means direct connection of one pole to earth;
 - I means system isolated from earth, or one point connected to earth through an impedance.
- Second letter: earthing of the EQUIPMENT
 - T means direct electrical connection of the EQUIPMENT to earth, independently of the earthing of any point of the power system;
 - N means direct electrical connection of the EQUIPMENT to the earthed point of the power system (in a.c. systems, the earthed point of the power system is normally the neutral point or, if a neutral point is not available, a phase conductor).

- Autres lettres (éventuelles): disposition du conducteur neutre et du conducteur de protection
- S signifie que la fonction de protection est assurée par un conducteur distinct du neutre ou du conducteur actif mis à la terre (ou, en courant alternatif, un conducteur de phase mis à la terre);
- C signifie que les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un seul conducteur (conducteur PEN).

J.2 Schémas d'alimentation TN

Les schémas TN ont un point relié directement à la terre, les parties du MATÉRIEL qui doivent être mises à la terre étant reliées aux conducteurs de mise à la terre de protection. Trois types de schémas d'alimentation TN sont pris en considération:

- schéma d'alimentation TN-S: dans lequel un conducteur de protection séparé est utilisé dans l'ensemble du schéma;
- schéma d'alimentation TN-C-S: dans lequel les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un seul conducteur dans une partie du schéma;
- schéma d'alimentation TN-C: dans lequel les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un seul conducteur dans l'ensemble du schéma.

Certains schémas TN sont alimentés à partir de l'enroulement secondaire d'un transformateur ayant un point milieu mis à la terre (neutre). Lorsque les deux conducteurs de phase et le conducteur de neutre sont disponibles, ces schémas sont communément appelés schémas monophasés à 3 conducteurs.

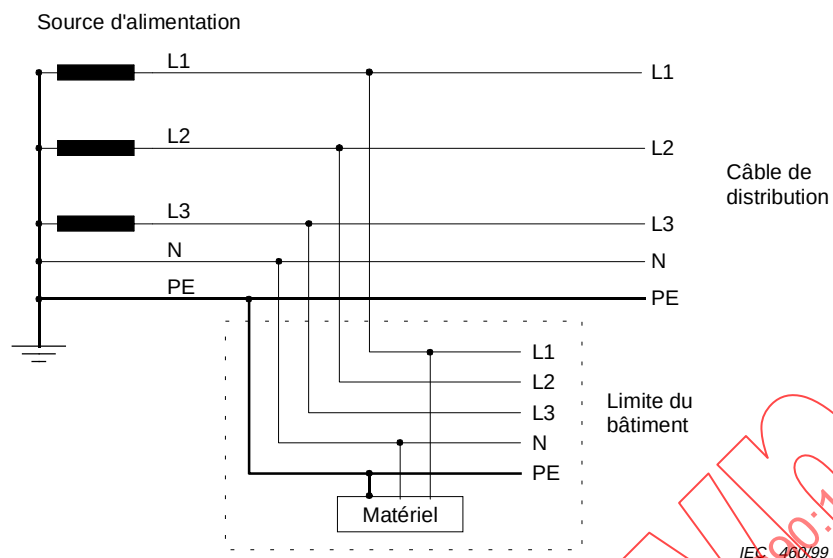
- Subsequent letters, if any: arrangement of neutral and protective conductors
 - S means the protective function is provided by a conductor separate from the neutral or from earthed line (or, in a.c. systems, earthed phase) conductor;
 - C means the neutral and protective functions are combined in a single conductor (PEN conductor).

J.2 TN power systems

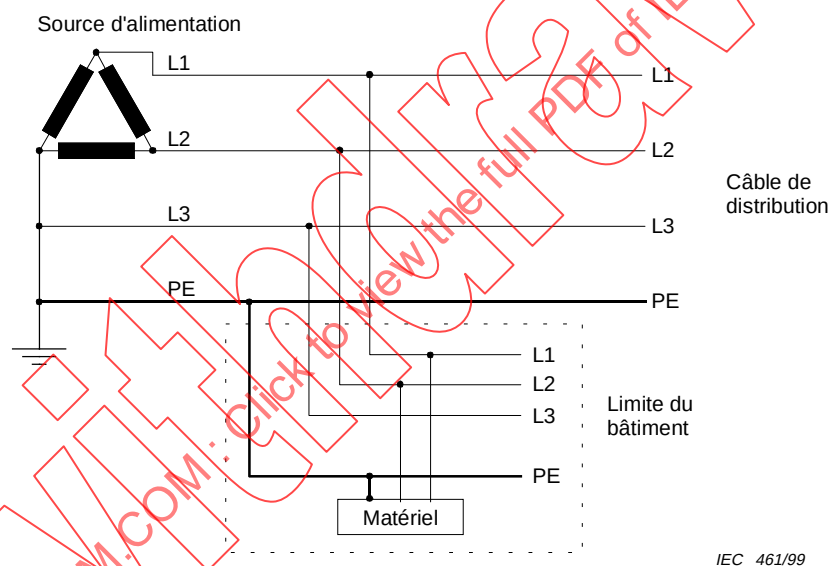
TN power systems are directly earthed, the parts of the EQUIPMENT required to be earthed being connected by protective earthing conductors. Three types of TN power systems are considered:

- TN-S power system: in which a separate protective conductor is used throughout the system;
- TN-C-S power system: in which neutral and protective functions are combined in a single conductor in part of the system;
- TN-C power system: in which neutral and protective functions are combined in a single conductor throughout the system.

Some TN power systems are supplied from a secondary winding of a transformer that has an earthed centre tap (neutral). Where the two phase conductors and the neutral conductor are available, these systems are commonly known as single-phase, 3-wire power systems.

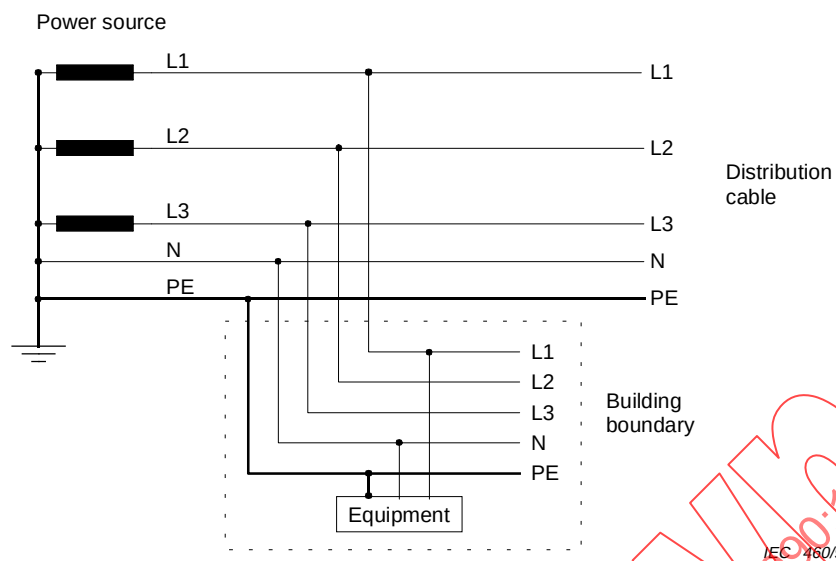


Conducteur neutre et conducteur de protection distincts

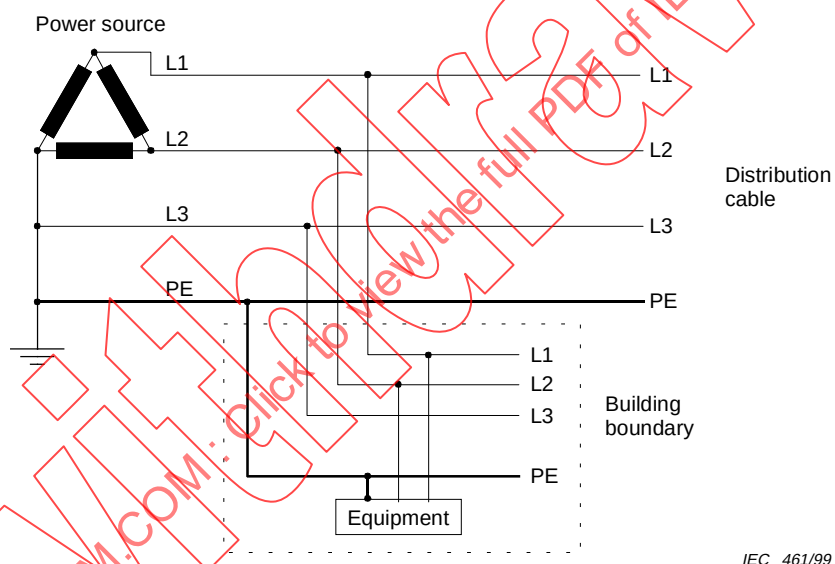


Conducteur actif mis à la terre

Figure J.1 – Exemples de schéma TN-S



Separate neutral and protective conductors



Earthed line conductor

Figure J.1 – Examples of TN-S power system