

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60364-4-44

Edition 1.2

2006-11

Edition 1:2001 consolidée par les amendements 1:2003 et 2:2006
Edition 1:2001 consolidated with amendments 1:2003 and 2:2006

Installations électriques des bâtiments –

Partie 4-44:

**Protection pour assurer la sécurité –
Protection contre les perturbations de tension
et les perturbations électromagnétiques**

Electrical installations of buildings –

Part 4-44:

**Protection for safety –
Protection against voltage disturbances
and electromagnetic disturbances**



Numéro de référence
Reference number

CEI/IEC 60364-4-44:2001+A1:2003+A2:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60364-4-44

Edition 1.2

2006-11

Edition 1:2001 consolidée par les amendements 1:2003 et 2:2006
Edition 1:2001 consolidated with amendments 1:2003 and 2:2006

Installations électriques des bâtiments –

Partie 4-44:

**Protection pour assurer la sécurité –
Protection contre les perturbations de tension
et les perturbations électromagnétiques**

Electrical installations of buildings –

Part 4-44:

**Protection for safety –
Protection against voltage disturbances
and electromagnetic disturbances**

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

CT

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	8
440 Introduction.....	12
440.1 (442.1.1) Domaine d'application et objet.....	14
440.2 (442.1.4) Références normatives.....	14
441 (Disponible).....	16
442 Protection des installations à basse tension contre les surtensions temporaires et contre les défauts à la terre dans les installations à haute tension.....	18
442.1 Généralités.....	18
442.2 Mise à la terre dans les postes de transformation.....	20
442.3 Disposition de mise à la terre dans les postes de transformation.....	20
442.4 Prescriptions applicables suivant les schémas des liaisons à la terre des installations à basse tension.....	20
442.5 Limitation des contraintes de tension dans les matériels à basse tension du poste de transformation.....	22
442.6 Contrainte de tension en cas de coupure du conducteur neutre en schéma TN et TT.....	24
442.7 Contrainte de tension en cas de défaut à la terre en schéma IT.....	24
442.8 Contrainte de tension en cas de court-circuit entre un conducteur de phase et le conducteur neutre.....	24
443 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres.....	46
443.1 Généralités.....	46
443.2 Classification des tensions de tenue aux chocs (catégories de surtensions).....	46
443.3 Dispositions pour la maîtrise des surtensions.....	48
443.4 Tensions de tenue aux chocs prescrites pour les matériels.....	52
444 Dispositions contre les influences électromagnétiques.....	54
444.1 Généralités.....	54
444.2 (disponible) NOTE Ce paragraphe est à l'étude.....	54
444.3 Définitions.....	56
444.4 Mesures d'atténuation des influences électromagnétiques.....	58
444.5 Mise à la terre et liaisons équipotentielles.....	88
444.6 Séparation des circuits.....	100
444.7 Mise en œuvre des canalisations.....	106
445 (45) Protection contre les baisses de tension.....	110
445.1 (451) Prescriptions générales.....	110
Annexe A (informative) Notes explicatives relatives à 442.1 et 442.1.2.....	114
Annexe B (informative) Guide pour l'application d'une situation contrôlée des surtensions par des parafoudres dans les lignes aériennes.....	118
Annexe C (informative) CEI 60364 – Parties 1 à 6: Restructuration.....	122
Annexe D (normative) Détermination de la longueur conventionnelle, d	130

CONTENTS

FOREWORD.....	9
440 Introduction	13
440.1 (442.1.1) Scope	15
440.2 (442.1.4) Normative references	15
441 (Number available)	17
442 Protection of low-voltage installations against temporary overvoltages and faults between high-voltage systems and earth.....	19
442.1 General requirements	19
442.2 Earthing systems in transformer sub-stations	21
442.3 Earthing arrangements in transformer sub-stations	21
442.4 Earthing arrangements with regard to type of earthing systems in LV installations	21
442.5 Limitation of stress-voltage in LV equipment of transformer sub-stations	23
442.6 Stress voltage in case of loss of the neutral conductor in a TN and TT system	25
442.7 Stress voltage in case of accidental earthing of an IT system	25
442.8 Stress voltage in case of a short-circuit between a line conductor and the neutral conductor	25
443 Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching	47
443.1 General	47
443.2 Classification of impulse withstand voltages (overvoltage categories)	47
443.3 Arrangements for overvoltage control	49
443.4 Required impulse withstand voltage of equipment	53
444 Measures against electromagnetic influences	55
444.1 General	55
444.2 (void) NOTE This clause is reserved for future input.	55
444.3 Definitions	57
444.4 Mitigation of Electromagnetic Interference (EMI)	59
444.5 Earthing and equipotential bonding	89
446.6 Segregation of circuits	101
447.7 Cable management systems	107
445 (45) Protection against undervoltage	111
445.1 (451) General requirements	111
Annex A (informative) Explanatory notes concerning 442.1 and 442.1.2.....	115
Annex B (informative) Guidance for overvoltage control by SPDs applied to overhead lines	119
Annex C (informative) IEC 60364 – Parts 1 to 6: Restructuring	123
Annex D (normative) Determination of the conventional length, d	131

Bibliographie.....	134
--------------------	-----

Figure 44A – Durée maximale de la tension de défaut F et de la tension de contact T due à un défaut à la terre dans l'installation à haute tension	26
Figure 44B – Schéma TN.....	28
Figure 44C – Schéma TT	30
Figure 44D – Schéma IT, exemple a	32
Figure 44E – Schéma IT, exemple b	34
Figure 44F – Schéma IT, exemple c1	36
Figure 44G – Schéma IT, exemple c2	38
Figure 44H – Schéma IT, exemple d	40
Figure 44J – Schéma IT, exemple e1	42
Figure 44K – Schéma IT, exemple e2	44
Figure 44.R1 – Conducteur d'accompagnement de renfort d'écran pour assurer un réseau commun d'équipotentialité	60
Figure 44.R2 – Exemple de conducteur d'accompagnement ou de substitution en schéma TT	62
Figure 44.R3A – Elimination des courants de conducteur neutre dans une structure alimentée en schéma TN-S depuis l'origine du réseau public jusqu'à et y compris les circuits terminaux à l'intérieur du bâtiment	64
Figure 44.R3B – Elimination des courants de conducteur neutre dans une structure alimentée en schéma TN-S en aval du transformateur d'alimentation privé du consommateur	66
Figure 44.R4 – Schéma TN-C-S dans un bâtiment existant	68
Figure 44.R5 – Schéma TT dans un bâtiment	70
Figure 44.R6 – Schéma IT dans un bâtiment	72
Figure 44.R7A – Schéma TN alimenté par plusieurs sources avec connexion multiple non appropriée entre le PEN et la terre	74
Figure 44.R7B – Schéma TN alimenté par plusieurs sources avec points étoiles connectés à un seul et même point de terre	76
Figure 44.R8 – Schéma TT alimenté par plusieurs sources avec points étoiles connectés à un seul et même point de terre	78
Figure 44.R9A – Alimentation triphasée avec commutateur à 4 pôles	80
Figure 44.R9B – Ecoulement de courant dans le conducteur neutre dans une alimentation triphasée avec commutateur à 3 pôles non approprié	82
Figure 44.R9C – Alimentation monophasée avec commutateur à 2 pôles	82
Figure 44.R10 – Exemple de pénétration de câbles armés et de canalisations métalliques dans un bâtiment	84
Figure 44.R11 – Illustration des mesures décrites par le présent article dans un bâtiment existant	86
Figure 44.R12 – Prises de terre interconnectées	88
Figure 44.R13 – Exemples de conducteurs de protection en étoile	90
Figure 44.R14 – Exemple de réseau à mailles multiples en étoile	92
Figure 44.R15 – Exemple de réseau en étoile à maillage commun	94
Figure 44.R16 – Exemple de réseau équipotentiel dans des structures sans systèmes de protection contre la foudre	96

Bibliography	135
--------------------	-----

Figure 44A – Maximum duration of fault-voltage F and touch voltage T due to an earth-fault in the HV system	27
Figure 44B – TN systems	29
Figure 44C – TT systems	31
Figure 44D – IT system, example a	33
Figure 44E – IT system, example b	35
Figure 44F – IT system, example c1	37
Figure 44G – IT system, example c2	39
Figure 44H – IT system, example d	41
Figure 44J – IT system, example e1	43
Figure 44K – IT system, example e2	45
Figure 44.R1 – By-pass conductor for screen reinforcement to provide a common equipotential bonding system	61
Figure 44.R2 – Example of a substitute or by-pass equipotential bonding conductor in a TT-system	63
Figure 44.R3A – Avoidance of neutral conductor currents in a bonded structure by using the TN-S system from the origin of the public supply up to and including the final circuit within a building	65
Figure 44.R3B – Avoidance of neutral conductor currents in a bonded structure by using a TN-S system downstream of a consumer's private supply transformer	67
Figure 44.R4 – TN-C-S system within an existing building installation	69
Figure 44.R5 – TT system within a building installation	71
Figure 44.R6 – IT system within a building installation	73
Figure 44.R7A – TN multiple-source power supply with a non-suitable multiple connection between PEN and earth	75
Figure 44.R7B – TN multiple source power supplies to an installation with connection to earth of the star points at one and the same point	77
Figure 44.R8 – TT multiple-source power supplies to an installation with connection to earth of the star points at one and the same point	79
Figure 44.R9A – Three-phase alternative power supply with a 4-pole switch	81
Figure 44.R9B – Neutral current flow in a three-phase alternative power supply with an unsuitable 3-pole switch	83
Figure 44.R9C – Single-phase alternative power supply with 2-pole switch	83
Figure 44.R10 – Armoured cables and metal pipes entering the buildings (examples)	85
Figure 44.R11 – Illustration of measures in an existing building	87
Figure 44.R12 – Interconnected earth electrodes	89
Figure 44.R13 – Examples of protective conductors in star network	91
Figure 44.R14 – Example of multiple meshed bonding star network	93
Figure 44.R15 – Example of a common meshed bonding star network	95
Figure 44.R16 – Example of equipotential bonding networks in structures without lightning protection systems	97

Figure 44.R17A – Distances de séparation entre circuits de puissance et de communication pour des longueurs de câbles $\leq 35\text{m}$	102
Figure 44.R17B – Distances de séparation entre circuits de puissance et de communication pour des longueurs de câbles $> 35\text{ m}$	104
Figure 44.R18 – Séparation des câbles d'une canalisation	104
Figure 44.R19 – Disposition de câbles dans un chemin de câbles métallique.....	106
Figure 44.R20 – Exemple de réalisation de la continuité de supports métalliques	108
Figure 44.R21 – Emplacement des câbles dans des éléments de construction métallique.....	108
Figure 44.R22 – Interruption de sections métalliques.....	110
Figure 44Q – Exemples d'utilisation de d_1 , d_2 et d_3 pour la détermination de d	132
Tableau 44A – Contraintes de tension admissibles	18
Tableau 44B – Tension assignée de tenue aux chocs prescrite pour les matériels.....	54
Tableau B.1 – Différentes possibilités de schéma IT	120
Tableau C.1 – Relations entre les parties restructurées et les parties originales	122
Tableau C.2 – Relations entre les numérotations anciennes et nouvelles	126

Figure 44.R17A – Separation between power and information technology cables for cable route lengths $\leq 35\text{m}$	103
Figure 44.R17B – Separation between power and information technology cables for cable route lengths $> 35\text{m}$	105
Figure 44.R18 – Separation of cables in wiring systems	105
Figure 44.R19 – Cable arrangements in metal cable-trays	107
Figure 44.R20 – Continuity of metallic system components	109
Figure 44.R21 – Location of cables inside metallic construction elements	109
Figure 44.R22 – Connection of metallic sections	111
Figure 44Q – Examples of how to apply d_1 , d_2 and d_3 for the determination of d	133
Table 44A – Permissible stress voltage	19
Table 44B – Required rated impulse withstand voltage of equipment	55
Table B.1 – Different possibilities for IT systems	121
Table C.1 – Relationship between restructured and original parts	123
Table C.2 – Relationship between new and old clause numbering	127

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DES BÂTIMENTS –

Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60364-4-44 a été établie par le comité d'études 64 de la CEI: Installations électriques et protection contre les chocs électriques.

La présente version consolidée de la CEI 60364-4-44 comprend la première édition (2001), son amendement 1 (2003) [documents 64/1303/FDIS et 64/1329/RVD] et son amendement 2 (2006) [documents 64/1533/FDIS et 64/1547/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à ses amendements; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 1.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS OF BUILDINGS –

Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60364-4-44 has been prepared by IEC technical committee 64: Electrical installations and protection against electric shock.

This consolidated version of IEC 60364-4-44 consists of the first edition (2001), its amendment 1 (2003) [documents 64/1303/FDIS and 64/1329/RVD] and its amendment 2 (2006) [documents 64/1533/FDIS and 64/1547/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendments and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 1.2.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendments 1 and 2.

La série des normes CEI 60364 (parties 1 à 6) est actuellement en restructuration, sans changements techniques, sous une forme simple (voir annexe C).

Sur la décision unanime du Comité d'action (CA/1720/RV (2000-03-21)), les parties de la CEI 60364 établies selon la nouvelle structure, n'ont pas été soumises aux Comités nationaux pour approbation.

Les annexes A, B et C sont données uniquement à titre d'information.

| L'annexe D fait partie intégrante de cette norme.

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

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

The IEC 60364 series (parts 1 to 6), is currently being restructured, without any technical changes, into a more simple form (see annex C).

According to a unanimous decision by the Committee of Action (CA/1720/RV (2000-03-21)), the restructured parts of IEC 60364 have not been submitted to National Committees for approval.

Annexes A, B and C are for information only.

Annex D forms an integral part of this standard.

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

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

Withd
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-4-44:2001+A1:2003+AMD1:2003+AMD2:2006 CSV

440 Introduction

La partie 4-44 de la CEI 60364 traite de la protection des installations électriques et des dispositions contre les perturbations de tension et les interférences électromagnétiques.

Les exigences sont traitées dans les trois articles suivants:

- 442: Protection des installations à basse tension contre les surtensions temporaires et contre les défauts entre les réseaux à haute tension et la terre;
- 443: Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres;
- 444: Dispositions contre les influences électromagnétiques.

La partie 4-44 (2001) regroupe ces articles publiés séparément jusqu'ici.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-4-44:2001+AMD1:2003+AMD2:2006 CSV

Withdrawn

440 Introduction

Part 4-44 of IEC 60364 covers the protection of electrical installations and measures against voltage disturbances and electromagnetic disturbances.

The requirements are arranged into three sections as follows:

Clause 442 Protection of low-voltage installations against temporary overvoltages and faults between high-voltage systems and earth

Clause 443 Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching

Clause 444 Measures against electromagnetic influences

Part 4-44 (2001) brings together these clauses, which were previously published separately.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DES BÂTIMENTS –

Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques

440.1 (442.1.1) Domaine d'application et objet

Les règles de la présente partie de la CEI 60364 sont destinées à donner des exigences pour la sécurité des installations électriques en cas de perturbations de tension et d'interférences électromagnétiques dues à des raisons diverses.

Les règles de la présente partie ne s'appliquent pas à des réseaux complètement ou partiellement publics (voir le domaine d'application de la CEI 60364-1) même si les perturbations de tension et les interférences électromagnétiques peuvent être conduites ou induites dans les installations électriques par ces réseaux.

440.2 (442.1.4) Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60038:1983, *Tensions normales de la CEI*

CEI 60050(604):1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

CEI 60050(826):1982, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 826: Installations électriques des bâtiments*

CEI 60364-1:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 1: Domaine d'application, objet et principes fondamentaux*

CEI 60364-4-41:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-4-42:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4-42: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les effets thermiques*

CEI 60364-5-53:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Sectionnement, coupure et commande*

CEI 60364-5-54, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Mises à la terre, conducteurs de protection et d'équipotentialité*¹⁾

CEI 60479-1:1994, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

¹⁾ A publier.

ELECTRICAL INSTALLATIONS OF BUILDINGS –

Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances

440.1 (442.1.1) Scope

The rules of this part of IEC 60364 are intended to provide requirements for the safety of electrical installations in the event of voltage disturbances and electromagnetic disturbances generated for different specified reasons.

The rules of this part do not apply to systems that are wholly or partly under the control of public power supply companies (see scope of IEC 60364-1) although voltage and electromagnetic disturbances may be conducted or induced into electrical installations via these supply systems.

440.2 (442.1.4) Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*

IEC 60050(604):1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60050(826):1982, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 826: Electrical installations of buildings*

IEC 60364-1:2001, *Electrical installations of buildings – Part 1: Scope, object and fundamental principles*

IEC 60364-4-41:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-42:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*

IEC 60364-5-53:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60364-5-54, *Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors and equipotential bonding*¹⁾

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

IEC 60664-1:1992, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

¹⁾ To be published.

CEI 60742:1983, *Transformateurs de séparation des circuits et transformateurs de sécurité – Règles*

CEI 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Prescriptions générales*

CEI 61000-2-5:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 5: Classification des environnements électromagnétiques. Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-6-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

CEI 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

CEI 61000-6-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-3: Normes génériques – Normes d'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

CEI 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Normes d'émission pour les environnements industriels*

CEI 61024-1:1990, *Protection des structures contre la foudre – Première partie: Principes généraux*

CEI 61312-1:1995, *Protection contre l'impulsion électromagnétique générée par la foudre – Partie 1: Principes généraux*

CEI 61558-2-1, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 2: Règles particulières pour les transformateurs d'isolement à enroulements séparés pour usage général*

CEI 61558-2-4, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 2: Règles particulières pour les transformateurs de séparation des circuits pour usage général*

CEI 61558-2-6, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 2: Règles particulières pour les transformateurs de sécurité pour usage général*

CEI 61558-2-15, *Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 2-15: Règles particulières pour les transformateurs de sécurité pour locaux à usages médicaux*

CEI 61643 (toutes les parties), *Dispositifs de protection contre les surtensions connectés aux réseaux de distribution basse tension*

CEI 61662:1995, *Evaluation des risques de dommages liés à la foudre*
Amendement 1 (1996)

CEI 62305 (toutes les parties), *Protection contre la foudre*

441 (Disponible)

NOTE Ce numéro a été introduit pour un prochain texte de façon à conserver la numérotation originelle.

IEC 60742:1983, *Isolating transformers and safety isolating transformers – Requirements*

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 61000-2-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 5: Classification of electromagnetic environments. Basic EMC publication*

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61024-1:1990, *Protection of structures against lightning – Part 1: General principles*

IEC 61312-1:1995, *Protection against lightning electromagnetic impulse – Part 1: General principles*

IEC 61558-2-1, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2: Particular requirements for separating transformers for general use*

IEC 61558-2-4, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2: Particular requirements for isolating transformers for general use*

IEC 61558-2-6, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2: Particular requirements for safety isolating transformers for general use*

IEC 61558-2-15, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2-15: Particular requirements for isolating transformers for the supply of medical locations*

IEC 61643 (all parts), *Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems*

IEC 61662:1995, *Assessment of the risk of damage due to lightning*
Amendment 1 (1996)

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

441 (Number available)

NOTE This has been introduced to enable the later text to retain the original number.

442 Protection des installations à basse tension contre les surtensions temporaires et contre les défauts à la terre dans les installations à haute tension

442.1 Généralités

NOTE Les articles suivants ne prennent en considération que quatre situations, celles qui sont en général à l'origine des surtensions temporaires les plus sévères, selon la définition 604-03-12 du VEl 60050(604):

- défaut à la terre de la ou des installations haute tension. Les paragraphes correspondants sont à lire en liaison avec l'annexe A;
- coupure de neutre dans une installation de schéma TN ou TT (voir 442.6);
- défaut à la terre d'une installation de schéma IT (voir 442.7);
- court-circuit dans l'installation basse tension (voir 442.8).

442.1.2 Tension de défaut

La valeur et la durée de la tension de défaut ou de la tension de contact dues à un défaut à la terre dans les installations à haute tension ne doivent pas être supérieures aux valeurs respectives des courbes F et T de la figure 44A.

442.1.3 Contrainte de tension

La valeur et la durée des contraintes de tension à fréquence industrielle des matériels des installations à basse tension dues à un défaut à la terre dans les installations à haute tension, ne doivent pas être supérieures aux valeurs du tableau 44A.

NOTE 1 La contrainte de tension à fréquence industrielle est la tension qui apparaît sur l'isolation.

NOTE 2 Des contraintes de tension plus élevées sont admissibles pour les matériels à basse tension du poste dans la mesure où le niveau d'isolement de ces matériels est compatible et dans les conditions de 442.3.

Tableau 44A – Contraintes de tension admissibles

Contraintes de tension alternatives admissibles sur les matériels d'une installation à basse tension	Temps de coupure s
$U_0 + 250 \text{ V}$	>5
$U_0 + 1\,200 \text{ V}$	≤5
NOTE 1 Dans les cas particuliers (par exemple lorsqu'un conducteur de phase est mis à la terre) où la (plus haute) tension nominale de l'installation à basse tension par rapport à la terre n'est pas U_0, cette tension doit être spécifiée. NOTE 2 La première ligne du tableau est relative aux systèmes d'alimentation haute tension ayant des temps de coupure longs, par exemple les systèmes mis à la terre par bobines d'induction. La seconde ligne est relative aux systèmes d'alimentation HT ayant des temps de coupure courts, par exemple les systèmes mis à la terre directement. Les deux lignes ensemble sont des critères de conception à prendre en considération quant à l'isolement des matériels à basse tension pour les surtensions temporaires (voir 1.3.7.1 de la CEl 60664-1). NOTE 3 De telles surtensions temporaires peuvent se produire dans l'isolation principale, double ou renforcée des matériels à basse tension utilisés hors de la liaison équipotentielle principale et connectés d'un schéma TN (dont le conducteur neutre est mis à la terre dans le poste de transformation par l'intermédiaire de la prise de terre de protection de l'installation à haute tension). Il n'est pas nécessaire de s'attendre à de telles surtensions dans la zone d'influence de la liaison équipotentielle principale reliée au conducteur de protection d'un schéma TN à l'origine de l'installation des bâtiments.	

442 Protection of low-voltage installations against temporary overvoltages and faults between high-voltage systems and earth

442.1 General requirements

NOTE The following clauses consider only four situations which generally cause the most severe temporary overvoltages such as defined in IEC 60050(604), definition 604-03-12:

- fault between the high-voltage system(s) and earth. The corresponding subclauses should be read in conjunction with annex A;
- loss of the neutral in a low-voltage TN and TT system (see 442.6);
- accidental earthing of a low-voltage IT system (see 442.7);
- short-circuit in the low-voltage installation (see 442.8).

442.1.2 Fault-voltage

The magnitude and the duration of the fault-voltage or the touch voltage due to an earth-fault in the high-voltage system shall not exceed the values given by curve F and T respectively of figure 44A.

442.1.3 Stress-voltage

The magnitude and the duration of the power-frequency stress voltage of the LV equipment in the consumer's installation due to an earth fault in the high voltage system shall not exceed the values of table 44A.

NOTE 1 The power-frequency stress voltage is the voltage which appears across the insulation.

NOTE 2 A higher stress voltage is permitted for the low-voltage equipment of the sub-station if the insulation level of the equipment is compatible and under the conditions of 442.3.

Table 44A – Permissible stress voltage

Permissible a.c. stress voltage on equipment in low-voltage installations V	Disconnecting time s
$U_0 + 250$ V	>5
$U_0 + 1\,200$ V	≤5

NOTE 1 In particular cases (e.g. line conductor earthed), where the (highest) nominal voltage of the low-voltage system to earth is not U_0 , this voltage shall be specified.

NOTE 2 The first line of the table relates to systems having long disconnection times, for example inductively earthed high voltage system. The second line relates to systems having short disconnection times, for example solidly earthed high-voltage systems. Both lines together are relevant design criteria for insulation of low-voltage equipment with regard to temporary overvoltage (see 1.3.7.1 of IEC 60664-1).

NOTE 3 Such temporary a.c. overvoltage is also to be expected in basic, double and reinforced insulation of low-voltage equipment used outside the main equipotential bonding and connected to a TN system (whose neutral conductor is earthed in the transformer substation through the protective earth electrode of the high-voltage system). It is not necessary to expect such overvoltage within the area of main equipotential bonding which is connected to the protective conductor of a TN system at the origin of the installation of the building.

442.2 Mise à la terre dans les postes de transformation

Une seule prise de terre doit être réalisée dans un poste de transformation, à laquelle doivent être reliés:

- les prises de terre;
- la cuve du transformateur;
- les revêtements métalliques des câbles à haute tension;
- les revêtements métalliques des câbles à basse tension, sauf lorsque le neutre est mis à la terre par une prise de terre électriquement distincte;
- les conducteurs de terre des installations à haute tension;
- les masses des matériels à haute tension et à basse tension;
- les éléments conducteurs.

442.3 Disposition de mise à la terre dans les postes de transformation

Les conditions indiquées en 442.4 et 442.5 sont considérées comme satisfaites si une ou deux des conditions définies en 442.3.1 ou la condition de 442.3.2 est satisfaite. Si aucune des conditions mentionnées en 442.3.1 ou 442.3.2 n'est satisfaite, les prescriptions de 442.4 et 442.5 doivent être respectées.

442.3.1 Le poste de transformation doit être relié soit à des câbles à haute tension comportant des gaines métalliques appropriées mises à la terre soit à des câbles à basse tension comportant des gaines métalliques appropriées mises à la terre soit à une combinaison des câbles à haute tension et à basse tension comportant des gaines métalliques appropriées mises à la terre.

La longueur totale des câbles doit être au moins égale à 1 km.

442.3.2 La résistance de la prise de terre des masses du poste de transformation est au plus égale à 1 Ω .

442.4 Prescriptions applicables suivant les schémas des liaisons à la terre des installations à basse tension

442.4.1 Symboles

Dans les paragraphes suivants, les symboles utilisés ont la signification suivante:

I_m est la partie du courant de défaut à la terre dans l'installation à haute tension qui s'écoule par la prise de terre des masses du poste de transformation.

R est la résistance de la prise de terre des masses du poste de transformation.

U_0 est la tension entre phase et neutre de l'installation à basse tension.

U est la tension entre phases de l'installation à basse tension.

U_f est la tension de défaut dans l'installation à basse tension, entre les masses et la terre.

U_1 est la contrainte de tension dans les matériels à basse tension du poste de transformation.

U_2 est la contrainte de tension dans les matériels à basse tension de l'installation.

442.2 Earthing systems in transformer sub-stations

At the transformer sub-station, there shall be one earthing system to which shall be connected

- earth electrodes,
- the transformer tank,
- metallic coverings of high-voltage cables,
- metallic coverings of low-voltage cables except where the neutral conductor is earthed via a separate earth electrode,
- earth wires of high-voltage systems,
- the exposed-conductive-parts of high-voltage and low-voltage equipment,
- extraneous-conductive-parts.

442.3 Earthing arrangements in transformer sub-stations

The conditions enumerated under 442.4 and 442.5 are deemed to be complied with if one or both of the conditions stated in 442.3.1 or the condition in 442.3.2 is met. Where none of the conditions of 442.3.1 or 442.3.2 is met, the requirements of 442.4 and 442.5 shall be applied.

442.3.1 The transformer sub-stations shall be connected to cables with suitable earthed metallic coverings, whether high-voltage cables, low-voltage cables or a combination of both high- and low-voltage cables.

The total length of these cables shall exceed 1 km.

442.3.2 The earthing resistance of the exposed-conductive-parts of the transformer sub-station does not exceed 1 Ω .

442.4 Earthing arrangements with regard to type of earthing systems in LV installations

442.4.1 Symbols

In the following subclauses, the symbols are

I_m that part of the earth fault current in the high-voltage system that flows through the earth electrode of the exposed-conductive-parts of the transformer sub-station.

R is the resistance of the earth electrode of the exposed-conductive-parts of the transformer sub-station.

U_0 is the line-to-neutral voltage of the low-voltage system.

U is the line-to-line voltage of the low-voltage system.

U_f is the fault-voltage in the LV system between exposed-conductive-parts and earth.

U_1 is the stress-voltage in the LV equipment of the transformer sub-station.

U_2 is the stress-voltage in the LV equipment of the consumer's system.

442.4.2 Schéma TN

- a) Lorsque la tension de défaut $R \times I_m$ est éliminée dans le temps indiqué à la figure 44A, le conducteur neutre de l'installation à basse tension peut être relié à la prise de terre des masses du poste de transformation (voir TN-a dans la figure 44B).

NOTE Si les masses des matériels à basse tension de l'installation de l'utilisateur dans un bâtiment sont reliées à la liaison équipotentielle principale par l'intermédiaire d'un conducteur de protection, la tension de contact sera effectivement nulle.

- b) Si la condition de a) n'est pas remplie, le conducteur neutre de l'installation à basse tension doit être relié à une prise de terre électriquement distincte (voir TN-b dans la figure 44B). Dans ce cas, les conditions de 442.5.1 s'appliquent.

442.4.3 Schéma TT

- a) Lorsque la relation entre la contrainte de tension ($R \times I_m + U_0$) et le temps de coupure défini dans le tableau 44A est satisfaite pour les matériels de l'installation à basse tension, le conducteur neutre de l'installation à basse tension peut être relié à la prise de terre des masses du poste de transformation (voir TT-a dans la figure 44C).

- b) Si la condition de a) n'est pas remplie, le conducteur neutre de l'installation à basse tension doit être relié à une prise de terre électriquement distincte (voir TT-b dans la figure 44C). Dans ce cas, les conditions de 442.5.1 s'appliquent.

Si les masses des matériels à basse tension de l'installation de l'utilisateur dans un bâtiment sont reliées à la liaison équipotentielle principale par un conducteur de protection, la tension de contact sera effectivement nulle.

442.4.4 Schéma IT

- a) Lorsque la tension de défaut $R \times I_m$ est éliminée dans le temps défini à la figure 44A, les masses de l'installation à basse tension peuvent être reliées à la prise de terre des masses du poste de transformation (voir figures 44D, 44J et 44K).

Si cette condition n'est pas remplie, les masses de l'installation à basse tension doivent être reliées à une prise de terre électriquement distincte de celle des masses du poste (voir figures 44E à 44H).

- b) Lorsque les masses de l'installation sont reliées à une prise de terre électriquement distincte de celle des masses du poste de transformation et lorsque la relation entre la contrainte de tension ($R \times I_m + U$) et le temps de coupure indiqué dans le tableau 44A est satisfaite pour les matériels à basse tension de l'installation, l'impédance de neutre de l'installation à basse tension, si elle existe, peut être reliée à la prise de terre des masses du poste de transformation (voir figure 44E).

Si cette condition n'est pas remplie, l'impédance de neutre doit être reliée à une prise de terre électriquement distincte (voir figures 44F et 44H). Dans ce cas, la condition de 442.5.2 s'applique.

442.5 Limitation des contraintes de tension dans les matériels à basse tension du poste de transformation

442.5.1 Schémas TN et TT

Lorsque dans les schémas TN et TT la prise de terre du conducteur neutre est électriquement distincte de celle des masses du poste de transformation (voir TN – b dans la figure 44B et TT – b dans la figure 44C), la relation entre la contrainte de tension ($R \times I_m + U_0$) et le temps de coupure doit être compatible avec le niveau d'isolement des matériels à basse tension du poste de transformation.

NOTE Le niveau d'isolement des matériels à basse tension du poste de transformation peut être supérieur à la valeur indiquée dans le tableau 44A.

442.4.2 TN systems

- a) When the fault-voltage $R \times I_m$ is disconnected within a time given in figure 44A, the neutral conductor of the LV system may be connected to the earthing electrode of the exposed-conductive-parts of the transformer sub-station (see TN-a in figure 44B).

NOTE If the exposed-conductive-parts of the low-voltage equipment of the consumer's installation within the building are connected to the main equipotential bonding by a protective conductor, the touch voltage will be effectively zero.

- b) If the condition under a) is not fulfilled, the neutral conductor of the LV system shall be earthed via an electrically independent earth electrode (see TN-b in figure 44B). In this case, the conditions of 442.5.1 apply.

442.4.3 systems

- a) When the relation between the stress-voltage ($R \times I_m + U_0$) and the disconnecting time given in table 44A is complied with for the LV equipment of the consumer's installation, the neutral conductor of the LV system may be connected to the earthing electrode of the exposed-conductive-parts of the transformer sub-station (see TT-a in figure 44C).

- b) If the condition under a) is not fulfilled, the neutral conductor of the LV system shall be earthed via an electrically independent earth electrode (see TT-b in figure 44C). In this case, the conditions of 442.5.1 apply.

If the exposed-conductive-parts of the low-voltage equipment of the consumer's installation within the building are connected to the main equipotential bonding by a protective conductor, the touch voltage will be effectively zero.

442.4.4 IT-systems

- a) When the fault-voltage $R \times I_m$ is disconnected within a time given in figure 44A, the exposed-conductive-parts of the LV equipment of the consumer's installation may be connected to the earthing electrode of the exposed-conductive-parts of the sub-station (see figures 44D, 44J and 44K).

If this condition is not fulfilled, the exposed-conductive-parts of the LV equipment of the LV installation shall be connected to an earthing system electrically independent from the earthing electrode of the exposed-conductive-parts of the sub-station (see figures 44E to 44H).

- b) When the exposed-conductive-parts of the LV equipment in the consumer's installation are earthed via an earth electrode electrically independent of the earth electrode of the transformer sub-station, and when the relation between the stress-voltage ($R \times I_m + U$) and the disconnecting time given in table 44A is complied with for the LV equipment of the consumer's installation, the neutral impedance of the LV system, if any, may be connected to the earth electrode of the exposed-conductive-parts of the transformer sub-station (see figure 44E).

If this condition is not fulfilled, the neutral impedance shall be earthed via an electrically independent earth electrode (see figures 44F and 44H). In this case, the conditions of 442.5.2 apply.

442.5 Limitation of stress-voltage in LV equipment of transformer sub-stations

442.5.1 TN and TT systems

When in TN and TT systems the neutral conductor is earthed via an earth electrode electrically independent of the earth electrode of the exposed-conductive-parts of the transformer substation (see figures TN – b in figure 44B and TT – b in figure 44C), the stress-voltage ($R \times I_m + U_0$) shall be disconnected in time compatible with the insulation level of the LV equipment of the transformer sub-station.

NOTE The insulation level of the LV equipment of the transformer sub-station may be higher than the value given in table 44A.

442.5.2 Schéma IT

Lorsque dans le schéma IT, la prise de terre des masses de l'installation et l'impédance de neutre éventuelle sont électriquement distinctes de celle des masses du poste de transformation (voir figures 44F, 44G et 44H), la relation entre la contrainte de tension ($R \times I_m + U$) et le temps de coupure doit être compatible avec le niveau d'isolement des matériels à basse tension du poste de transformation.

442.6 Contrainte de tension en cas de coupure du conducteur neutre en schéma TN et TT

Il doit être pris en considération que, si le conducteur neutre d'un système triphasé TN ou TT est coupé, les isolations principale, double ou renforcée, ainsi que les composants dimensionnés pour la tension entre conducteurs de phases et le conducteur neutre peuvent être soumis temporairement à la tension entre phases. La contrainte de tension peut atteindre: $U = \sqrt{3} U_0$.

442.7 Contrainte de tension en cas de défaut à la terre en schéma IT

Il doit être pris en considération que, si un conducteur de phases est mis à la terre accidentellement, les isolations principale, double ou renforcée, dimensionnées pour la tension entre conducteurs de phases et le conducteur neutre, ainsi que les composants, peuvent être soumis temporairement à la tension entre conducteur de phase. La contrainte de tension peut atteindre: $U = \sqrt{3} U_0$.

442.8 Contrainte de tension en cas de court-circuit entre un conducteur de phase et le conducteur neutre

Il doit être pris en considération que, dans le cas de court-circuit entre un conducteur de phase et le conducteur neutre, la contrainte de tension peut atteindre la valeur de $1,45 U_0$ et une durée de 5 s.

442.5.2 IT systems

When in IT systems both the exposed-conductive-parts of the consumer's installation and the neutral impedance, if any, are earthed via earth electrodes electrically independent of the earth electrode of the transformer sub-station (see figures 44F, 44G and 44H), the stress-voltage ($R \times I_m + U$) shall be disconnected in a time compatible with the insulation level of the LV equipment of the transformer sub-station.

442.6 Stress voltage in case of loss of the neutral conductor in a TN and TT system

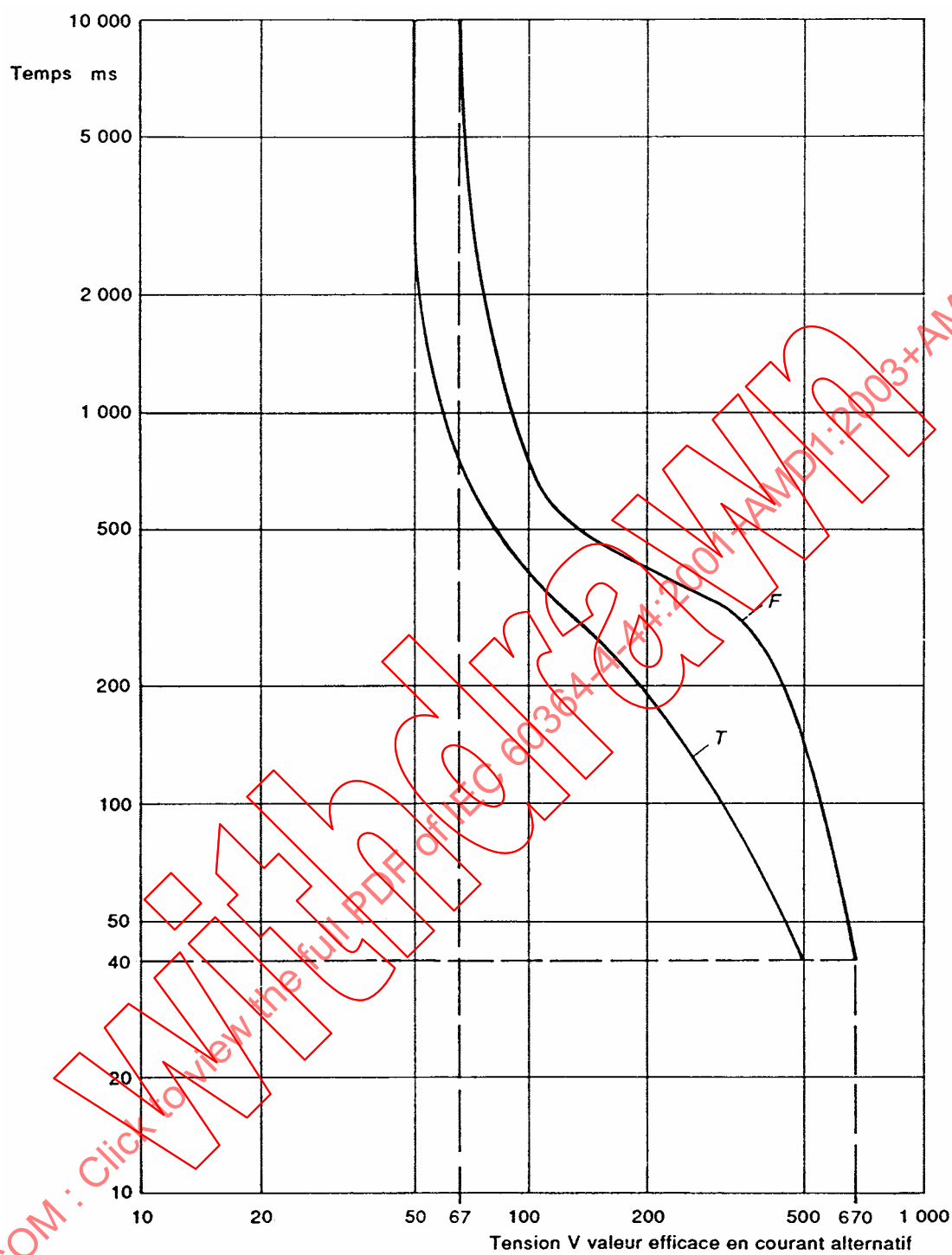
Consideration shall be given to the fact that, if the neutral conductor in a three-phase TN or TT system is interrupted, basic, double and reinforced insulation as well as components rated for the voltage between line and neutral conductors can be temporarily stressed with the line-to-line voltage. The stress voltage can reach up to $U = \sqrt{3} U_0$.

442.7 Stress voltage in case of accidental earthing of an IT system

Consideration shall be given to the fact that, if a line conductor of an IT system is earthed accidentally, basic, double and reinforced insulation rated for the voltage between line and neutral conductors as well as components can be temporarily stressed with the line-to-line voltage. The stress voltage can reach up to $U = \sqrt{3} U_0$.

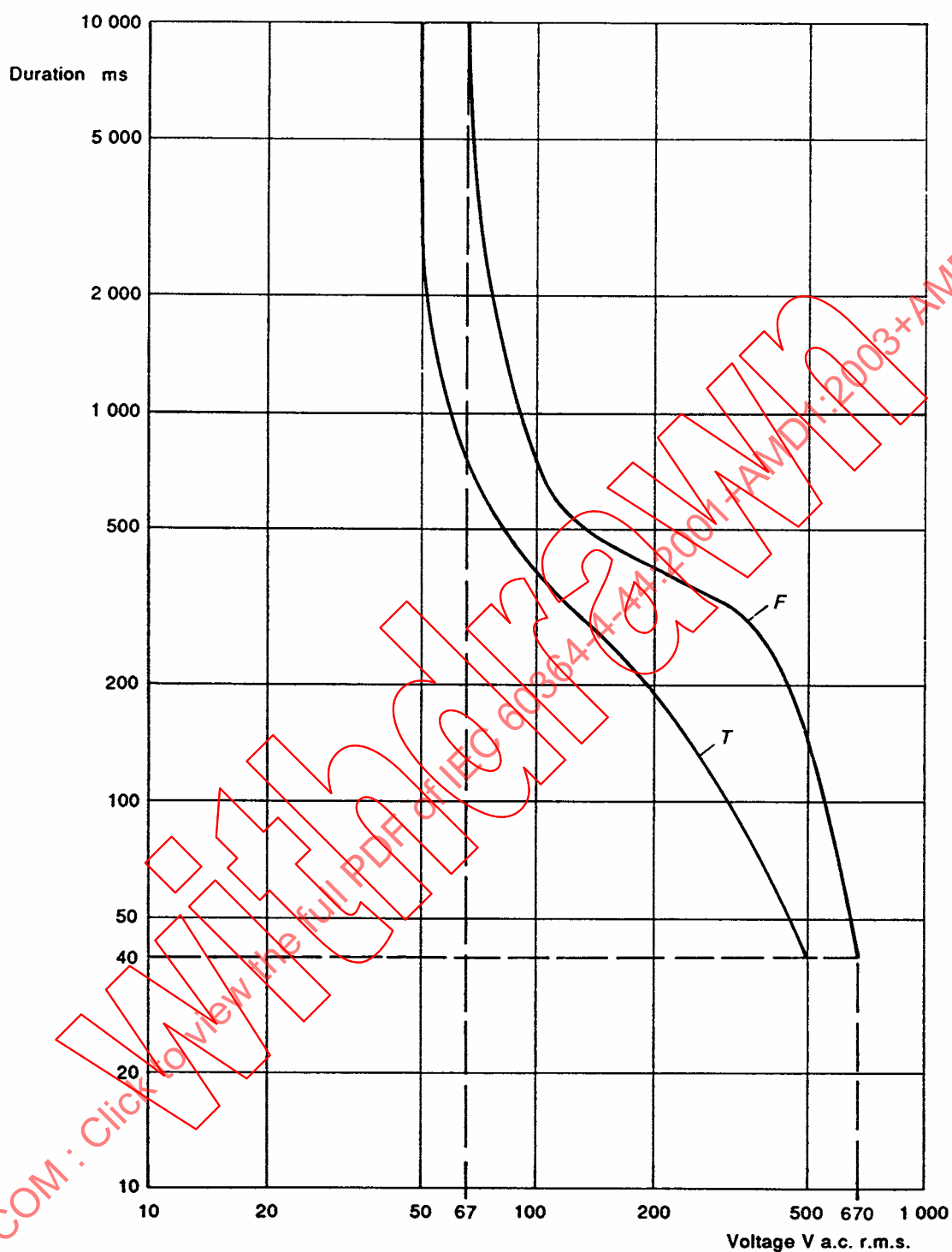
442.8 Stress voltage in case of a short-circuit between a line conductor and the neutral conductor

Consideration shall be given to the case of a short-circuit between a phase conductor and the neutral conductor where the stress can reach the value of $1,45 U_0$ for a time up to 5 s.



IEC 1035/01

Figure 44A – Durée maximale de la tension de défaut F et de la tension de contact T due à un défaut à la terre dans l'installation à haute tension



IEC 1035/01

Figure 44A – Maximum duration of fault-voltage *F* and touch voltage *T*
due to an earth-fault in the HV system

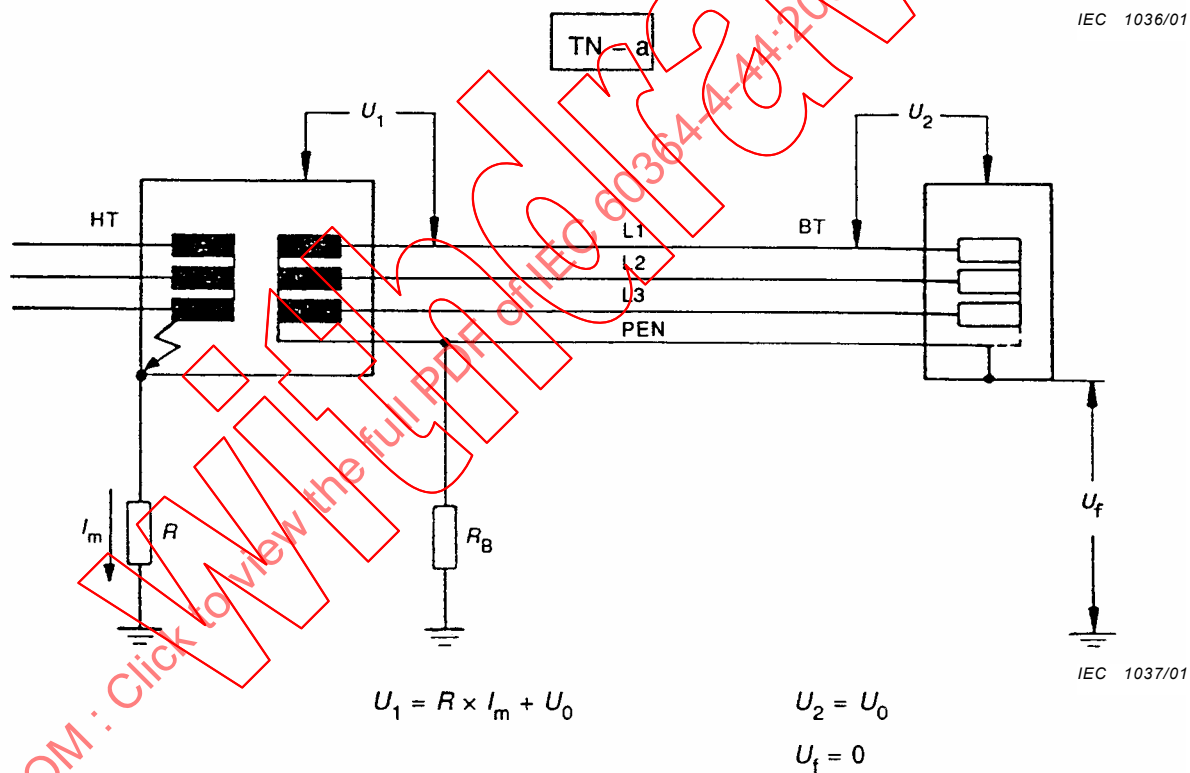
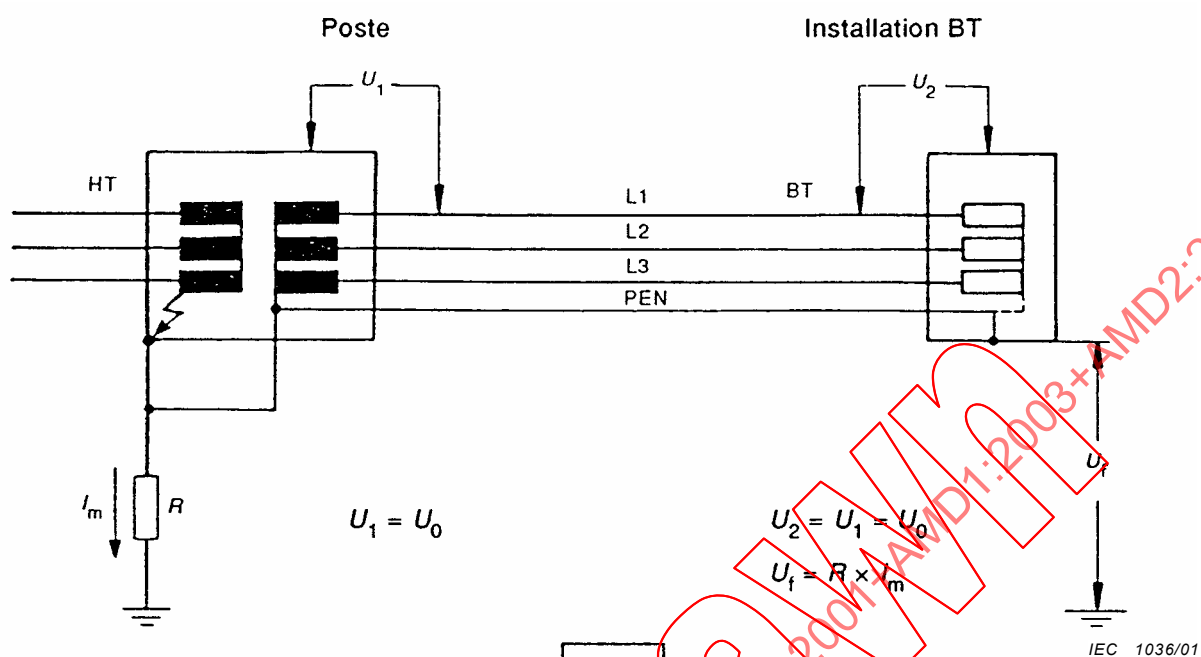


Figure 44B – Schéma TN

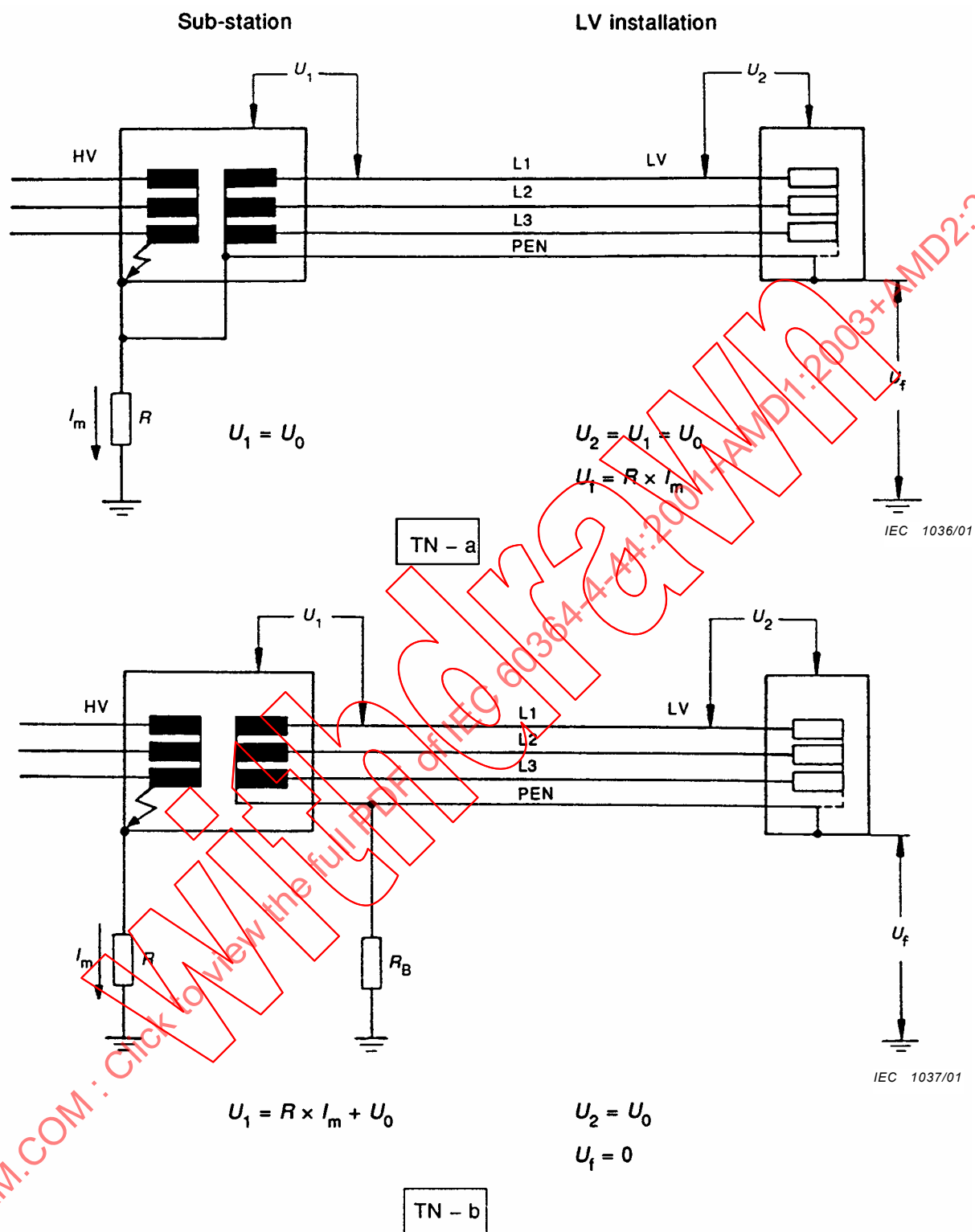


Figure 44B – TN systems

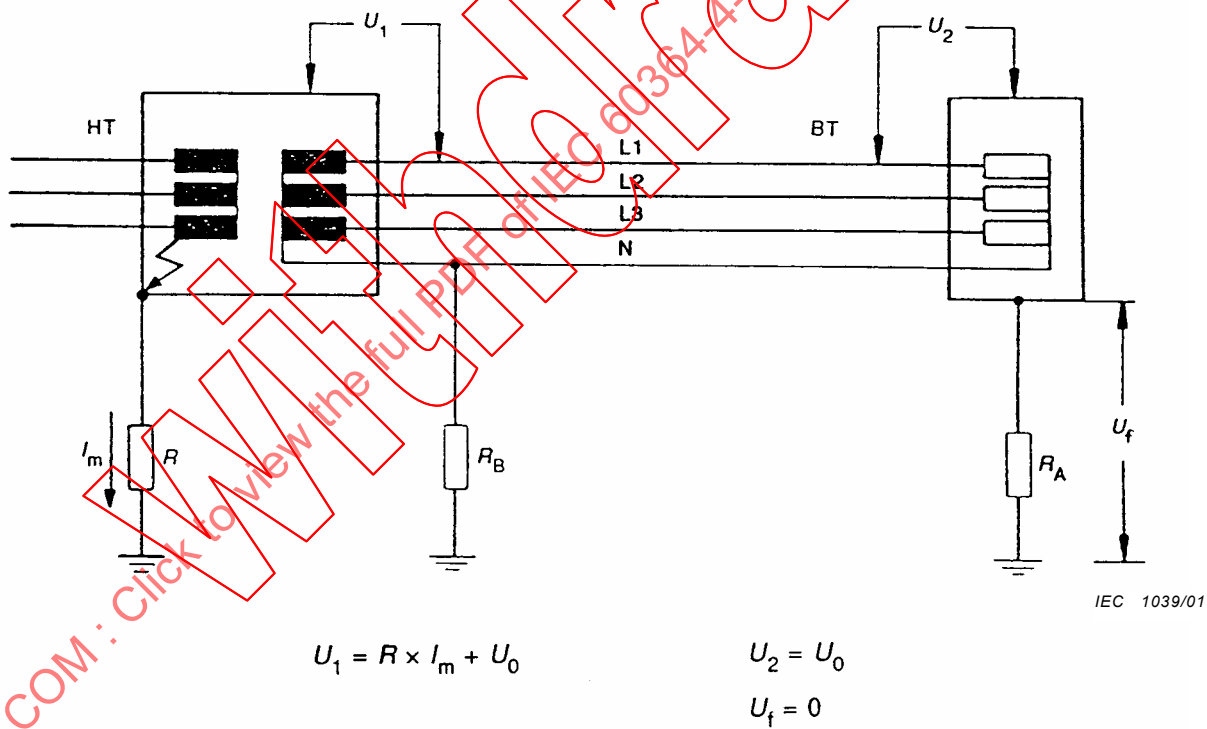
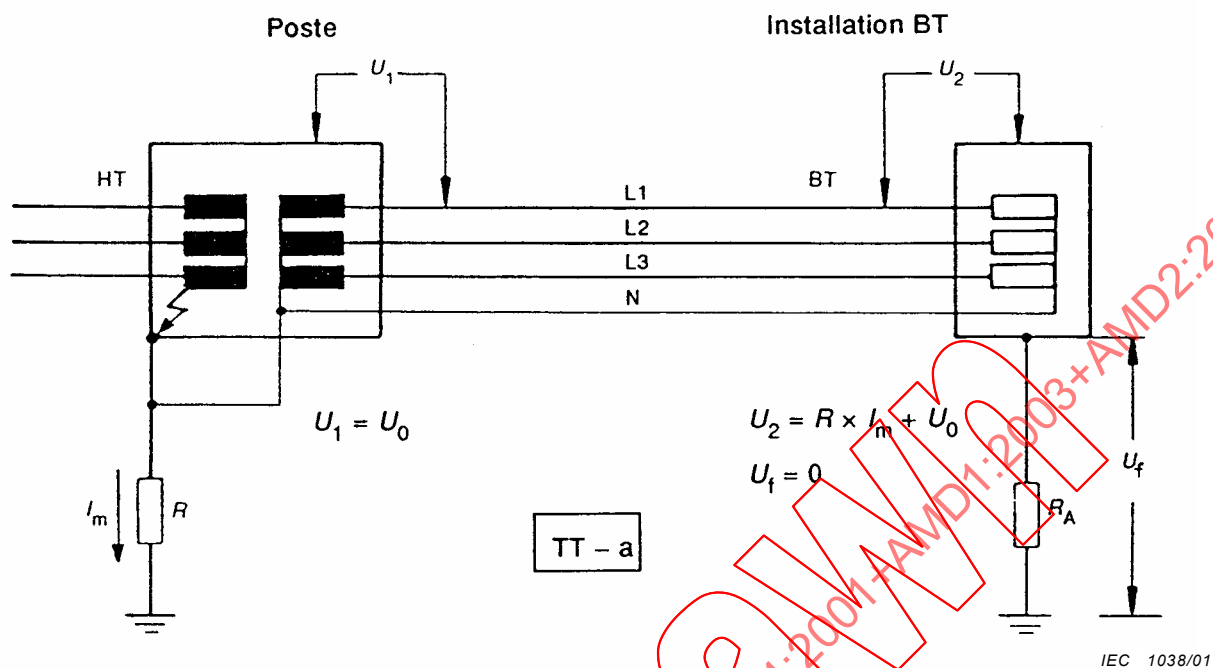


Figure 44C – Schéma TT

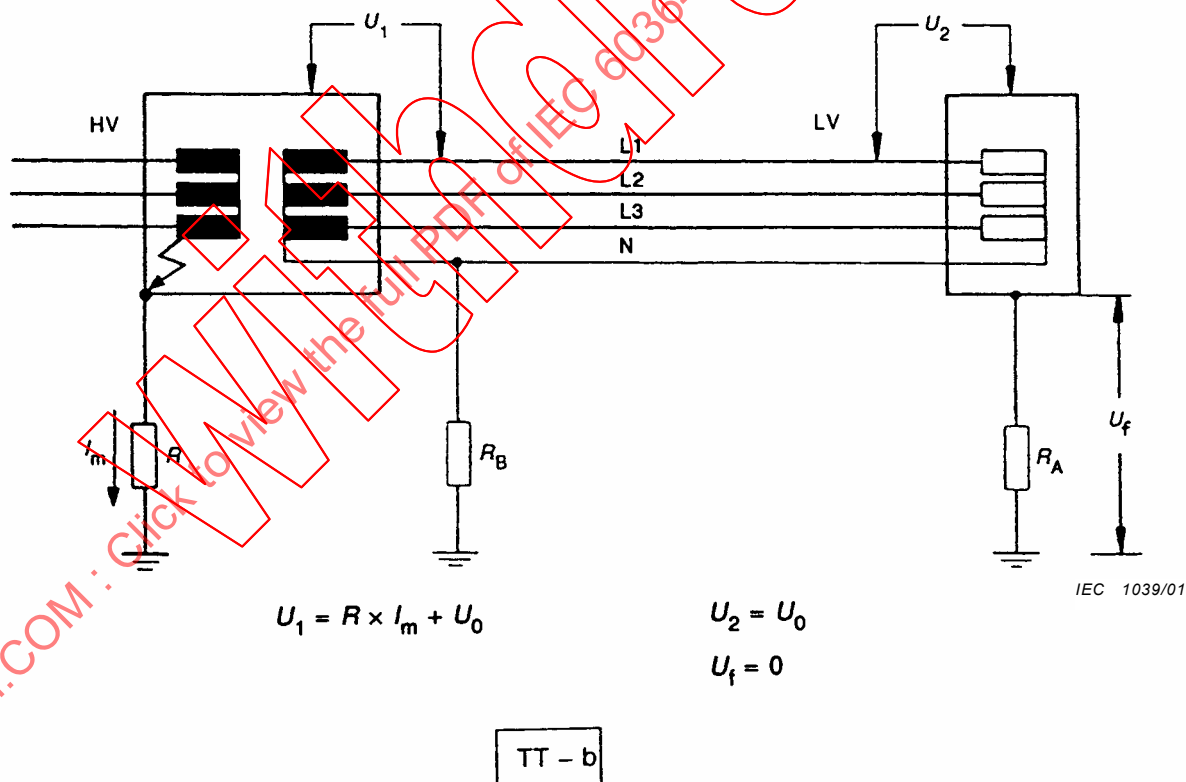
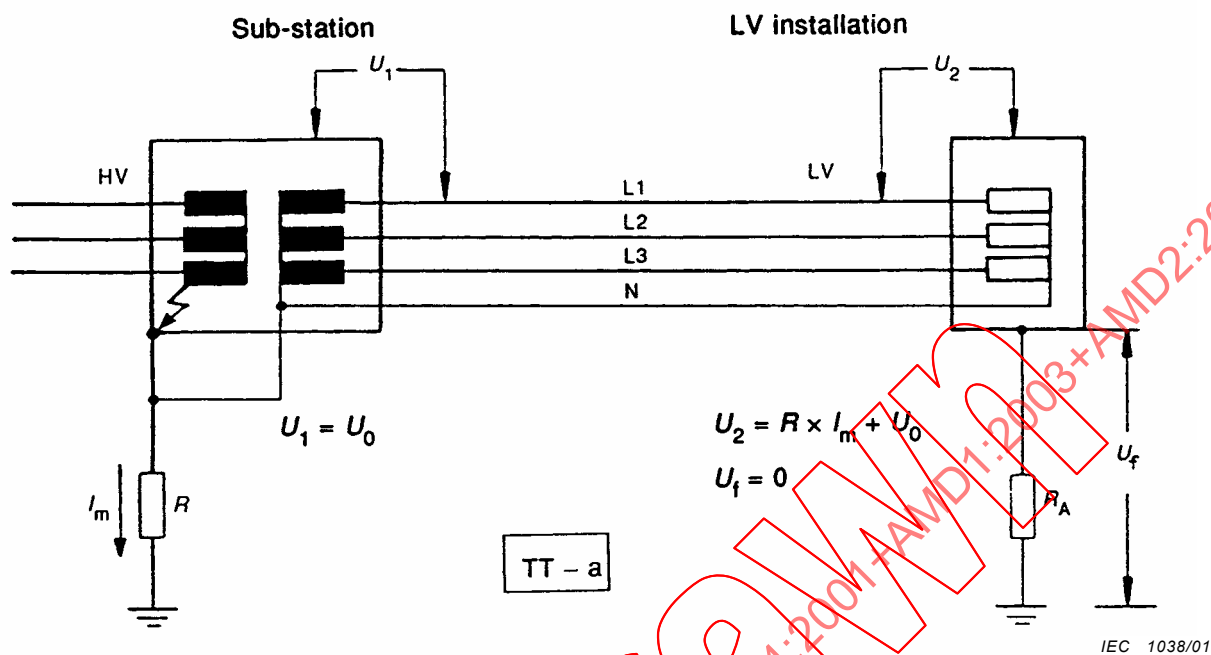


Figure 44C – TT systems

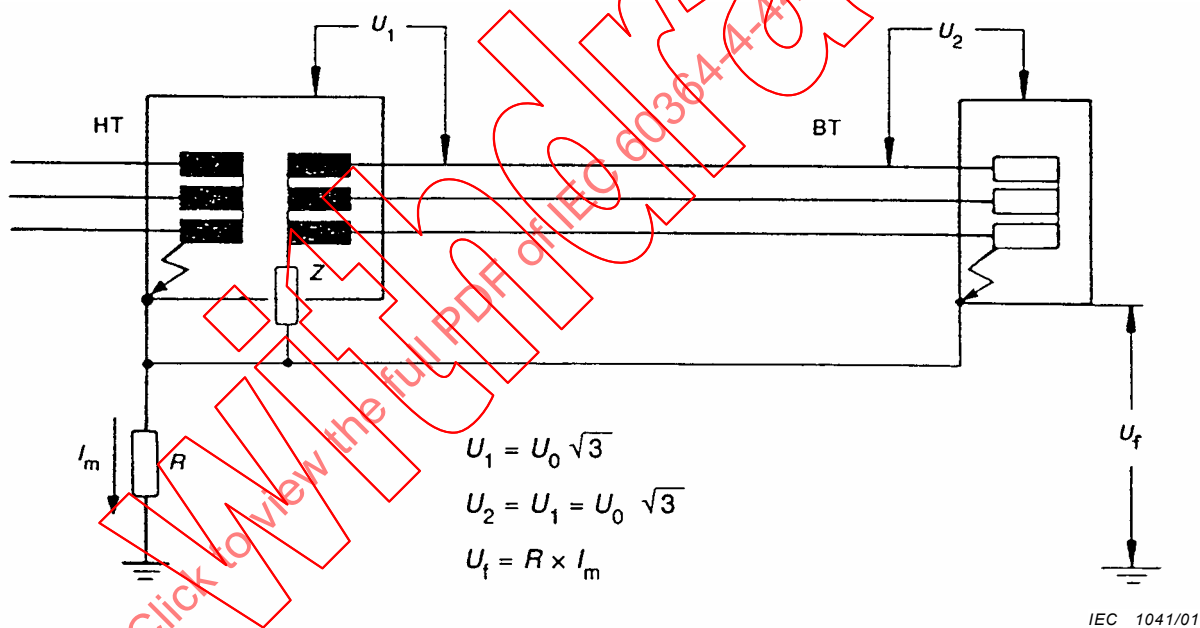
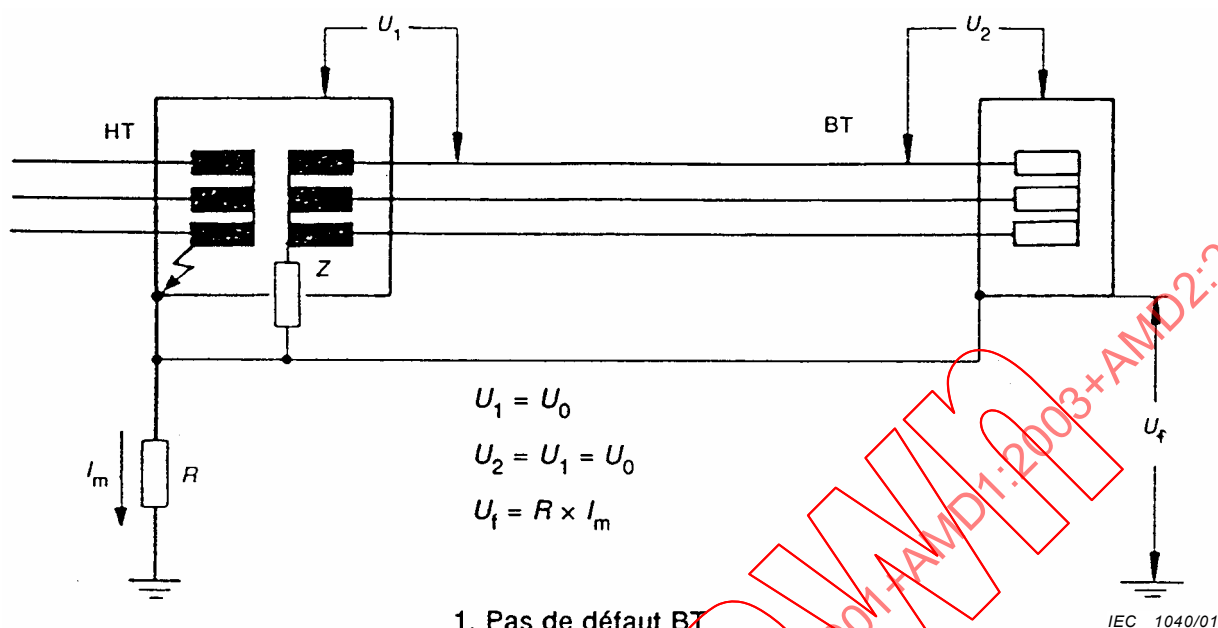


Figure 44D – Schéma IT, exemple a

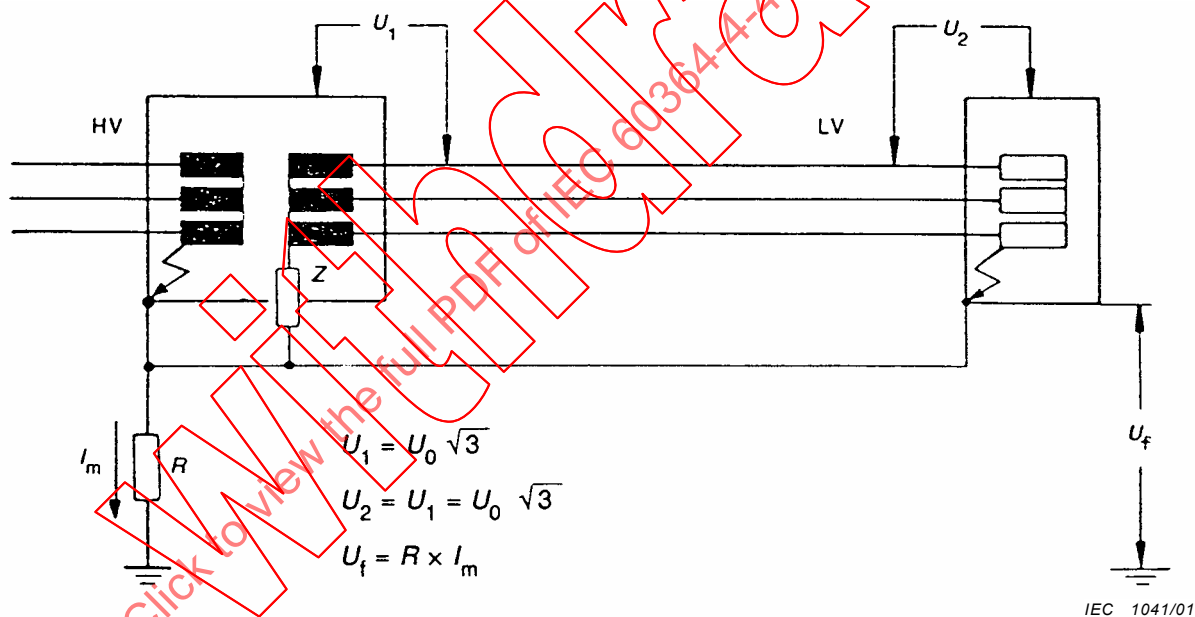
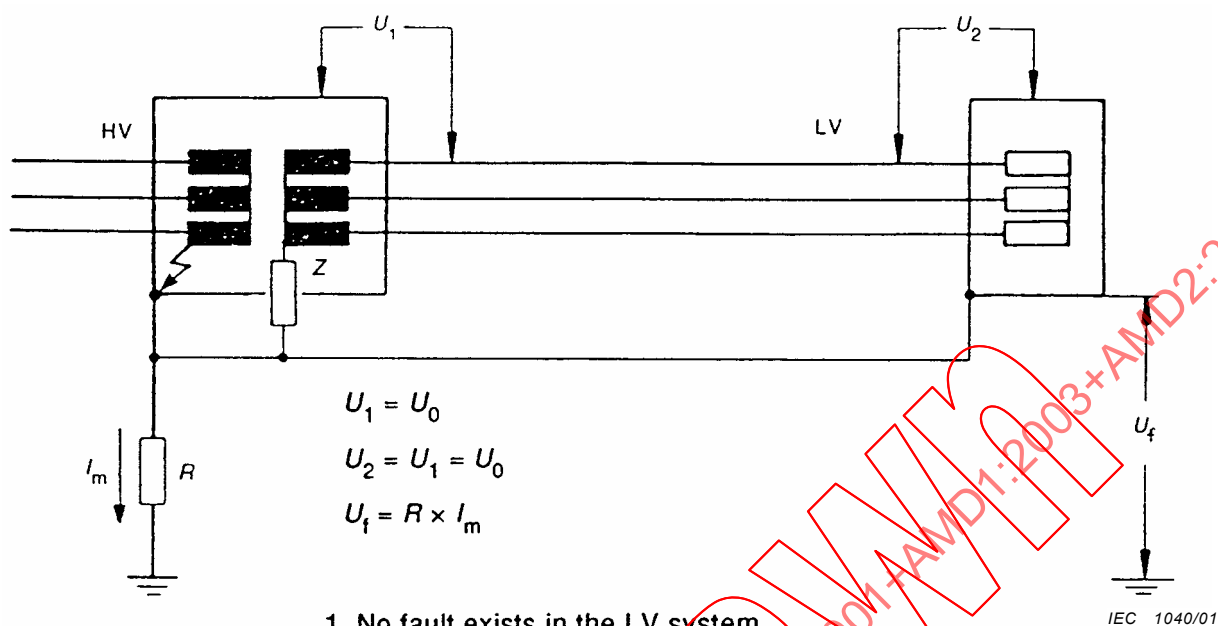
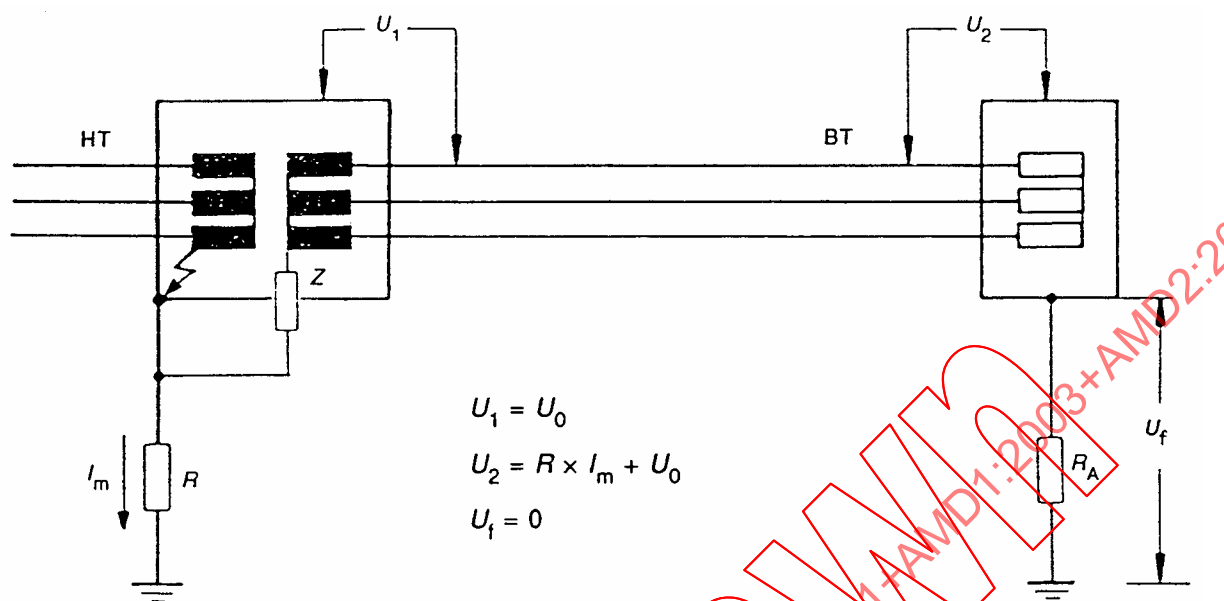
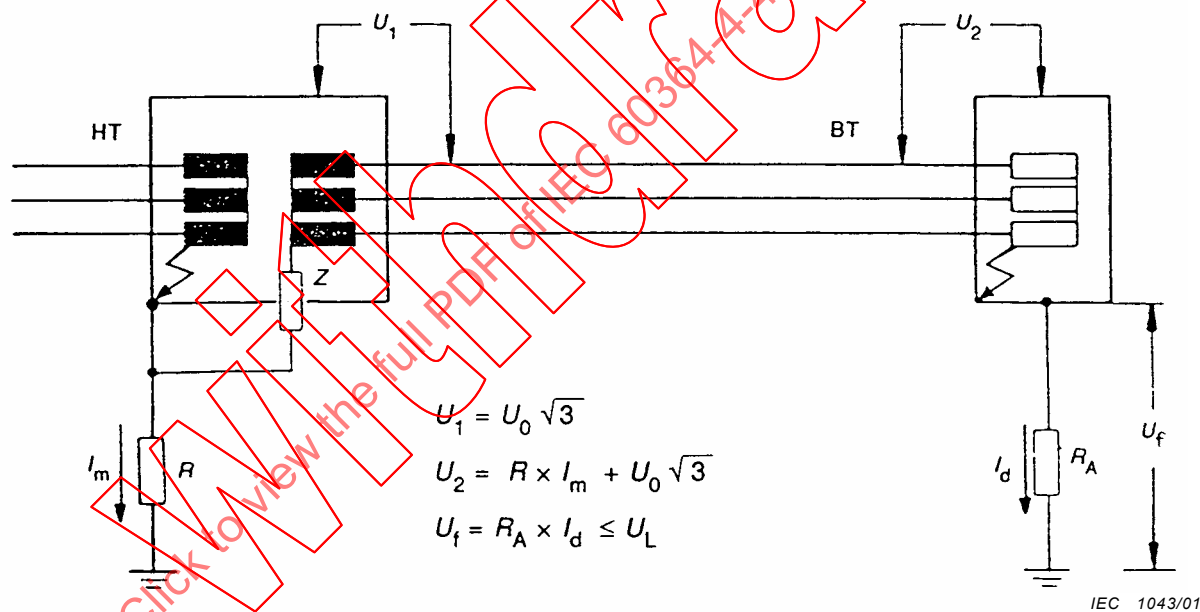


Figure 44D – IT system, example a



1. Pas de défaut BT

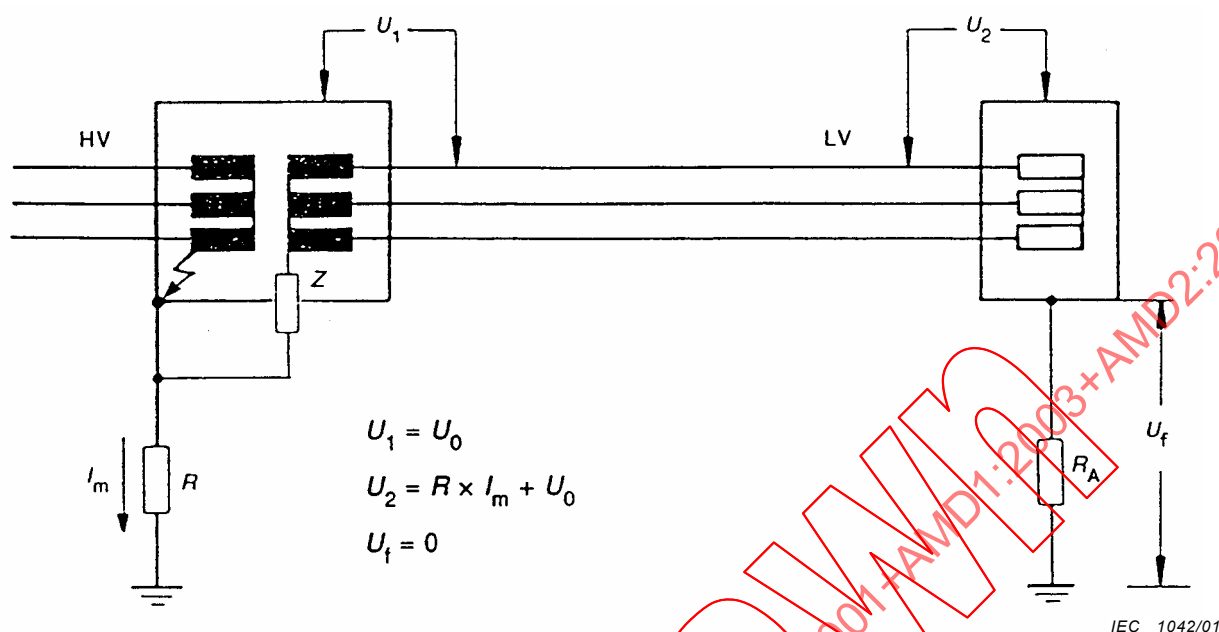
IEC 1042/01



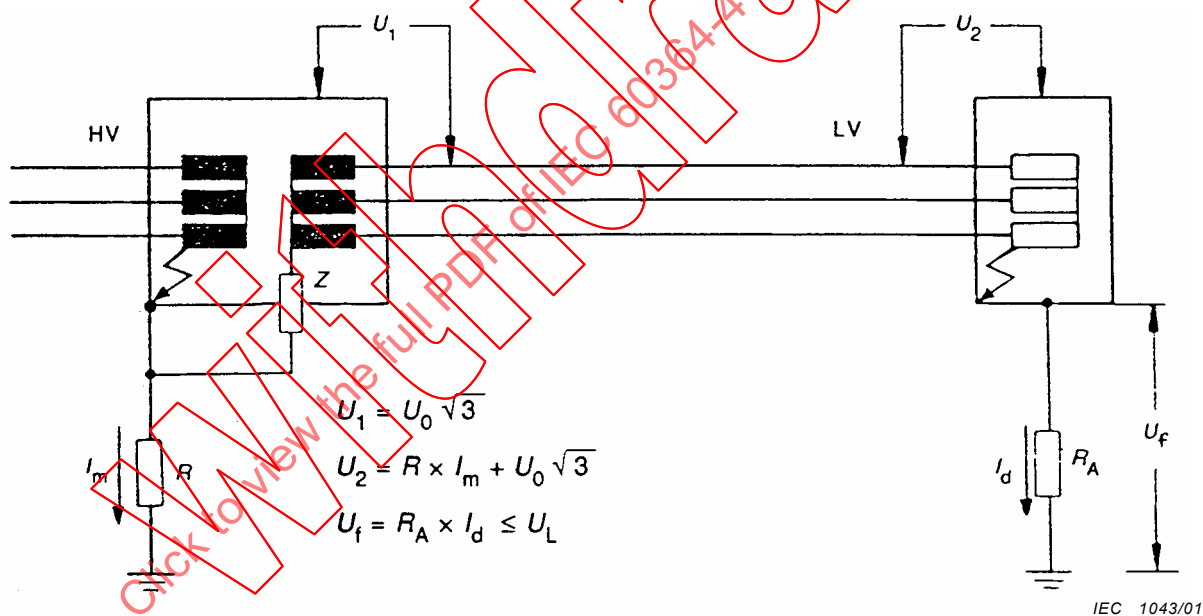
2. Un premier défaut BT présent

IEC 1043/01

Figure 44E – Schéma IT, exemple b



1. No fault exists in the LV system



2. A first fault exists in the LV system

Figure 44E – IT system, example b

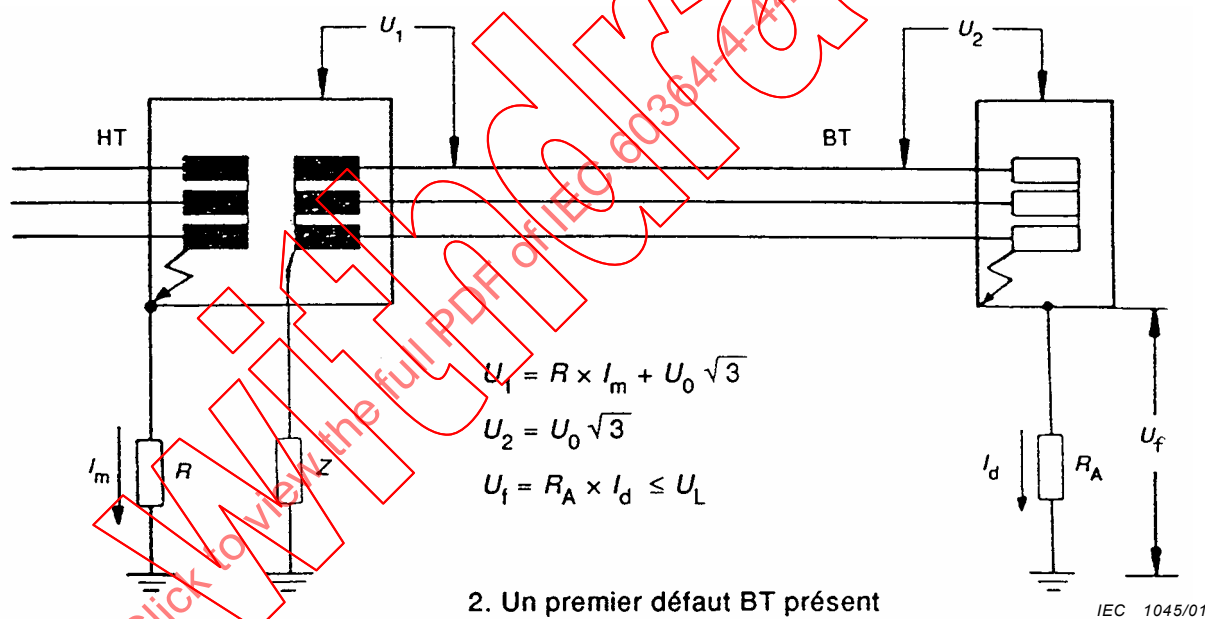
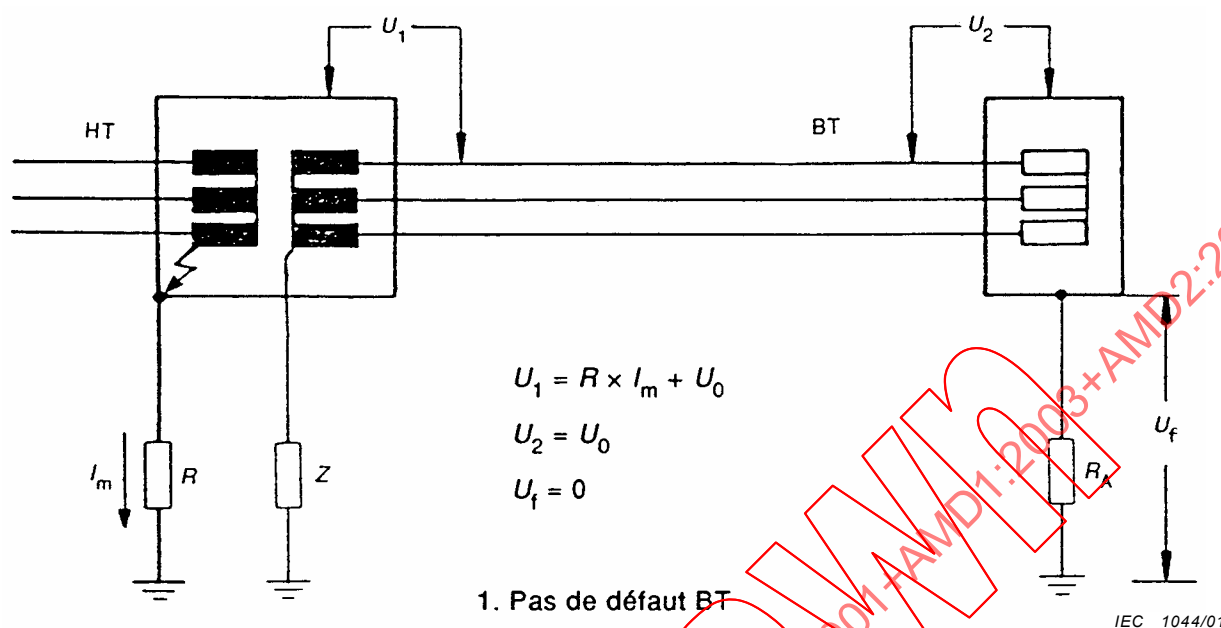
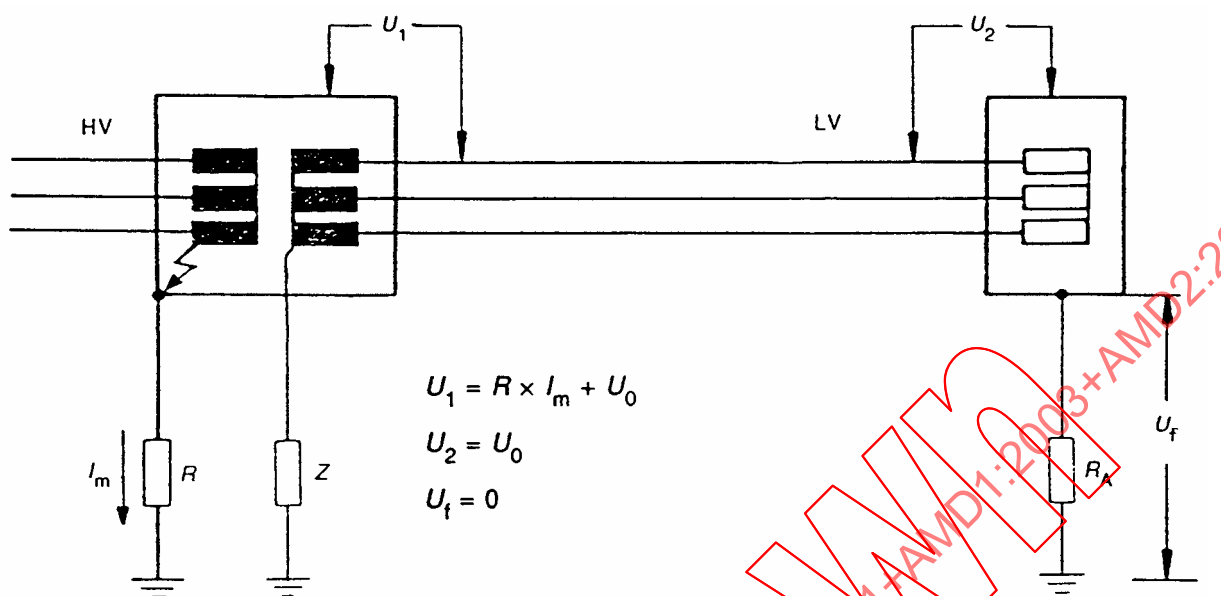
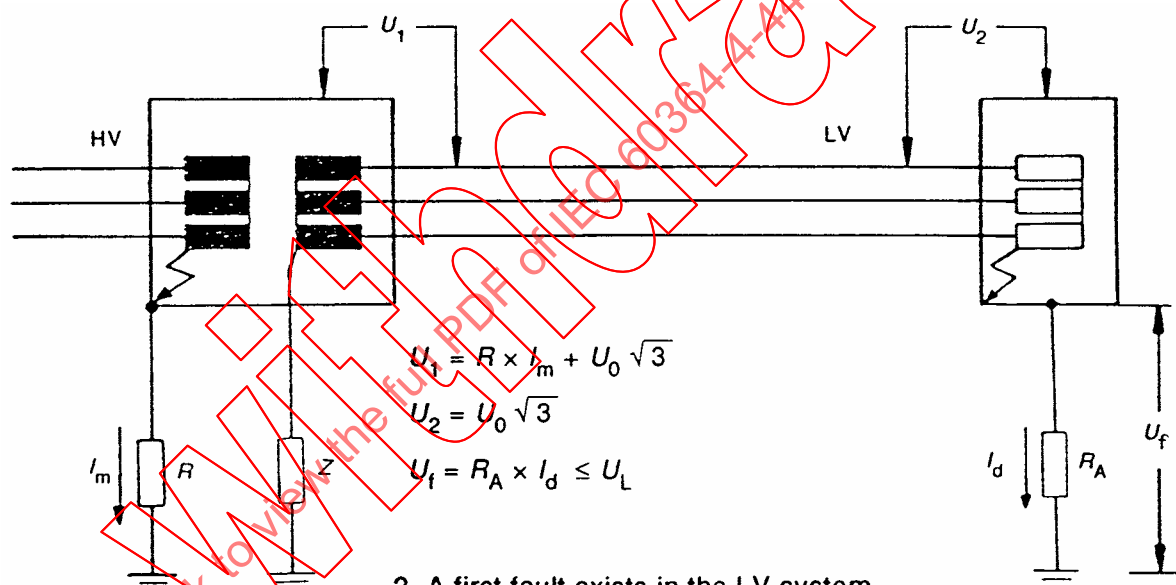


Figure 44F – Schéma IT, exemple c1



1. No fault exists in the LV system

IEC 1044/01



2. A first fault exists in the LV system

IEC 1045/01

Figure 44F – IT system, example c1

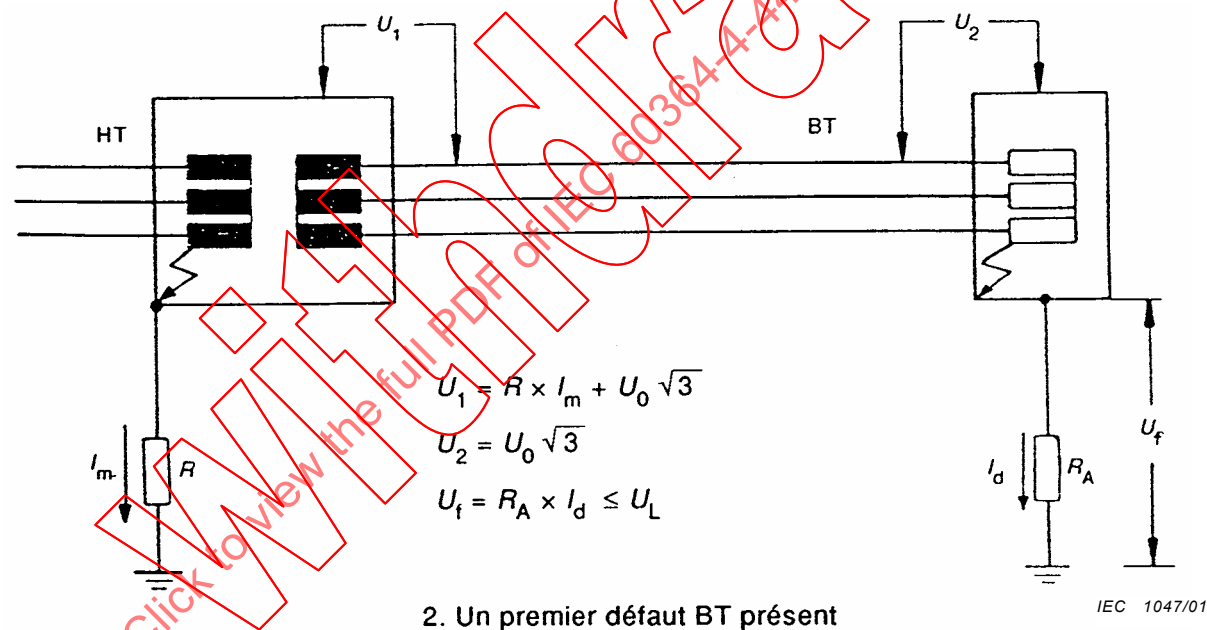
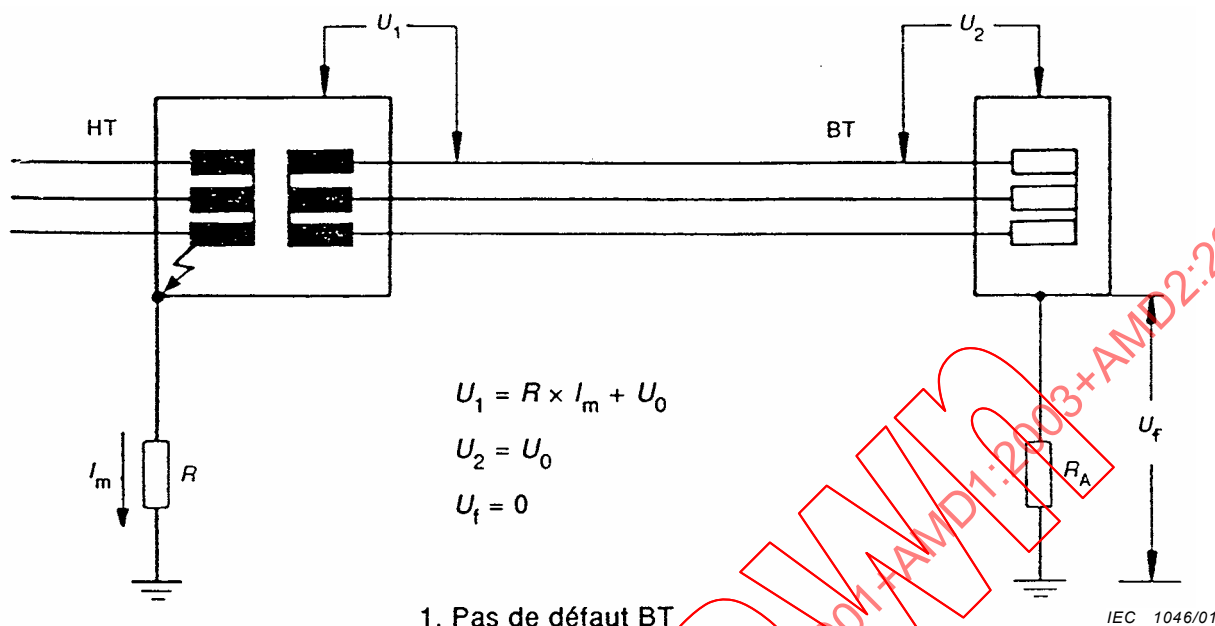
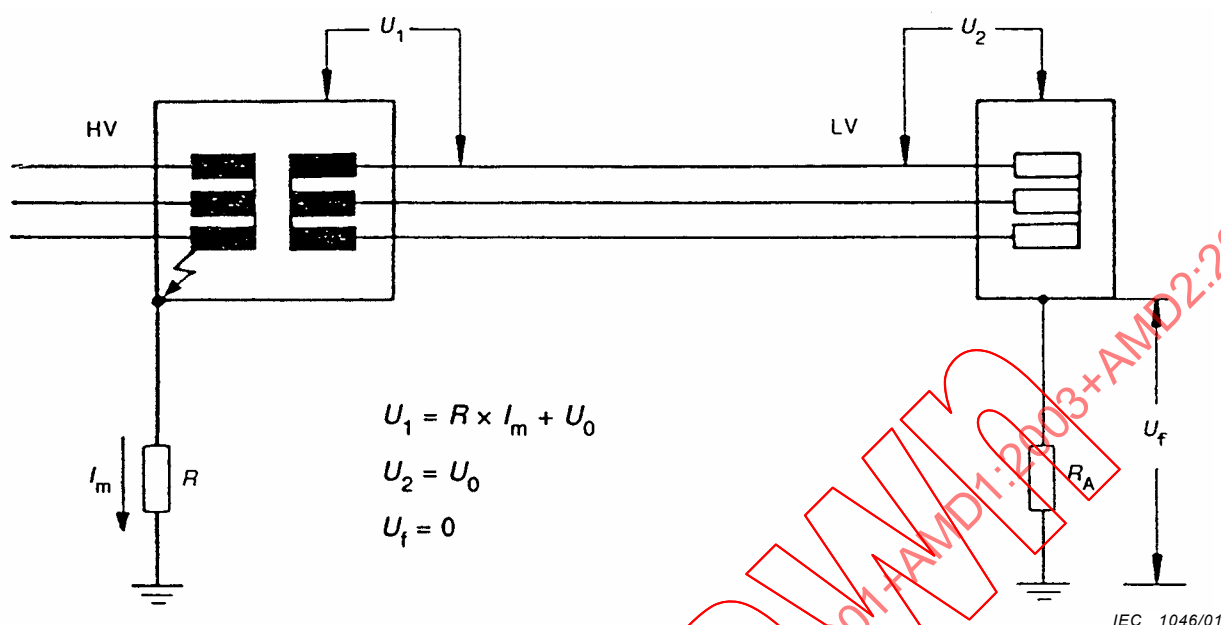
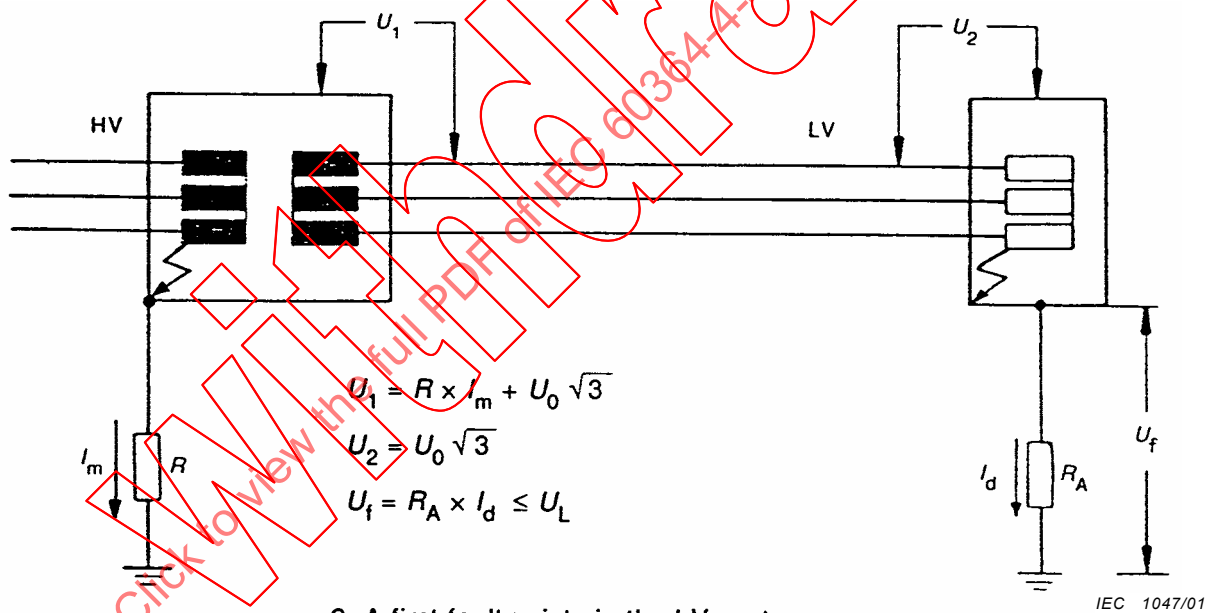


Figure 44G – Schéma IT, exemple c2



1. No fault exists in the LV system



2. A first fault exists in the LV system

Figure 44G – IT system, example c2

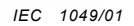
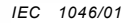
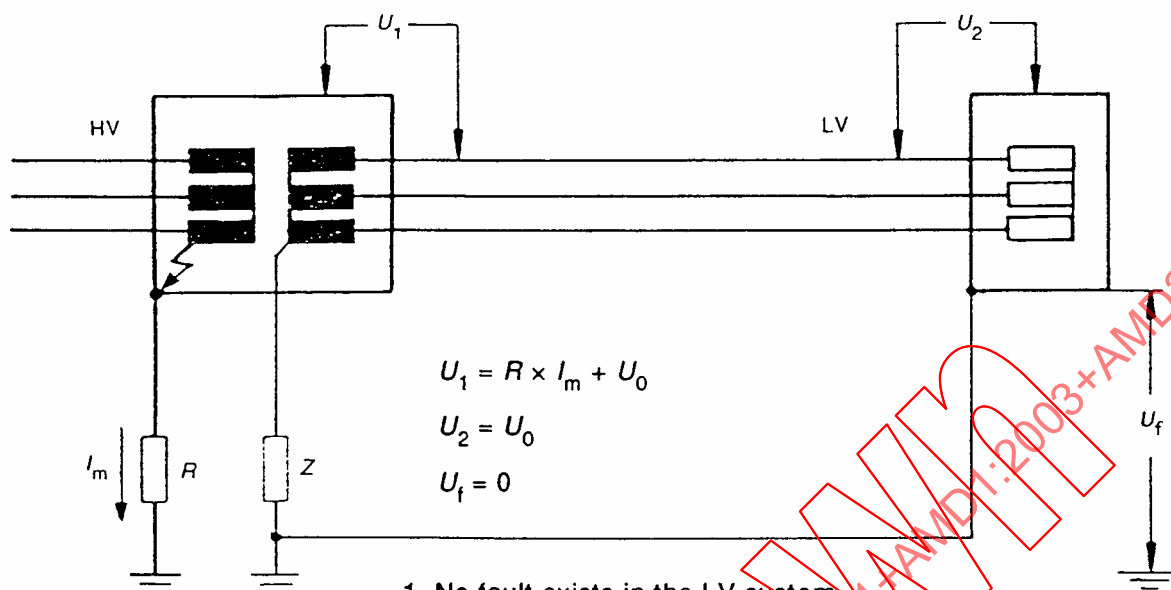
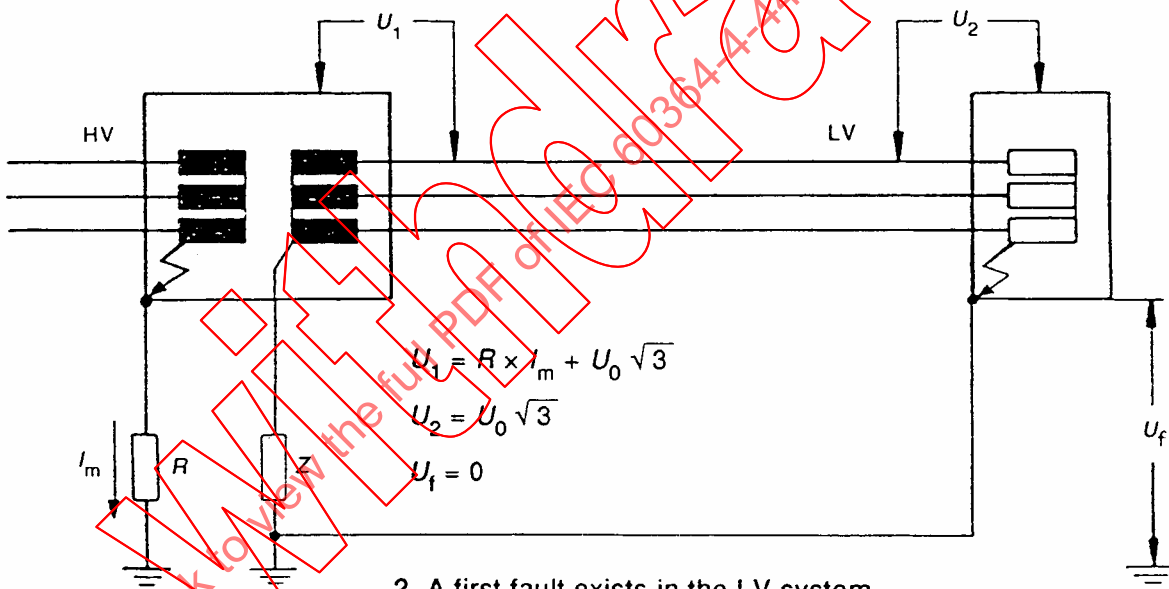


Figure 44H – Schéma IT, exemple d

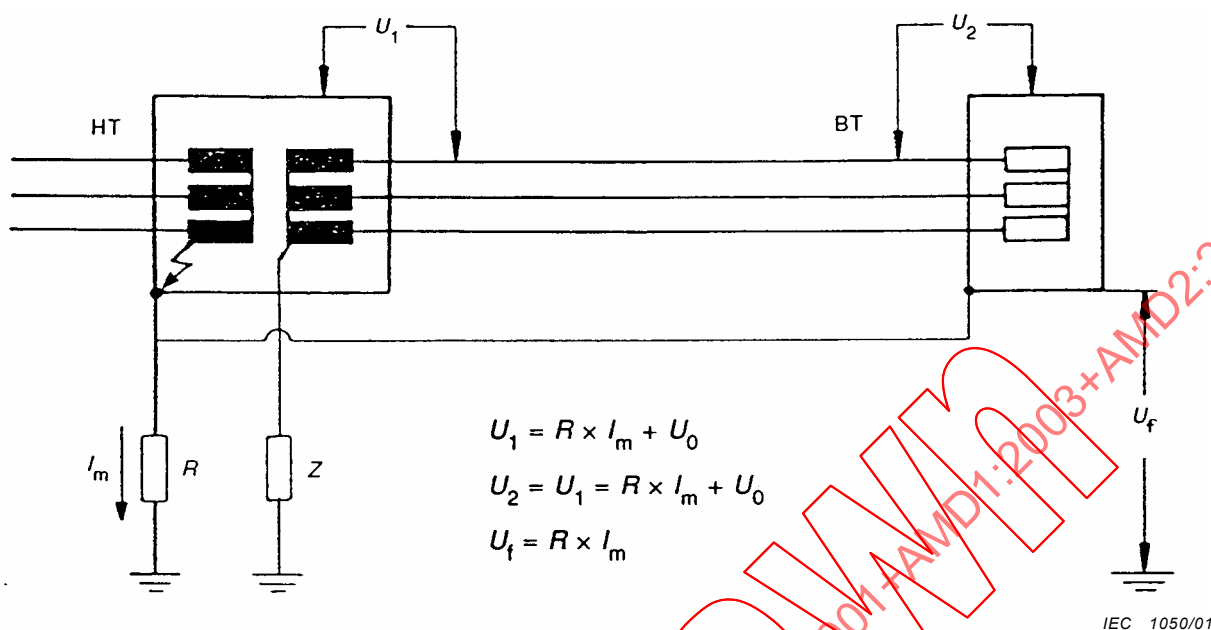


IEC 1046/01

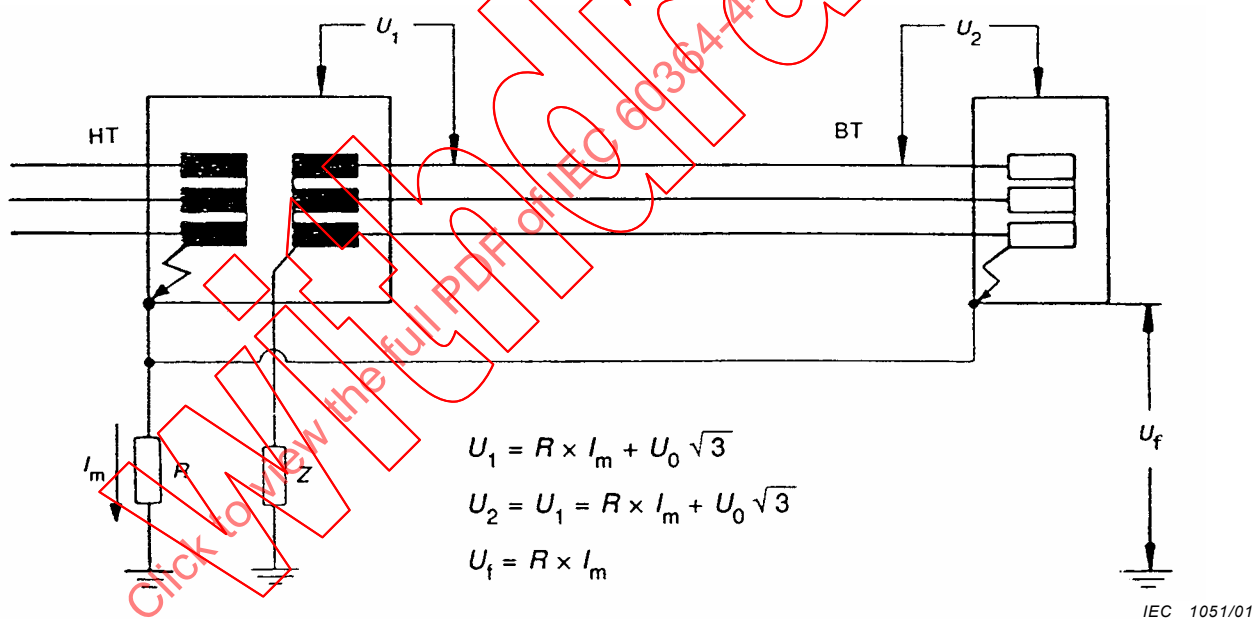


IEC 1049/01

Figure 44H – IT system, example d

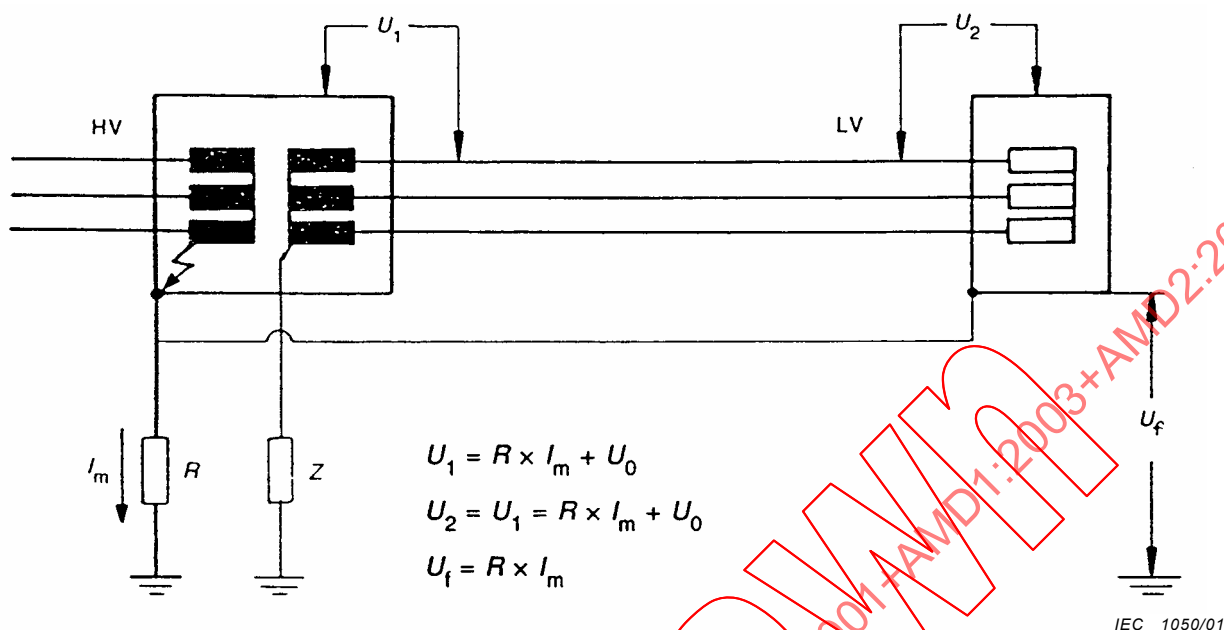


1. Pas de défaut BT

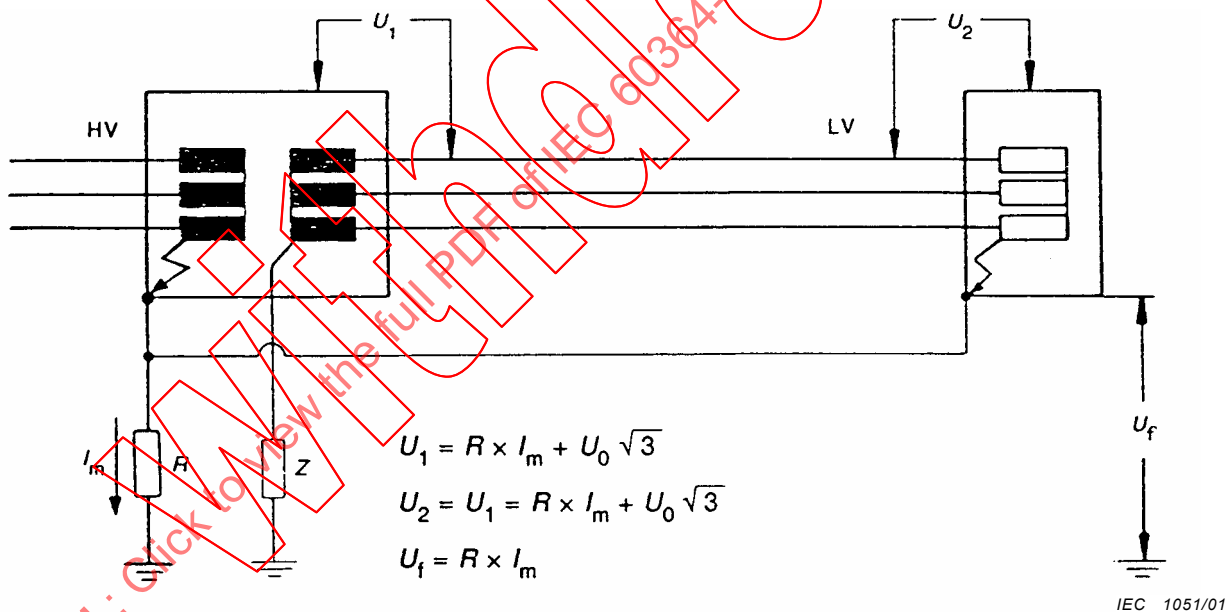


2. Un premier défaut BT présent

Figure 44J – Schéma IT, exemple e1

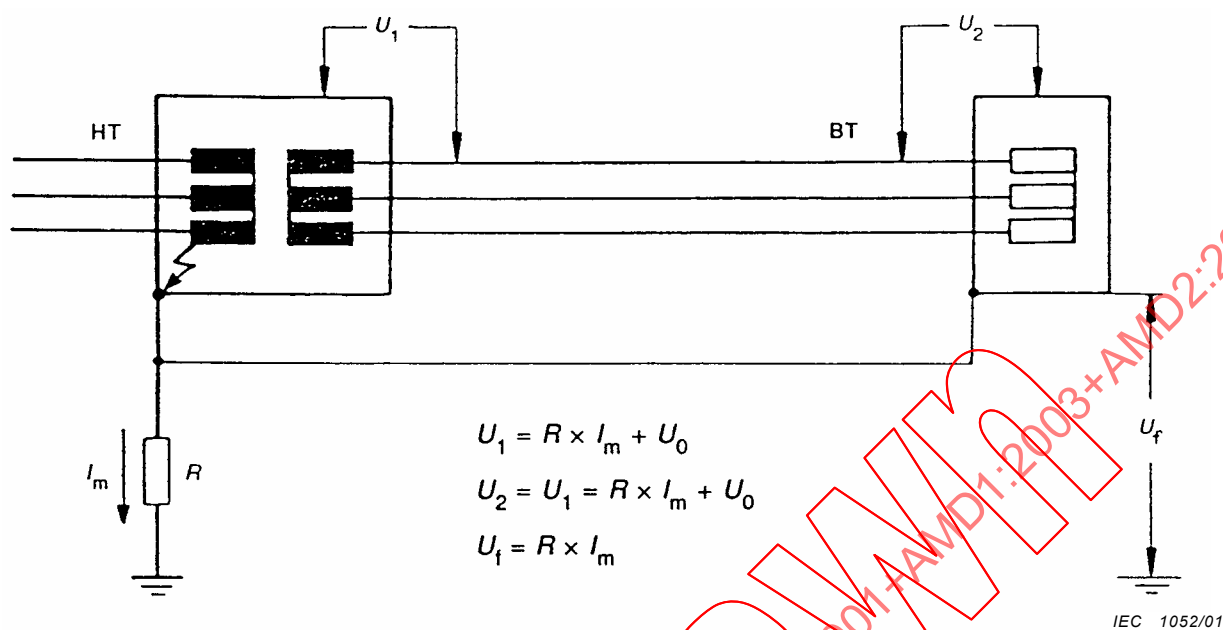


1. No fault exists in the LV system

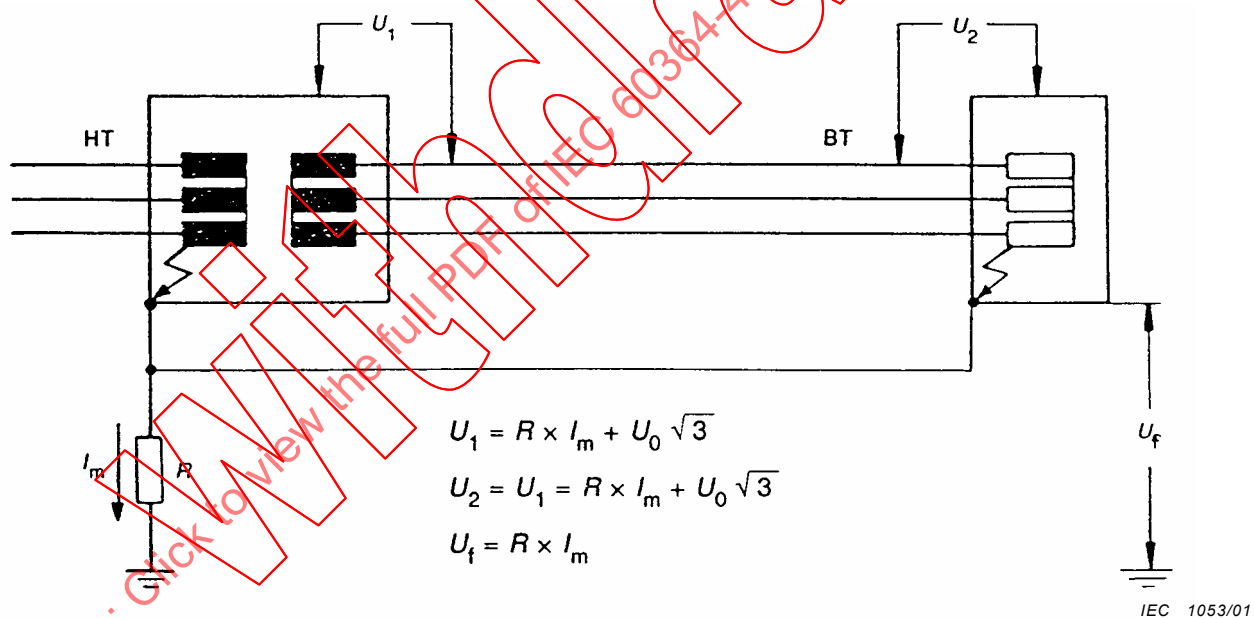


2. A first fault exists in the LV system

Figure 44J – IT system, example e1

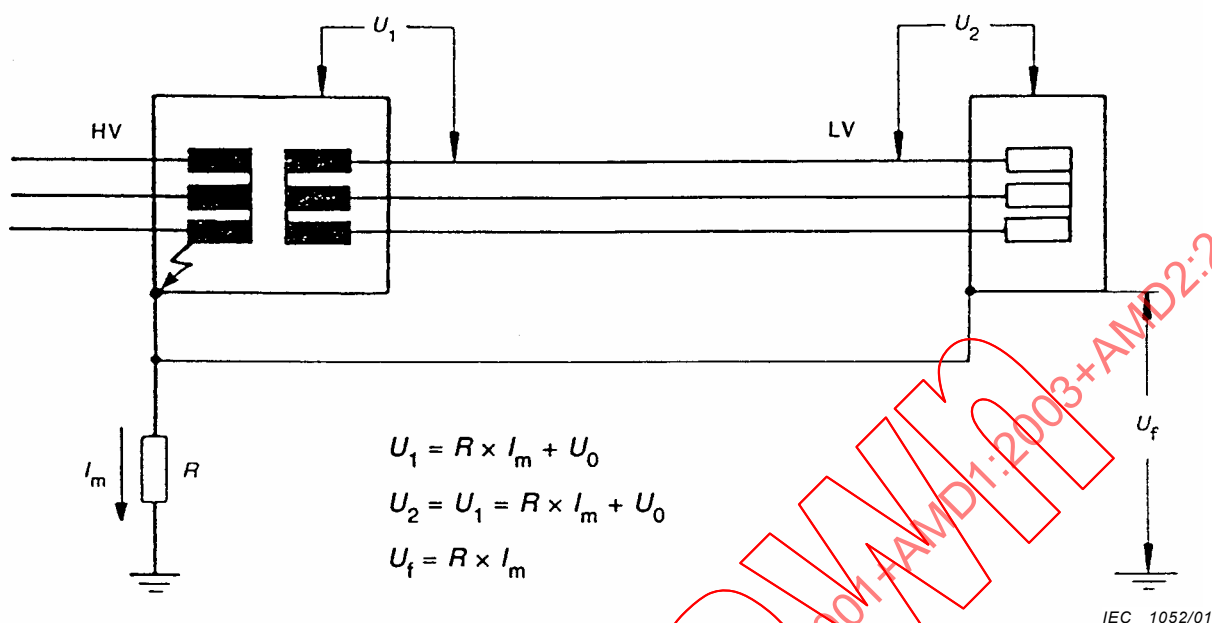


1. Pas de défaut BT

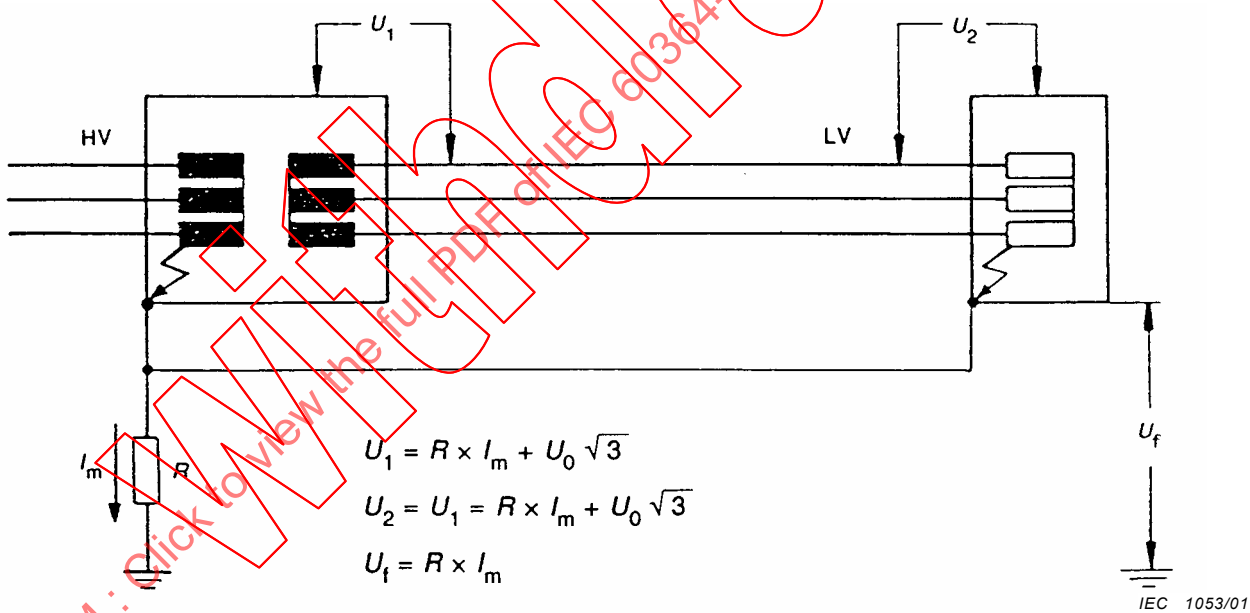


2. Un premier défaut BT présent

Figure 44K – Schéma IT, exemple e2



1. No fault exists in the LV system



2. A first fault exists in the LV system

Figure 44K – IT system, example e2

443 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres

443.1 Généralités

Le présent article de la CEI 60364-4-44 traite de la protection des installations électriques contre les surtensions transitoires d'origine atmosphérique transmises par les réseaux de distribution et contre les surtensions de manœuvre.

Généralement, les surtensions de manœuvre sont plus faibles que les surtensions d'origine atmosphérique et c'est pourquoi les prescriptions relatives à la protection contre les surtensions d'origine atmosphérique sont suffisantes pour la protection contre les surtensions de manœuvre.

NOTE 1 Des mesures statistiques ont montré qu'il existe un risque faible de niveau de surtensions de manœuvre supérieur à la catégorie de surtensions II. Voir 443.2.

Les surtensions qui peuvent apparaître à l'origine d'une installation, le niveau kéraunique présumé, l'emplacement et les caractéristiques des dispositifs de protection contre les surtensions doivent être pris en considération, de sorte que les probabilités d'incidents dus à des contraintes de surtension soient réduites à un niveau acceptable pour la sécurité des personnes et des biens, ainsi que pour la continuité de service souhaitée.

Les valeurs de surtensions transitoires dépendent de la nature du réseau d'alimentation (souterrain ou aérien) et de la présence éventuelle de dispositifs de protection contre les surtensions en amont de l'origine de l'installation et du niveau de tension du réseau d'alimentation.

Le présent article fournit des indications lorsque la protection contre les surtensions est obtenue par la situation naturelle ou assurée par la situation contrôlée. Si la protection conformément à cet article n'est pas prévue, la coordination de l'isolement n'est pas assurée et le risque dû aux surtensions doit être estimé.

Le présent article ne s'applique pas en cas de surtensions dues à un coup de foudre direct ou proche. Pour la protection contre les surtensions transitoires dues à un coup de foudre direct, les normes des séries CEI 61024, CEI 61312 et CEI 61643 s'appliquent. Le présent article ne s'applique pas aux surtensions sur les systèmes de transmissions de données.

NOTE 2 En ce qui concerne les surtensions transitoires d'origine atmosphérique, aucune distinction n'est faite entre les installations mises à la terre et celles non mises à la terre.

NOTE 3 Les surtensions de manœuvre créées en dehors de l'installation et transmises par le réseau d'alimentation sont à l'étude.

NOTE 4 Le risque dû à des surtensions est traité dans la CEI 61662 et son amendement 1.

443.2 Classification des tensions de tenue aux chocs (catégories de surtensions)

443.2.1 Objet de la classification des tensions de tenue aux chocs (catégories de surtensions)

NOTE 1 Les catégories de surtensions sont définies pour les installations électriques comme l'objet de la coordination de l'isolement et d'une classification des matériels vis-à-vis des tensions de tenue aux chocs, voir tableau 44B.

NOTE 2 La tension assignée de tenue aux chocs est une tension de choc fixée par le constructeur pour les matériels ou à une partie de ceux-ci, caractérisant la tenue spécifiée de leur isolation contre les surtensions (conformément à 1.3.9.2 de la CEI 60664-1).

443 Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching

443.1 General

This clause of IEC 60364-4-44 deals with protection of electrical installations against transient overvoltages of atmospheric origin transmitted by the supply distribution system and against switching overvoltages.

In general, switching overvoltages are lower than overvoltages of atmospheric origin and therefore the requirements regarding protection against overvoltages of atmospheric origin normally cover protection against switching overvoltages.

NOTE 1 Statistical evaluations of measurements have shown that there is a low risk of switching overvoltages higher than the level of overvoltage category II. See 443.2.

Consideration shall be given to the overvoltages which can appear at the origin of an installation, to the expected keraunic level and to the location and characteristics of surge protective devices, so that the probability of incidents due to overvoltage stresses is reduced to an acceptable level for the safety of persons and property, as well as for the continuity of service desired.

The values of transient overvoltages depend on the nature of the supply distribution system (underground or overhead) and the possible existence of a surge protective device upstream of the origin of the installation and the voltage level of the supply system.

This clause provides guidance where protection against overvoltages is covered by inherent control or assured by protective control. If the protection according to this clause is not provided, insulation co-ordination is not assured and the risk due to overvoltages shall be evaluated.

This clause does not apply in case of overvoltages due to direct or nearby lightning. For protection against transient overvoltages due to direct lightning, the standards of the IEC 61024, IEC 61312 and IEC 61643 series are applicable. This clause does not cover overvoltage through data-transmission systems.

NOTE 2 As regards transient atmospheric overvoltages, no distinction is made between earthed and unearthed systems.

NOTE 3 Switching overvoltages generated outside the installation and transmitted by the supply network are under consideration.

NOTE 4 The risk due to overvoltages is considered in IEC 61662 and its amendment 1.

443.2 Classification of impulse withstand voltages (overvoltage categories)

443.2.1 Purpose of classification of impulse withstand voltages (overvoltage categories)

NOTE 1 Overvoltage categories are defined within electrical installations for the purpose of insulation co-ordination and a related classification of equipment with impulse withstand voltages is provided, see table 44B.

NOTE 2 The rated impulse withstand voltage is an impulse withstand voltage assigned by the manufacturer to the equipment or to a part of it, characterizing the specified withstand capability of its insulation against overvoltages (in accordance with 1.3.9.2 of IEC 60664-1).

Le concept de tension de tenue aux chocs (catégorie de surtension) est utilisé pour classer les matériels alimentés directement par le réseau.

Les tensions de tenue aux chocs pour les matériels choisies en fonction de la tension nominale sont données pour distinguer les divers degrés de disponibilité des matériels en fonction de la continuité du service et du risque acceptable de défaillance. A l'aide du choix des matériels dans la série de tensions de tenue aux chocs, une coordination appropriée de l'isolement peut être obtenue dans l'ensemble de l'installation, réduisant ainsi le risque de défaillance à un niveau acceptable.

NOTE 3 Les surtensions transitoires transmises par le réseau de distribution ne subissent pas d'atténuation significative en aval dans la plupart des installations.

443.2.2 Relation entre tensions de tenue aux chocs des matériels et catégories de surtensions

Les matériels de tension de tenue aux chocs correspondant à la catégorie de surtension IV sont utilisés à l'origine ou au voisinage de l'origine de l'installation en amont du tableau de distribution. Les équipements de catégorie IV se caractérisent par un très haut niveau de tenue aux chocs et assurent le haut niveau de fiabilité tel que requis.

NOTE 1 Des exemples de tels matériels sont les compteurs électriques, les matériels principaux de protection contre les surintensités et les dispositifs de télémesure.

Les matériels de tension de tenue aux chocs correspondant à la catégorie de surtension III sont des matériels appartenant à l'installation fixe en aval de et y compris le tableau de distribution assurant un haut niveau de fiabilité.

NOTE 2 Des exemples de tels matériels sont les armoires de distribution, les disjoncteurs, les canalisations (voir la CEI 60050(826), définition 826-06-01), comprenant les câbles, les jeux de barres, les boîtes de jonction, les interrupteurs, les socles et les prises de courant, de l'installation fixe et des matériels à usage industriel et d'autres matériels tels que moteurs fixes avec une connexion permanente à l'installation fixe.

Les matériels de tension de tenue aux chocs correspondant à la catégorie de surtension II sont des matériels destinés à être connectés à l'installation électrique fixe du bâtiment, assurant un niveau de fiabilité normal requis pour les matériels d'usage courant.

NOTE 3 Des exemples de tels matériels sont les appareils électrodomestiques et autres charges analogues.

Les matériels de tension de tenue aux chocs correspondant à la catégorie de surtension I conviennent uniquement pour être utilisés dans l'installation fixe des bâtiments lorsque des mesures de protection s'appliquent à l'extérieur dudit équipement – afin de limiter les surtensions transitoires à un niveau spécifié.

NOTE 4 Les exemples de tels équipements comportant des circuits électroniques comme les ordinateurs, les matériels avec des programmes électroniques, etc.

Les matériels de tension de tenue aux chocs correspondant à la catégorie de surtension I ne doivent pas être directement reliés au réseau de distribution publique.

443.3 Dispositions pour la maîtrise des surtensions

La maîtrise des surtensions est réalisée selon les prescriptions suivantes.

The impulse withstand voltage (overvoltage category) is used to classify equipment energized directly from the mains.

Impulse withstand voltages for equipment selected according to the nominal voltage are provided to distinguish different levels of availability of equipment with regard to continuity of service and an acceptable risk of failure. By selection of equipment with a classified impulse withstand voltage, insulation co-ordination can be achieved in the whole installation, reducing the risk of failure to an acceptable level.

NOTE 3 Transient overvoltages transmitted by the supply distribution system are not significantly attenuated downstream in most installations.

443.2.2 Relationship between impulse withstand voltages of equipment and overvoltage categories

Equipment with an impulse withstand voltage corresponding to overvoltage category IV is suitable for use at, or in the proximity of, the origin of the installation, for example upstream of the main distribution board. Equipment of category IV has a very high impulse withstand capability providing the required high degree of reliability.

NOTE 1 Examples of such equipment are electricity meters, primary overcurrent protection devices and ripple control units.

Equipment with an impulse withstand voltage corresponding to overvoltage category III is for use in the fixed installation downstream of, and including the main distribution board, providing a high degree of availability.

NOTE 2 Examples of such equipment are distribution boards, circuit-breakers, wiring systems (see IEC 60050(826), definition 826-06-01), including cables, bus bars, junction boxes, switches, socket-outlets) in the fixed installation, and equipment for industrial use and some other equipment, e.g. stationary motors with permanent connection to the fixed installation.

Equipment with an impulse withstand voltage corresponding to overvoltage category II is suitable for connection to the fixed electrical installation, providing a normal degree of availability normally required for current-using equipment.

NOTE 3 Examples of such equipment are household appliances and similar loads.

Equipment with an impulse withstand voltage corresponding to overvoltage category I is only suitable for use in the fixed installation of buildings where protective means are applied outside the equipment – to limit transient overvoltages to the specified level.

NOTE 4 Examples of such equipment are those containing electronic circuits like computers, appliances with electronic programmes, etc.

Equipment with an impulse withstand voltage corresponding to overvoltage category I shall not have direct connection to a public supply system.

443.3 Arrangements for overvoltage control

Overvoltage control is arranged in accordance with the following requirements.

443.3.1 Situation naturelle des surtensions

Le présent paragraphe n'est pas applicable si une méthode d'évaluation du risque telle que décrite en 443.3.2.2 est utilisée.

Lorsqu'une installation est alimentée par un réseau à basse tension entièrement souterrain et ne comporte pas de lignes aériennes, la tension de tenue aux chocs des matériels, donnée dans le tableau 44B, est suffisante et aucune protection supplémentaire contre les surtensions d'origine atmosphérique n'est requise.

NOTE 1 Une ligne aérienne constituée de conducteurs isolés avec écran métallique relié à la terre est considérée comme équivalente à un câble souterrain.

Lorsqu'une installation est alimentée par, ou comprend, une ligne aérienne à basse tension et que le niveau kéraunique est inférieur ou égal à 25 jours par an (AQ 1), aucune protection complémentaire contre les surtensions d'origine atmosphérique n'est requise.

NOTE 2 Indépendamment des conditions AQ, une protection contre les surtensions peut être nécessaire dans des applications où une fiabilité plus grande ou des risques plus élevés (par exemple incendie) sont susceptibles d'exister.

Dans les deux cas ci-dessus, une attention doit être portée sur une protection contre les surtensions transitoires des matériels dont la tension de tenue aux chocs correspond à la catégorie de surtension I (voir 443.2.2).

443.3.2 Situation contrôlée des surtensions

La décision d'application d'une méthode pour la mise en œuvre de parafoudres dans un pays donné est laissée aux comités nationaux en fonction des conditions locales.

Dans tous les cas, une attention particulière doit être accordée à une protection contre les surtensions transitoires des matériels dont la tension de tenue aux chocs correspond à la catégorie de surtension I, voir 443.2.2.

443.3.2.1 Situation contrôlée des surtensions se fondant sur les conditions d'influences externes

Lorsqu'une installation est alimentée par, ou comprend, une ligne aérienne, et que le niveau kéraunique est supérieur à 25 jours par an (AQ 2), une protection contre les surtensions d'origine atmosphérique est exigée. La tension de tenue aux chocs des dispositifs de protection ne doit pas être supérieure à la valeur de la catégorie de surtensions II donnée dans le tableau 44B.

NOTE 1 Le niveau des surtensions peut être contrôlé par des dispositifs de protection contre les surtensions placés soit près de la source de l'installation soit sur les lignes aériennes (voir annexe B) ou dans l'installation des bâtiments.

NOTE 2 Conformément à la CEI 61024-1, 25 jours d'orage par an sont équivalents à une valeur de 2,24 de foudroiement par km² par an. Cela est dû à la formule:

$$N_g = 0,04 T_d^{1,25}$$

où

N_g est la fréquence de foudroiement par km² et par an;

T_d est le nombre de jours d'orage par an (niveau kéraunique).

443.3.1 Inherent overvoltage control

This subclause does not apply when a risk assessment according to 443.3.2.2 is used.

Where an installation is supplied by a completely buried low-voltage system and does not include overhead lines, the impulse withstand voltage of equipment in accordance with table 44B is sufficient and no specific protection against overvoltages of atmospheric origin is necessary.

NOTE 1 A suspended cable having insulated conductors with earthed metallic screen is considered as equivalent to an underground cable.

Where an installation is supplied by or includes a low-voltage overhead line and the keraunic level is lower than or equal to 25 days per year (AQ 1), no specific protection against overvoltages of atmospheric origin is required.

NOTE 2 Irrespective of the AQ value, protection against overvoltages may be necessary in applications where a higher reliability or higher risks (e.g. fire) are expected.

In both cases, consideration regarding protection against transient overvoltages shall be given to equipment with an impulse withstand voltage according to overvoltage category I (see 443.2.2).

443.3.2 Protective overvoltage control

The decision as to which of the following methods are applied in a country with regard to the provision of surge protective devices (SPDs) is left to the national committee based on the local conditions.

In all cases, consideration regarding protection against transient overvoltages shall be given to equipment with an impulse withstand voltage according to overvoltage category I (see 443.2.2).

443.3.2.1 Protective overvoltage control based on conditions of external influences

Where an installation is supplied by, or includes, an overhead line, and the keraunic level of the location is greater than 25 days per year (AQ 2), protection against overvoltages of atmospheric origin is required. The protection level of the protective device shall not be higher than the level of overvoltage category II, given in table 44B.

NOTE 1 The overvoltage level may be controlled by surge protective devices applied close to the origin of the installation, either in the overhead lines (see annex B) or in the building installation.

NOTE 2 According to IEC 61024-1, 25 thunderstorm days per year are equivalent to a value of 2,24 flashes per km² per year. This is derived from the formula

$$N_g = 0,04 T_d^{1,25}$$

where

N_g is the frequency of flashes per km² per year;

T_d is the number of thunderstorm days per year (keraunic level).

443.3.2.2 Situation contrôlée des surtensions se fondant sur une méthode d'évaluation du risque

NOTE 1 Une méthode d'évaluation du risque est décrite dans la CEI 61662. Pour l'application de l'article 443 une simplification significative de cette méthode a été acceptée. Elle est basée sur la longueur critique d_c de la ligne d'alimentation et le niveau de conséquences comme décrit ci-après.

Le présent paragraphe indique les divers niveaux de protection en termes de conséquences:

- a) conséquences relatives à la vie humaine, par exemple installations de sécurité, matériels médicaux dans les hôpitaux;
- b) conséquences relatives aux services publics, par exemple pertes de services, centres de communication, musées;
- c) conséquences sur les activités commerciales ou industrielles, par exemple hôtels, banques, industries, marchés commerciaux, fermes;
- d) conséquences pour les groupes de personnes, par exemple grands bâtiments résidentiels, églises, bureaux, écoles;
- e) conséquences pour une personne, par exemple bâtiments résidentiels, petits bureaux.

Pour les niveaux de conséquences a) à c), une protection contre les surtensions doit être prévue.

NOTE 2 Il n'est pas nécessaire d'effectuer les calculs pour l'évaluation du risque selon l'annexe D pour les niveaux de conséquences a) à c) car les calculs conduisent toujours à l'exigence d'une protection.

Pour les niveaux de conséquences d) et e), l'exigence d'une protection contre les surtensions est fonction du résultat d'un calcul. Ce calcul doit être effectué en utilisant la formule donnée à l'annexe D, pour la détermination de la longueur d qui est basée sur une convention désignée par l'expression longueur conventionnelle.

Une protection est prescrite si:

$$d > d_c$$

où

d est la longueur conventionnelle de la ligne d'alimentation de la structure considérée exprimée en km, avec une valeur maximale de 1 km;

d_c est la longueur critique;

d_c en km, est égale à $\frac{1}{N_g}$ pour un niveau de conséquences d) et égale à $\frac{2}{N_g}$ pour un niveau de conséquences e) où N_g est la densité de foudroiement par km² et par an.

Si, en se fondant sur ce calcul, des parafoudres sont requis, le niveau de protection de ces dispositifs de protection ne doit pas être supérieur au niveau de la catégorie de surtension II, indiqué dans le tableau 44B.

443.4 Tensions de tenue aux chocs prescrites pour les matériels

Les matériels doivent être choisis afin que leur tension assignée de tenue aux chocs ne soit pas inférieure à la tension de tenue aux chocs prescrite dans le tableau 44B. Il est de la responsabilité de chaque comité de produits de prescrire la tension assignée de tenue aux chocs de leurs matériels dans les normes correspondantes, conformément à la CEI 60664-1.

443.3.2.2 Protective overvoltage control based on risk assessment

NOTE 1 A method of general risk assessment is described in IEC 61662. As far as clause 443 is concerned, an essential simplification of this method has been accepted. It is based on the critical length d_c of the incoming lines and the level of consequences as described below.

The following are different consequential levels of protection:

- a) consequences related to human life, e.g. safety services, medical equipment in hospitals;
- b) consequences related to public services, e.g. loss of public services, IT centres, museums;
- c) consequences to commercial or industrial activity, e.g. hotels, banks, industries, commercial markets, farms;
- d) consequences to groups of individuals, e.g. large residential buildings, churches, offices, schools;
- e) consequences to individuals, e.g. residential buildings, small offices.

For levels of consequences a) to c), protection against overvoltage shall be provided.

NOTE 2 There is no need to perform a risk assessment calculation according to annex D for levels of consequences a) to c) because this calculation always leads to the result that the protection is required.

For levels of consequences d) and e), requirement for protection depends on the result of a calculation. The calculation shall be carried out using the formula in annex D for the determination of the length d , which is based on a convention and called conventional length.

Protection is required if:

$$d > d_c$$

where

d is the conventional length in km of the supply line of the considered structure with a maximum value of 1 km;

d_c is the critical length;

d_c in km, is equal to $\frac{1}{N_g}$ for level of consequences d) and equal to $\frac{2}{N_g}$ for level of consequences e) where N_g is the frequency of flashes per km² per year.

If this calculation indicates that an SPD is required, the protection level of these protective devices shall not be higher than the level of overvoltage category II, given in table 44B.

443.4 Required impulse withstand voltage of equipment

Equipment shall be selected so that its rated impulse withstand voltage is not less than the required impulse withstand voltage as specified in table 44B. It is the responsibility of each product committee to require the rated impulse withstand voltage in their relevant standards according to IEC 60664-1.

Tableau 44B – Tension assignée de tenue aux chocs prescrite pour les matériels

Tension nominale de l'installation ^a V		Tension de tenue aux chocs prescrite pour kV ^c			
Réseaux triphasés ^b	Réseaux monophasés à point milieu	Matériels à l'origine de l'installation (catégorie de surtension IV)	Matériels de distribution et circuits terminaux (catégorie de surtension III)	Appareils d'utilisation et équipement (catégorie de surtension II)	Matériels spécialement protégés (catégorie de surtension I)
–	120-240	4	2,5	1,5	0,8
230/400 ^b 277/480 ^b	–	6	4	2,5	1,5
400/690	–	8	6	4	2,5
1 000	–	12	8	6	4

^a Selon la CEI 60038.

^b Au Canada et aux USA, pour des tensions supérieures à 300 V par rapport à la terre, la tension de tenue aux chocs correspondant à la tension immédiatement supérieure de la colonne est applicable.

^c Cette tension de tenue aux chocs est applicable entre les conducteurs actifs et le conducteur PE.

444 Dispositions contre les influences électromagnétiques

444.1 Généralités

L'Article 444 donne des recommandations essentielles pour l'atténuation des perturbations électromagnétiques. Les perturbations électromagnétiques peuvent perturber ou endommager des réseaux de traitement de l'information ou des matériels comportant des composants ou circuits électroniques. Les courants dus à la foudre, les manœuvres, les courts-circuits et les autres phénomènes électromagnétiques peuvent générer des surtensions et des interférences électromagnétiques.

Ces effets apparaissent

- lorsque de grandes boucles métalliques existent; et
- lorsque différents systèmes de câblage électrique sont installés sur des parcours différents, par exemple les câbles de puissance et de communication dans un bâtiment.

Les valeurs des tensions induites dépendent du taux de variation (di/dt) du courant perturbateur et des dimensions de la boucle.

Les câbles de puissance transportant des courants importants avec un taux de variation (di/dt) important (par exemple courant de démarrage d'ascenseurs ou courant contrôlé par redresseurs) peuvent induire des surtensions dans les câbles des systèmes de technologie de l'information, qui peuvent influencer ou endommager des équipements des technologies de l'information ou électriques similaires.

Dans ou près des locaux à usages médicaux, les champs électriques ou magnétiques des installations électriques peuvent perturber les équipements électriques médicaux.

Le présent article donne des informations pour les architectes, les concepteurs et les installateurs d'installations électriques sur quelques concepts d'installation limitant les influences électromagnétiques. Des considérations essentielles sont données ici pour atténuer ces influences pouvant générer des perturbations.

444.2 (disponible) NOTE Ce paragraphe est à l'étude.

Table 44B – Required rated impulse withstand voltage of equipment

Nominal voltage of the installation ^a V		Required impulse withstand voltage for kV ^c			
Three-phase systems ^b	Single-phase systems with middle point	Equipment at the origin of the installation (overvoltage category IV)	Equipment of distribution and final circuits (overvoltage category III)	Appliances and current-using equipment (overvoltage category II)	Specially protected equipment (overvoltage category I)
–	120-240	4	2,5	1,5	0,8
230/400 ^b 277/480 ^b	–	6	4	2,5	1,5
400/690	–	8	6	4	2,5
1 000	–	12	8	6	4

^a According to IEC 60038.

^b In Canada and USA, for voltages to earth higher than 300 V, the impulse withstand voltage corresponding to the next highest voltage in column one applies.

^c This impulse withstand voltage is applied between live conductors and PE.

444 Measures against electromagnetic influences

444.1 General

Clause 444 provides basic recommendations for the mitigation of electromagnetic disturbances. Electromagnetic Interference (EMI) may disturb or damage information technology systems or information technology equipment as well as equipment with electronic components or circuits. Currents due to lightning, switching operations, short-circuits and other electromagnetic phenomena may cause overvoltages and electromagnetic interference.

These effects are most severe

- where large metal loops exist; and
- where different electrical wiring systems are installed in common routes, e.g. for power supply and for signalling information technology equipment within a building.

The value of the induced voltage depends on the rate of rise (di/dt) of the interference current, and on the size of the loop.

Power cables carrying large currents with a high rate of rise of current (di/dt) (e.g. the starting current of lifts or currents controlled by rectifiers) can induce overvoltages in cables of information technology systems, which can influence or damage information technology equipment or similar electrical equipment.

In or near rooms for medical use, electric or magnetic fields associated with electrical installations can interfere with medical electrical equipment.

This clause provides information for architects of buildings and for designers and installers of electrical installations of buildings on some installation concepts that limit electromagnetic influences. Basic considerations are given here to mitigate such influences that may result in disturbance.

444.2 (void) NOTE This clause is reserved for future input.

444.3 Définitions

Voir la CEI 60364-1 pour les définitions principales. Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent:

444.3.1

réseau équipotentiel

interconnexion de parties conductrices réalisant un « écran électromagnétique » pour les réseaux électroniques pour des fréquences comprises entre le courant continu et celles de radio basse fréquence

[3.2.2 de ETS 300 253:1995]

NOTE Le terme « écran électromagnétique » est relatif à toute structure destinée à répartir, bloquer ou empêcher le passage d'énergie électromagnétique. En général, le réseau équipotentiel n'est pas relié à la terre mais, dans la présente norme, il est relié à la terre.

444.3.2

ceinturage d'équipotentialité

ceinturage de mise à la terre en forme de boucle fermée

[3.1.3 de l'EN 50310:2000]

NOTE Généralement, le ceinturage d'équipotentialité, en tant que partie du réseau équipotentiel, a de multiples connexions avec ce réseau et améliore ses performances.

444.3.3

réseau commun d'équipotentialité

réseau équipotentiel assurant à la fois une liaison équipotentielle de protection et une liaison équipotentielle fonctionnelle

[VEI 195-02-25 modifié]

444.3.4

réseau équipotentiel

disposition des connexions électriques entre des parties conductrices, afin de réaliser l'équipotentialité

[VEI 195-01-10 modifié]

444.3.5

réseau de terre

partie d'une installation de mise à la terre comprenant seulement les prises de terre et leurs interconnexions

[VEI 195-02-21 modifié]

444.3.6

réseau équipotentiel maillé

réseau équipotentiel dans lequel les châssis des matériels associés, les tiroirs et enveloppes et généralement le conducteur de retour en courant continu sont connectés en autant de points au réseau équipotentiel

[3.2.2 de ETS 300 253:1995]

NOTE Le réseau équipotentiel maillé améliore le réseau commun d'équipotentialité.

444.3 Definitions

See IEC 60364-1 for basic definitions. For the purposes of this document, the following definitions apply:

444.3.1

bonding network

BN

set of interconnected conductive structures that provides an “electromagnetic shield” for electronic systems at frequencies from direct current (DC) to low radio frequency (RF)

[3.2.2 of ETS 300 253:1995]

NOTE The term “electromagnetic shield” denotes any structure used to divert, block or impede the passage of electromagnetic energy. In general, a BN does not need to be connected to earth but BN considered in this standard are connected to earth.

444.3.2

bonding ring conductor

BRC

an earthing bus conductor in the form of a closed ring

[3.1.3 of EN 50310:2000]

NOTE Normally the bonding ring conductor, as part of the bonding network, has multiple connections to the CBN that improves its performance.

444.3.3

common equipotential bonding system

common bonding network

CBN

equipotential bonding system providing both protective-equipotential-bonding and functional-equipotential-bonding

[IEV 195-02-25]

444.3.4

equipotential bonding

provision of electric connections between conductive parts, intended to achieve equipotentiality

[IEV 195-01-10]

444.3.5

earth-electrode network

ground-electrode network (US)

part of an earthing arrangement comprising only the earth electrodes and their interconnections

[IEV 195-02-21]

444.3.6

meshed bonding network

MESH-BN

bonding network in which all associated equipment frames, racks and cabinets and usually the DC power return conductor, are bonded together as well as at multiple points to the CBN and may have the form of a mesh

[3.2.2 of ETS 300 253:1995]

NOTE The MESH-BN augments the CBN.

444.3.7

conducteur parallèle d'accompagnement

conducteur de protection parallèle aux écrans du câble de transmission des signaux et/ou des données afin de limiter le courant s'écoulant dans les écrans

444.4 Mesures d'atténuation des influences électromagnétiques

Le concepteur et l'installateur d'une installation électrique doivent prendre en compte les mesures décrites ci-après pour la réduction des effets des influences électriques et magnétiques sur les matériels électriques.

Seuls les matériels électriques satisfaisant aux exigences des normes appropriées relatives à la CEM ou aux exigences CEM de la norme de produit applicable doivent être utilisés.

444.4.1 Sources des influences électromagnétiques

Il convient que les matériels sensibles ne soient pas situés à proximité de sources potentielles d'émission électromagnétique telles que

- commutation de charges inductives,
- moteurs électriques,
- éclairages fluorescents,
- soudeuses,
- ordinateurs,
- redresseurs,
- hacheurs,
- convertisseurs/régulateurs de fréquence,
- ascenseurs,
- transformateurs,
- appareillages,
- barres de distribution de puissance.

444.4.2 Dispositions de réduction des perturbations électromagnétiques

Les dispositions suivantes réduisent les perturbations électromagnétiques.

- a) Pour les matériels électriques sensibles aux influences électromagnétiques, des parafoudres et/ou des filtres sont recommandés pour améliorer la compatibilité électromagnétique vis-à-vis des émissions électromagnétiques conduites.
- b) Il est recommandé de relier les armures des câbles au réseau équipotentiel commun.
- c) Il est recommandé d'éviter de grandes boucles inductives en choisissant un cheminement commun pour les canalisations de puissance, de signaux et de données.
- d) Il convient de séparer les circuits de puissance et de communication et, si possible, de les croiser à angle droit (voir 444.6.3).
- e) Utiliser des câbles à conducteurs concentriques afin de réduire les courants induits dans le conducteur de protection.
- f) Utiliser des câbles multiconducteurs symétriques (par exemple des câbles écrantés contenant des conducteurs de protection séparés) pour les liaisons entre les convertisseurs et les moteurs à vitesse variable.
- g) Utiliser des câbles de transmission des signaux et des données conformément aux instructions relatives à la CEM des fabricants.

444.3.7

by-pass equipotential bonding conductor/ parallel earthing conductor PEC

earthing conductor connected in parallel with the screens of signal and/or data cables in order to limit the current flowing through the screens

444.4 Mitigation of Electromagnetic Interference (EMI)

Consideration shall be given by the designer and installer of the electrical installation to the measures described below for reducing the electric and magnetic influences on electrical equipment.

Only electrical equipment, which meets the requirements in the appropriate EMC standards or the EMC requirements of the relevant product standard shall be used.

444.4.1 Sources of EMI

Electrical equipment sensitive to electromagnetic influences should not be located close to potential sources of electromagnetic emission such as

- switching devices for inductive loads,
- electric motors,
- fluorescent lighting,
- welding machines,
- computers,
- rectifiers,
- choppers,
- frequency converters/regulators,
- lifts,
- transformers,
- switchgear,
- power distribution busbars.

444.4.2 Measures to reduce EMI

The following measures reduce electromagnetic interference.

- a) For electrical equipment sensitive to electromagnetic influences, surge protection devices and/or filters are recommended to improve electromagnetic compatibility with regard to conducted electromagnetic phenomena.
- b) Metal sheaths of cables should be bonded to the CBN.
- c) Inductive loops should be avoided by selection of a common route for power, signal and data circuits wiring.
- d) Power and signal cables should be kept separate and should, wherever practical, cross each other at right-angles (see 444.6.3).
- e) Use of cables with concentric conductors to reduce currents induced into the protective conductor.
- f) Use of symmetrical multicore cables (e.g. screened cables containing separate protective conductors) for the electrical connections between convertors and motors, which have frequency controlled motor-drives.
- g) Use of signal and data cables according to the EMC requirements of the manufacturer's instructions.

- h) Si un paratonnerre est installé,
- les câbles de puissance et de communication doivent être séparés des conducteurs de descente des paratonnerres d'une distance minimale ou être écrantés. La distance minimale doit être déterminée par le concepteur du système de protection contre la foudre conformément à la CEI 62305-3;
 - il convient que les armures ou écrans métalliques des câbles de puissance et de communication soient reliés à la terre et respectent les exigences de la CEI 62305-3 et CEI 62305-4.
- i) Si des câbles écrantés de transmission des signaux et des données sont utilisés, il convient d'éviter l'écoulement de courants de défaut dans les écrans et âmes des câbles de signaux, ou les câbles de données, mis à la terre. Des conducteurs complémentaires, par exemple conducteur parallèle d'accompagnement de renfort d'écran, peuvent être nécessaires; voir la Figure 44.R1.

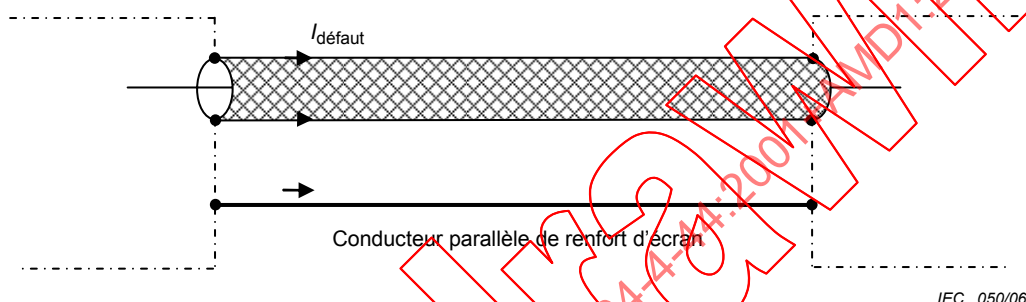


Figure 44.R1 – Conducteur d'accompagnement de renfort d'écran pour assurer un réseau commun d'équipotentialité

NOTE La mise en œuvre d'un conducteur d'accompagnement à proximité de l'écran d'un câble de transmission des signaux ou des données réduit aussi la boucle associée au matériel, lequel est relié par un simple conducteur PE à la terre. Cette pratique réduit considérablement les effets électromagnétiques de l'impulsion électromagnétique de foudre (IEMF).

- j) Si des câbles de transmission des signaux ou des câbles de transmission des données écrantés sont communs à plusieurs bâtiments en schéma TT, il convient d'utiliser un conducteur d'accompagnement (voir Figure 44.R2) de section minimale 16 mm^2 en cuivre ou équivalent. La section équivalente doit respecter les exigences de 544.1 de la CEI 60364-5-54.

- h) Where a lightning protection system is installed,
- power and signal cables shall be separated from the down conductors of lightning protection systems (LPS) by either a minimum distance or by use of screening. The minimum distance shall be determined by the designer of the LPS in accordance with IEC 62305-3;
 - metallic sheaths or shields of power and signal cables should be bonded in accordance with the requirements for lightning protection given in IEC 62305-3 and IEC 62305-4.
- i) Where screened signal or data cables are used, care should be taken to limit the fault current from power systems flowing through the screens and cores of signal cables, or data cables, which are earthed. Additional conductors may be necessary, e.g. a by-pass equipotential bonding conductor for screen reinforcement; see Figure 44.R1.

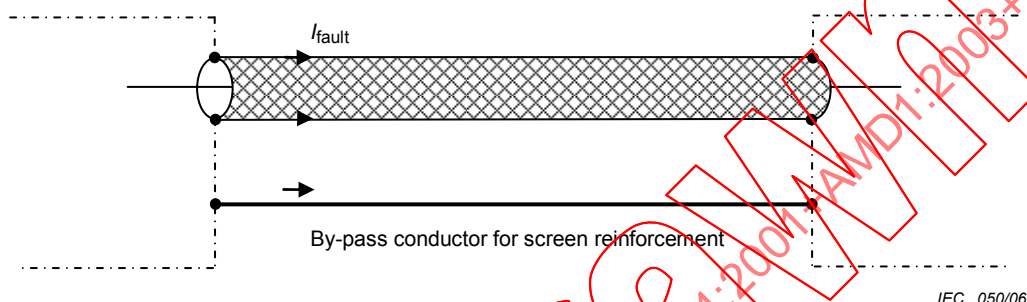


Figure 44.R1 – By-pass conductor for screen reinforcement to provide a common equipotential bonding system

NOTE The provision of a by-pass conductor in proximity to a signal, or data, cable sheath also reduces the area of the loop associated with equipment, which is only connected by a protective conductor to earth. This practice considerably reduces the EMC effects of Lightning Electromagnetic Pulse (LEMP).

- j) Where screened signal cables or data cables are common to several buildings supplied from a TT-system, a by-pass equipotential bonding conductor should be used; see Figure 44.R2. The by-pass conductor shall have a minimum cross-sectional area of 16 mm² Cu or equivalent. The equivalent cross-sectional area shall be dimensioned in accordance with 544.1 of IEC 60364-5-54.

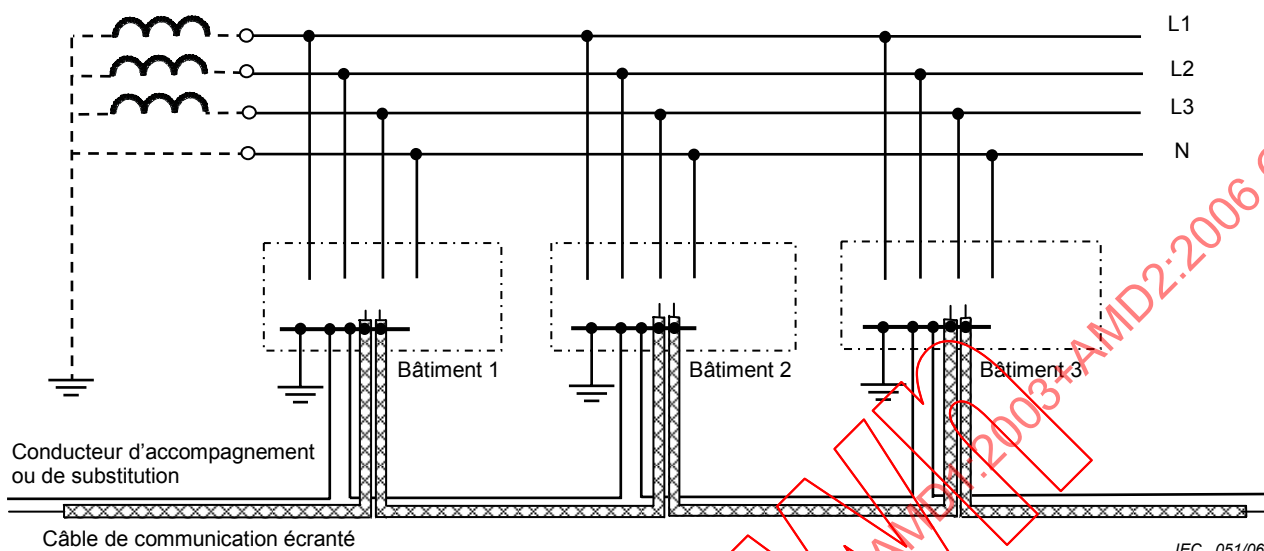


Figure 44.R2 – Exemple de conducteur d'accompagnement ou de substitution en schéma TT

NOTE 1 Si un écran de câble est utilisé comme conducteur de retour de terre, un câble double coaxial peut être utilisé.

NOTE 2 Si les exigences de 413.1.2.1 (dernier paragraphe) ne peuvent être satisfaites, il est de la responsabilité du propriétaire ou du fournisseur d'empêcher tout danger dû à l'exclusion de connexion de câbles à la LEP.

NOTE 3 Les problèmes de différences de potentiel sur les réseaux publics de communication sont de la responsabilité des opérateurs, lesquels peuvent utiliser d'autres méthodes.

NOTE 4 Aux Pays-Bas, un conducteur d'accompagnement équipotentiel, reliant ensemble toutes les mises à la terre de plusieurs installations de schéma TT, est autorisé uniquement si une protection contre les défauts, selon les exigences de 413.1.4, reste adéquate en cas de défaillance de tout DDR.

- k) Il est recommandé que les liaisons équipotentielle présentent l'impédance la plus faible possible
- en étant le plus court possible,
 - en ayant une section présentant une faible réactance et une faible impédance par mètre de cheminement, par exemple un ruban de rapport longueur sur épaisseur inférieur à 5.
- l) Si le ceinturage d'équipotentialité (conforme à 444.5.8) est prévu pour supporter le réseau équipotentiel d'une installation de traitement de l'information très importante dans un bâtiment, il peut être réalisé en boucle fermée.

NOTE Cette disposition est utilisée de préférence dans des bâtiments réservés à la communication.

444.4.3 Schéma TN

Pour minimiser les influences électromagnétiques, les paragraphes suivants sont applicables.

444.4.3.1 Il est recommandé de ne pas maintenir le schéma TN-C dans des bâtiments existants contenant ou susceptibles de contenir des matériels de traitement de l'information significatifs.

Le schéma TN-C ne doit pas être utilisé dans des bâtiments neufs contenant ou susceptibles de contenir des matériels de traitement de l'information significatifs.

NOTE Tout schéma TN-C est susceptible d'être soumis à des charges ou à des courants de défaut transmis par les équipotentialités vers les services et les structures d'un bâtiment.

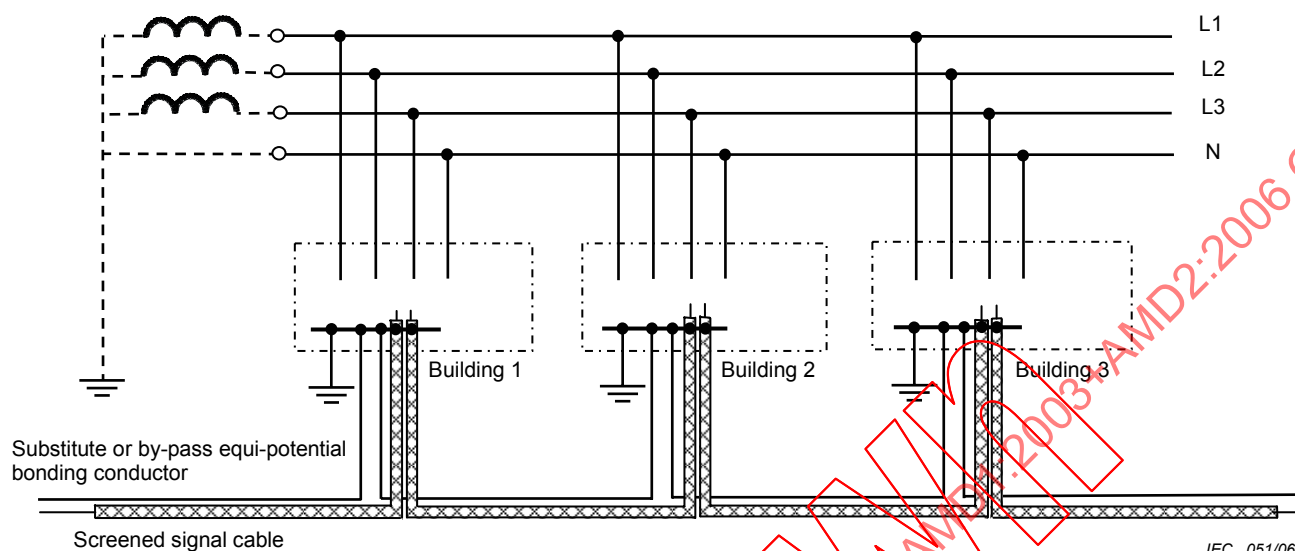


Figure 44.R2 – Example of a substitute or by-pass equipotential bonding conductor in a TT-system

NOTE 1 Where the earthed shield is used as a signal return path, a double-coaxial cable may be used.

NOTE 2 It is recalled that if the consent according to 413.1.2.1 (last paragraph) cannot be obtained, it is the responsibility of the owners or operators to avoid any danger due to the exclusion of those cables from the connection to the main equipotential bonding.

NOTE 3 The problems of earth differential voltages on large public telecommunication networks are the responsibility of the network operator, who may employ other methods.

NOTE 4 In the Netherlands, a by-pass equipotential bonding conductor, connecting the earthing systems of several TT installations together, is permitted only if fault protection, in accordance with 413.1.4, remains effective in the case of failure of any single RCD.

- k) Equipotential bonding connections should have an impedance as low as possible
 - by being as short as possible,
 - by having a cross-section shape that results in low inductive reactance and impedance per metre of route, e.g. a bonding braid with a width to thickness ratio of five to one.
- l) Where an earthing busbar is intended (according to 444.5.8) to support the equipotential bonding system of a significant information technology installation in a building, it may be installed as a closed ring.

NOTE This measure is preferably applied in buildings of the telecommunications industry.

444.4.3 TN-system

To minimize electromagnetic influences, the following subclauses apply.

444.4.3.1 It is recommended that TN-C systems should not be maintained in existing buildings containing, or likely to contain, significant amounts of information technology equipment.

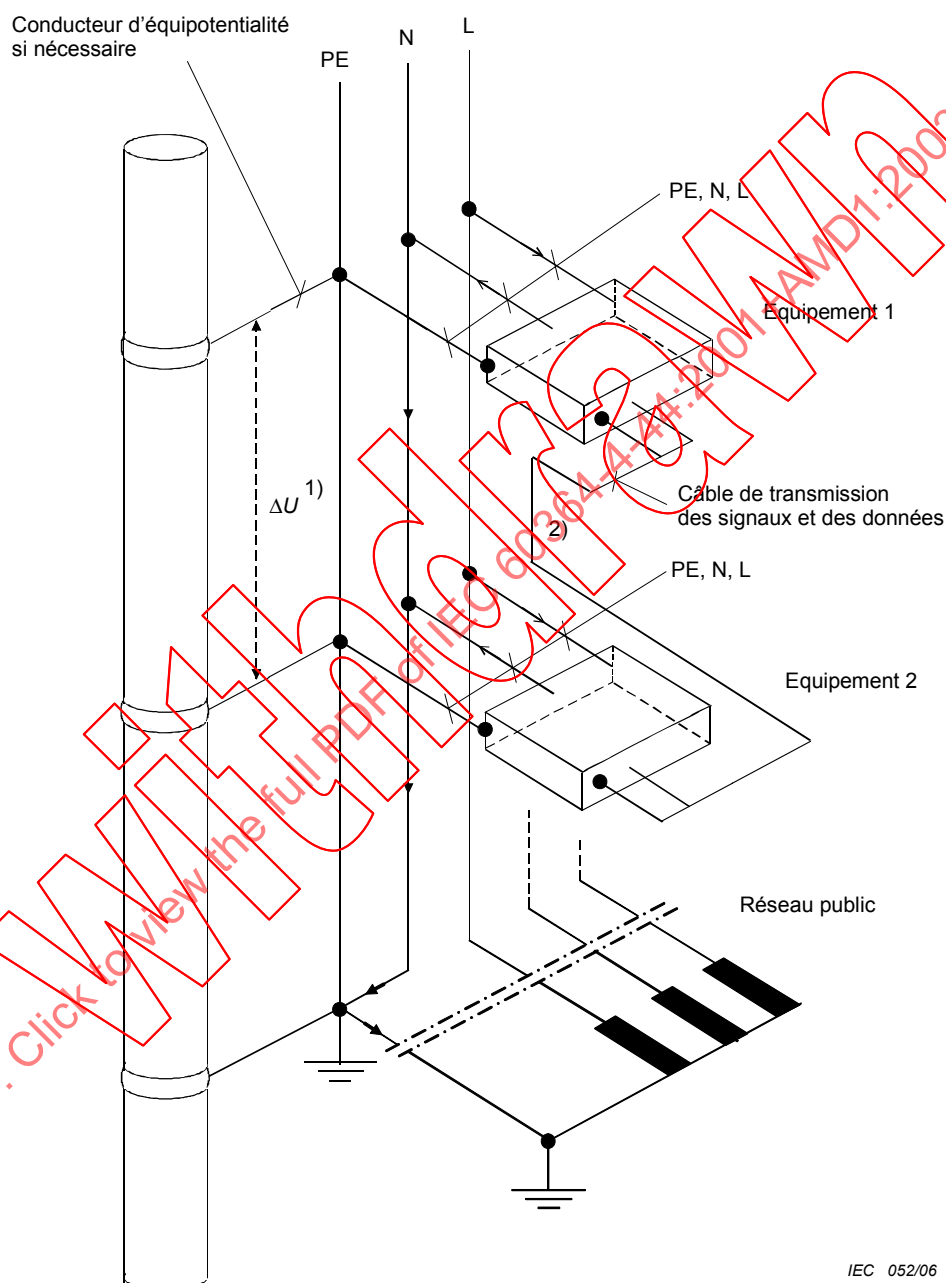
TN-C-systems shall not be used in newly constructed buildings containing, or likely to contain, significant amounts of information technology equipment.

NOTE Any TN-C installation is likely to have load or fault current diverted via equipotential bonding into metallic services and structures within a building.

444.4.3.2 Dans les bâtiments existants susceptibles de recevoir des matériels de traitement de l'information significatifs alimentés par le réseau de distribution public à basse tension, il convient de choisir un schéma TN-S en aval de l'origine (voir Figure 44.R3A).

Dans des bâtiments neufs, le schéma TN-S doit être choisi en aval de l'origine de l'installation (voir Figure 44.R3A).

NOTE L'efficacité d'un schéma TN-S peut être améliorée en utilisant un dispositif de contrôle de courant différentiel conforme à la CEI 62020.



1) La chute de tension ΔU est évitée le long du PE en fonctionnement normal

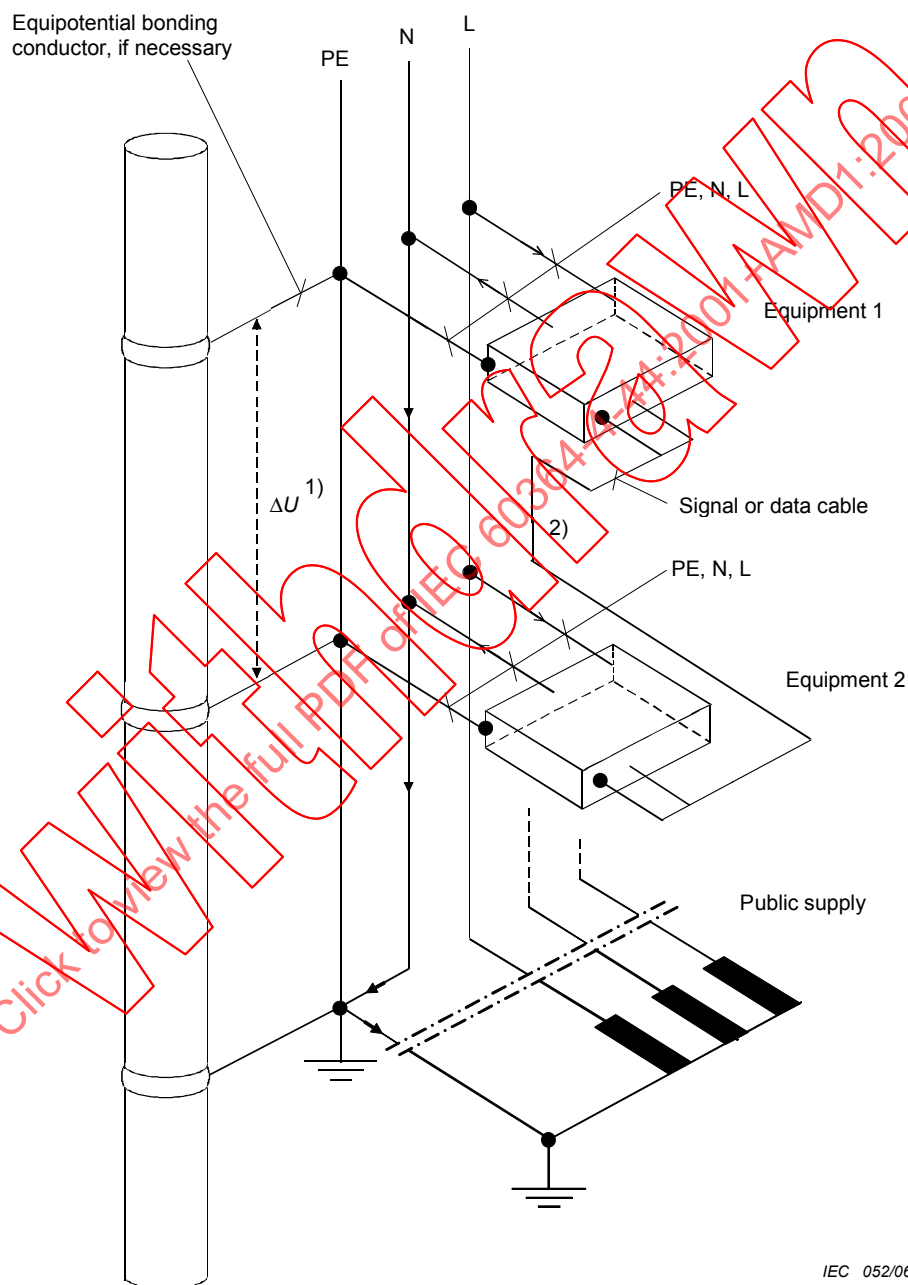
2) Boucle de surface restreinte formée par les câbles de transmission des signaux ou des données

Figure 44.R3A – Elimination des courants de conducteur neutre dans une structure alimentée en schéma TN-S depuis l'origine du réseau public jusqu'à et y compris les circuits terminaux à l'intérieur du bâtiment

444.4.3.2 In existing buildings supplied from public low-voltage networks and which contain, or are likely to contain, significant amounts of information technology equipment, a TN-S system should be installed downstream of the origin of the installation; see Figure 44.R3A.

In newly constructed buildings, TN-S systems shall be installed downstream of the origin of the installation; see Figure 44.R3A.

NOTE The effectiveness of a TN-S-system may be enhanced by use of a residual current monitoring device, RCM, complying with IEC 62020.



1) No voltage drop ΔU along the PE conductor under normal operation conditions

2) Loops of limited area formed by signal or data cables

Figure 44.R3A – Avoidance of neutral conductor currents in a bonded structure by using the TN-S system from the origin of the public supply up to and including the final circuit within a building

Conducteur d'équipotentialité si nécessaire

PE

N

L

PE, N, L

Equipement 1

Cable de transmission des signaux et des données

2)

PE, N, L

Equipement 2

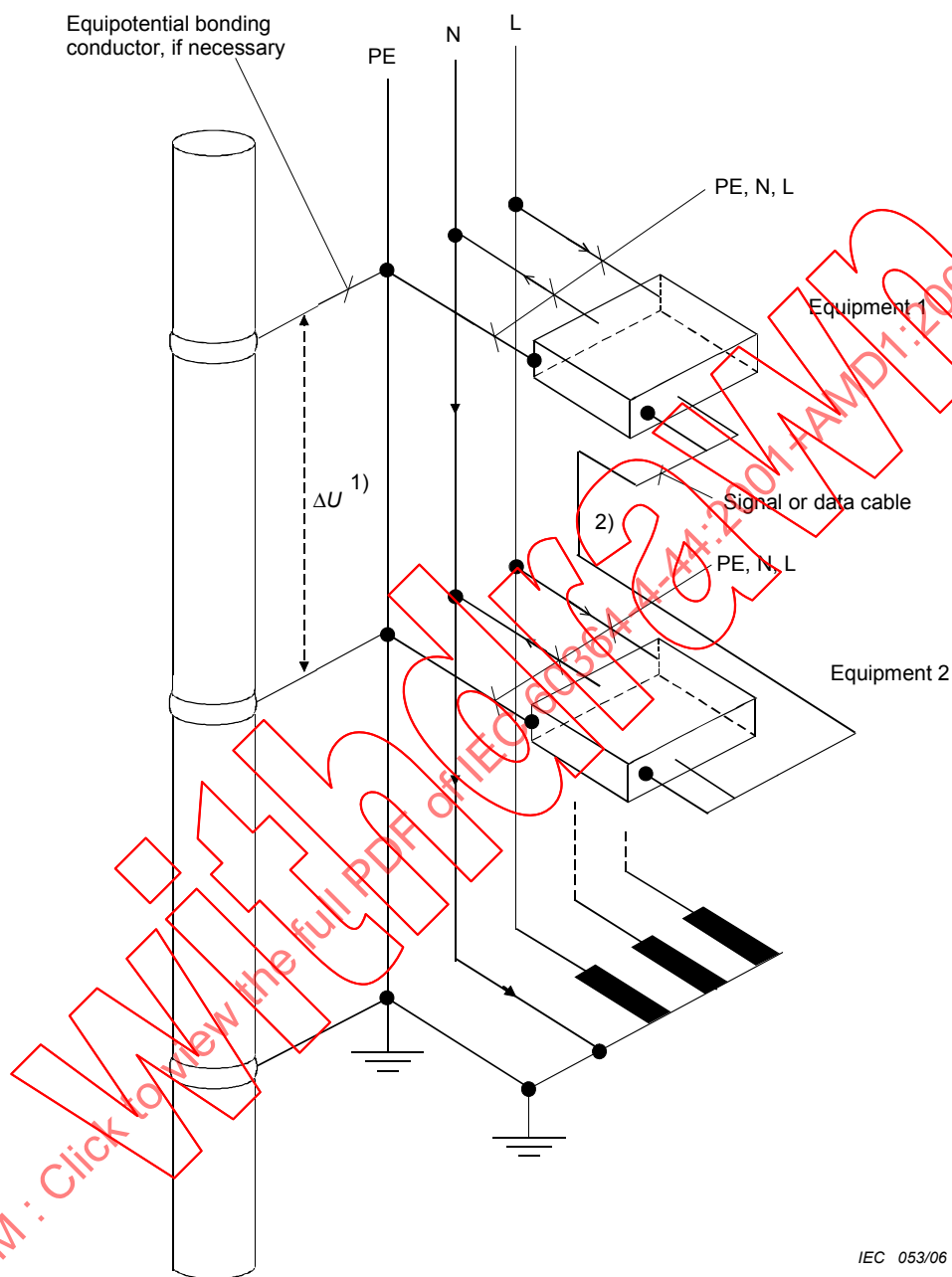
ΔU^1

IEC 053/06

- 1) La chute de tension ΔU est évitée le long du PE en fonctionnement normal.
- 2) Boucle de surface restreinte formée par les câbles de transmission des signaux ou des données

Figure 44.R3B – Elimination des courants de conducteur neutre dans une structure alimentée en schéma TN-S en aval du transformateur d'alimentation privé du consommateur

44.4.3.3 In existing buildings where the complete low-voltage installation including the transformer is operated only by the user and which contain, or are likely to contain, significant amounts of information technology equipment, TN-S systems should be installed; see Figure 44.R3B.



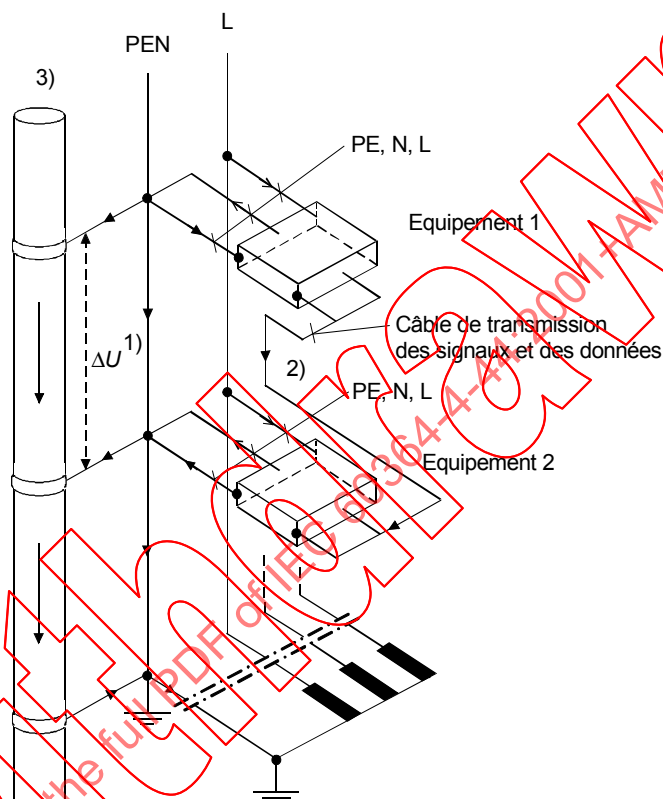
IEC 053/06

- 1) No voltage drop ΔU along the PE conductor under normal operation conditions
- 2) Loops of limited area formed by signal or data cables

Figure 44.R3B – Avoidance of neutral conductor currents in a bonded structure by using a TN-S system downstream of a consumer's private supply transformer

444.4.3.4 Si une installation existante est réalisée en schéma TN-C-S (voir Figure 44.R4), il est recommandé d'éviter des boucles des câbles de transmission des signaux ou des données en

- modifiant toutes les parties du schéma TN-C de l'installation montrée à la Figure 44.R4 en TN-S comme indiqué à la Figure 44.R3A; ou
- lorsque cela n'est pas possible, en évitant les interconnexions des câbles de transmission des signaux ou des données entre les diverses parties des installations TN-S.



IEC 054/06

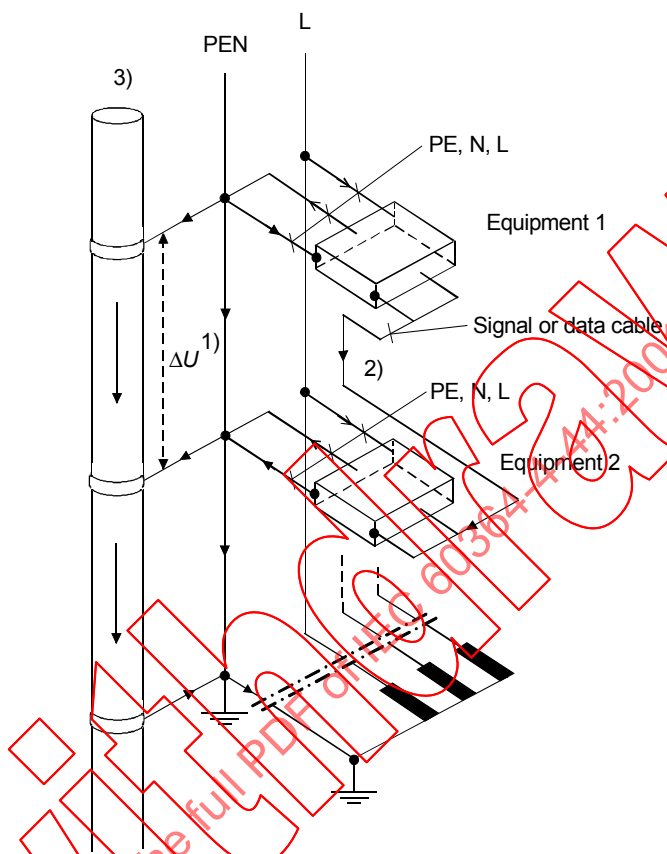
- 1) La chute de tension ΔU est évitée le long du PEN en fonctionnement normal.
- 2) Boucle de surface restreinte formée par les câbles de transmission des signaux ou des données
- 3) Élément conducteur

NOTE Dans le schéma TN-C-S, le courant qui en schéma TN-S ne parcourait que le conducteur neutre, parcourt aussi les écrans ou conducteurs de référence des câbles de transmission de signaux, les parties conductrices accessibles ou des éléments conducteurs tels que des structures métalliques.

Figure 44.R4 – Schéma TN-C-S dans un bâtiment existant

444.4.3.4 Where an existing installation is a TN-C-S system (see Figure 44.R4), signal and data cable loops should be avoided by

- changing all TN-C parts of the installation shown in Figure 44.R4 into TN-S, as shown in Figure 44.R3A, or
- where this change is not possible, by avoiding signal and data cable interconnections between different parts of the TN-S installation.



IEC 054/06

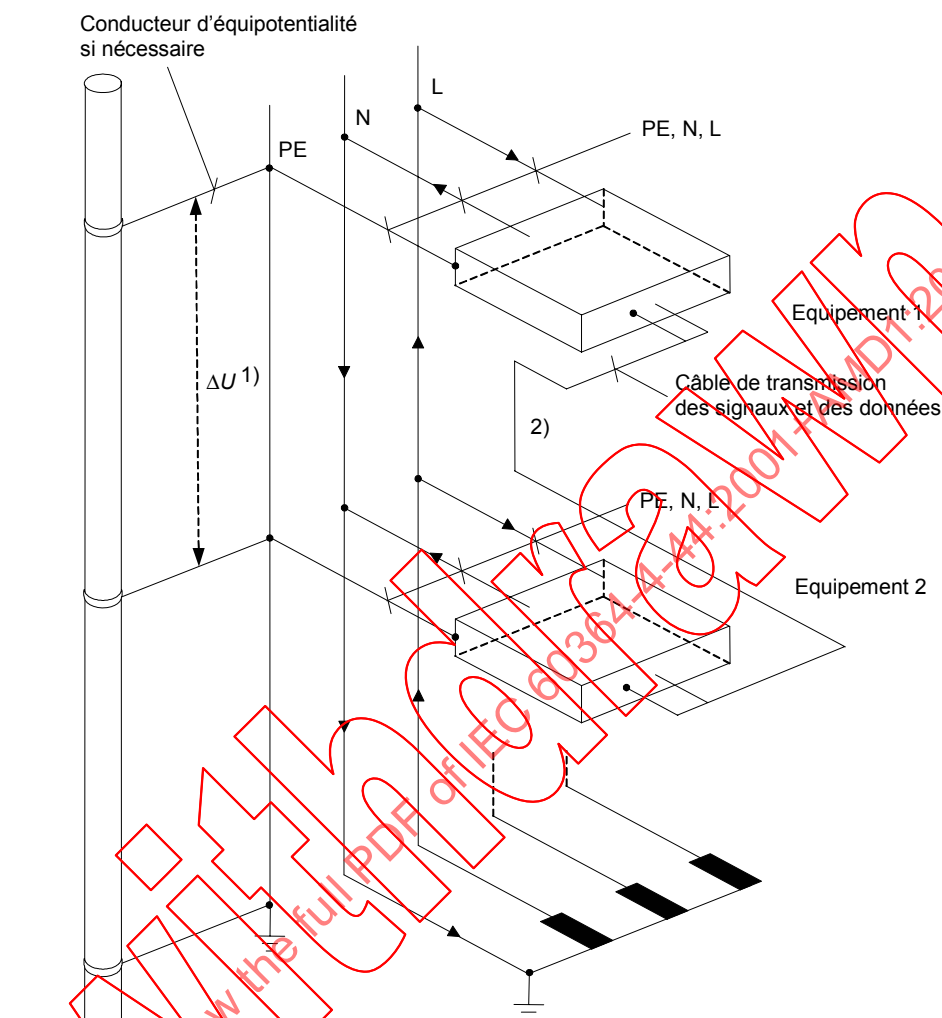
- 1) Voltage drop ΔU along PEN in normal operation
- 2) Loop of limited area formed from signal or data cables
- 3) Extraneous-conductive-part

NOTE In a TN-C-S system, the current, which in a TN-S system would flow only through the neutral conductor, flows also through the screens or reference conductors of signal cables, exposed-conductive-parts, and extraneous-conductive-parts such as structural metalwork.

Figure 44.R4 – TN-C-S system within an existing building installation

444.4.4 Schéma TT

En schéma TT, tel qu'indiqué à la Figure 44.R5, il convient de prendre en compte les surtensions pouvant apparaître entre parties actives et masses si les masses de différents bâtiments sont reliées à des prises de terre différentes.



- 1) La chute de tension ΔU est évitée le long du PE en fonctionnement normal.
- 2) Boucle de surface restreinte formée par les circuits de communication

Figure 44.R5 – Schéma TT dans un bâtiment

444.4.4 TT system

In a TT system, such as that shown in Figure 44.R5, consideration should be given to overvoltages which may exist between live parts and exposed-conductive-parts when the exposed-conductive-parts of different buildings are connected to different earth electrodes.

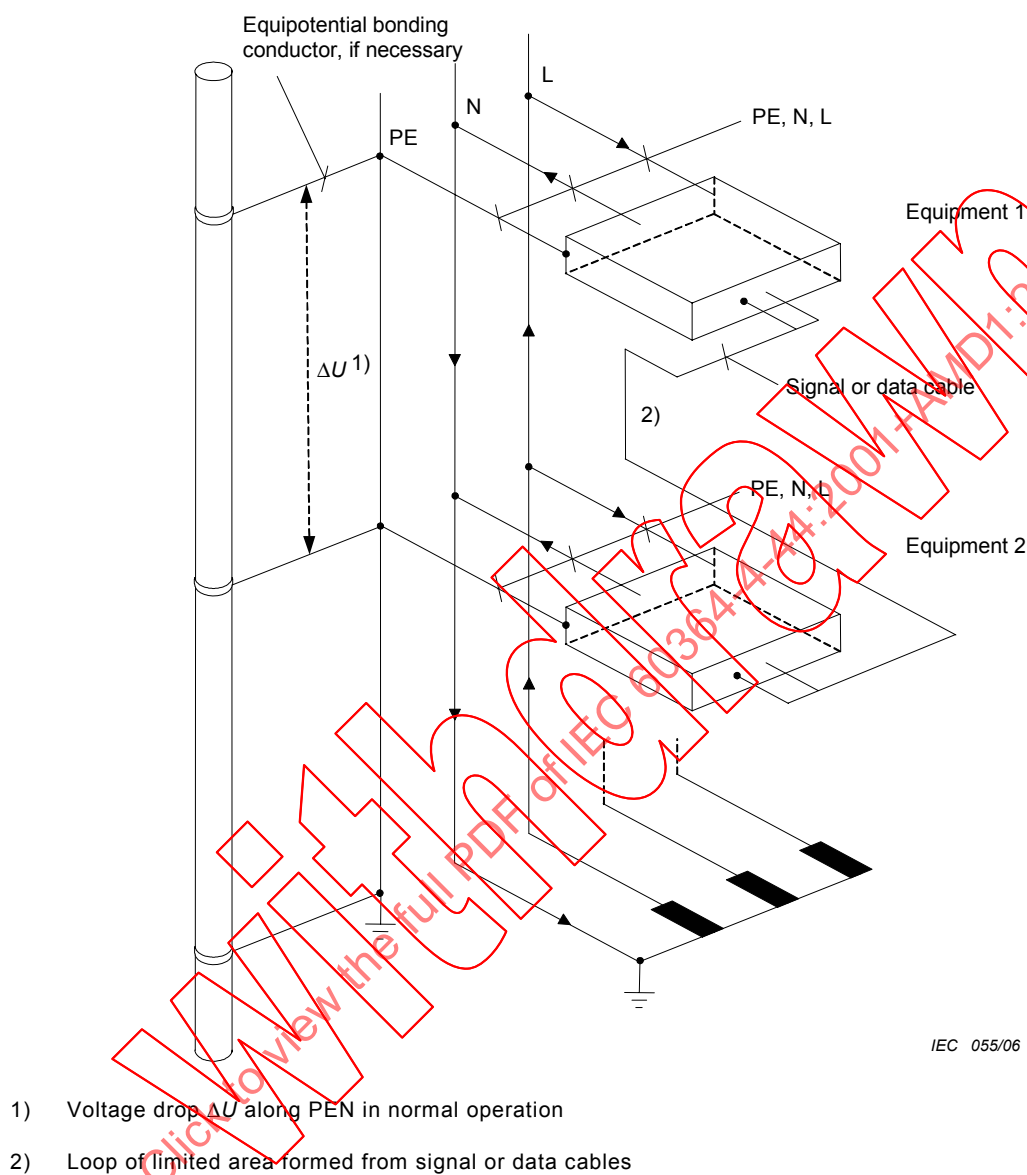
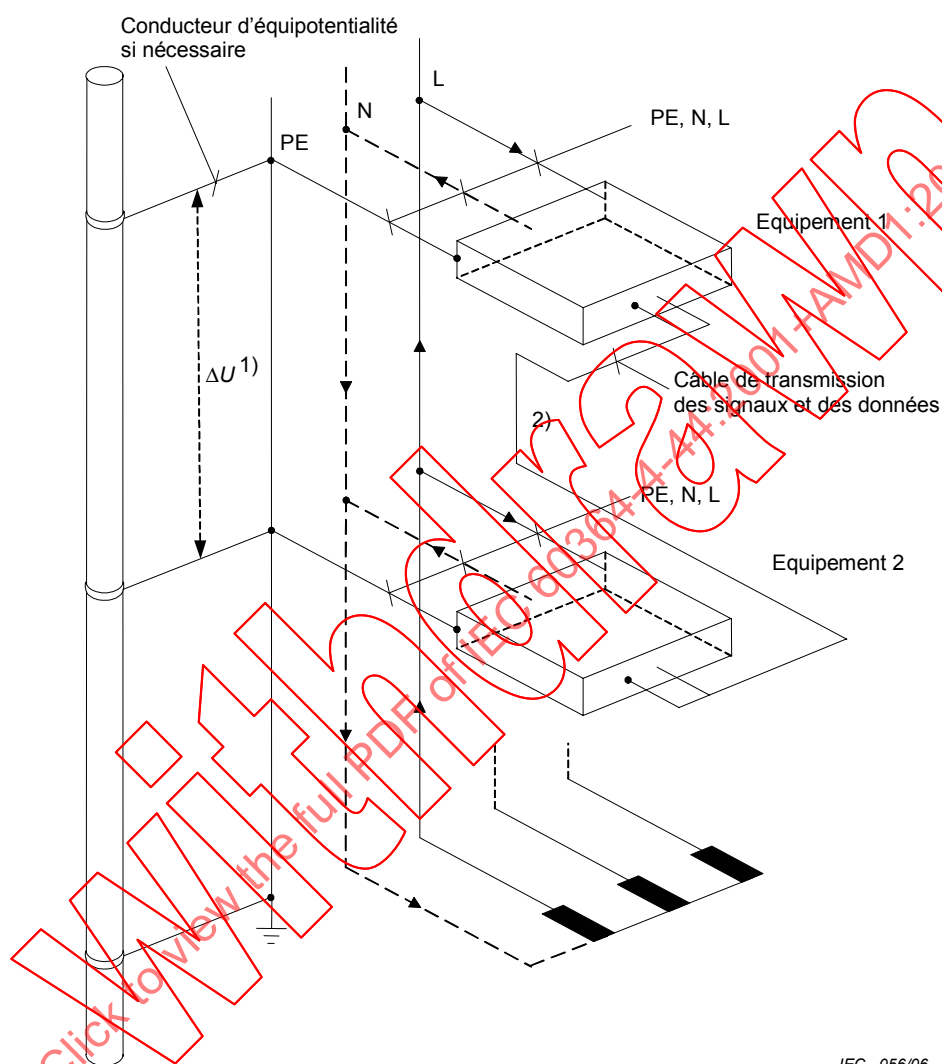


Figure 44.R5 – TT system within a building installation

444.4.5 Schéma IT

En schéma IT triphasé, tel qu'indiqué à la Figure 44.R6, la tension entre un conducteur actif non en défaut et une masse peut devenir la tension composée en cas de défaut simple d'isolation entre un conducteur actif et la masse; il convient de considérer ce cas.

NOTE Il convient qu'un matériel électronique alimenté directement entre phase et neutre soit prévu pour résister à la tension composée entre un conducteur actif et la masse (voir les exigences correspondantes de la CEI 60950-1 pour les matériels de traitement de l'information).



IEC 056/06

- 1) La chute de tension ΔU est évitée le long du PE en fonctionnement normal.
- 2) Boucle de surface restreinte formée par les circuits de communication

Figure 44.R6 – Schéma IT dans un bâtiment

444.4.5 IT system

In a three-phase IT system (see Figure 44.R6), the voltage between a healthy line-conductor and an exposed-conductive-part can rise to the level of the line-to-line voltage when there is a single insulation fault between a line conductor and an exposed-conductive-part; this condition should be considered.

NOTE Electronic equipment directly supplied between line conductor and neutral should be designed to withstand such a voltage between line conductor and exposed-conductive-parts; see corresponding requirement from IEC 60950-1 for information technology equipment.

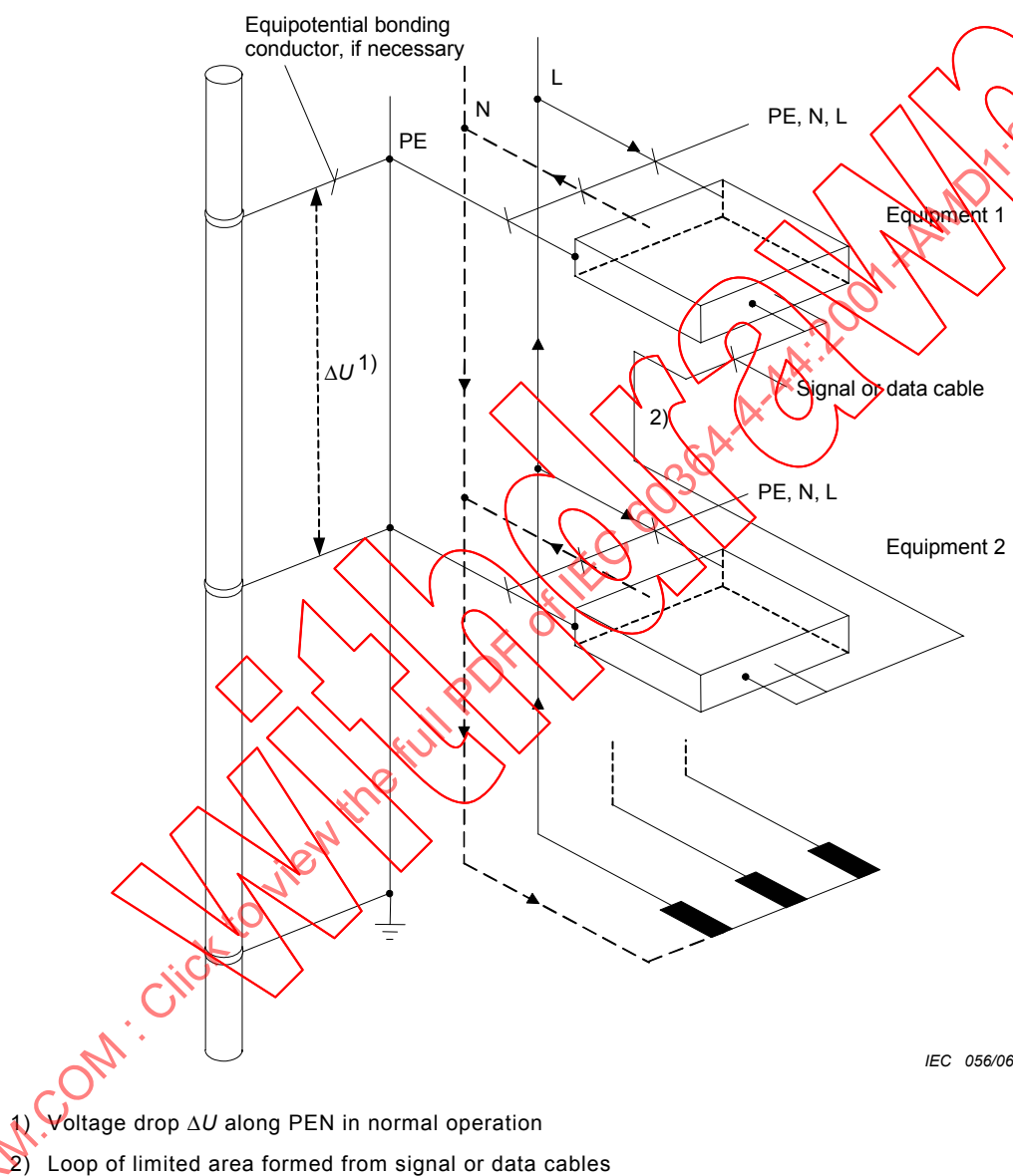


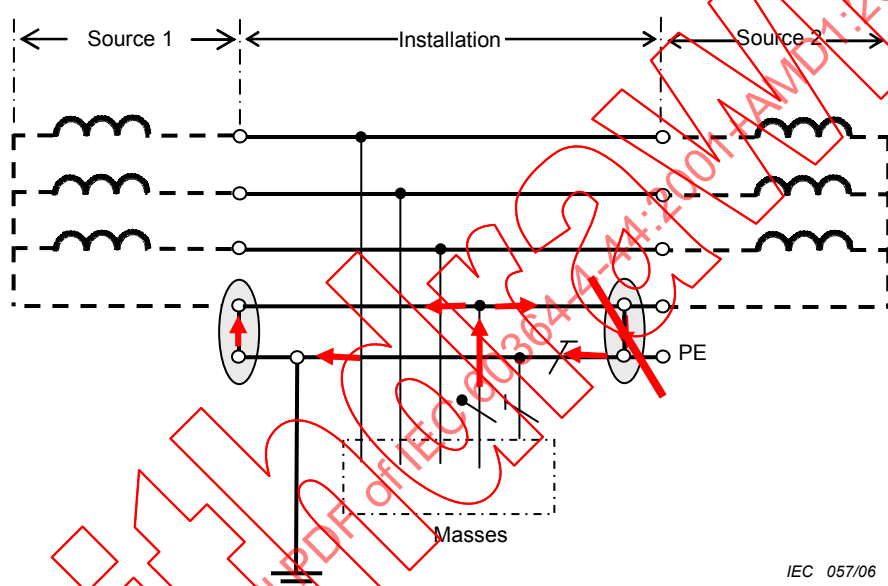
Figure 44.R6 – IT system within a building installation

444.4.6 Alimentation par plusieurs sources

Pour des alimentations multiples, les dispositions de 444.4.6.1 et de 444.4.6.2 doivent être prises.

NOTE Si plusieurs mises à la terre des points étoile des sources d'alimentation sont effectuées, les courants dans le conducteur neutre peuvent retourner au point étoile correspondant, non seulement par le neutre, mais aussi par le conducteur de protection comme indiqué à la Figure 44.R7A. Pour cette raison, la somme des courants partiels s'écoulant dans l'installation n'est plus nulle et un champ magnétique est créé, analogue à celui d'un câble monoconducteur.

Dans le cas de câbles monoconducteurs parcourus par des courants alternatifs, un champ électromagnétique circulaire est créé autour de l'âme du conducteur pouvant perturber les matériels électroniques. Les courants harmoniques génèrent des champs électromagnétiques analogues plus rapidement atténués que ceux produits par les fondamentaux.



IEC 057/06

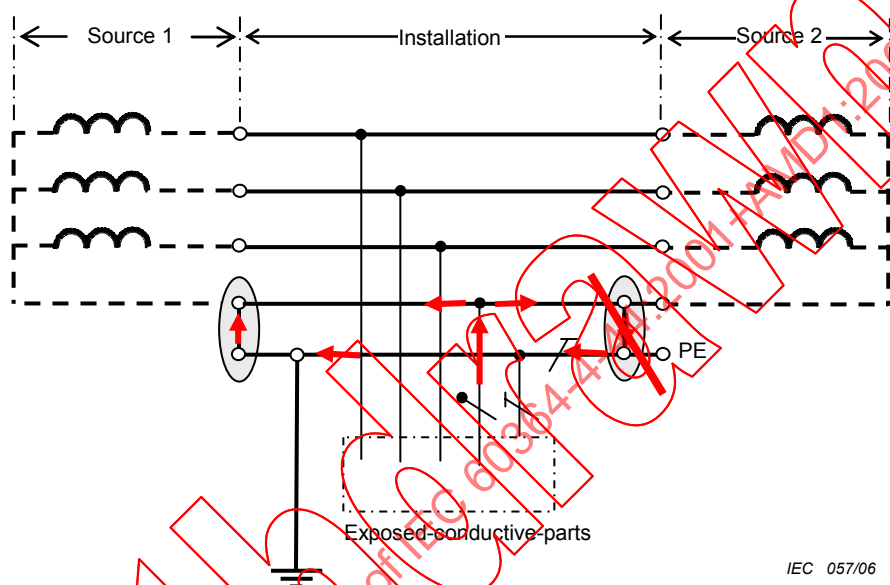
Figure 44.R7A – Schéma TN alimenté par plusieurs sources
avec connexion multiple non appropriée entre le PEN et la terre

444.4.6 Multiple-source supply

For multiple-source power supplies, the provisions in 444.4.6.1 and 444.4.6.2 shall be applied.

NOTE Where multiple earthing of the star points of the sources of supplies is applied, neutral conductor currents may flow back to the relevant star point, not only via the neutral conductor, but also via the protective conductor as shown in Figure 44.R7A. For this reason the sum of the partial currents flowing in the installation is no longer zero and a magnetic stray field is created, similar to that of a single conductor cable.

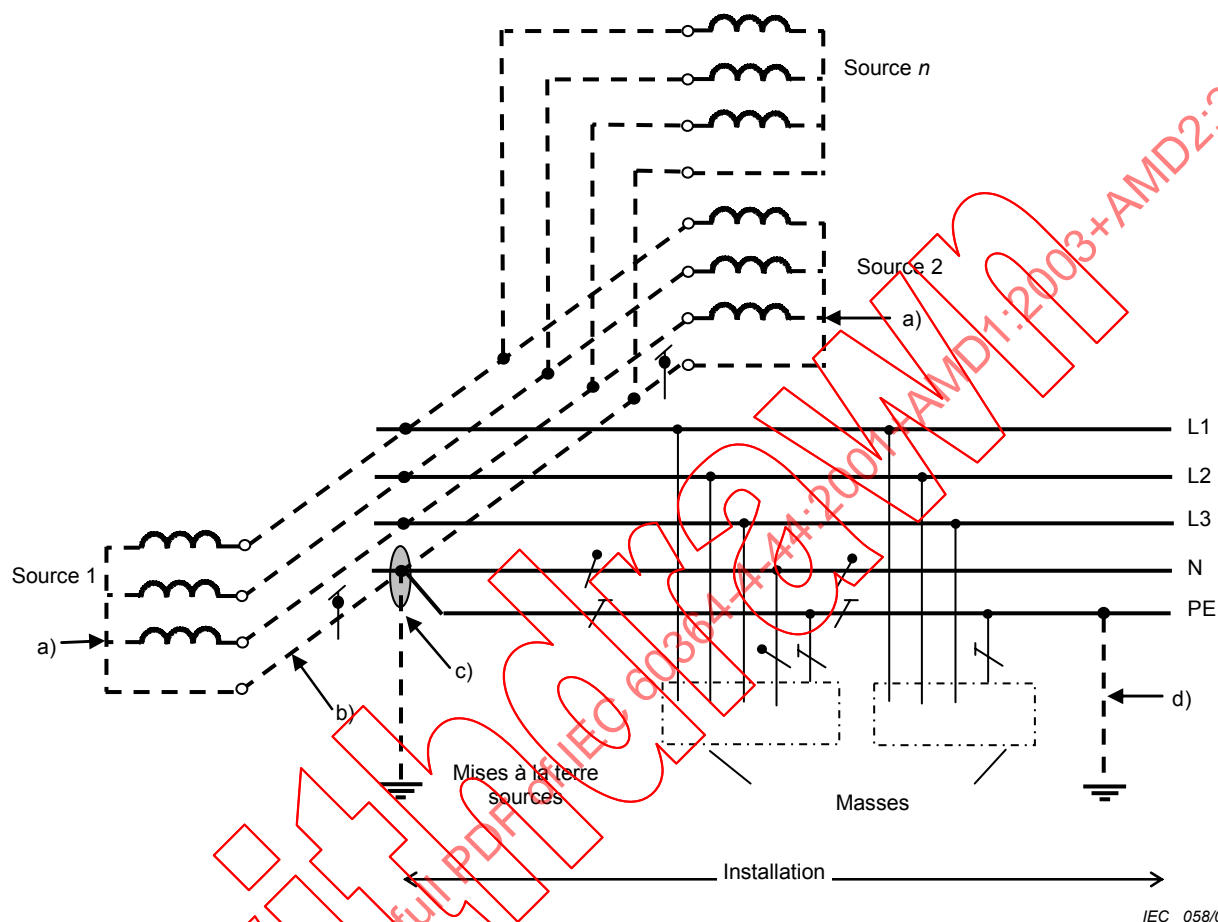
In the case of single conductor cables, which carry AC current, a circular electromagnetic field is generated around the core conductor that may interfere with electronic equipment. Harmonic currents produce similar electromagnetic fields but they attenuate more rapidly than those produced by fundamental currents.



**Figure 44.R7A – TN multiple-source power supply
with a non-suitable multiple connection between PEN and earth**

444.4.6.1 Schéma TN alimenté par plusieurs sources

En cas de schéma TN alimenté par plusieurs sources, les points étoiles des diverses alimentations doivent être connectés par un conducteur isolé connecté à la terre au centre en un seul et même point de terre, pour des raisons de CEM (voir Figure 44.R7B).

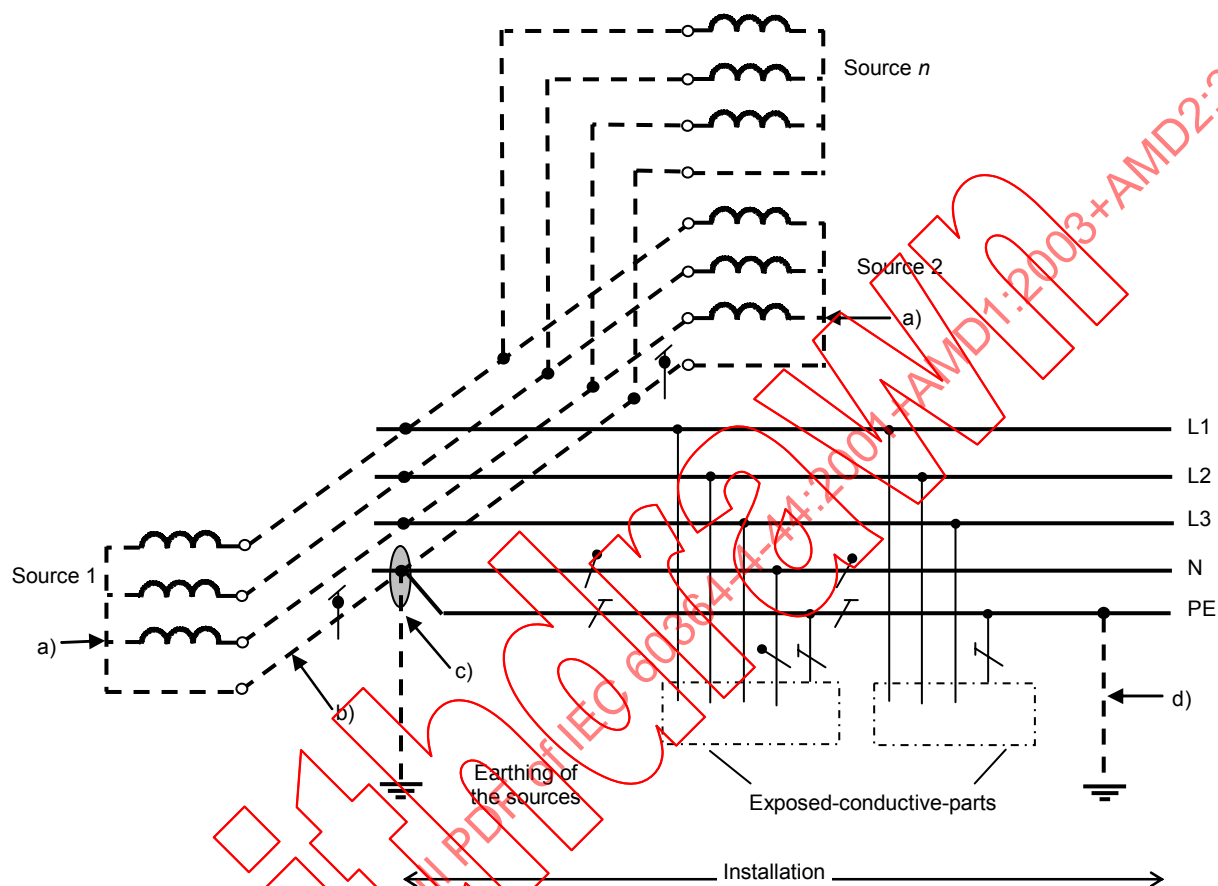


- a) Une liaison directe entre les points neutres des transformateurs ou entre points étoiles des générateurs et la terre n'est pas permise.
- b) Le conducteur de liaison entre les points neutres des transformateurs ou entre points étoiles des générateurs doit être isolé. Ce conducteur est analogue à un PEN et il peut être repéré comme tel; toutefois, il ne doit pas être connecté au matériel d'utilisation, et à cet effet une notice d'avertissement doit y être attachée, ou placée à côté.
- c) Seule une liaison entre les points neutres interconnectés des sources et le PE doit être prévue. Cette liaison doit se situer dans le tableau principal de distribution.
- d) Une mise à la terre complémentaire du PE dans l'installation peut être prévue.

**Figure 44.R7B – Schéma TN alimenté par plusieurs sources
avec points étoiles connectés à un seul et même point de terre**

444.4.6.1 TN multiple source power supplies

In the case of TN multiple-source power supplies to an installation, the star points of the different sources shall, for EMC reasons, be interconnected by an insulated conductor that is connected to earth centrally at one and the same point; see Figure 44.R7B.

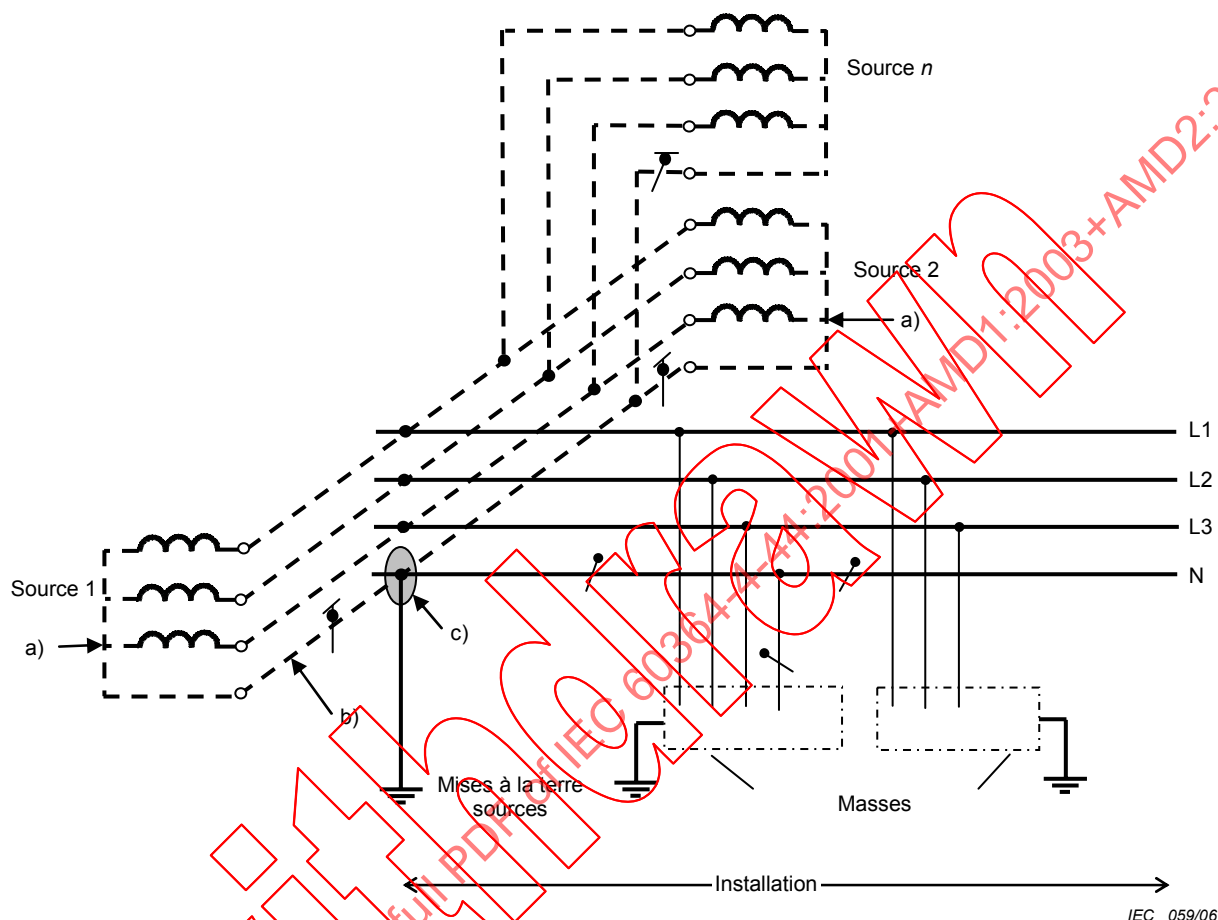


- a) No direct connection from either transformer neutral points or generator star points to earth is permitted.
- b) The conductor interconnecting either the neutral points of transformers, or the star-points of generators, shall be insulated. This conductor functions as a PEN conductor and it may be marked as such; however, it shall not be connected to current-using-equipment and a warning notice to that effect shall be attached to it, or placed adjacent to it.
- c) Only one connection between the interconnected neutral points of the sources and the PE shall be provided. This connection shall be located inside the main switchgear assembly.
- d) Additional earthing of the PE in the installation may be provided.

Figure 44.R7B – TN multiple source power supplies to an installation with connection to earth of the star points at one and the same point

444.4.6.2 Schéma TT alimenté par plusieurs sources

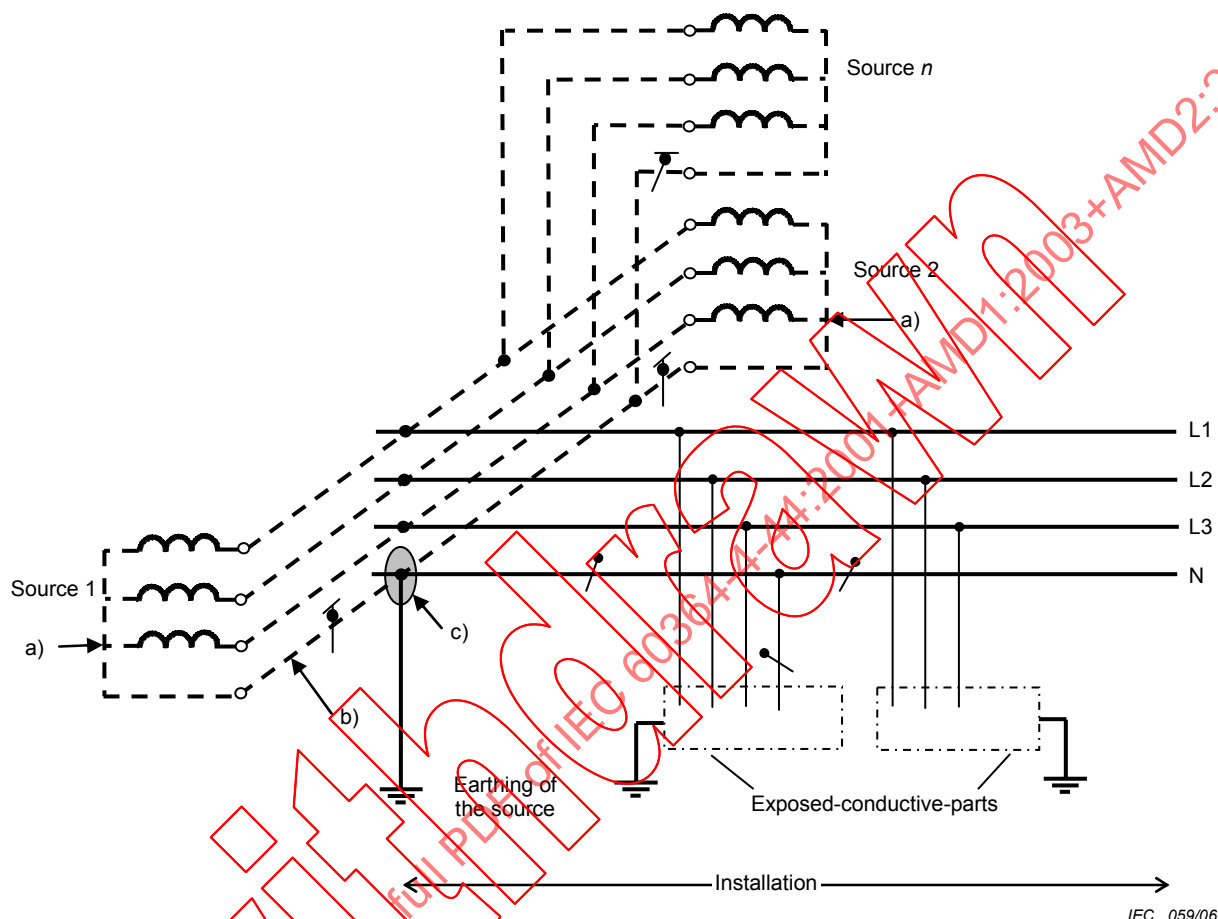
En cas de schéma TT alimenté par plusieurs sources, il convient que les points étoiles des diverses alimentations soient connectés en un seul et même point de terre, pour des raisons de CEM (voir Figure 44.R8).



- a) Une liaison directe entre les points neutres des transformateurs ou entre les points étoiles des générateurs et la terre n'est pas permise.
- b) Le conducteur de liaison entre les points neutres des transformateurs ou entre les points étoiles des générateurs doit être isolé. Ce conducteur est analogue à un PEN et il peut être repéré comme tel; toutefois, il ne doit pas être connecté au matériel d'utilisation, et une notice d'avertissement à cet effet doit y être attachée, ou placée à côté.
- c) Seule une liaison entre les points neutres interconnectés des sources et le PE doit être prévue. Cette liaison doit se situer dans le tableau principal de distribution.

**Figure 44.R8 – Schéma TT alimenté par plusieurs sources
avec points étoiles connectés à un seul et même point de terre**

In the case of TT multiple-source power supplies to an installation, it is recommended that the star points of the different sources are, for EMC reasons, interconnected and connected to earth centrally at only one point; see Figure 44.R8.

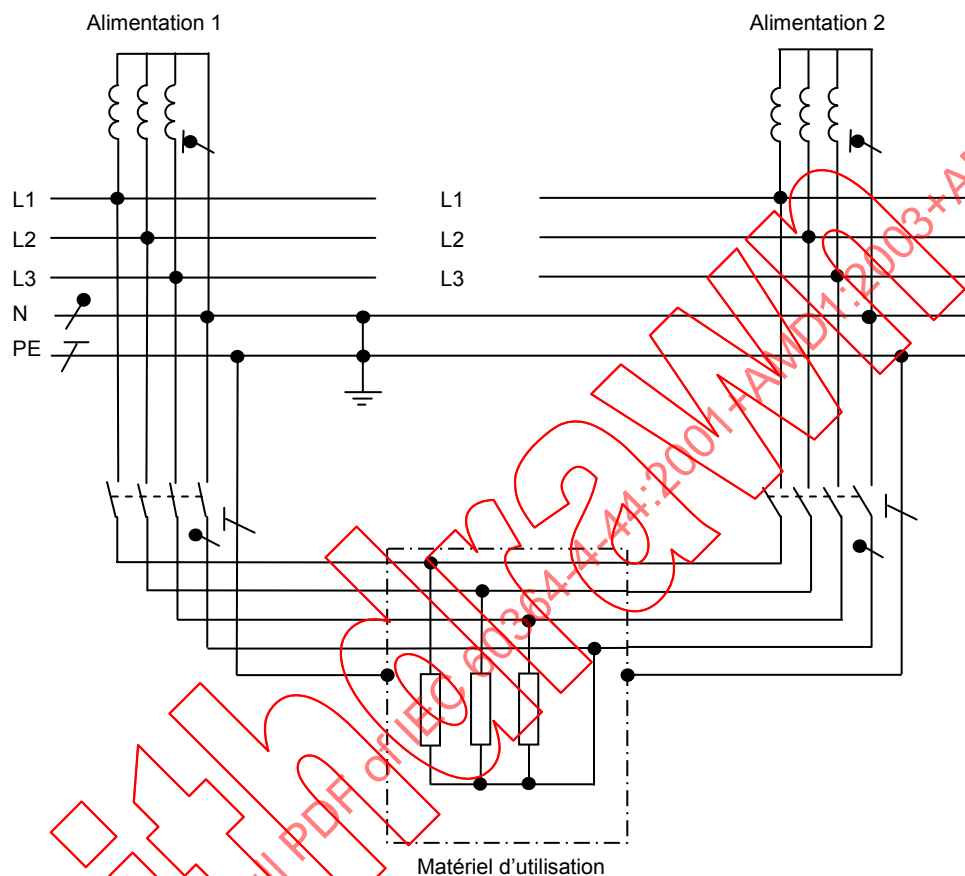


- a) No direct connection from either the transformer neutral points or the generator star points to earth is permitted.
- b) The conductor interconnecting either the neutral points of transformers, or generator star points, shall be insulated. This conductor functions as a PEN conductor and it may be marked as such; however, it shall not be connected to current-using equipment and a warning notice to that effect shall be attached to it, or placed adjacent to it.
- c) Only one connection between the interconnected neutral points of the sources and the PE shall be provided. This connection shall be located inside the main switchgear assembly.

Figure 44.R8 – TT multiple-source power supplies to an installation with connection to earth of the star points at one and the same point

444.4.7 Commutation de l'alimentation

En schéma TN, la commutation de l'alimentation normale vers l'alimentation de secours doit être réalisée par un commutateur intéressant tous les conducteurs actifs (voir Figures 44.R9A, 44.R9B et 44R.9C).



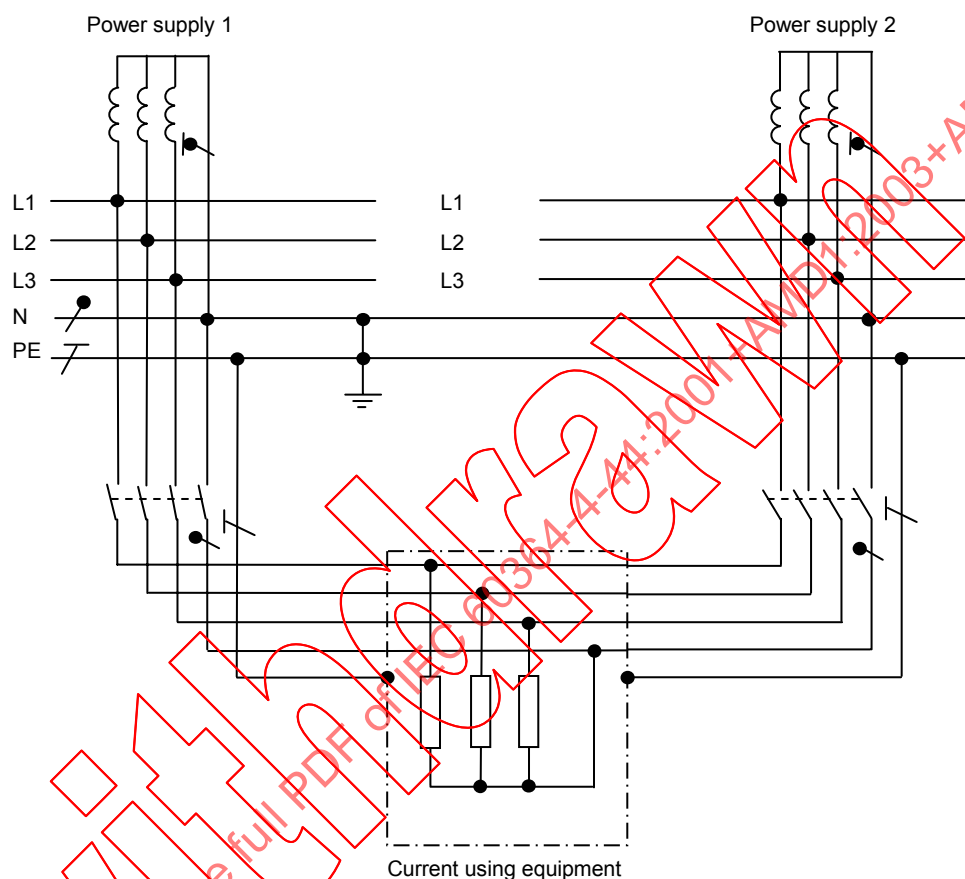
IEC 060/06

NOTE Cette méthode évite les champs électromagnétiques dus à des courants vagabonds dans l'alimentation principale d'une installation. Il faut que la somme des courants dans un câble soit nulle. Cela assure l'écoulement du courant de neutre dans le seul conducteur neutre du circuit en fonction. L'harmonique 3 (150 Hz) des conducteurs de phase s'ajoutera au courant dans le neutre avec le même angle de phase.

Figure 44.R9A – Alimentation triphasée avec commutateur à 4 pôles

444.4.7 Transfer of supply

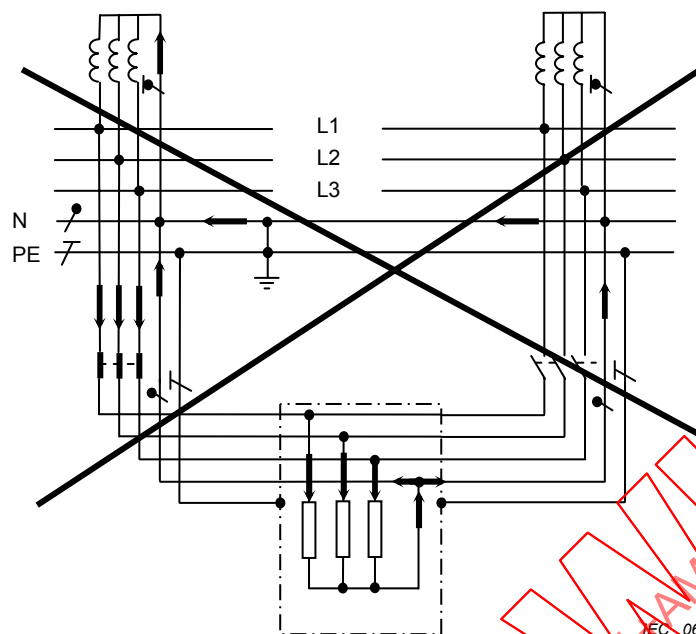
In TN systems the transfer from one supply to an alternative supply shall be by means of a switching device, which switches the line conductors and the neutral, if any; see Figures 44.R9A, 44.R9B and 44.R9C.



IEC 060/06

NOTE This method prevents electromagnetic fields due to stray currents in the main supply system of an installation. The sum of the currents within one cable must be zero. It ensures that the neutral current flows only in the neutral conductor of the circuit, which is switched on. The 3rd harmonic (150 Hz) current of the line conductors will be added with the same phase angle to the neutral conductor current.

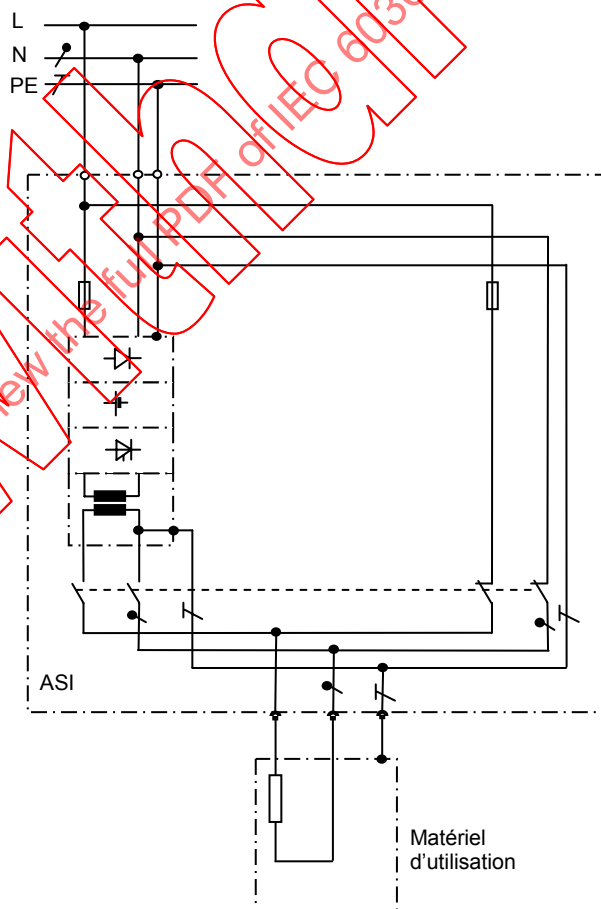
Figure 44.R9A – Three-phase alternative power supply with a 4-pole switch



IEC 061/06

NOTE Une alimentation triphasée avec commutateur à 3 pôles non approprié entraînera un écoulement de courants de circulation non désirés générant un champ électromagnétique.

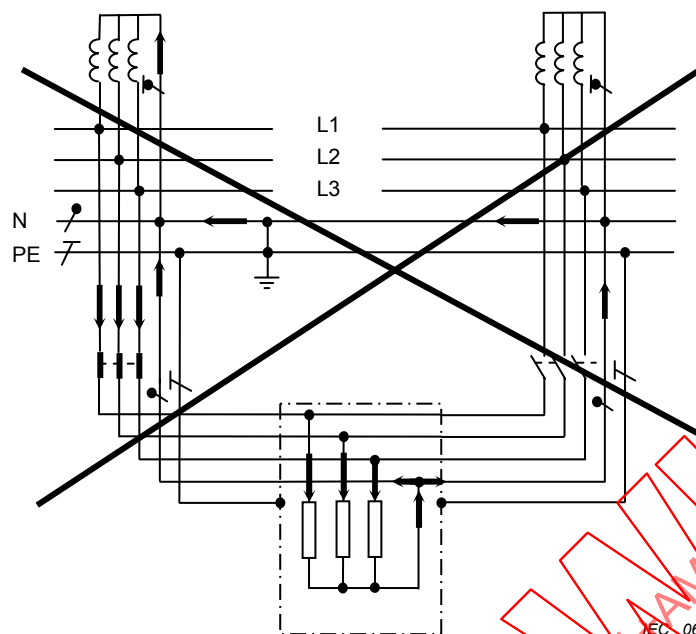
Figure 44.R9B – Ecoulement de courant dans le conducteur neutre dans une alimentation triphasée avec commutateur à 3 pôles non approprié



IEC 062/06

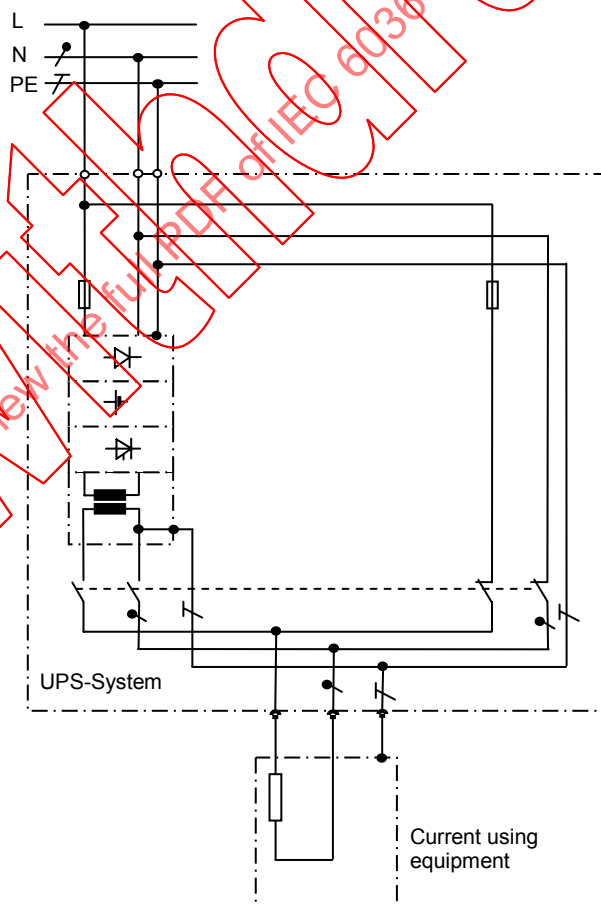
NOTE La mise à la terre du secondaire d'une ASI n'est pas obligatoire. Si elle n'est pas réalisée, l'alimentation par l'ASI est en schéma IT et, en mode by-pass, le schéma est le même que celui de l'alimentation.

Figure 44.R9C – Alimentation monophasée avec commutateur à 2 pôles



NOTE A three-phase alternative power supply with an unsuitable 3-pole switch will cause unwanted circulating currents, that will generate electromagnetic fields.

Figure 44.R9B – Neutral current flow in a three-phase alternative power supply with an unsuitable 3-pole switch



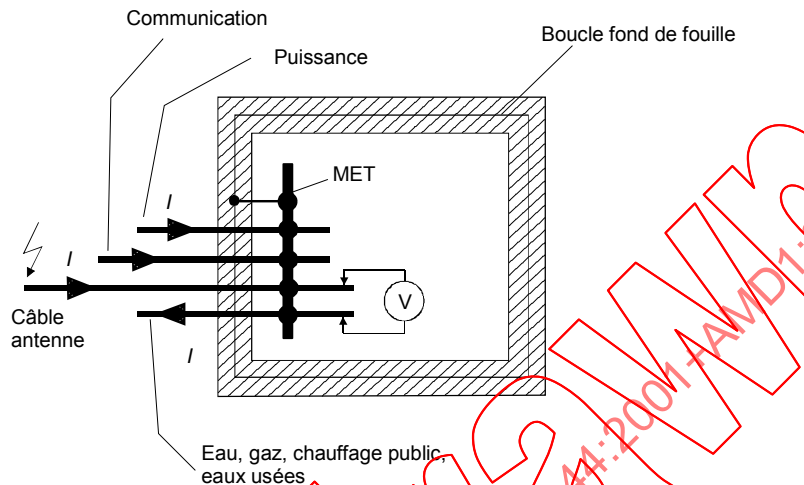
NOTE The earth connection to the secondary circuit of a UPS is not mandatory. If the connection is omitted, the supply in the UPS-mode will be in the form of an IT system and, in by-pass mode, it will be the same as the low-voltage supply system.

Figure 44.R9C – Single-phase alternative power supply with 2-pole switch

444.4.8 Pénétration des services dans un bâtiment

Il convient que les canalisations métalliques (eau, gaz, chauffage) et les câbles de puissance et de communication pénètrent de préférence en un même point d'un bâtiment. Les canalisations métalliques et les armures des câbles doivent être reliés à la borne principale de terre par des conducteurs de faible impédance (voir Figure 44.R10).

NOTE L'interconnexion n'est permise qu'avec le consentement des opérateurs des services extérieurs.



MET Borne principale de terre

I Courant inductif

NOTE Un point de pénétration commun est préféré, $U \approx 0$ V.

Figure 44.R10 – Exemple de pénétration de câbles armés et de canalisations métalliques dans un bâtiment

Pour des raisons de CEM, il convient de réserver des parties d'installations électriques dans des vides fermés exclusivement pour les matériels électriques et électroniques (par exemple surveillance, commande, dispositifs de protection, de connexion, etc.) et l'accès doit être fourni pour leur maintenance.

444.4.9 Bâtiments séparés

Si des bâtiments différents ont des équipotentialités différentes, la transmission des signaux et données peut être réalisée par des fibres optiques sans métal ou par d'autres réseaux non conducteurs, par exemple transformateur de signaux micro-ondes pour l'isolement conforme aux CEI 61558-2-1, 2-4, 2-6, 2-15 et à la CEI 60950-1.

NOTE 1 Le problème des différences de tension sur de vastes réseaux de communication est de la responsabilité de l'opérateur, lequel peut utiliser d'autres méthodes.

NOTE 2 Dans le cas de systèmes non conducteurs de transmission des données, l'utilisation d'un conducteur d'accompagnement n'est pas nécessaire.

444.4.10 Installations dans les bâtiments

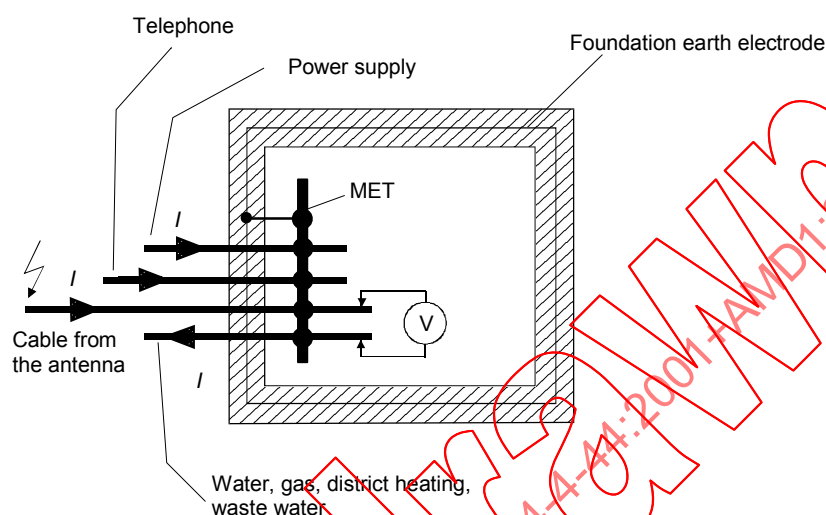
Dans les installations existantes, en cas de problèmes d'interférences électromagnétiques, les mesures suivantes peuvent améliorer la situation (voir Figure 44.R11):

- 1) utilisation de câbles à fibre optique non métalliques pour les circuits de transmission des signaux et des données, voir 444.4.9;
- 2) utilisation de matériels de classe II;
- 3) utilisation de transformateurs à deux enroulements conformes à la CEI 61558-2-1 ou à la CEI 61558-2-4 ou à la CEI 61558-2-6 ou à la CEI 61558-2-15. L'enroulement secondaire est de préférence connecté à un schéma TN-S, mais un schéma IT peut être utilisé pour des applications particulières.

444.4.8 Services entering a building

Metal pipes (e.g. for water, gas or district heating) and incoming power and signal cables should preferably enter the building at the same place. Metal pipes and the metal armouring of cables shall be bonded to the main earthing terminal by means of conductors having low impedance; see Figure 44.R10.

NOTE Interconnection is only permitted with the consent of the operator of the external service.



IEC 063/06

MET Main earthing terminal

I Induction current

NOTE A common entry point is preferred, $U \approx 0$ V.

Figure 44.R10 – Armoured cables and metal pipes entering the buildings (examples)

For EMC reasons, closed building voids housing parts of the electrical installation should be exclusively reserved for electrical and electronic equipment (such as monitoring, control or protection devices, connecting devices, etc.) and access shall be provided for their maintenance.

444.4.9 Separate buildings

Where different buildings have separate equipotential bonding systems, metal-free fibre optic cables or other non-conducting systems may be used for signal and data transmission, e.g. microwave signal transformer for isolation in accordance with IEC 61558-2-1, 2-4, 2-6, 2-15 and IEC 60950-1.

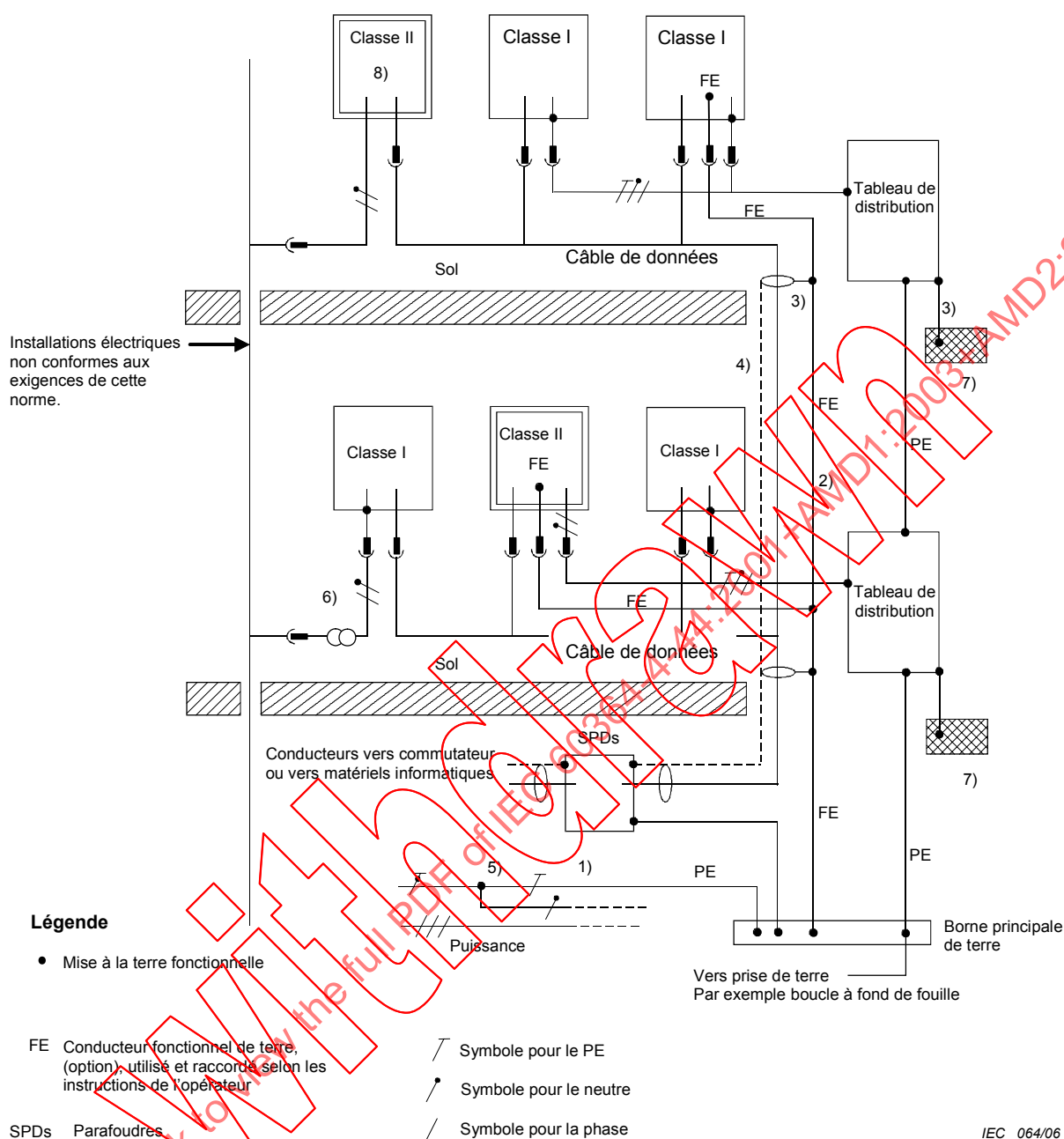
NOTE 1 The problem of earth differential voltages on large public telecommunication networks is the responsibility of the network operator, who may employ other methods.

NOTE 2 In case of non-conducting data-transmission systems, the use of a by-pass conductor is not necessary.

444.4.10 Inside buildings

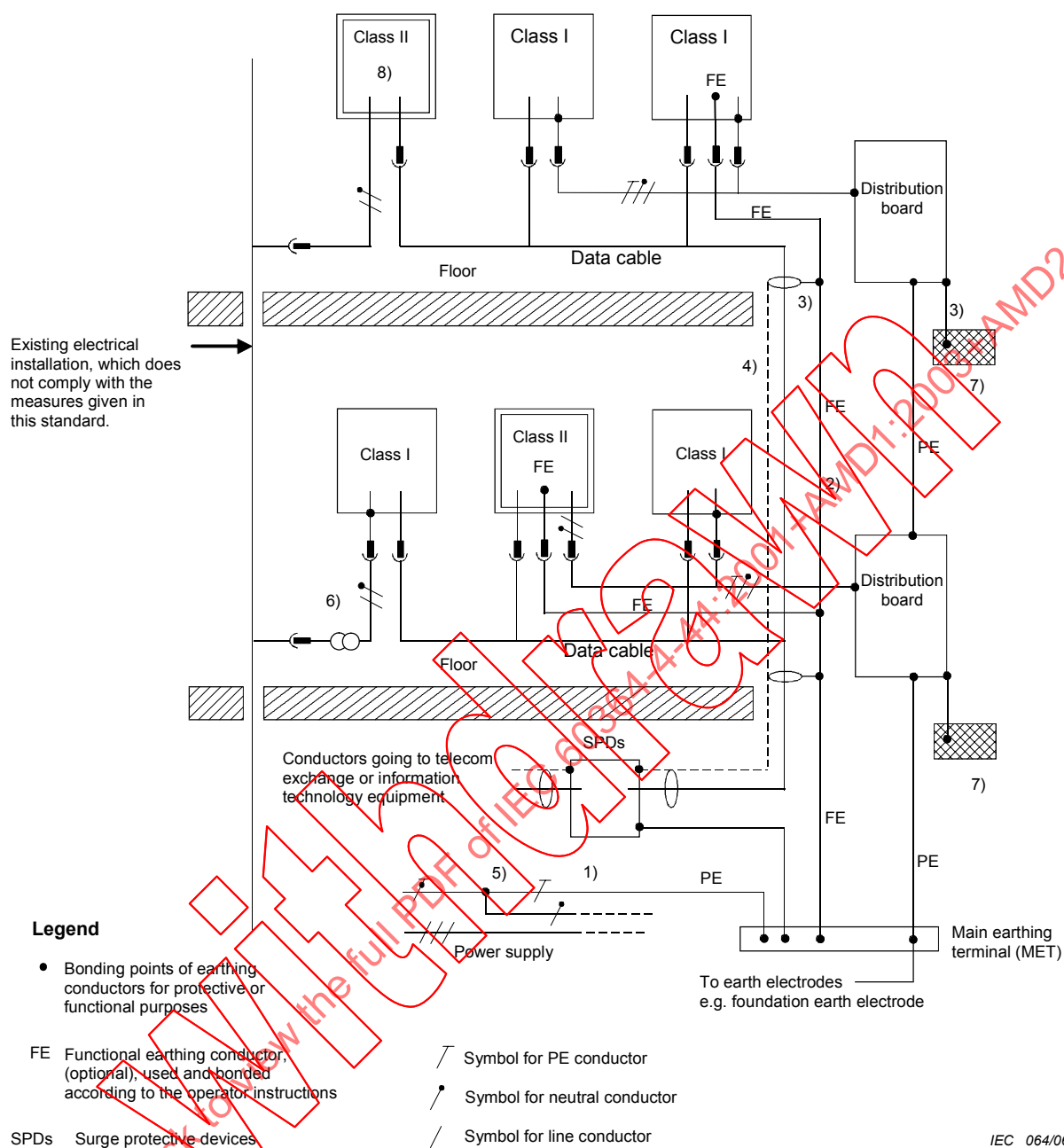
Where there are problems in existing building installations due to electromagnetic influences, the following measures may improve the situation; see Figure 44.R11:

- 1) use of metal free fibre optic links for signal and data circuits, see 444.4.9;
- 2) use of Class II equipment;
- 3) use of double winding transformers in compliance with IEC 61558-2-1 or IEC 61558-2-4 or IEC 61558-2-6 or IEC 61558-2-15. The secondary circuit should preferably be connected as a TN-S system but an IT-system may be used where required for specific applications.



Référence	Description des mesures représentées	Article
1)	Les câbles et conduits métalliques pénètrent dans le bâtiment au même endroit	444.4.8
2)	Cheminement commun des canalisations avec séparations adaptées et en évitant les boucles	444.4.2
3)	Liaisons aussi courtes que possible et utilisation de conducteurs d'accompagnement	CEI 61000-2-5
4)	Câbles de communication blindés et/ou paires torsadées	444.4.2
5)	Eviter le schéma TN-C au-delà du point de livraison à l'entrée	444.4.12
6)	Utilisation de transformateurs à enroulements séparés	444.4.3
7)	Ceinturage d'équipotentialité	444.4.10
8)	Utilisation de matériels de classe II	444.5.4
		444.4.10

Figure 44.R11 – Illustration des mesures décrites par le présent article dans un bâtiment existant



Reference	Description of the illustrated measures	Subclause
1)	Cables and metal pipes enter the building at the same place	444.4.8
2)	Common route with adequate separations and avoidance of loops	444.4.2
3)	Bonding leads as short as possible, and use of earthed conductor parallel to a cable	IEC 61000-2-5 444.4.2
4)	Signal cables screened and/or conductors twisted pairs	444.4.12
5)	Avoidance of TN-C beyond the incoming supply point	444.4.3
6)	Use of transformers with separate windings	444.4.10
7)	Local horizontal bonding system	444.5.4
8)	Use of class II equipment	444.4.10

Figure 44.R11 – Illustration of measures in an existing building

444.4.11 Dispositifs de protection

Il est recommandé que les dispositifs de protection avec des fonctionnalités appropriées pour empêcher des déclenchements indésirables dus à des courants transitoires élevés soient choisis, par exemple retard et filtres.

444.4.12 Câbles de communication

Il est recommandé d'utiliser des câbles écrantés et/ou des câbles à paires torsadées pour les circuits de communication.

444.5 Mise à la terre et liaisons équipotentielles

444.5.1 Interconnexion des prises de terre

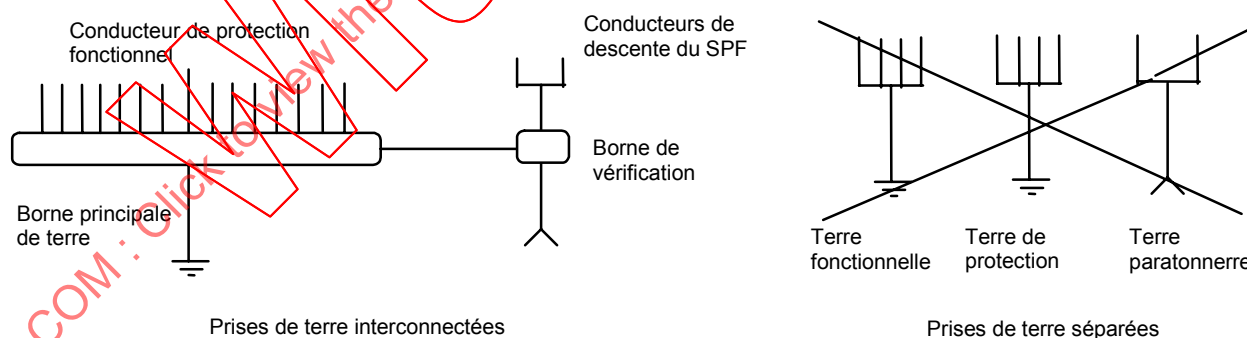
Pour plusieurs bâtiments, le concept de prises de terre dédiées, indépendantes, raccordées à un réseau de conducteurs d'équipotentialité peut être inadaptable lorsque les équipements électroniques sont utilisés pour des échanges de communication et de données entre bâtiments pour les raisons suivantes:

- un couplage de fait existe entre ces différentes prises de terre et entraîne des remontées de potentiel non contrôlées sur les matériels;
- des matériels interconnectés peuvent avoir des références de terre différentes;
- des risques de choc électrique existent, notamment dans le cas de surtensions d'origine atmosphérique.

C'est pourquoi il convient que les conducteurs de protection et de protection fonctionnelle soient reliés à une seule borne principale de terre.

De plus, toutes les prises de terre d'un bâtiment (de protection, fonctionnelle et de paratonnerre) doivent être interconnectées (Figure 44.R12).

Dans le cas de plusieurs bâtiments, si l'interconnexion des prises de terre entre plusieurs bâtiments ne peut être réalisée, il est préconisé de réaliser une isolation galvanique sur les réseaux de communication, par exemple liaisons à fibre optique (voir aussi 444.4.10).



IEC 065/06

Figure 44.R12 – Prises de terre interconnectées

Les connexions des conducteurs de mise à la terre fonctionnelle et de protection sur la borne principale de terre doivent être réalisées individuellement de manière que si un conducteur vient à être séparé, la liaison de tous les autres conducteurs demeure assurée.

444.4.11 Protective devices

Protective devices with appropriate functionality for avoiding unwanted tripping due to high levels of transient currents should be selected, e.g. time delays and filters.

444.4.12 Signal cables

Shielded cables and/or twisted pair cables should be used for signal cables.

444.5 Earthing and equipotential bonding

444.5.1 Interconnection of earth electrodes

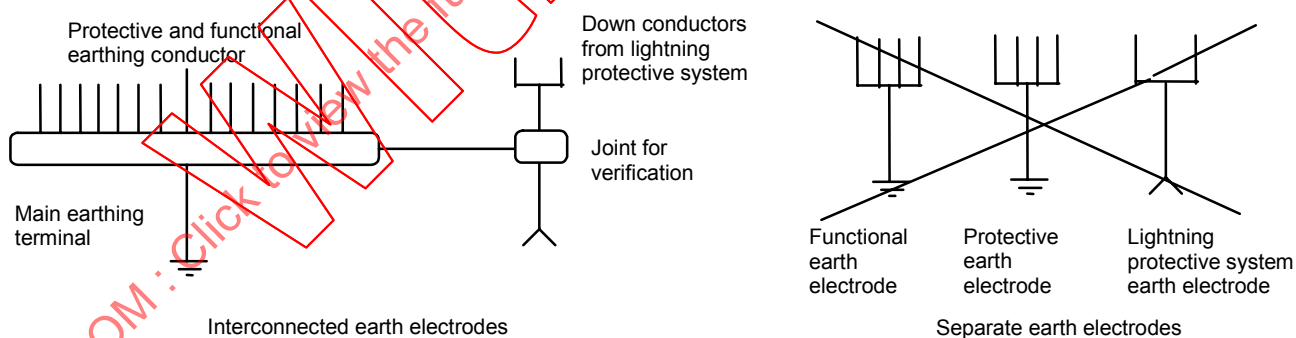
For several buildings, the concept of dedicated and independent earth electrodes connected to an equipotential conductor network may not be adequate where electronic equipment is used for communication and data exchange between the different buildings for the following reasons:

- a coupling exists between these different earth electrodes and leads to an uncontrolled increase of voltage to equipment;
- interconnected equipment may have different earth references;
- a risk of electric shock exists, specifically in case of overvoltages of atmospheric origin.

Therefore, all protective and functional earthing conductors should be connected to one single main earthing terminal.

Moreover, all earth electrodes associated with a building i.e. protective, functional and lightning protection, shall be interconnected; see Figure 44.R12.

In the case of several buildings, where interconnection of the earth electrodes is not possible or practical, it is recommended that galvanic separation of communication networks is applied, for instance by the use of fibre optic links; see also 444.4.10.



IEC 065/06

Figure 44.R12 – Interconnected earth electrodes

Protective and functional bonding conductors shall be connected individually to the main earthing terminal in such a way that if one conductor becomes disconnected the connections of all the other conductors remain secured.

444.5.2 Interconnexion des réseaux entrants et mise à la terre

Les masses des matériels de traitement de l'information et des matériels électroniques à l'intérieur d'un bâtiment doivent être interconnectées par un conducteur de protection.

Pour les locaux d'habitation dans lesquels les matériels électroniques sont limités, un réseau de conducteurs de protection en étoile (voir Figure 44.R13) peut être suffisant.

Pour des bâtiments tertiaires et industriels ou similaires présentant de multiples applications électroniques, un réseau de terre commun constitué par les conducteurs d'équipotentialité et de protection est utile afin de satisfaire aux exigences CEM des divers matériels (voir Figure 44.R15).

444.5.3 Différentes structures du réseau des conducteurs d'équipotentialité et de mise à la terre

Quatre structures de base décrites ci-après peuvent être utilisées en fonction de l'importance et de la vulnérabilité des matériels.

444.5.3.1 Conducteurs de protection reliés à un ceinturage d'équipotentialité

Un réseau équipotentiel commun est installé en ceinturage d'équipotentialité (voir Figure 44R.16) en haut de la structure. Il est de préférence en cuivre, nu ou isolé et est installé de manière à ce qu'il soit accessible sur toute sa longueur, par exemple en chemins de câbles ou en conduits métalliques (voir la série CEI 61386), en apparent ou en goulottes. Il peut recevoir tous les conducteurs de mise à la terre (de protection ou fonctionnelle).

444.5.3.2 Réseau de conducteurs de protection en étoile

Ce réseau est applicable aux petites installations (résidentielles, tertiaires, etc.) et d'une manière générale aux équipements qui ne communiquent pas entre eux (voir Figure 44.R13).

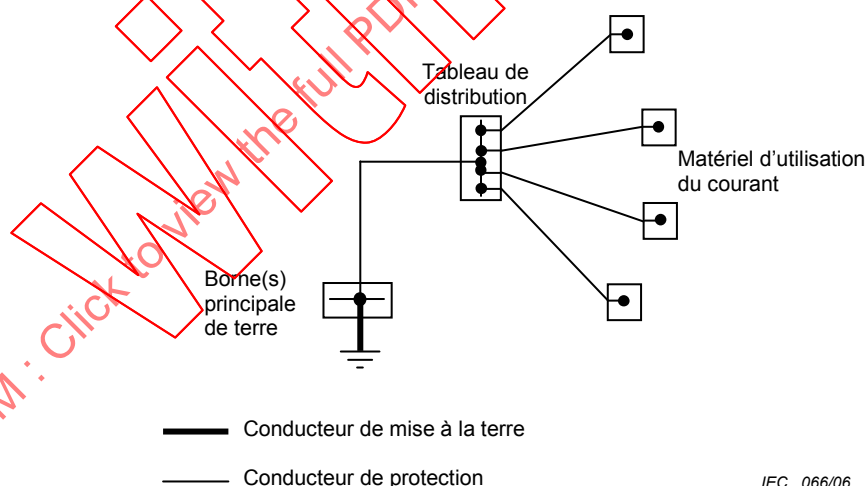


Figure 44.R13 – Exemples de conducteurs de protection en étoile

444.5.2 Interconnection of incoming networks and earthing arrangements

Exposed-conductive-parts of information technology and electronic equipment within a building are interconnected via protective conductors.

For dwellings where normally a limited amount of electronic equipment is in use, a protective conductor network in the form of a star network may be acceptable; see Figure 44.R13.

For commercial and industrial buildings and similar buildings containing multiple electronic applications, a common equipotential bonding system is useful in order to comply with the EMC requirements of different types of equipment; see Figure 44.R15.

444.5.3 Different structures for the network of equipotential conductors and earthing conductors

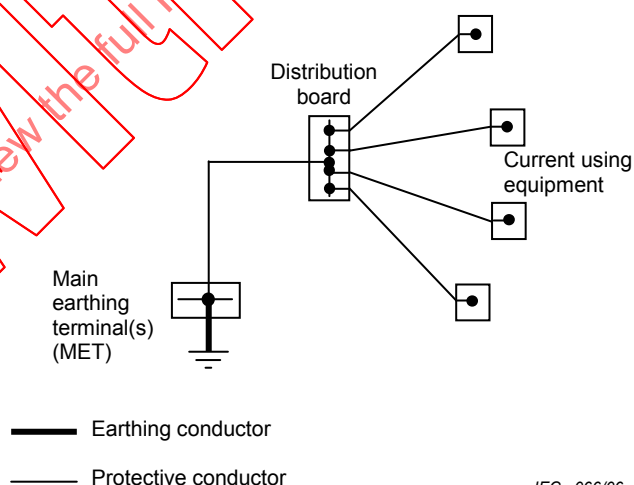
The four basic structures described in the following subclauses may be used, depending on the importance and vulnerability of equipment.

444.5.3.1 Protective conductors connected to a bonding-ring conductor

An equipotential bonding network in the form of a bonding ring conductor, BRC, is shown in Figure 44.R16 on the top-floor of the structure. The BRC should preferably be made of copper, bare or insulated, and installed in such a manner that it remains accessible everywhere, e.g. by using a cable-tray, metallic conduit (see IEC 61386 series), surface mounted method of installation or cable trunking. All protective and functional earthing conductors may be connected to the BRC.

444.5.3.2 Protective conductors in a star network

This type of network is applicable to small installations associated with dwellings, small commercial buildings, etc., and from a general point of view to equipment, that is not interconnected by signal cables; see Figure 44 R13.



IEC 066/06

Figure 44.R13 – Examples of protective conductors in star network

444.5.3.3 Réseau à mailles multiples en étoile

Ce réseau est applicable aux petites installations avec différents îlots de matériels interconnectés. Il permet notamment de disperser localement les courants parasites (voir Figure 44.R14).

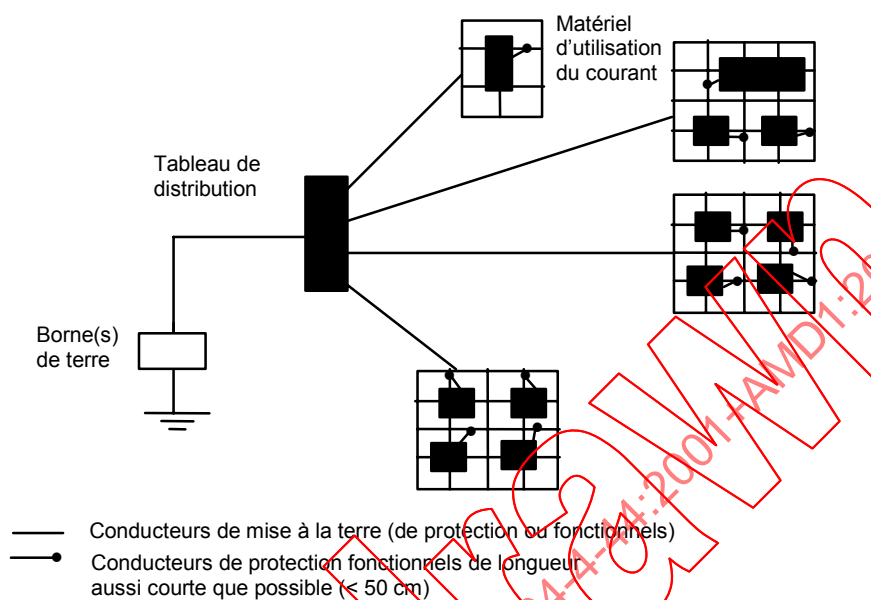


Figure 44.R14 – Exemple de réseau à mailles multiples en étoile

444.5.3.4 Réseau à maillage commun

Ce type de réseau est applicable aux installations avec une forte densité de matériels interconnectés correspondant à des utilisations critiques (voir Figure 44.R15).

La réalisation du réseau de conducteurs d'équipotentialité maillé tire profit des structures métalliques existantes. Il est complété par des conducteurs pour constituer le maillage.

La dimension des mailles est fonction du niveau choisi de protection contre la foudre, du niveau d'immunité des matériels de l'installation et des fréquences utilisées dans les liaisons de transmission.

Les dimensions des mailles doivent être adaptées à celles de l'îlot à protéger mais ne doivent pas dépasser 2m × 2m dans les zones où des équipements sensibles aux perturbations électromagnétiques sont implantés.

Il convient en particulier à la protection des autocommutateurs privés et des systèmes informatiques centralisés.

Dans certains cas, certaines parties de ce réseau peuvent être maillées plus finement afin de tenir compte d'exigences spécifiques.

444.5.3.3 Multiple meshed bonding star network

This type of network is applicable to small installations with different small groups of interconnected communicating equipment. It enables the local dispersion of currents caused by electromagnetic interference; see Figure 44.R14.

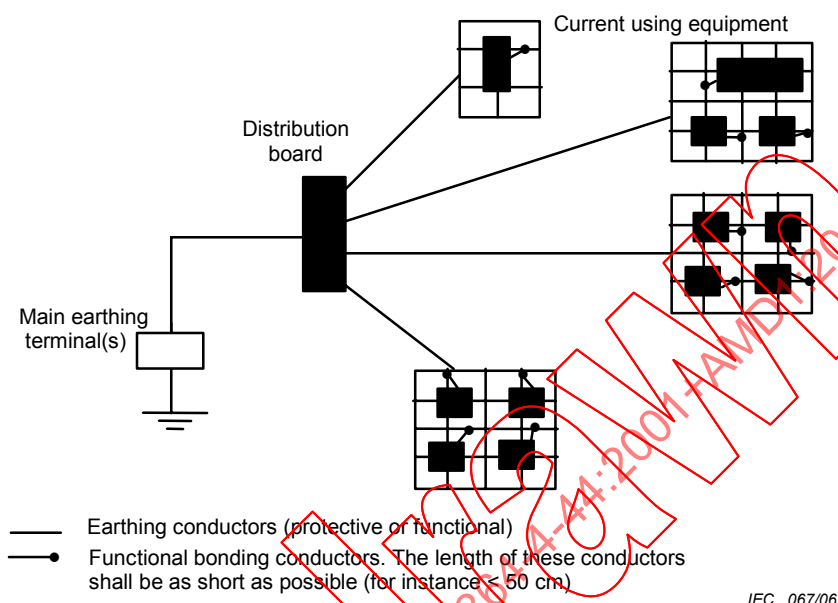


Figure 44.R14 – Example of multiple meshed bonding star network

444.5.3.4 Common meshed bonding star network

This type of network is applicable to installations with high density of communicating equipment corresponding to critical applications; see Figure 44.R15.

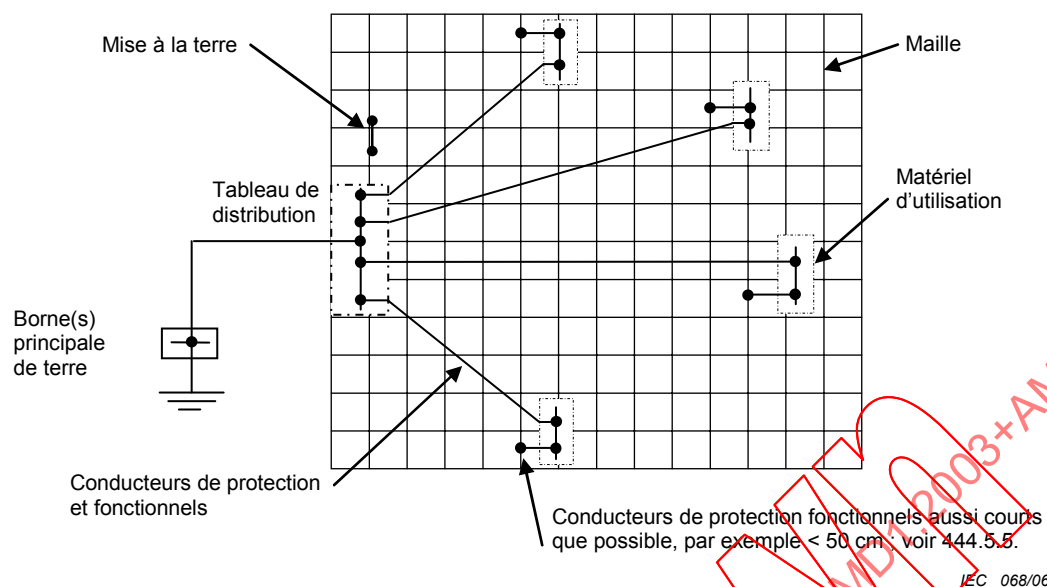
A meshed equipotential bonding network is enhanced by the existing metallic structures of the building. It is supplemented by conductors forming the square mesh.

The mesh-size depends on the selected level of protection against lightning, on the immunity level of equipment part of the installation and on frequencies used for data transmission.

Mesh-size shall be adapted to the dimensions of the installation to be protected, but shall not exceed 2 m × 2 m in areas where equipment sensitive to electromagnetic interferences is installed.

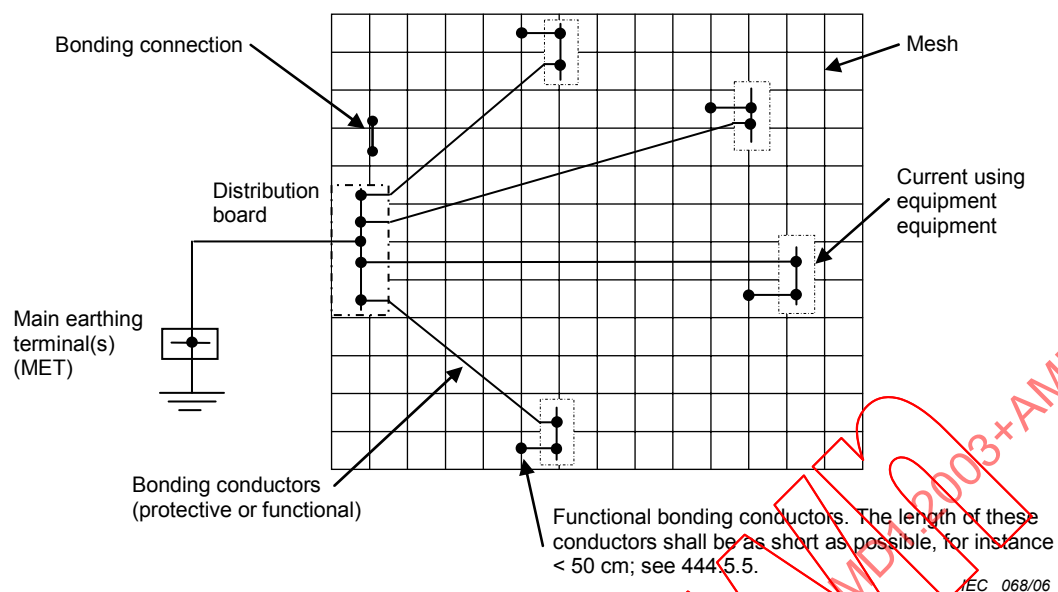
It is suitable for protection of private automatic branch exchange equipment (PABX) and centralized data processing systems.

In some cases, parts of this network may be meshed more closely in order to meet specific requirements.



La zone recouverte par le maillage doit présenter des dimensions importantes; la taille de maille se réfère aux dimensions des surfaces carrées délimitées par les conducteurs formant la maille.

Figure 44.R15 – Exemple de réseau en étoile à maillage commun

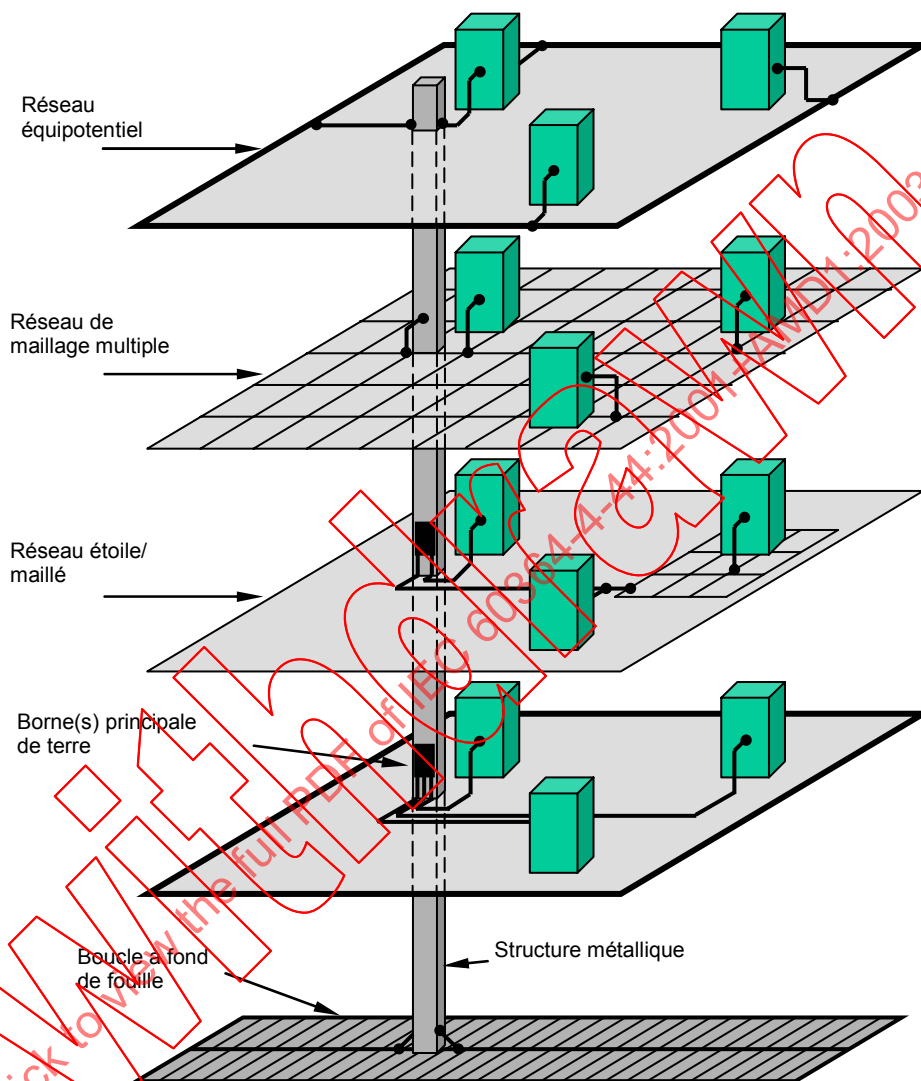


The area covered by a mesh shall have overall dimensions; the mesh-size refers to the dimensions of square spaces enclosed by the conductors forming the mesh.

Figure 44.R15 – Example of a common meshed bonding star network

444.5.4 Réseau de terre dans des bâtiments à plusieurs étages

Il est recommandé que les bâtiments à plusieurs étages comportent à chaque niveau un ceinturage d'équipotentialité; voir la figure 44.R16 pour des exemples courants de ceinturages d'équipotentialité, chaque étage étant un type de réseau. Il convient que les réseaux équipotentiels des divers étages soient interconnectés par au moins deux conducteurs.

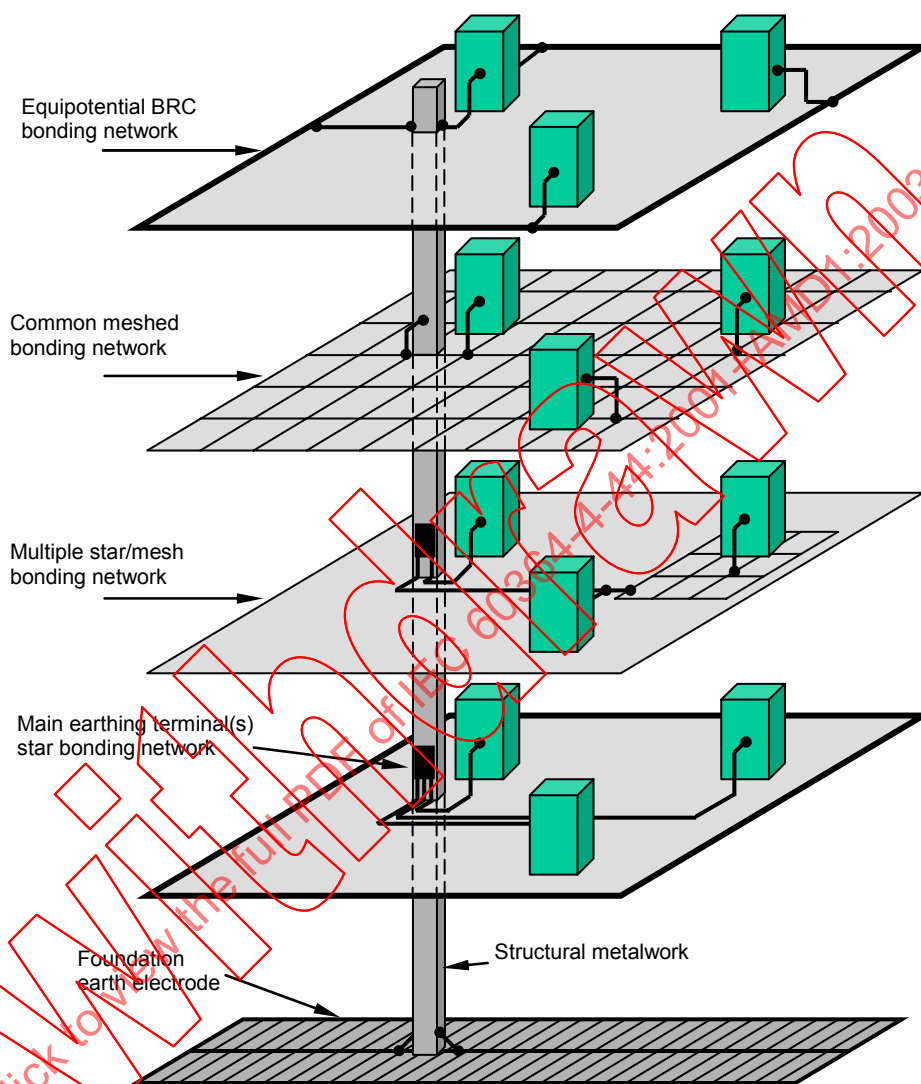


IEC 069/06

Figure 44.R16 – Exemple de réseau équipotentiel dans des structures sans systèmes de protection contre la foudre

444.5.4 Equipotential bonding networks in buildings with several floors

For buildings with several floors, it is recommended that, on each floor, an equipotential bonding system be installed; see Figure 44.R16 for examples of bonding networks in common use; each floor is a type of network. The bonding systems of the different floors should be interconnected, at least twice, by conductors.



IEC 069/06

Figure 44.R16 – Example of equipotential bonding networks in structures without lightning protection systems

444.5.5 Conducteurs d'équipotentialité fonctionnelle

Certains matériels électroniques nécessitent une tension de référence proche du potentiel de terre pour assurer leur fonctionnement correct; cette tension de référence est fournie par un conducteur de protection fonctionnelle.

Les conducteurs des liaisons équipotentielle fonctionnelles peuvent être des bandes métalliques, des tresses plates et des câbles de section circulaire.

Pour les matériels fonctionnant à hautes fréquences, les bandes métalliques ou les tresses plates sont préférables et les liaisons doivent être les plus courtes possibles.

Aucune couleur n'est imposée pour ces conducteurs de protection fonctionnelle. Toutefois, la double coloration Vert et Jaune ne doit pas être utilisée. Il est recommandé d'utiliser une couleur unique dans toute l'installation et de repérer ces conducteurs à chacune de leurs extrémités.

Pour les matériels fonctionnant à basse fréquence, les sections indiquées dans la CEI 60364-5-54, 544.1.1 sont suffisantes, quelle que soit la forme des conducteurs; voir 444.4.2 b) et k).

444.5.6 Bâtiments tertiaires ou industriels avec une installation importante de matériels de traitement de l'information

Les mesures complémentaires ci-après visent à réduire l'influence des perturbations électromagnétiques sur le fonctionnement des matériels de traitement de l'information.

En cas d'environnement électromagnétique sévère, il est recommandé d'adopter le réseau maillé en étoile décrit en 444.5.3.3.

444.5.6.1 Dimensionnement et mise en œuvre du ceinturage d'équipotentialité

Le ceinturage d'équipotentialité est installé en boucle fermée et doit avoir les dimensions minimum suivantes:

- section en cuivre plat 30 mm × 2 mm.
- cuivre rond $\varnothing$ 8 mm.

Le ceinturage d'équipotentialité, s'il est nu, doit être protégé au niveau de ses supports et dans les traversées de cloison afin d'éviter la corrosion.

444.5.6.2 Connexions au ceinturage d'équipotentialité

Les conducteurs suivants sont aussi reliés au ceinturage d'équipotentialité:

- les écrans conducteurs, les gaines et armures conductrices des câbles de télécommunications ou de matériels de télécommunications;
- les conducteurs de mise à la terre des systèmes d'antennes;
- le conducteur de mise à la terre du pôle relié à la terre d'une alimentation en courant continu pour un matériel de traitement de l'information;
- les conducteurs de protection fonctionnelle.

444.5.5 Functional earthing conductor

Some electronic equipment requires a reference voltage at about earth potential in order to function correctly; this reference voltage is provided by the functional earthing conductor.

Conductors for functional earthing may be metallic strips, flat braids and cables with circular cross section.

For equipment operating at high frequencies, metallic strips or flat braids are preferred and the connections shall be kept as short as possible.

No colour is specified for functional earthing conductors. However, the colours green-and-yellow specified for earthing conductors shall not be used. It is recommended that the same colour is used throughout the whole installation to mark functional earthing conductors at each end.

For equipment operating at low frequencies, cross sectional areas as indicated in 554.1.1 of IEC 60364-5-54 are considered satisfactory, independent of the conductor shape; see 444.4.2 b) and k).

444.5.6 Commercial or industrial buildings containing significant amounts of information technology equipment

The following additional specifications are intended to reduce the influences of electromagnetic disturbances on the information technology equipment operation.

In severe electromagnetic environments, it is recommended that the common meshed bonding star network described in 444.5.3.3 be adopted.

444.5.6.1 Sizing and installation of bonding ring network conductors

Equipotential bonding designed as a bonding ring network shall have the following minimum dimensions:

- flat copper cross-section: 30 mm × 2 mm
- round copper diameter: 8 mm

Bare conductors shall be protected against corrosion at their supports and on their passage through walls.

444.5.6.2 Parts to be connected to the equipotential bonding network

The following parts shall also be connected to the equipotential bonding network:

- conductive screens, conductive sheaths or armouring of data transmission cables or of information technology equipment;
- earthing conductors of antenna systems;
- earthing conductors of the earthed pole of DC supply for information technology equipment;
- functional earthing conductors.

444.5.7 Dispositions de mise à la terre et équipotentialités fonctionnelles des matériels de traitement de l'information pour des raisons fonctionnelles

444.5.7.1 Barre de terre

Si une barre de terre est exigée pour des raisons fonctionnelles, la borne principale de terre du bâtiment peut être étendue en utilisant une, de manière que les matériels de traitement de l'information y soient connectés par le chemin le plus court de tout point du bâtiment. Si la barre de terre est mise en œuvre pour un réseau équipotentiel étendu de matériels de traitement de l'information dans le bâtiment, il peut constituer un ceinturage de terre; voir Figure 44.R16.

NOTE 1 La barre de terre peut être nue ou isolée.

NOTE 2 La barre de terre est de préférence mise en œuvre de manière à ce qu'elle soit accessible sur toute sa longueur, par exemple sur un profilé. Afin d'empêcher toute corrosion, il peut être nécessaire de protéger les conducteurs nus au niveau des supports et des traversées de parois.

444.5.7.2 Section de la barre de terre

La fiabilité de la barre de terre dépend du cheminement et de l'impédance des conducteurs utilisés. Pour des installations dont le courant d'alimentation est au moins de 200 A par phase, un conducteur de section non inférieure à 50 mm² en cuivre doit être prévu et doit être dimensionné conformément à 444.4.2k).

NOTE Cette règle est valable pour des fréquences jusqu'à 10 MHz.

Si le ceinturage de terre est utilisé comme conducteur de retour en courant continu, sa section doit être dimensionnée pour les courants prévus. La chute de tension maximale sur chaque barre de terre dédiée à un retour de courant continu doit être inférieure à 1 V.

444.6 Séparation des circuits

444.6.1 Généralités

Les câbles de communication et de puissance cheminant sur le même support doivent être mis en œuvre selon les exigences du présent article.

La vérification de la sécurité électrique conformément à la CEI 60364-6-61 et/ou à 528.1 de la CEI 60364-5-52 et la séparation électrique (voir 413 de la CEI 60364-4-41 et/ou 444.7.2) sont exigées. La sécurité électrique et la CEM requièrent parfois des distances différentes. La sécurité électrique est toujours prioritaire.

Les masses des canalisations, par exemple gaines, fixations et barrières, doivent présenter une protection contre les défauts (voir 413 de la CEI 60364-4-41).

444.6.2 Conception

Les distances minimales entre les câbles de puissance et de communication sont fonction de nombreux paramètres afin d'éviter les interférences telles que

- a) le niveau d'immunité des matériels connectés au câblage de communication aux diverses perturbations électromagnétiques (transitoires, chocs de foudre, éclats, onde de boucle, onde continue, etc.);
- b) la mise à la terre des matériels;
- c) l'environnement électromagnétique local (apparition simultanée des perturbations, par exemple harmoniques et onde continue);
- d) le spectre électromagnétique;

444.5.7 Earthing arrangements and equipotential bonding of information technology installations for functional purposes

444.5.7.1 Earthing busbar

Where an earthing busbar is required for functional purposes, the main earthing terminal (MET) of the building may be extended by using an earthing busbar. This enables information technology installations to be connected to the main earthing terminal by the shortest practical route from any point in the building. Where the earthing busbar is erected to support the equipotential bonding network of a significant amount of information technology equipment in a building, it may be installed as a bonding ring network; see Figure 44.R16.

NOTE 1 The earthing busbar may be bare or insulated.

NOTE 2 The earthing busbar should preferably be installed so that it is accessible throughout its length, e.g. on the surface of trunking. To prevent corrosion, it may be necessary to protect bare conductors at supports and where they pass throughout walls.

444.5.7.2 Cross-sectional area of the earthing busbar

The effectiveness of the earthing busbar depends on the routing and the impedance of the conductor employed. For installations connected to a supply having a capacity of 200 A per phase or more, the cross-sectional area of the earthing busbar shall be not less than 50 mm² copper and shall be dimensioned in accordance with 444.4.2 k).

NOTE This statement is valid for frequencies up to 10 MHz.

Where the earthing busbar is used as part of a DC return current path, its cross-sectional area shall be dimensioned according to the expected DC return currents. The maximum DC voltage drop along each earthing busbar, dedicated as DC distribution return conductor, shall be designed to be less than 1 V.

446.6 Segregation of circuits

444.6.1 General

Information technology cables and power supply cables, which share the same cable management system or the same route, shall be installed according to the requirements of the following subclauses.

Verification of electrical safety, in accordance with IEC 60364-6-61 and/or 528.1 of IEC 60364-5-52, and electrical separation are required; see Clause 413 of IEC 60364-4-41 and/or 444.7.2. Electrical safety and electromagnetic compatibility require different clearances in some cases. Electrical safety always has the higher priority.

Exposed conductive parts of wiring systems, e.g. sheaths, fittings and barriers, shall be protected by requirements for fault protection; see clause 413 of IEC 60364-4-41.

444.6.2 Design guidelines

The minimum separation between power cables and information technology cables to avoid disturbance is related to many factors such as the

- immunity level of equipment connected to the information technology cabling system to different electromagnetic disturbances (transients, lightning pulses, bursts, ring wave, continuous waves, etc.);
- connection of equipment to earthing systems;
- local electromagnetic environment (simultaneous appearance of disturbances, e.g. harmonics plus bursts plus continuous wave);
- electromagnetic frequency spectrum;

- e) les longueurs de cheminement parallèle (zone de couplage);
- f) le type de câble;
- g) l'atténuation de couplage des câbles;
- h) la qualité des liaisons entre les connecteurs et les câbles;
- i) le type et la fixation des canalisations.

Pour les besoins de la présente norme, il est supposé que l'environnement électromagnétique présente des niveaux de perturbation inférieurs aux niveaux d'essais pour les perturbations conduites et rayonnées des CEI 61000-6-1, CEI 61000-6-2, CEI 61000-6-3 et CEI 61000-6-4.

Pour la cohabitation des réseaux de puissance et de communication, les règles suivantes s'appliquent; voir Figures 44.R17A et 44.R17B.

Si cette cohabitation est inférieure ou égale à 35 m, aucune séparation n'est requise.

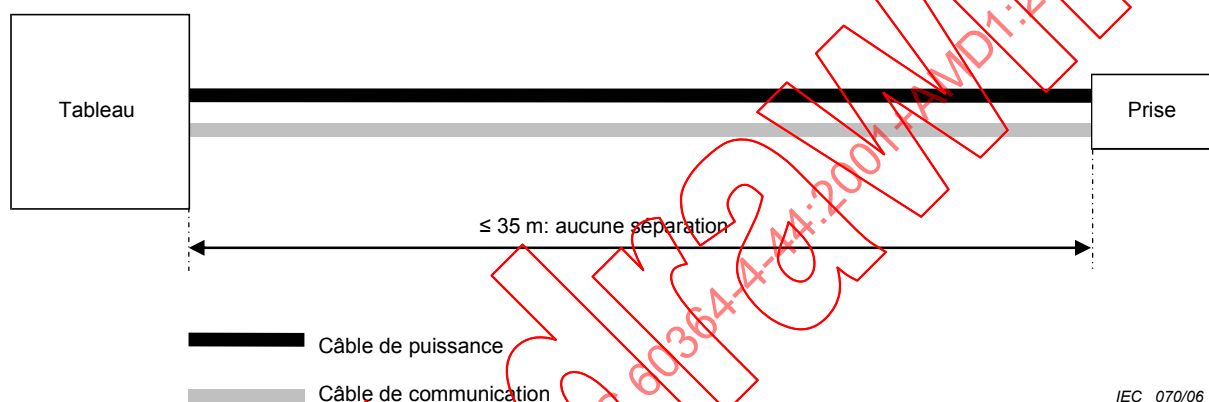


Figure 44.R17A – Distances de séparation entre circuits de puissance et de communication pour des longueurs de câbles ≤ 35m

Pour une cohabitation de câbles non écrantés supérieure à 35 m, il convient de maintenir une distance de séparation sur toute la longueur à l'exception des derniers 15 m aboutissant à la prise.

NOTE La séparation peut être mise en œuvre par exemple par une distance de séparation de 30mm dans l'air ou séparateur métallique entre les câbles: voir également la Figure 44R18.

Pour une cohabitation de câbles écrantés supérieure à 35 m, les distances de séparation de s'appliquent pas.

- e) distances that cables are installed in parallel routes (coupling zone);
- f) types of cables;
- g) coupling attenuation of the cables;
- h) quality of the attachment between the connectors and the cable;
- i) type and construction of the cable management system.

For the purpose of this standard it is assumed that the electromagnetic environment has levels of disturbance less than the test levels for conducted and radiated disturbances contained in IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3 and IEC 61000-6-4.

For parallel power and information technology cabling, the following applies; see Figure 44.R17A and Figure 44.R17B.

If the parallel cabling length is equal to or less than 35 m, no separation is required.

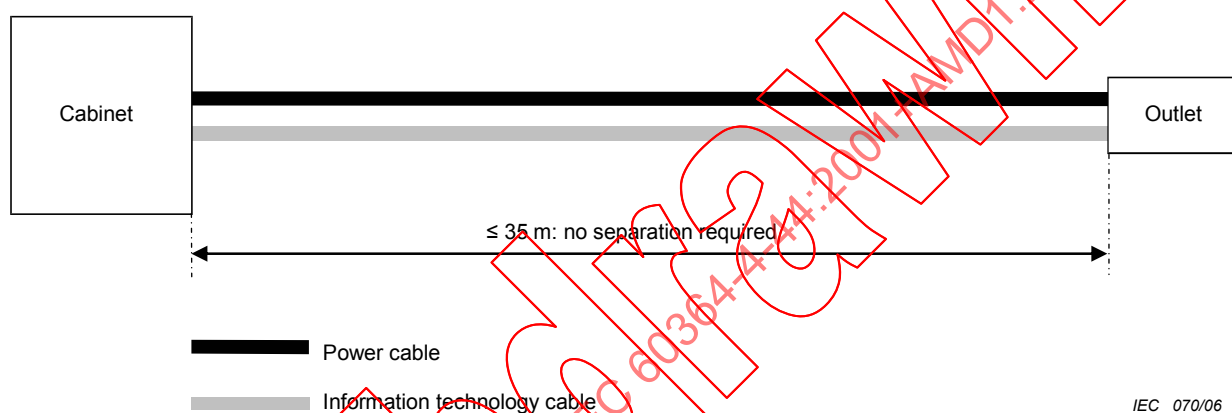


Figure 44.R17A – Separation between power and information technology cables for cable route lengths ≤ 35 m

If the parallel cabling length of unscreened cable is greater than 35 m, the separation distances apply to the full length excluding the final 15 m attached to the outlet.

NOTE The separation may be achieved e.g. by a separation distance in air of 30 mm or a metallic divider installed between the cables: see also Figure 44.R18.

If the parallel cabling length of screened cable is greater than 35 m, no separation distances are applicable.

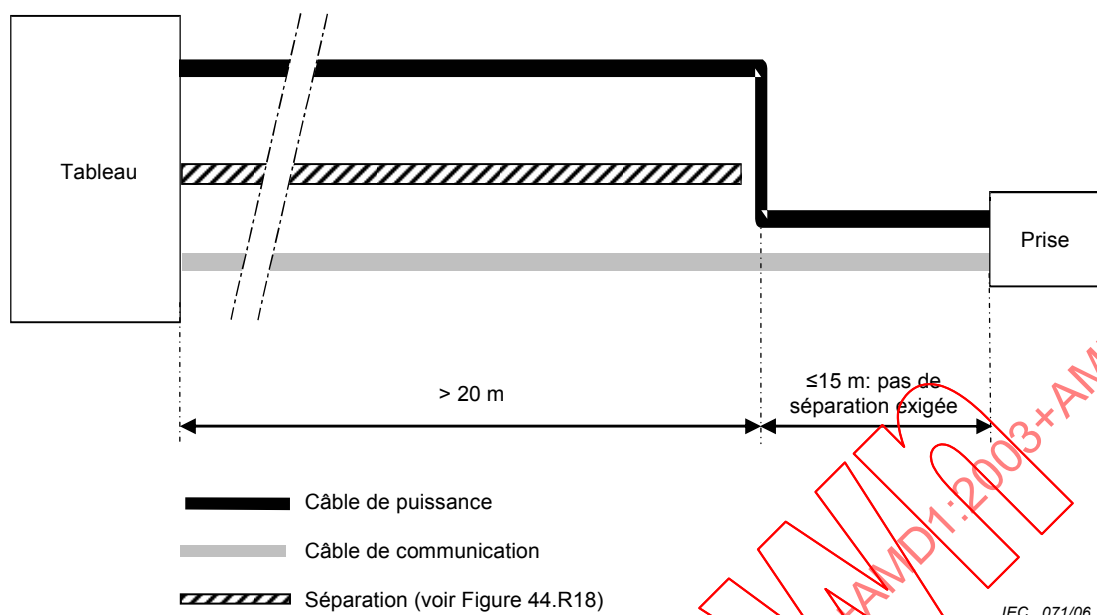


Figure 44.R17B – Distances de séparation entre circuits de puissance et de communication pour des longueurs de câbles > 35 m

444.6.3 Règles de mise en œuvre

La distance minimale entre les circuits de communication et les éclairages fluorescents, néon, vapeur de mercure (ou à décharge) doit être de 130 mm. Il convient de préférence de faire cheminer dans des compartiments différents les circuits de puissance et de communication. Il convient que les circuits de communication et les matériels électriques soient toujours séparés.

Il convient que ces croisements se fassent, autant que possible, à angle droit. Il est recommandé que les câbles de puissance et de communication ne soient pas dans le même groupement. Il convient que les groupements soient séparés électromagnétiquement; voir Figure 44.R18.

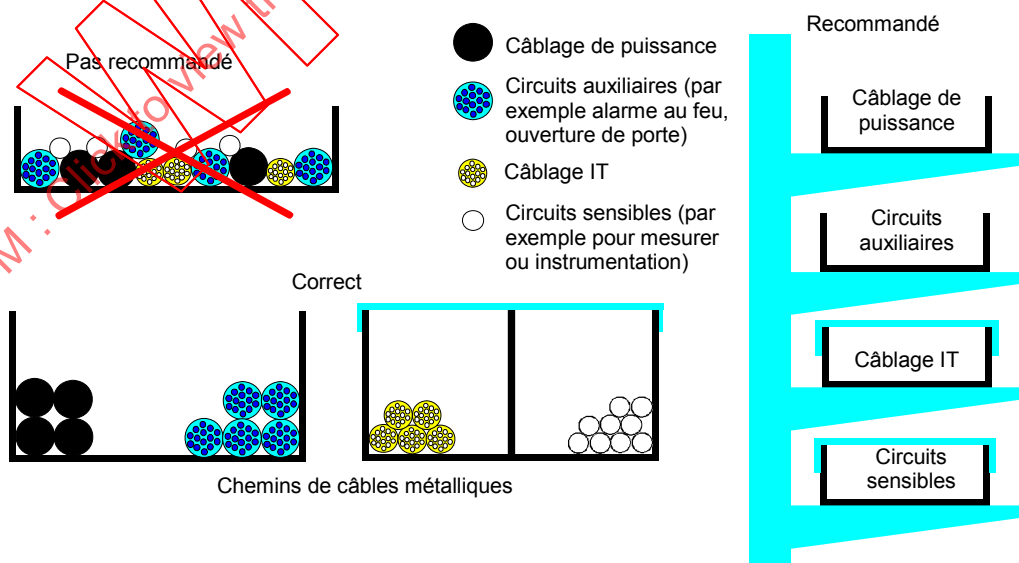


Figure 44.R18 – Séparation des câbles d'une canalisation

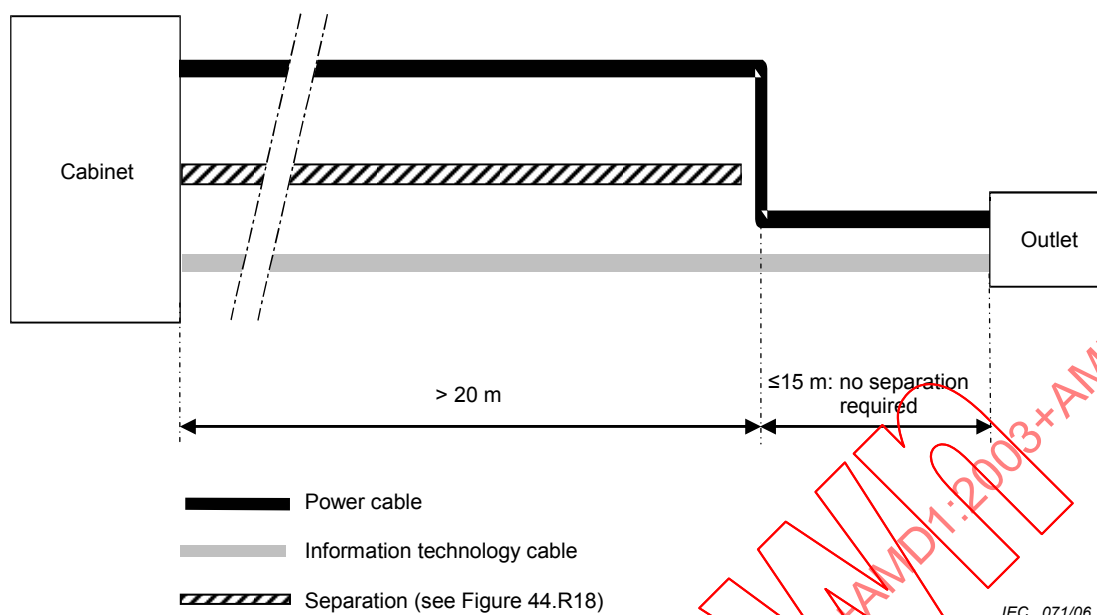


Figure 44.R17B – Separation between power and information technology cables for cable route lengths > 35m

444.6.3 Installation guidelines

The minimum distance between information technology cables and fluorescent, neon, and mercury vapour (or other high-intensity discharge) lamps shall be 130 mm. Electrical wiring assemblies and data wiring assemblies should preferably be in separate cabinets. Data wiring racks and electrical equipment should always be separated.

Cables should, wherever practical, cross at right angles. Cables for different purposes (e.g. mains power and information technology cables) should not be in the same bundle. Different bundles should be separated electromagnetically from each other; see Figure 44.R18.

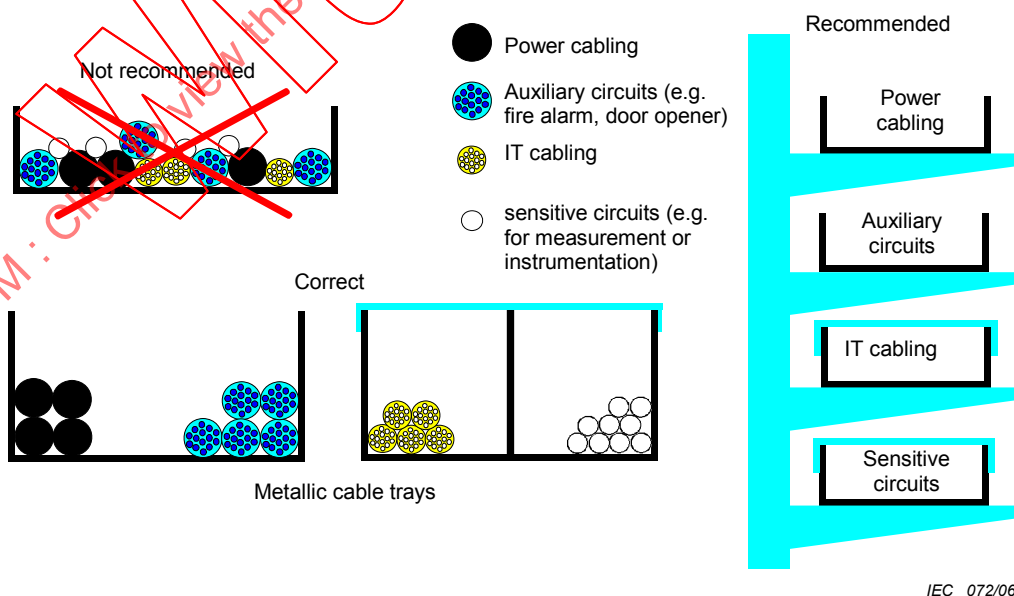


Figure 44.R18 – Separation of cables in wiring systems

444.7 Mise en œuvre des canalisations

444.7.1 Généralités

Les canalisations sont métalliques ou non. Les systèmes métalliques présentent divers degrés de protection renforcée contre les influences électromagnétiques s'ils sont mis en œuvre conformément à 444.7.3.

444.7.2 Guide de conception

Le choix et la forme des matériaux dépendent des paramètres suivants:

- les valeurs des champs électromagnétiques le long du cheminement (proximité des sources de perturbations conduites et rayonnantes);
- le niveau permis des émissions conduites et rayonnantes;
- le type de câble (écranté, paire, fibre optique);
- l'immunité des matériels connectés au réseau de communication;
- les autres contraintes dues à l'environnement (chimiques, mécaniques, climatiques, incendie, etc.);
- toute extension future du réseau de communication.

Les canalisations non métalliques sont adaptées dans les cas suivants:

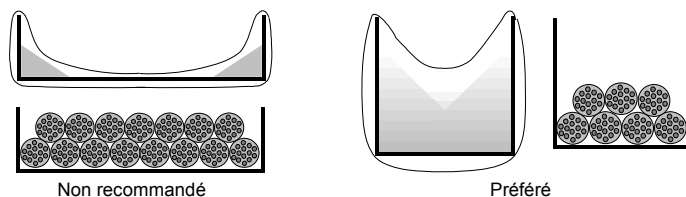
- environnement électromagnétique avec des niveaux de perturbation faibles en permanence;
- câblage avec faible niveau d'émission;
- câblage en fibre optique.

Pour les éléments métalliques, la forme (plan, en U, tubulaire, etc.) davantage que la section déterminera l'impédance caractéristique de la canalisation. Les formes enveloppantes sont les meilleures car elles réduisent le mode en couplage commun.

Il convient que l'espace disponible dans le chemin de câbles permette la mise en œuvre de câbles complémentaires. La hauteur des câbles doit être inférieure à celle des parois du chemin de câbles, comme indiqué à la Figure 44.R19. L'utilisation de recouvrements améliore la CEM.

Pour une forme en U, le champ magnétique diminue aux deux coins. Ainsi, des chemins de câbles profonds sont préférés; voir Figure 44.R19.

NOTE Il est recommandé que la profondeur du profil soit au moins égale à deux fois la section du câble le plus important.



IEC 073/06

Figure 44.R19 – Disposition de câbles dans un chemin de câbles métallique

447.7 Cable management systems

444.7.1 General

Cable management systems are available in metallic and non-metallic forms. Metallic systems offer varying degrees of enhanced protection to EMI provided that they are installed in accordance with 444.7.3.

444.7.2 Design guidelines

The choice of material and the shape of the cable management system depend on the following considerations:

- a) the strength of the electromagnetic fields along the pathway (proximity of electromagnetic conducted and radiated disturbing sources);
- b) the authorised level of conducted and radiated emissions;
- c) the type of cabling (screened, twisted, optical fibre);
- d) the immunity of the equipment connected to the information technology cabling system;
- e) the other environment constraints (chemical, mechanical, climatic, fire, etc.);
- f) any future information technology cabling system extension.

Non-metallic wiring systems are suitable in the following cases:

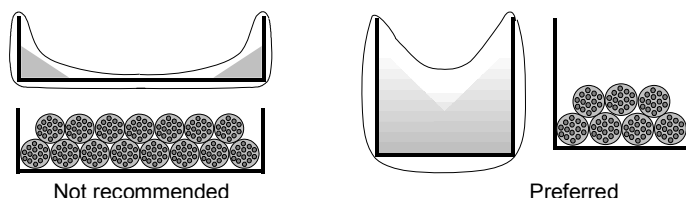
- electromagnetic environment with permanently low levels of disturbance;
- the cabling system has a low emission level;
- optical fibre cabling.

For metallic components of cable support systems, the shape (plane, U-shape, tube, etc.), rather than the cross section will determine the characteristic impedance of the cable management system. Enclosed shapes are best as they reduce common mode coupling.

Usable space within the cable tray should allow for an agreed quantity of additional cables to be installed. The cable-bundle height shall be lower than the side-walls of the cable-tray, as shown in Figure 44.R19. The use of overlapping lids improves the cable-tray's electromagnetic compatibility performance.

For a U-shape cable-tray, the magnetic field decreases near the two corners. For this reason, deep side-walls are preferred; see Figure 44.R19.

NOTE The depth of the section should be at least twice the diameter of the largest cable being considered.



IEC 073/06

Figure 44.R19 – Cable arrangements in metal cable-trays

444.7.3 Règles d'installation

444.7.3.1 Canalisations métalliques ou composites prévues pour être utilisées à des fins de CEM

Une canalisation métallique ou composite prévue pour être utilisée à des fins de CEM doit être mise à la terre à ses deux extrémités. Pour de grandes longueurs, par exemple supérieures à 50 m, des connexions complémentaires sont recommandées. Toutes les liaisons doivent être aussi courtes que possible. Si une canalisation est constituée de divers éléments, il convient d'assurer la continuité du support par interconnexion adéquate entre ces éléments. Les éléments sont de préférence soudés sur tout leur périmètre. Des connexions par rivets, écrous ou vis sont permises si les surfaces en contact sont bonnes conductrices (pas de peinture ou de couche d'isolation) et protégées contre la corrosion, permettant ainsi un bon contact électrique entre les éléments.

Il convient que la forme de la canalisation métallique soit maintenue sur toute sa longueur. Les connexions doivent être de faible impédance. Une simple connexion courte entre deux éléments de la canalisation conduira à une impédance locale élevée et dégradera la CEM; voir Figure 44.R20.

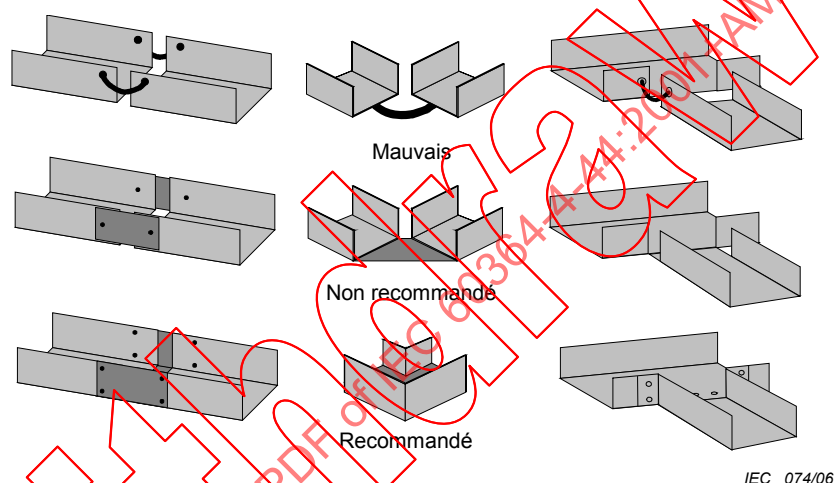


Figure 44.R20 – Exemple de réalisation de la continuité de supports métalliques

A partir de fréquences de l'ordre de quelques MHz, une liaison de longueur de 10 cm entre deux éléments réalisée par une tresse dégrade l'effet d'écran d'un facteur de 10 au moins.

Si des ajustements ou des extensions sont réalisés, il est essentiel de vérifier qu'ils sont conformes aux recommandations de la CEM (par exemple en ne remplaçant pas une canalisation métallique par une canalisation plastique).

Les éléments métalliques de la construction peuvent contribuer aux objectifs de la CEM. Les poutres en acier en forme de L, H, U ou T offrent souvent une structure continue mise à la terre, contenant des sections importantes et des surfaces élevées avec de nombreux points intermédiaires de mise à la terre. Les câbles sont de préférence posés contre ces parties. L'intérieur des coins est préféré aux surfaces extérieures (voir Figure 44.R21).

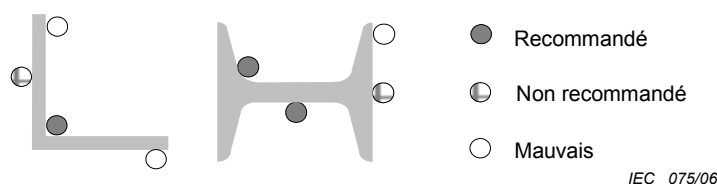


Figure 44.R21 – Emplacement des câbles dans des éléments de construction métallique