

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60364-4-44

Première édition
First edition
2001-08

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

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/catlg-f.htm) 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/JP.htm) 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/catlg-e.htm) 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/JP.htm) 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

Première édition
First edition
2001-08

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 2001 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
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
440 Introduction	8
440.1 (442.1.1) Domaine d'application et objet	12
440.2 (442.1.4) Références normatives	12
441 (Disponible)	14
442 Protection des installations à basse tension contre les surtensions temporaires et contre les défauts à la terre dans les installations à haute tension	14
442.1 Généralités	14
442.2 Mise à la terre dans les postes de transformation	16
442.3 Disposition de mise à la terre dans les postes de transformation	16
442.4 Prescriptions applicables suivant les schémas des liaisons à la terre des installations à basse tension	18
442.5 Limitation des contraintes de tension dans les matériels à basse tension du poste de transformation	20
442.6 Contrainte de tension en cas de coupure du conducteur neutre en schéma TN et TT ...	20
442.7 Contrainte de tension en cas de défaut à la terre en schéma IT	20
442.8 Contrainte de tension en cas de court-circuit entre un conducteur de phase et le conducteur neutre	20
443 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres	42
443.1 Généralités	42
443.2 Classification des catégories de tenue aux chocs (catégories de surtensions)	42
443.3 Dispositions pour le contrôle des surtensions	44
443.4 Choix des matériels dans l'installation	46
444 (Disponible)	48
444.1 (Disponible)	48
444.2 (Disponible)	48
444.3 Mesures contre les influences électriques et magnétiques sur les matériels électriques	48
444.4 Mesures pour la connexion des courants faibles	50
445 (45) Protection contre les baisses de tension	62
445.1 (451) Prescriptions générales	62
Annexe A (informative) Notes explicatives relatives à 442.1 et 442.1.2	64
Annexe B (informative) Guide pour l'application d'une situation contrôlée dans les lignes aériennes conformément à la note 1 de 443.3.2.1	68
Annexe C (informative) CEI 60364 – Parties 1 à 6: Restructuration	72
Bibliographie	80

CONTENTS

FOREWORD	7
440 Introduction.....	9
440.1 (442.1.1) Scope	13
440.2 (442.1.4) Normative references	13
441 (Number available).....	15
442 Protection of low-voltage installations against temporary overvoltages and faults between high-voltage systems and earth	15
442.1 General requirements	15
442.2 Earthing systems in transformer sub-stations	17
442.3 Earthing arrangements in transformer sub-stations.....	17
442.4 Earthing arrangements with regard to type of earthing systems in LV installations....	19
442.5 Limitation of stress-voltage in LV equipment of transformer sub-stations	21
442.6 Stress voltage in case of loss of the neutral conductor in a TN and TT system	21
442.7 Stress voltage in case of accidental earthing of an IT system	21
442.8 Stress voltage in case of a short-circuit between a line conductor and the neutral conductor	21
443 Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching.....	43
443.1 General	43
443.2 Classification of impulse withstand categories (overvoltage categories)	43
443.3 Arrangements for overvoltage control	45
443.4 Selection of equipment in the installation.....	47
444 (Number available).....	49
441.1 (Number available).....	49
444.2 (Number available).....	49
444.3 Measures against electric and magnetic influences on electrical equipment	49
444.4 Measures for signal connections	51
445 (45) Protection against undervoltage	63
445.1 (45.1) General requirements	63
Annex A (informative) Explanatory notes concerning 442.1, 442.1.2	65
Annex B (informative) Guidance for protective control applied in the overhead lines according to note 1 of 443.3.2.1.....	69
Annex C (informative) IEC 60364 – Parts 1 to 6: Restructuring.....	73
Bibliography	81

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.....	22
Figure 44B – Schéma TN	24
Figure 44C – Schéma TT	26
Figure 44D – Schéma IT, exemple a.....	28
Figure 44E – Schéma IT, exemple b.....	30
Figure 44F – Schéma IT, exemple c1	32
Figure 44G – Schéma IT, exemple c2.....	34
Figure 44H – Schéma IT, exemple d.....	36
Figure 44J – Schéma IT, exemple e1	38
Figure 44K – Schéma IT, exemple e2.....	40
Figure 44L – Schémas TN-C et TN-C-S dans un bâtiment.....	52
Figure 44M – Elimination des courants de conducteur neutre dans un système de mise à la terre qui met en œuvre le schéma TN-S dans un bâtiment.....	54
Figure 44N – Pénétration de câbles armés et de canalisations métalliques dans un bâtiment (exemples)	56
Figure 44O – Illustration des mesures décrites par la présente norme dans un bâtiment existant.....	58
Figure 44P – Vue générale d'un système de mise à la terre d'un bâtiment selon la CEI 60364-5-54, la CEI 61000-2-5 et la CEI 61024-1.....	60
Tableau 44A – Contraintes de tension admissibles.....	16
Tableau 44B – Tension assignée de tenue aux chocs prescrite pour les matériels	46
Tableau B.1 – Différentes possibilités de schéma IT	70
(lorsqu'un premier défaut préexiste dans l'installation à basse tension) (voir 442.4.4 et 442.5.2).....	70
(Tableau inclus dans l'annexe A de la CEI 60364-4-442, première édition).....	70
Tableau C.1 – Relations entre les parties restructurées et les parties originales.....	72
Tableau C.2 – Relations entre les numérotations anciennes et nouvelles	76

Figure 44A – Maximum duration of fault-voltage F and touch voltage T due to an earth-fault in the HV system.....	23
Figure 44B – TN systems.....	25
Figure 44C – TT systems.....	27
Figure 44D – IT system, example a.....	29
Figure 44E – IT system, example b.....	31
Figure 44F – IT system, example c1.....	33
Figure 44G – IT system, example c2.....	35
Figure 44H – IT system, example d.....	37
Figure 44J – IT system, example e1.....	39
Figure 44K – IT system, example e2.....	41
Figure 44L – TN-C and TN-C-S systems in a building.....	53
Figure 44M – Avoidance of neutral conductor currents in a bonding structure by using the TN-S system within the building system.....	55
Figure 44N – Armoured cables and metal pipes entering the buildings (examples)	57
Figure 44O – Illustration of measures described in this standard in an existing building	59
Figure 44P – Overview of an earthing system of building according to IEC 60364-5-54, IEC 61000-2-5 and IEC 61024-1	61
Table 44A – Permissible stress voltage.....	17
Table 44B – Required rated impulse withstand voltage of equipment.....	47
Table B.1 – Different possibilities for IT systems.....	71
Table C.1 – Relationship between restructured and original parts.....	73
Table C.2 – Relationship between new and old clause numbering	77

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 CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

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.

Le texte de la présente première édition de la CEI 60364-4-44 est le résultat d'une compilation de, et remplace

- la partie 4-442, première édition (1993), son amendement 1 (1995) et son amendement 2 (1999)
- la partie 4-443, seconde édition (1995) et son amendement 1 (1998),
- la partie 4-444, première édition (1996), et
- la partie 4-45, première édition (1984).

La présente publication a été élaborée, autant que possible, conformément aux Directives ISO/CEI, partie 3.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS OF BUILDINGS –**Part 4-44: Protection for safety –
Protection against voltage disturbances and
electromagnetic disturbances****FOREWORD**

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

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.

The text of this first edition of IEC 60364-4-44 is compiled from and replaces

- part 4-442, first edition (1993), its amendment 1 (1995) and its amendment 2 (1999)
- part 4-443, second edition (1995) and its amendment 1 (1998),
- part 4-444, first edition (1996) and
- part 4-45, first edition (1984).

This publication has been drafted, as close as possible, in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A, B and C are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

440 Introduction

La partie 4-44 de la CEI 60364 donne des règles pour la protection contre les effets des perturbations conduites et rayonnées sur les installations électriques.

Les règles de cette norme ne s'appliquent pas aux systèmes qui sont entièrement ou en partie sous la responsabilité des distributeurs publics d'énergie électrique (voir le domaine d'application de la CEI 60364-1).

Les courants de défaut circulant dans la prise de terre des éléments conducteurs des postes provoquent une élévation significative du potentiel des éléments conducteurs des postes par rapport à la masse de la terre, par exemple un défaut de tension, dont l'amplitude est déterminée par:

- l'amplitude du courant de défaut,
- la résistance de la prise de terre des éléments conducteurs du poste.

Le courant de défaut peut provoquer:

- une élévation générale du potentiel de l'installation basse tension par rapport à la terre, c'est-à-dire une contrainte de tension pouvant provoquer un claquage de l'isolation dans les équipements basse tension;
- une élévation générale du potentiel des éléments conducteurs des installations basse tension par rapport à la terre, qui peuvent accroître les tensions de défaut et les tensions de contact.

NOTE Dans cette norme, l'expression haute tension (HT) fait référence aux tensions excédant la limite supérieure de la bande de tension II. L'expression basse tension (BT) fait référence aux tensions n'excédant pas la limite supérieure de la bande de tension II.

L'article 443 a pour but la description des moyens qui permettent de limiter les surtensions transitoires afin de réduire à un niveau acceptable le risque de défaillance dans l'installation, et dans les équipements qui lui sont raccordés. Cette approche est cohérente avec les principes de la coordination de l'isolement de la CEI 60664. La CEI 60664-1 demande aux comités techniques de spécifier une catégorie de tenue aux chocs appropriée (catégorie de surtensions) pour leur équipement, ce qui signifie un minimum de tenue aux ondes de tension pour l'équipement, selon son utilisation et la catégorie de tenue aux chocs correspondante.

NOTE Selon 2.2.2 de la CEI 60664-1, il convient que les comités indiquent l'information adéquate. Il est recommandé d'indiquer la tension assignée de tenue aux chocs fournie avec l'équipement ainsi que les moyens prévus.

(Introduction partielle de la CEI 60364-4-444).

L'article 444 décrit les recommandations fondamentales permettant de limiter les perturbations électromagnétiques. Actuellement, les interférences électromagnétiques (EMI) peuvent perturber ou endommager les systèmes ou équipements des technologies de l'information, les équipements avec des composants ou des circuits électroniques. Les courants dus à la foudre, aux manœuvres, aux courts-circuits et aux autres phénomènes électromagnétiques peuvent générer des surtensions et des perturbations électromagnétiques.

Ces effets apparaissent:

- lorsque de grandes boucles métalliques existent¹⁾,
- lorsque différents systèmes de câblage électrique sont installés sur des parcours différents, par exemple les câbles de puissance et les câbles de communication dans un bâtiment.

¹⁾ Les systèmes d'équipotentialité, les structures métalliques, les systèmes de tuyauteries pour les alimentations non électriques, par exemple pour l'eau, le gaz, le chauffage ou le conditionnement d'air peuvent créer de telles boucles d'induction.

440 Introduction

Part 4-44 of IEC 60364 provides rules for the protection against the effects of conducted and radiated disturbances on electrical installations.

The rules of this standard do not apply to systems which are wholly or partly under control of public power supply companies (see scope of IEC 60364-1).

The fault-current flowing in the earth electrode of the exposed-conductive-parts of the sub-station causes a significant rise of the potential of the exposed-conductive-parts of the sub-station to the general mass of the earth, i.e. a fault-voltage, whose magnitude is governed by

- the fault-current magnitude, and
- the resistance of the earth electrode of the exposed-conductive-parts of the sub-station.

The fault-current may cause

- a general rise of the potential of the low-voltage system with respect to earth, i.e. stress-voltages which may cause a breakdown of the insulation in low-voltage equipment,
- a general rise of the potential of the exposed-conductive-parts of the low-voltage system with respect to earth, which may give rise to fault-voltage and touch voltages.

NOTE In this standard, the expression "high-voltage" (HV) refers to voltages exceeding the upper limit of voltage band II. The expression "low-voltage" (LV) refers to voltages not exceeding the upper limit of voltage band II.

Clause 443 is intended to describe the means by which transient overvoltages can be limited to reduce the risk of failures in the installation, and in electrical equipment connected to it, to an acceptable level. This approach is in line with the principles of insulation co-ordination in IEC 60664. IEC 60664-1 requires technical committees to specify an appropriate impulse withstand category (overvoltage category) for their equipment, that means a minimum impulse withstand voltage for the equipment, according to its application and the related impulse withstand categories.

NOTE Following 2.2.2 of IEC 60664-1, technical committees should specify the relevant information. It is recommended to indicate the rated impulse withstand voltage to be supplied with the equipment and the way in which this should be done.

(Introduction IEC 60374-4-444, in part).

In clause 444, basic recommendations are described to mitigate electromagnetic disturbances. Actually electromagnetic interferences (EMI) can disturb or damage information technology systems or equipment, equipment with electronic components or circuits. Currents due to lightning, switching operations, short-circuits and other electromagnetic phenomena can cause overvoltages and electromagnetic interference.

These effects appear

- where large metal loops exist¹⁾; and
- where different electrical wiring systems are installed on different routes, e.g. for power supply and for signalling information technology equipment within a building.

¹⁾ Equipotential bonding systems, structural metalwork or pipe systems for non-electrical supplies, e.g. for water, gas, heating or air conditioning, can create such induction loops.

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 courants contrôlés par redresseurs) peuvent induire des surtensions dans les câbles des systèmes des technologies de l'information, qui peuvent influencer ou endommager les équipements des technologies de l'information ou électriques similaires.

Dans ou près des locaux à usage médical, les champs électriques ou magnétiques des installations électriques peuvent interférer avec les équipements électriques médicaux.

L'article 445 traite des précautions à prendre en cas de baisse de tension.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-4-44:2001

Without watermark

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 or similar electrical equipment.

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

Clause 445 deals with the precautions to be taken in the case of undervoltages.

Withdrawing
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60364-4-44:2001

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 assurer la sécurité des personnes et des matériels dans une installation à basse tension en cas de défaut entre l'installation à haute tension et la terre dans la partie haute tension du poste alimentant l'installation à basse tension.

440.2 (442.1.4) Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60364. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60364 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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 60364-5-548:1996, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Section 548: Dispositions de mise à la terre et équipotentialité pour les matériels de traitement de l'information*

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

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 for the safety of persons and equipment in a LV system in the event of a fault between the HV system and earth in the HV part of transformer stations which supply low-voltage systems.

440.2 (442.1.4) Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60364. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60364 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 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 60364-5-548:1996, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Section 548: Earthing arrangements and equipotential bonding for information technology installations*

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

¹⁾ To be published.

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

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

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

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*

441 (Disponible)

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

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 VET 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.

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

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

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

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*

441 (Number available)

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

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.

Tableau 44A – Contraintes de tension admissibles

Contraintes de tension alternatives admissibles sur les matériels d'une installation à basse tension V	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 CEI 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.	

442.2 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.

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 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 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.

442.4.2 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).

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 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) 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.

442.5.2 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.

- 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 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.

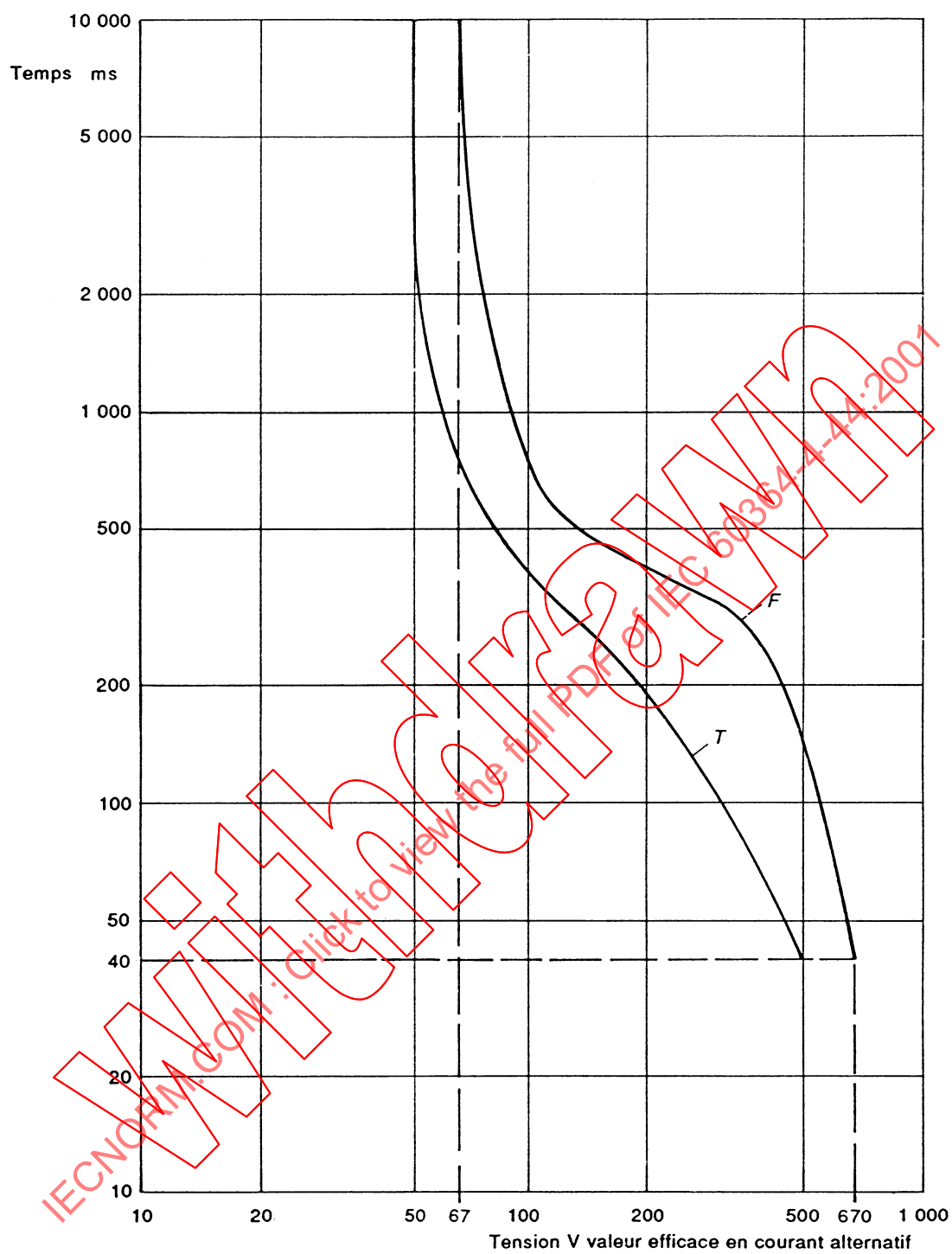
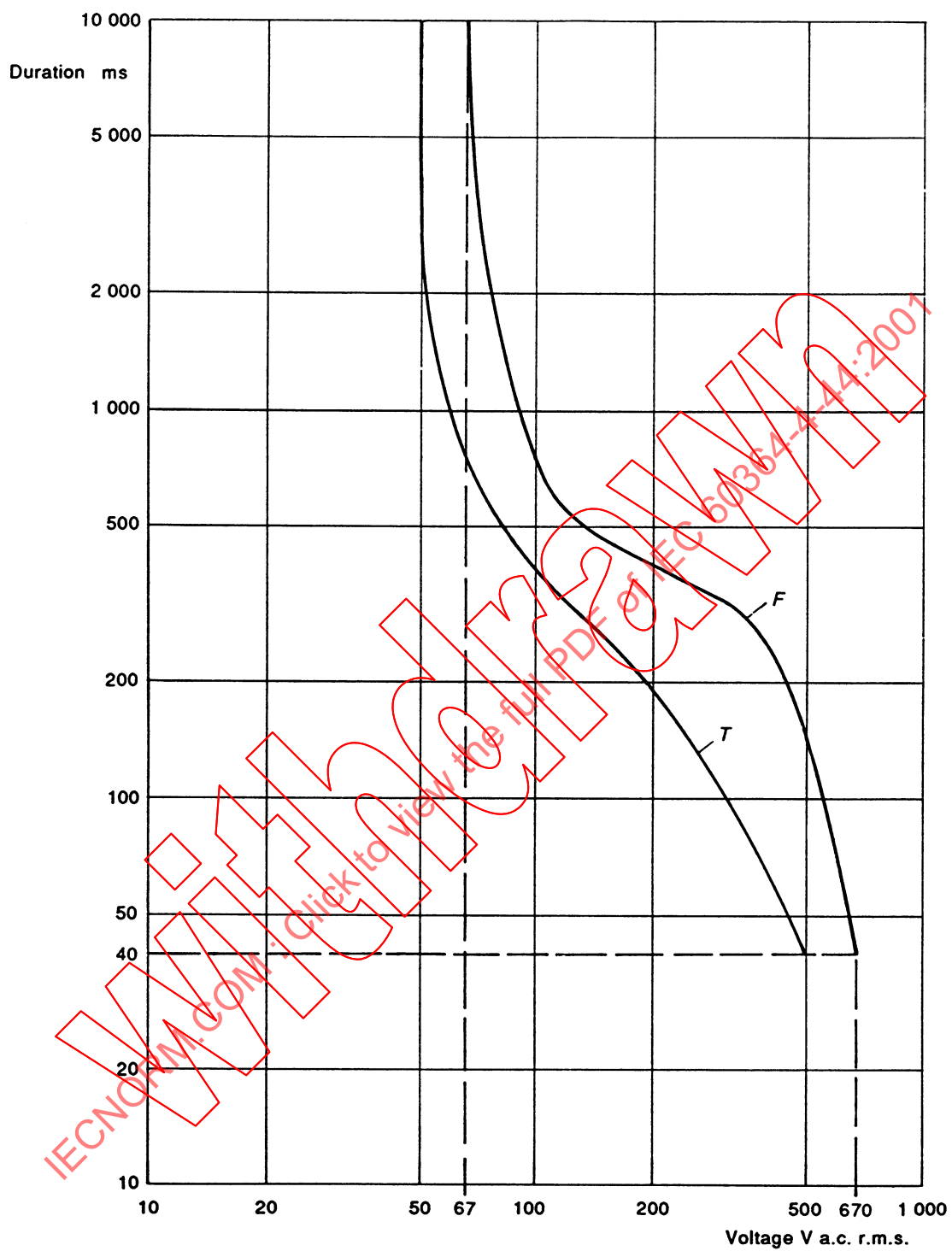


Figure 44A – Durée maximale de la tension de défaut *F* et de la tension de contact *T* due à un défaut à la terre dans l'installation à haute tension



IEC 1035/01

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

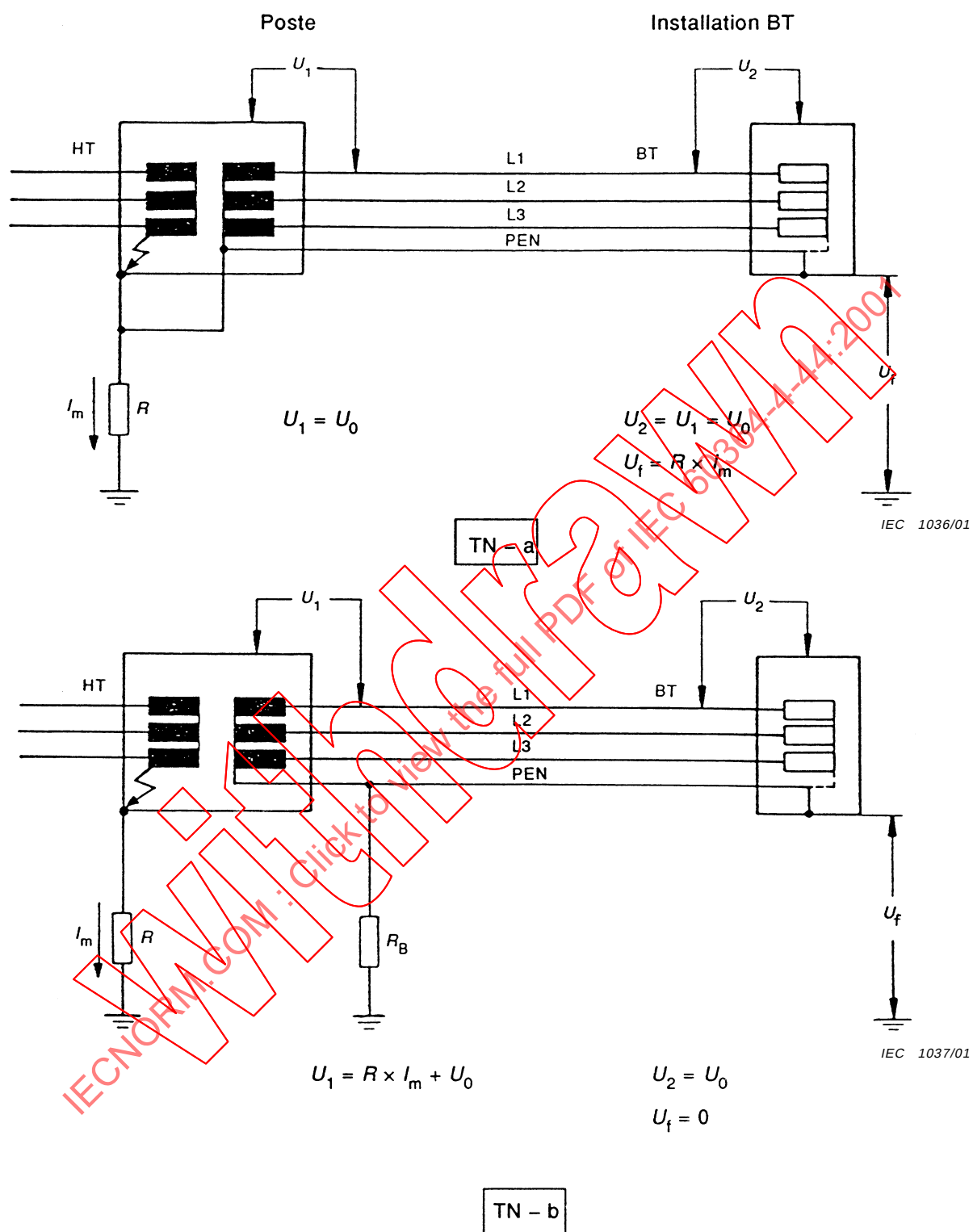


Figure 44B – Schéma TN

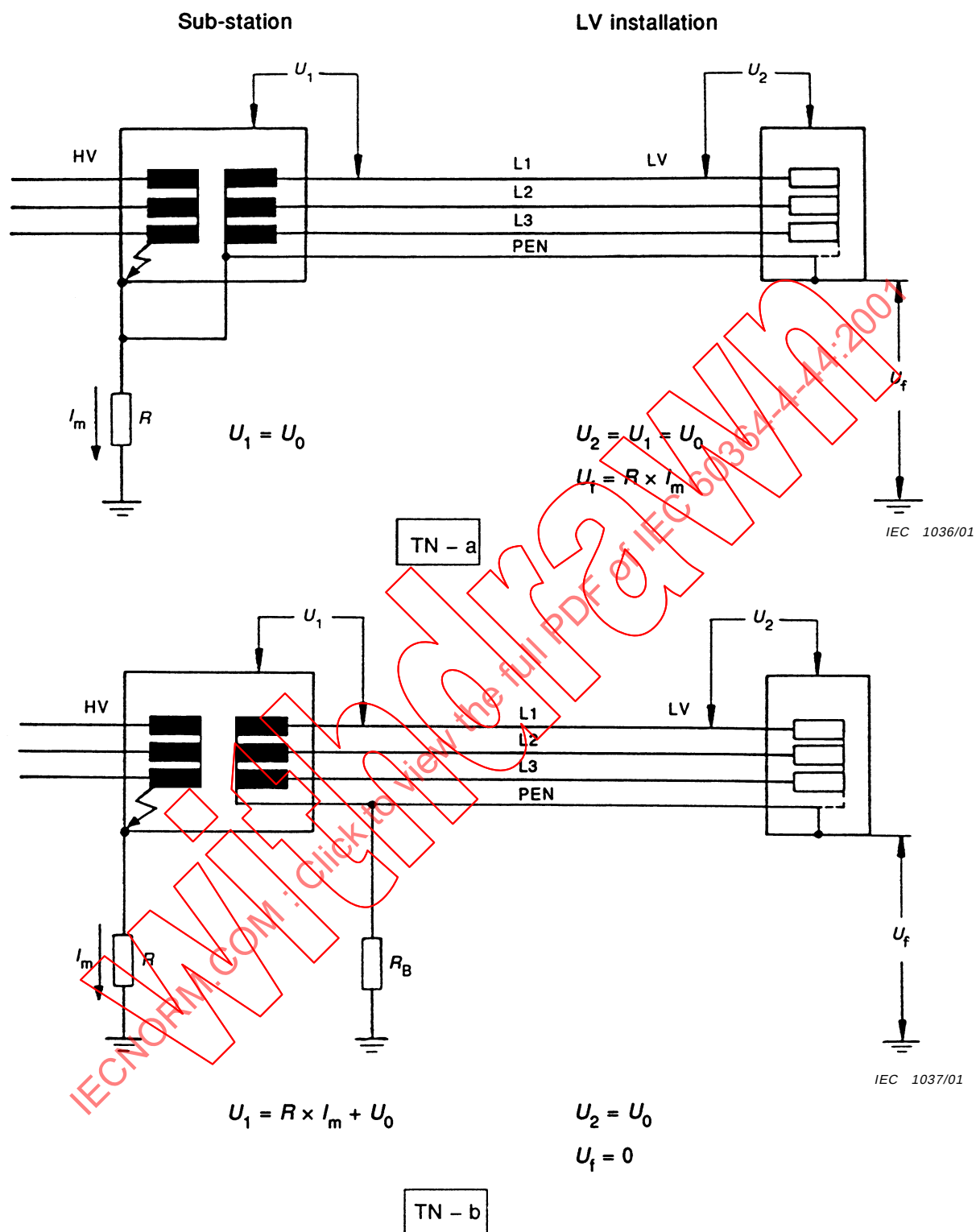


Figure 44B – TN systems

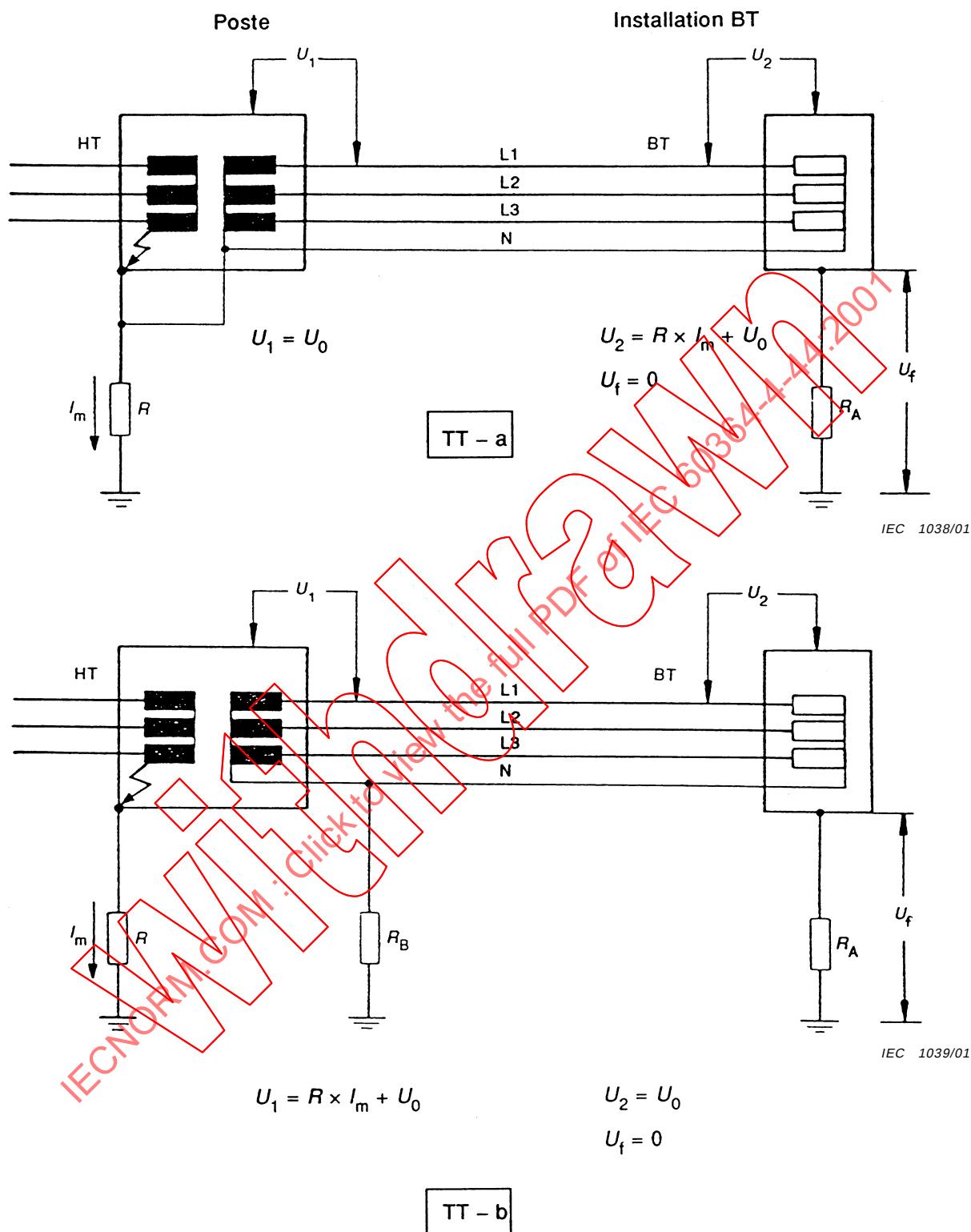


Figure 44C – Schéma TT

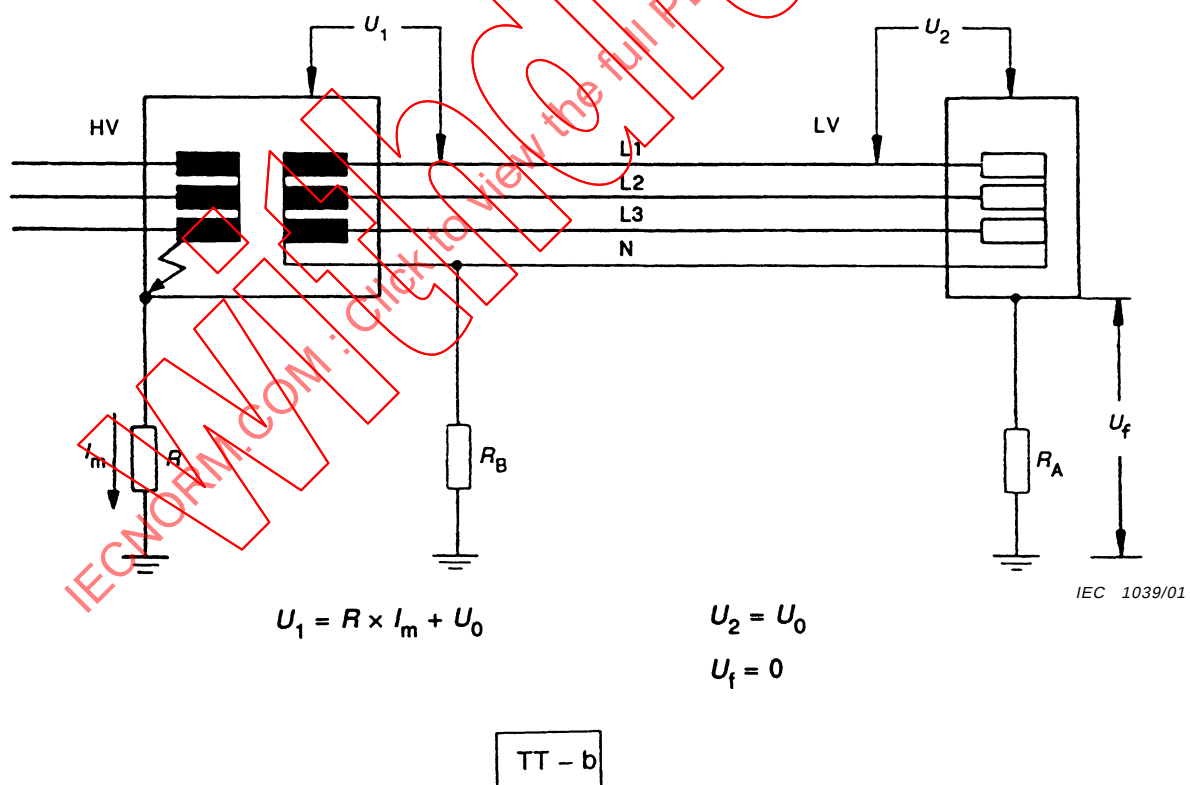
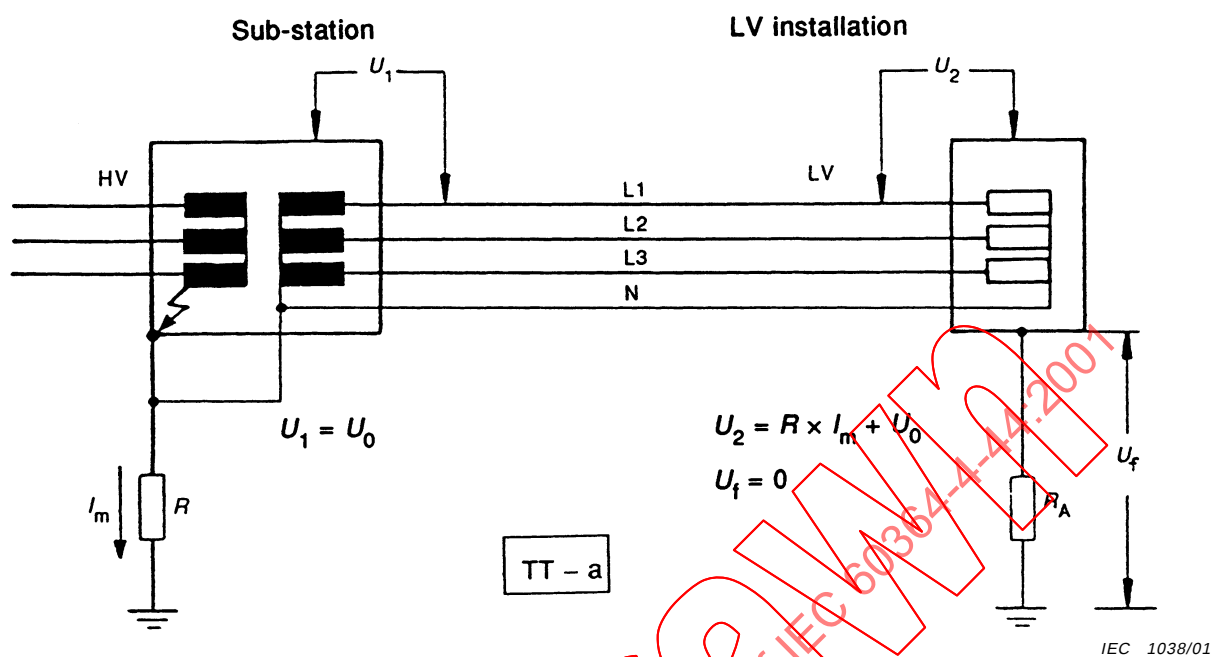


Figure 44C – TT systems

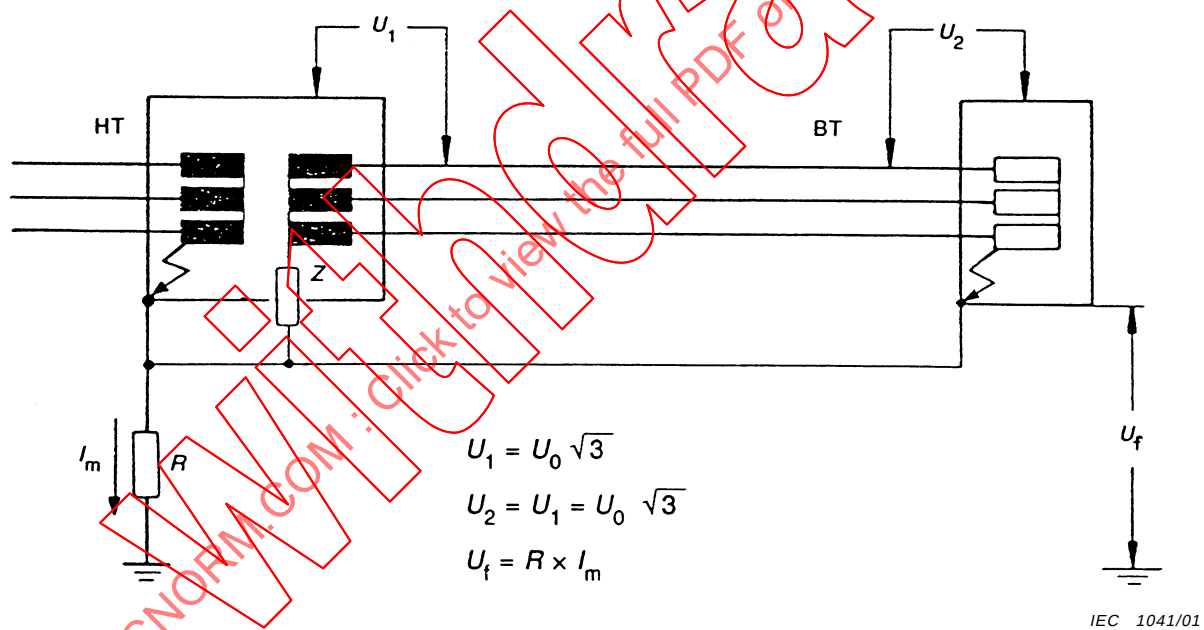
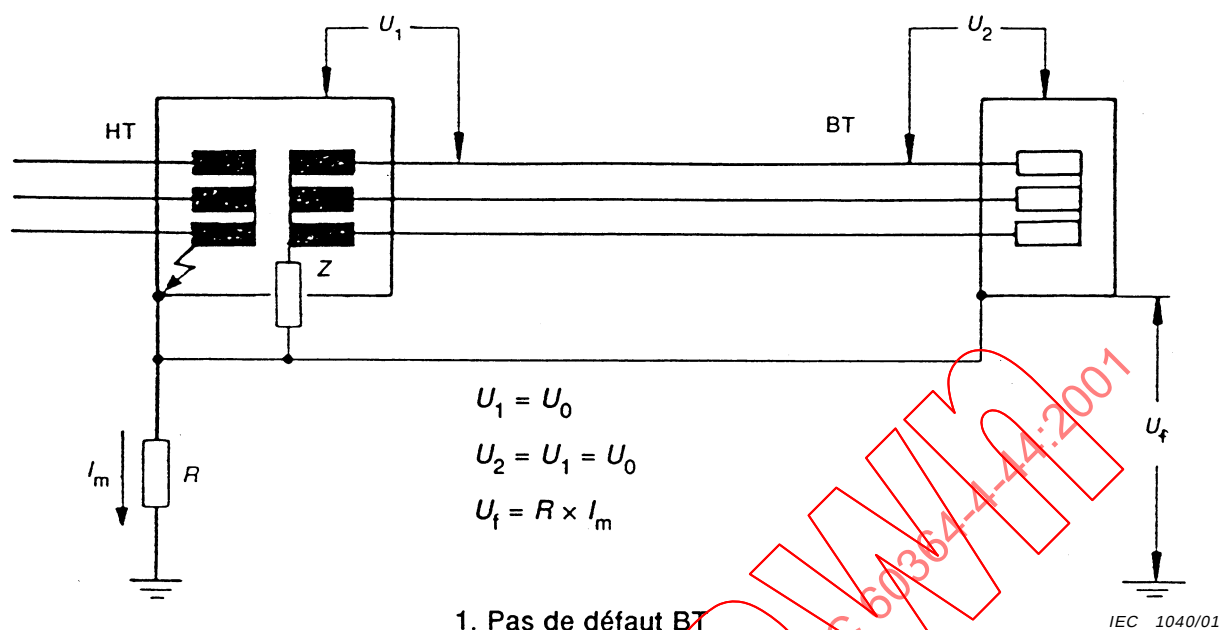
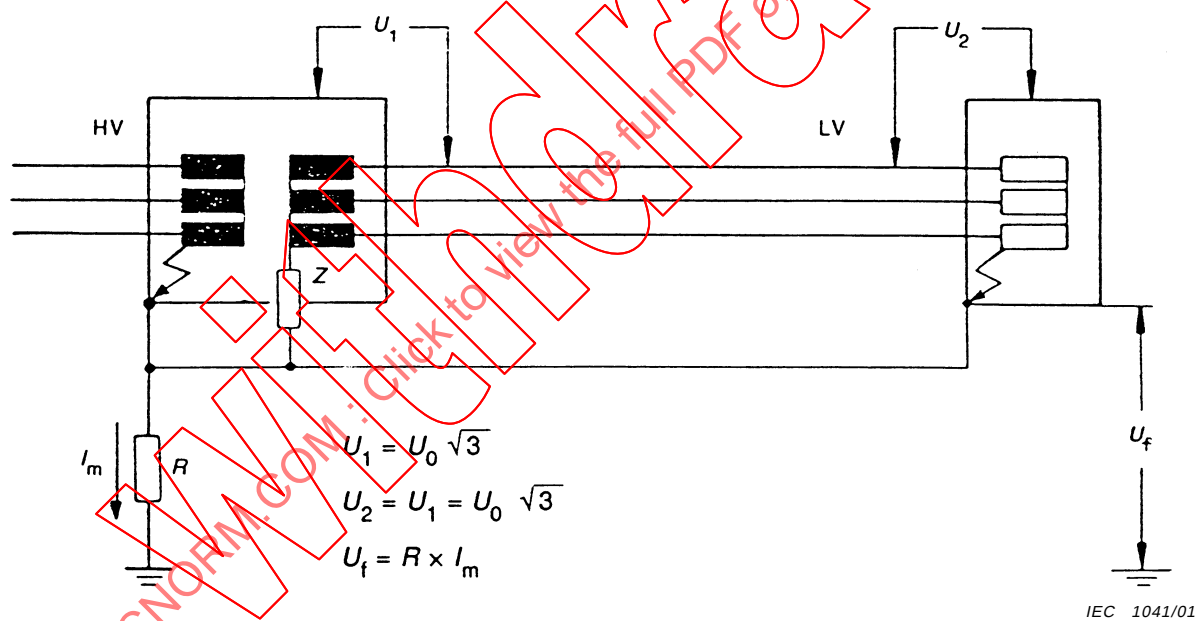
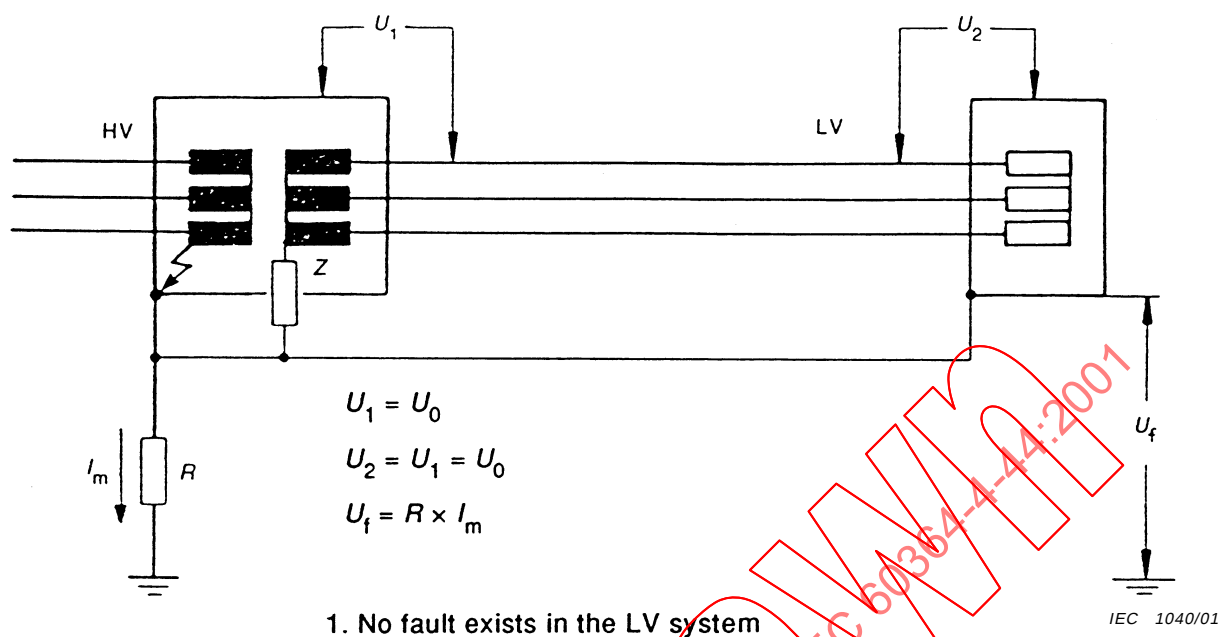
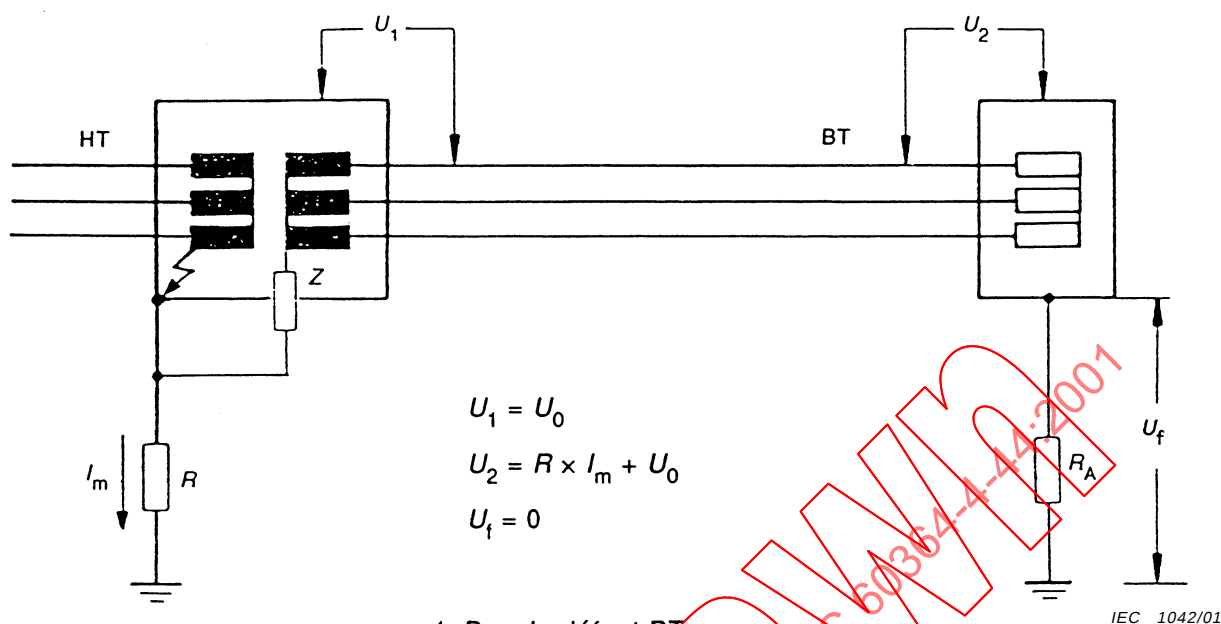
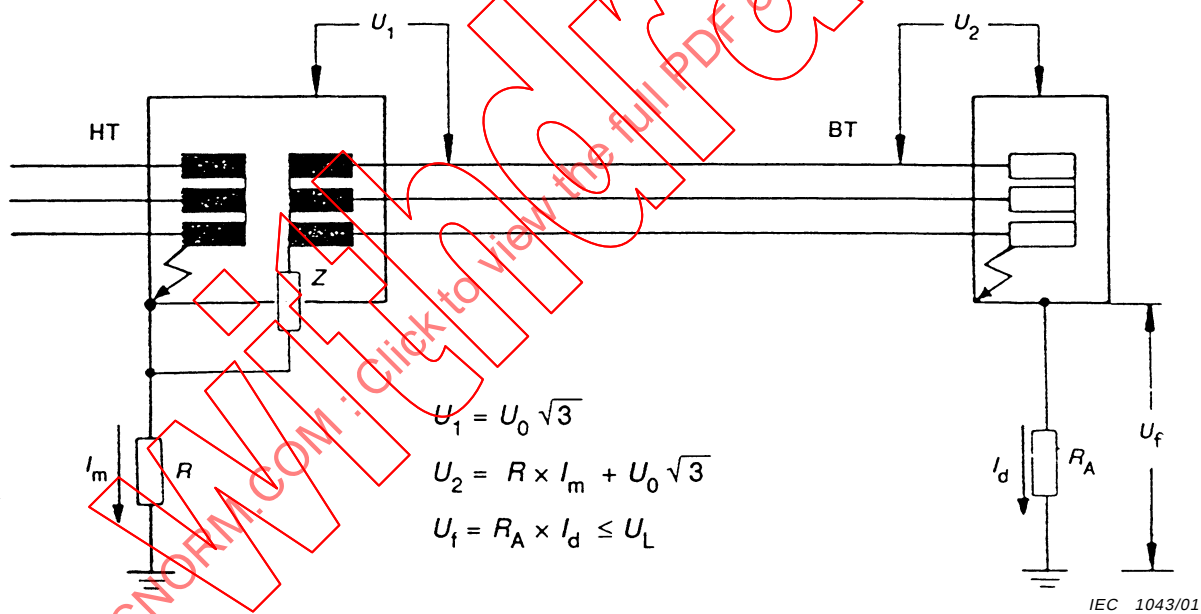


Figure 44D – Schéma IT, exemple a



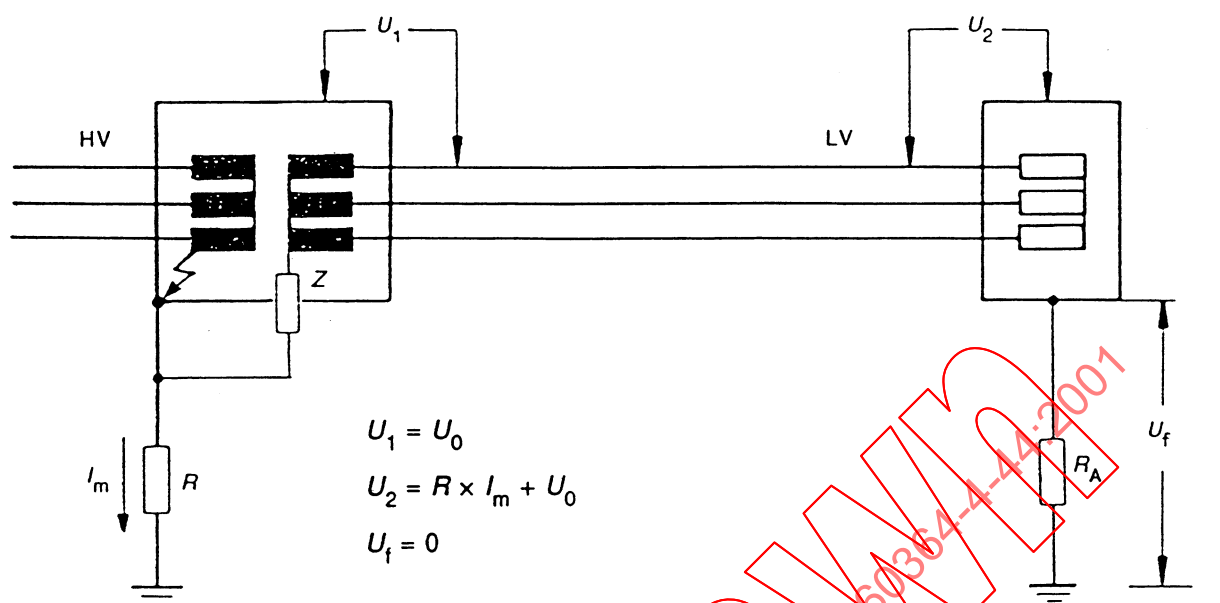


1. Pas de défaut BT

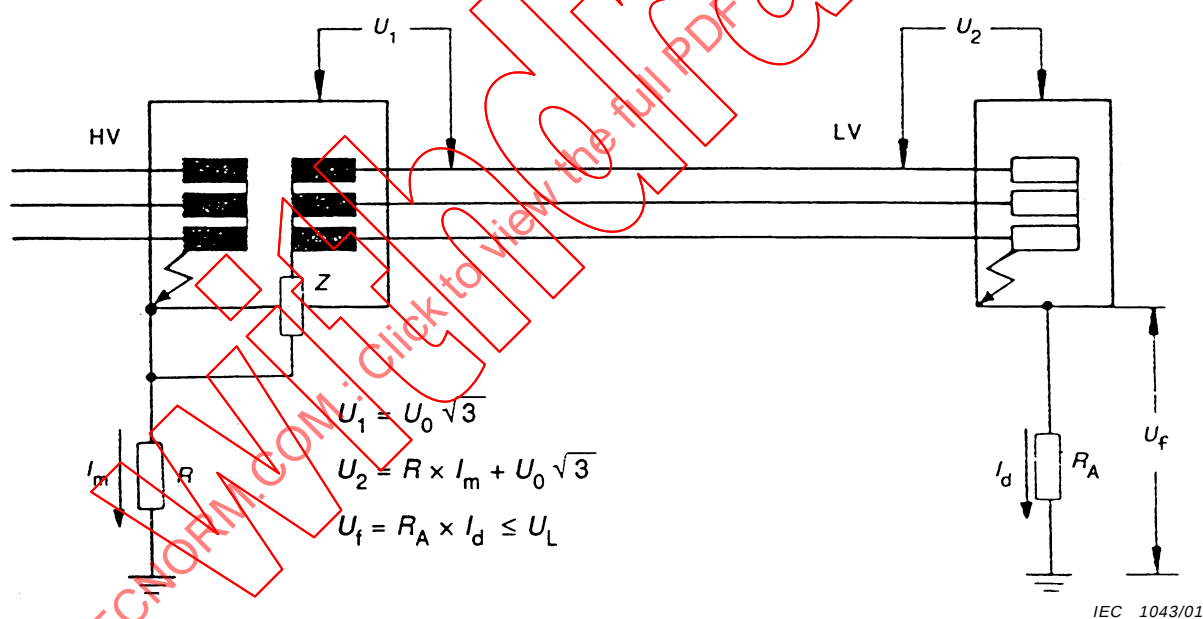


2. Un premier défaut BT présent

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

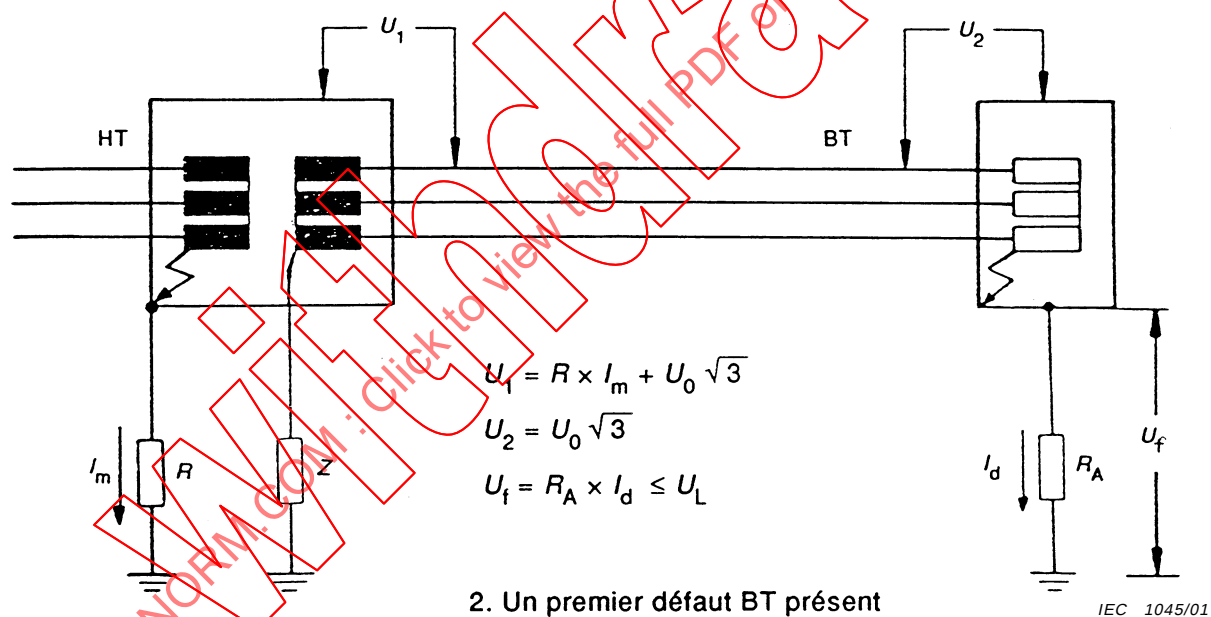
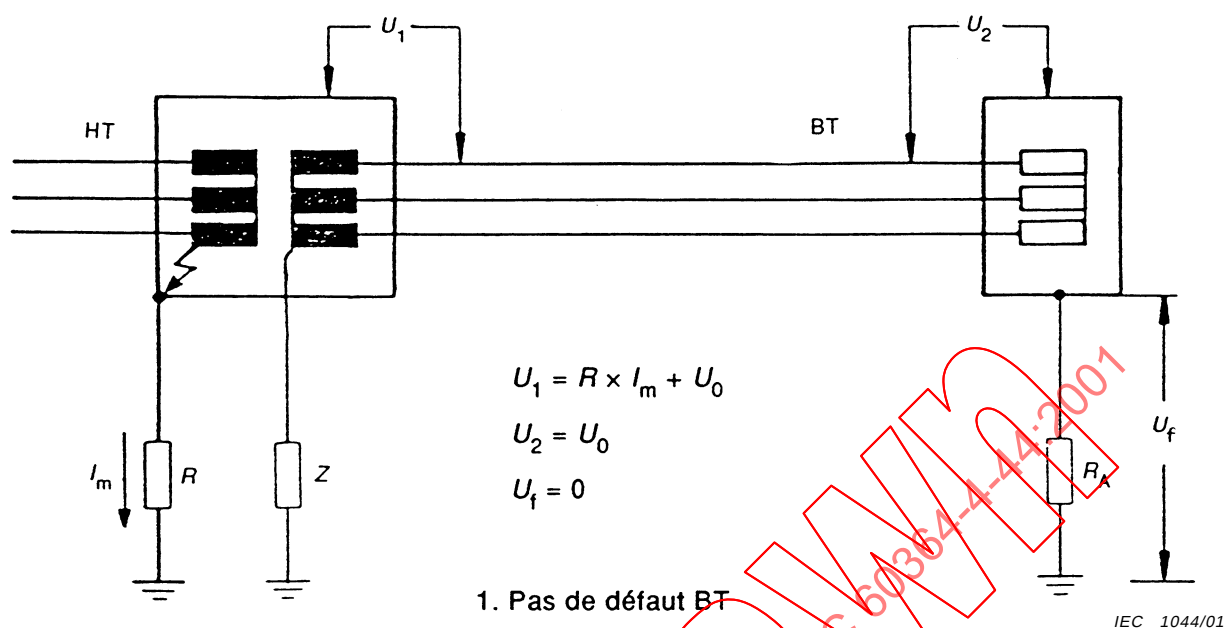


Figure 44F – Schéma IT, exemple c1

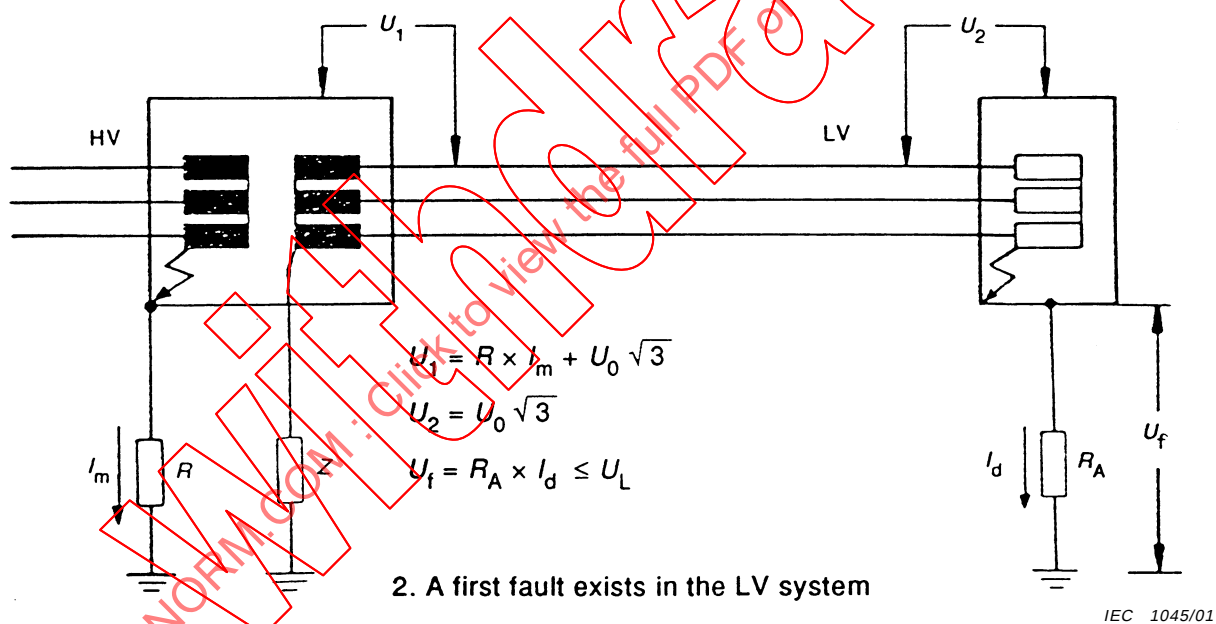
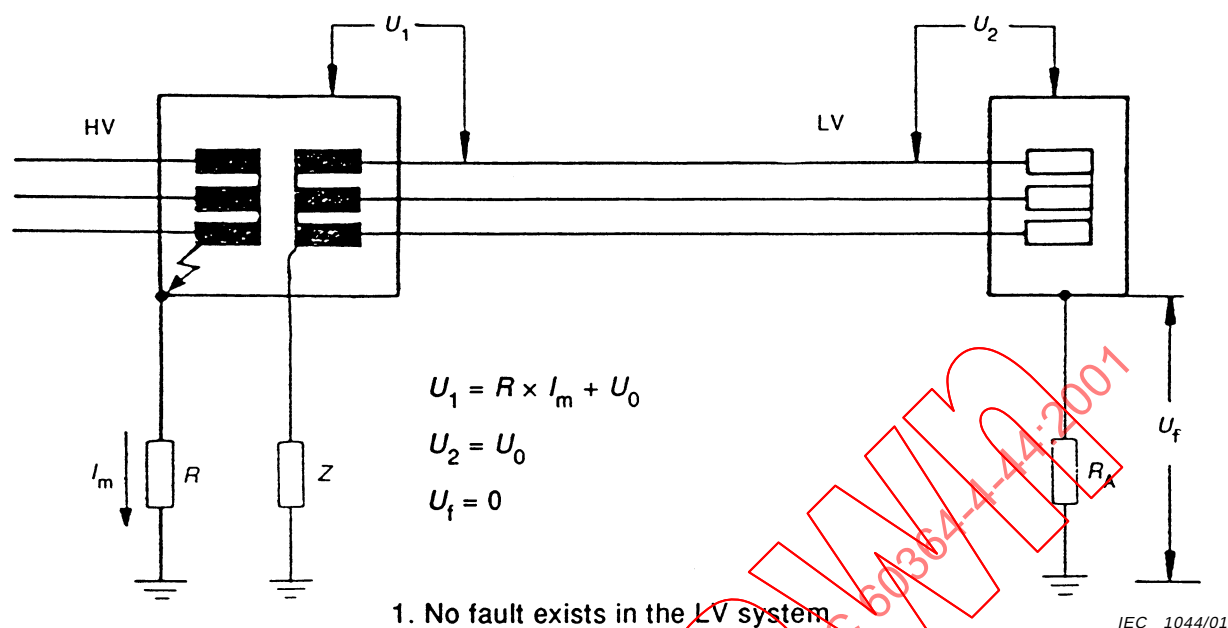


Figure 44F – IT system, example c1

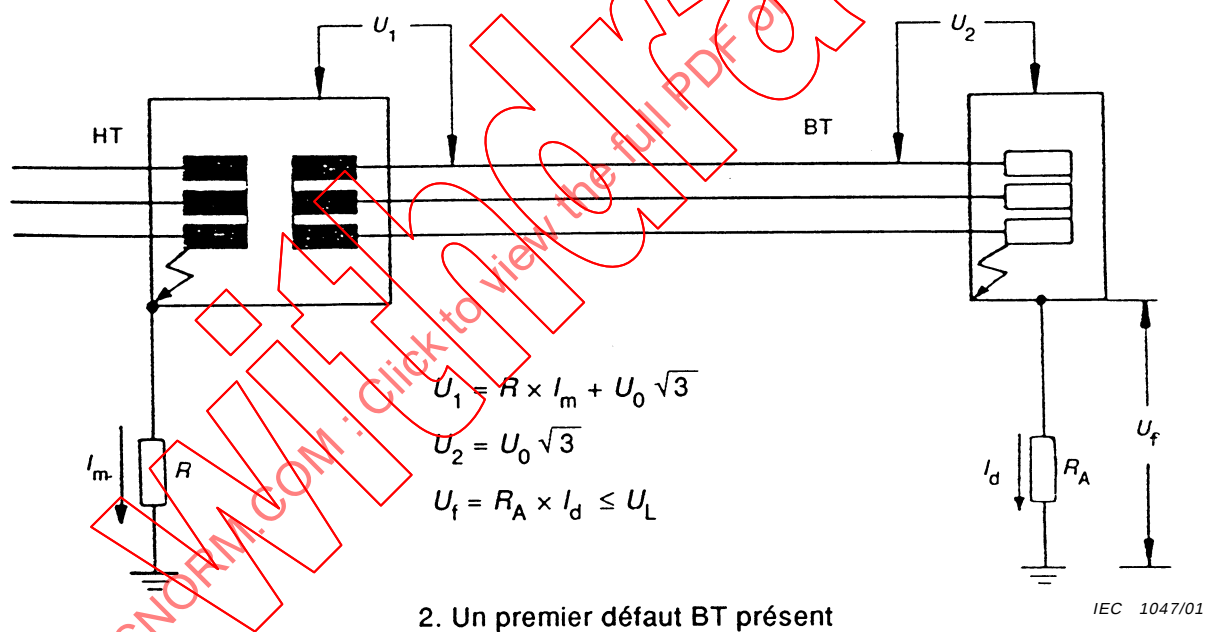
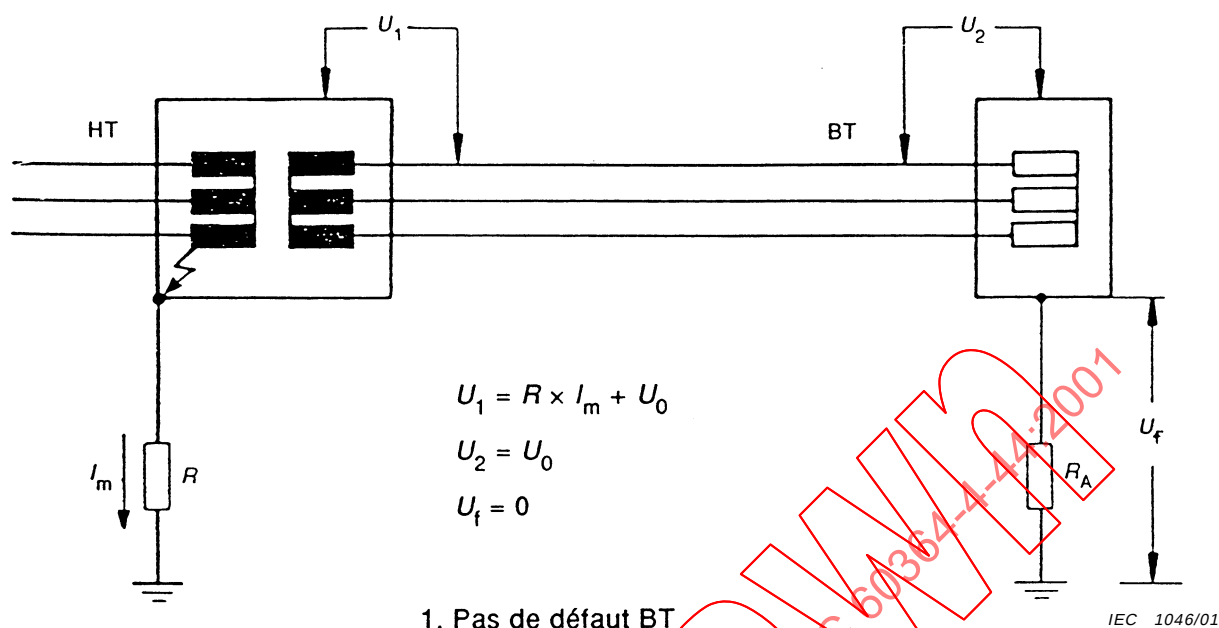
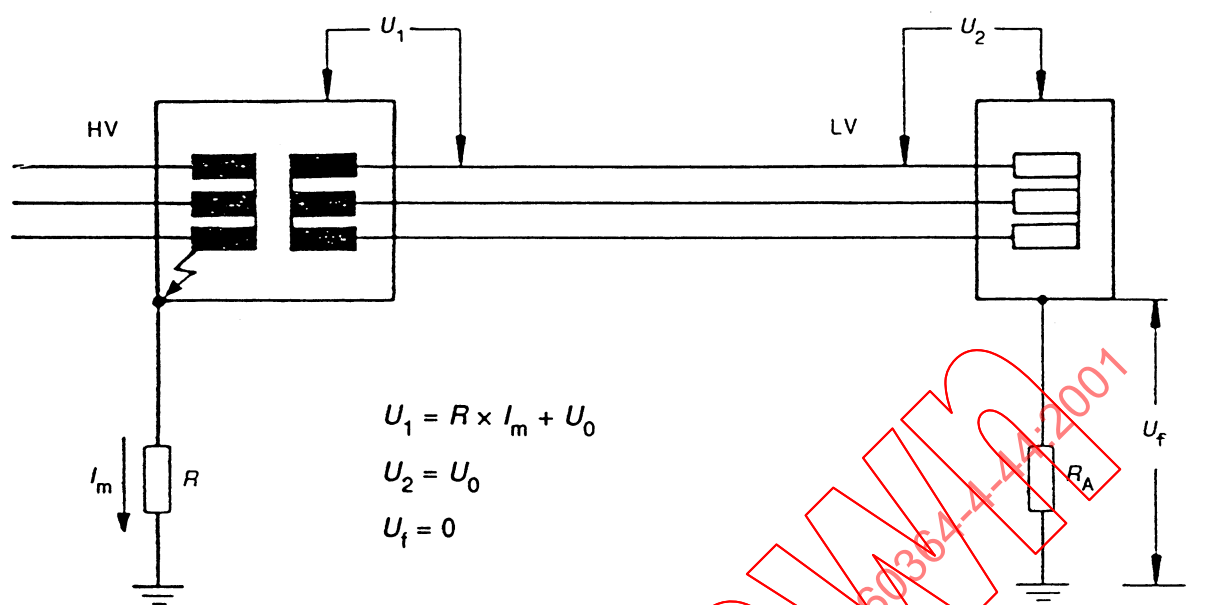
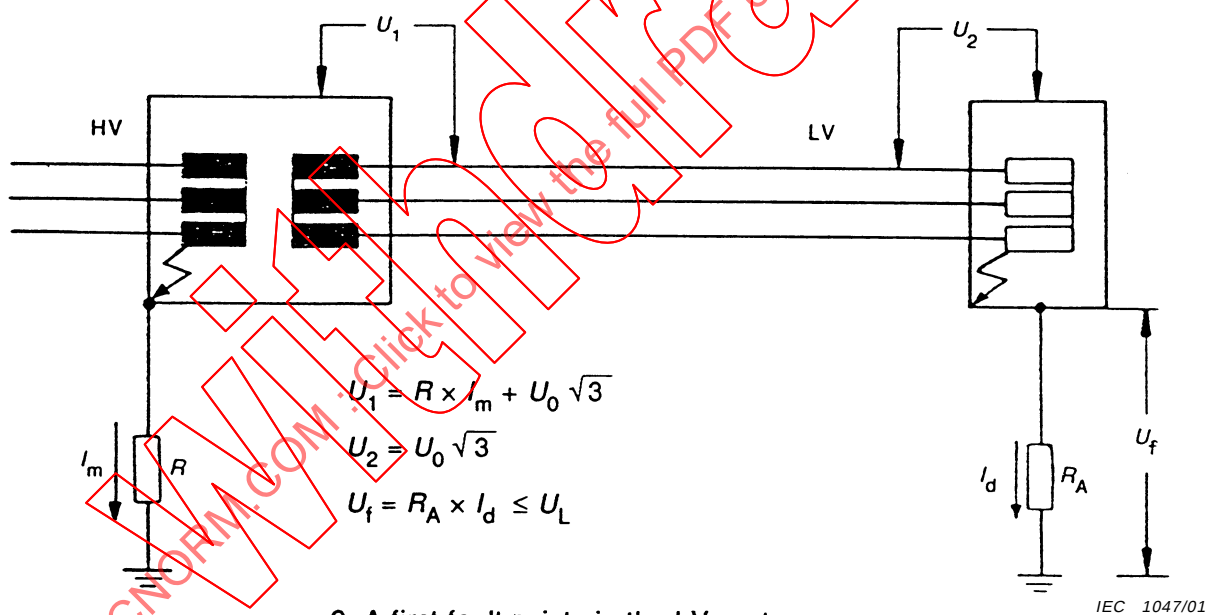


Figure 44G – Schéma IT, exemple c2



1. No fault exists in the LV system



2. A first fault exists in the LV system

Figure 44G – IT system, example c2

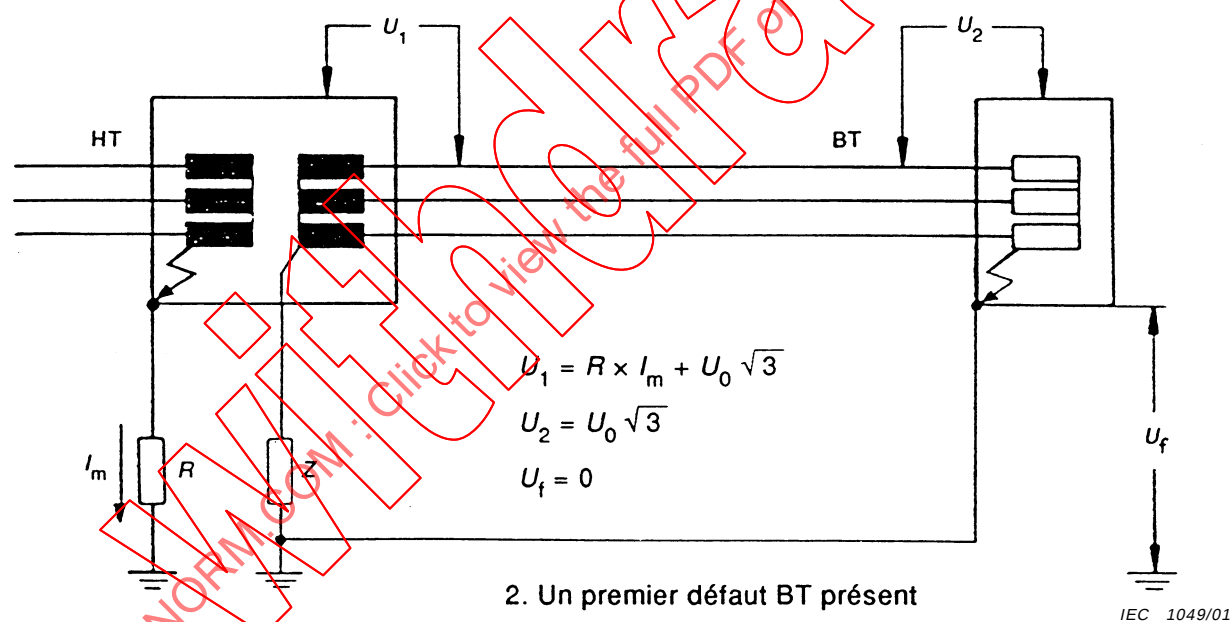
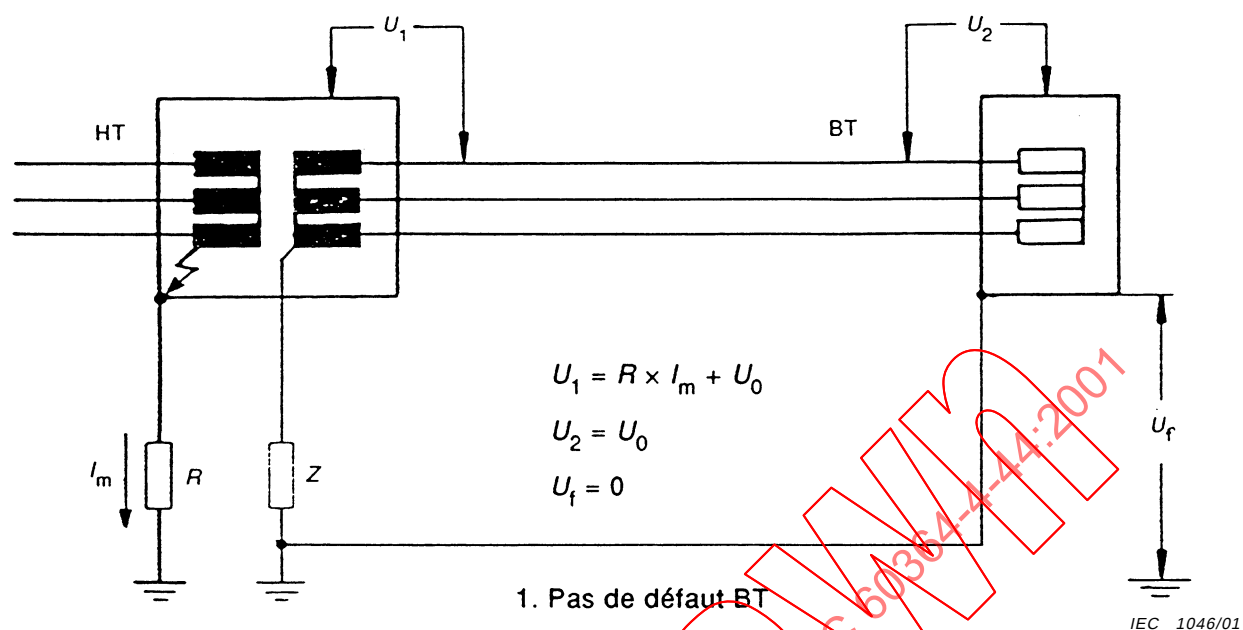


Figure 44H – Schéma IT, exemple d

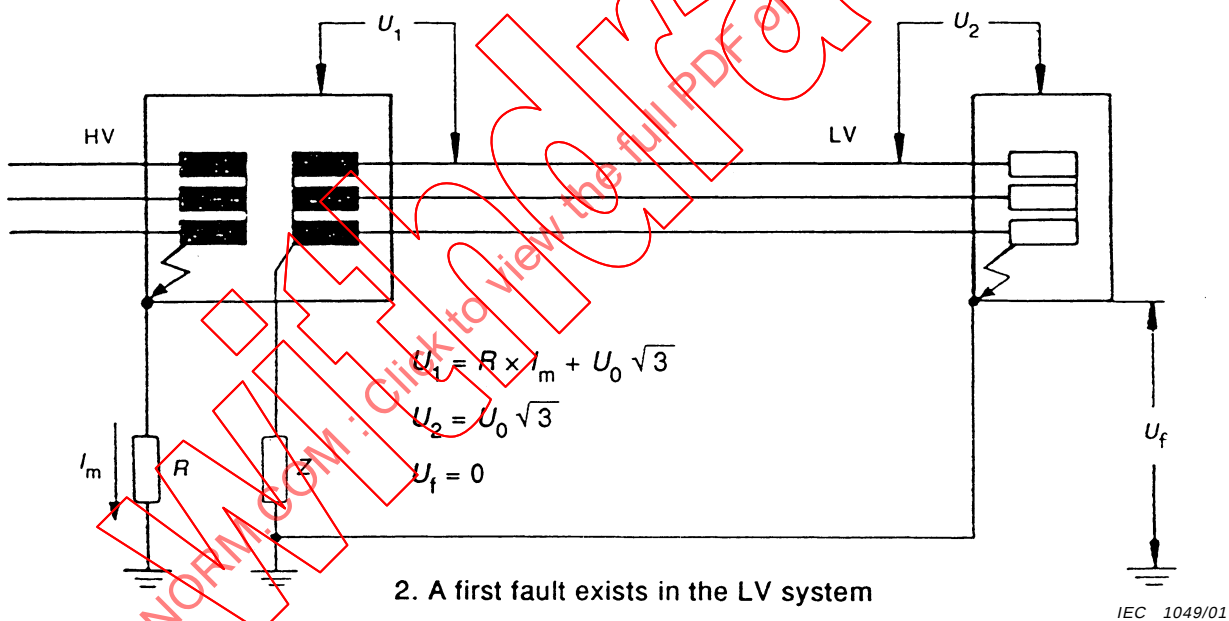
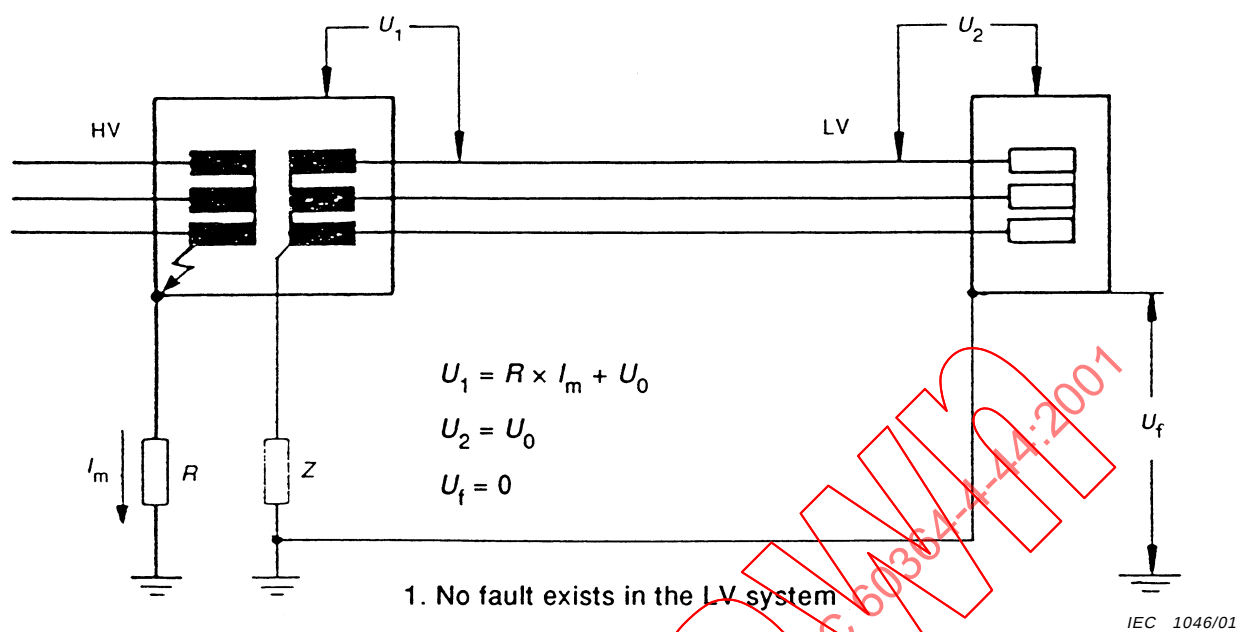
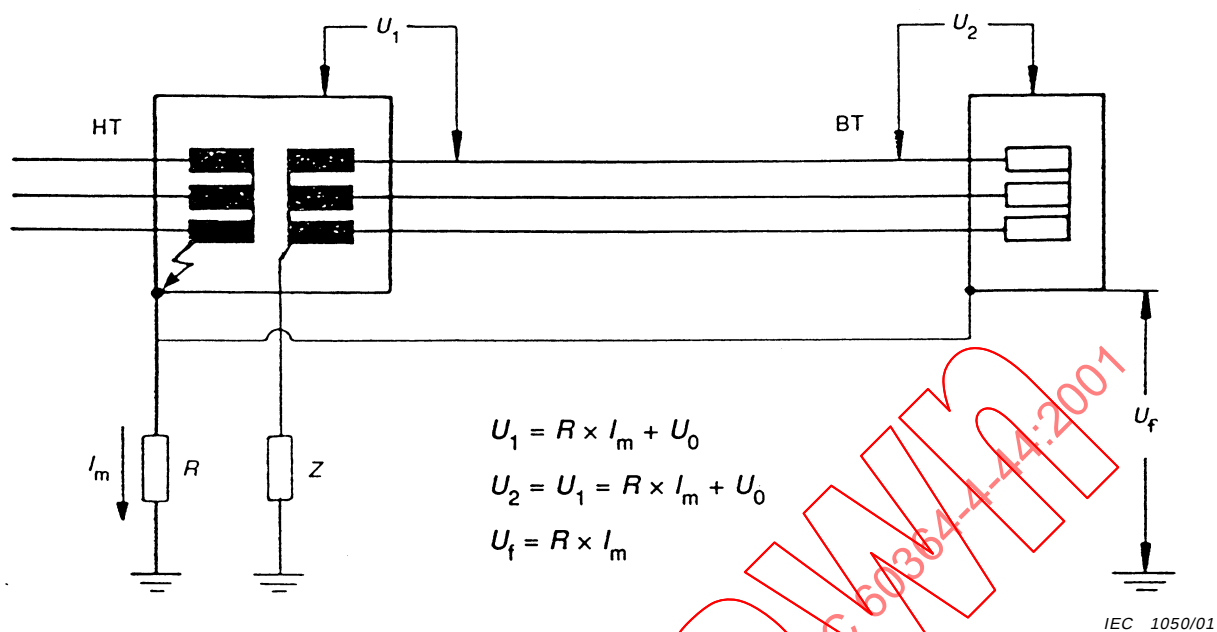
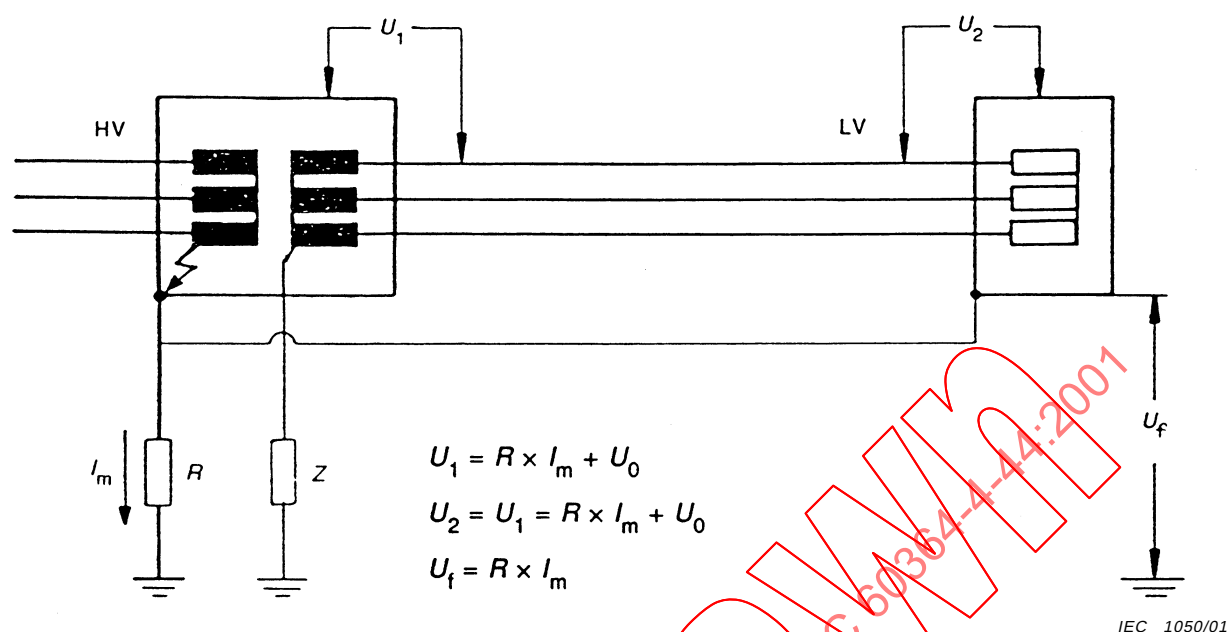
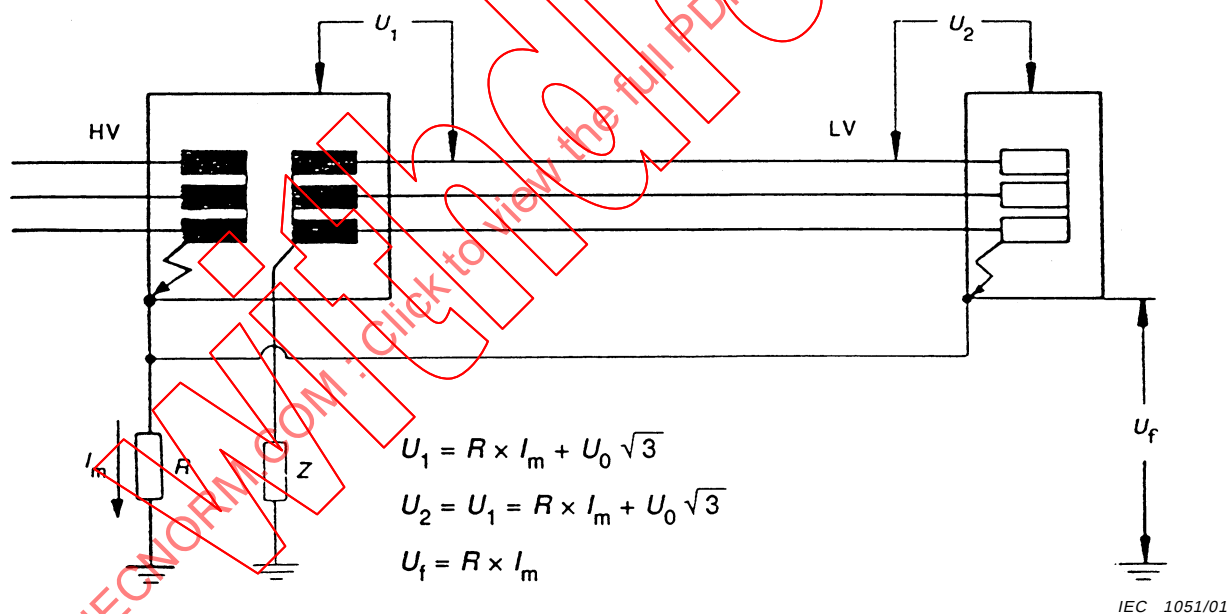


Figure 44H – IT system, example d



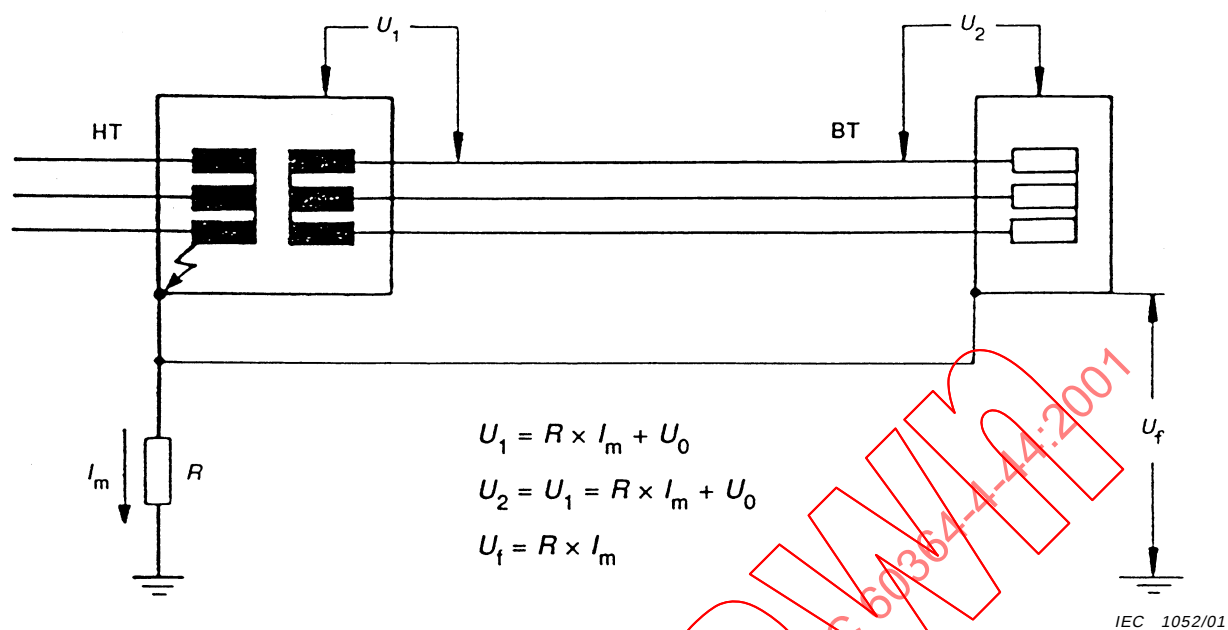


1. No fault exists in the LV system

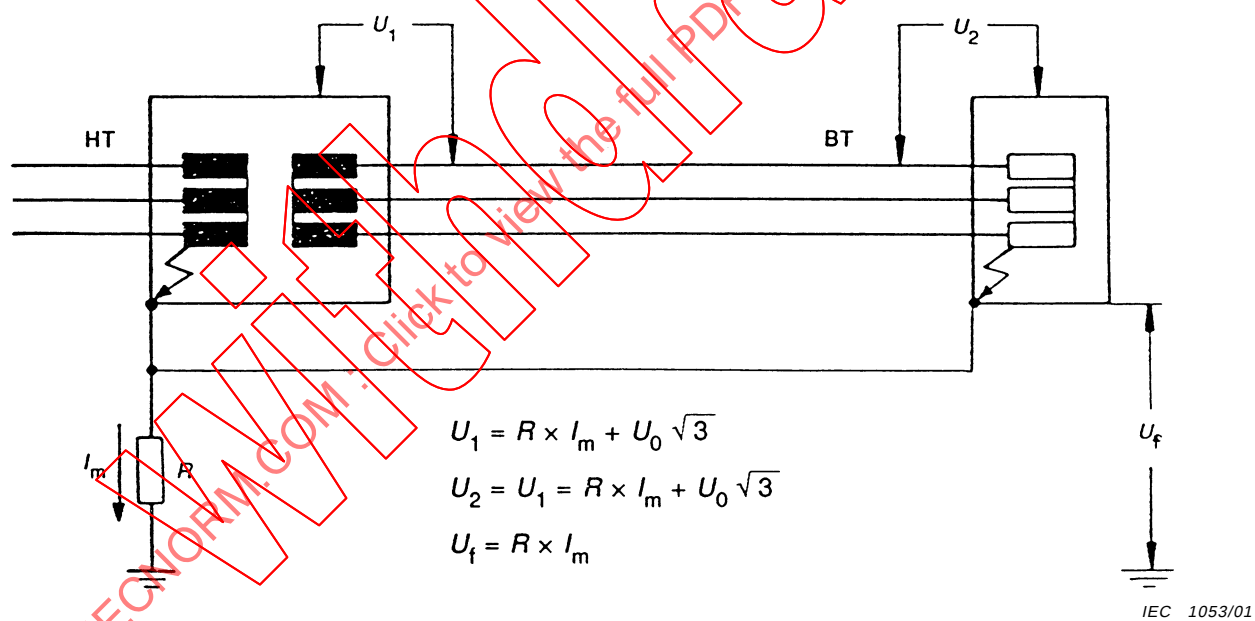


2. A first fault exists in the LV system

Figure 44J – IT system, example e1

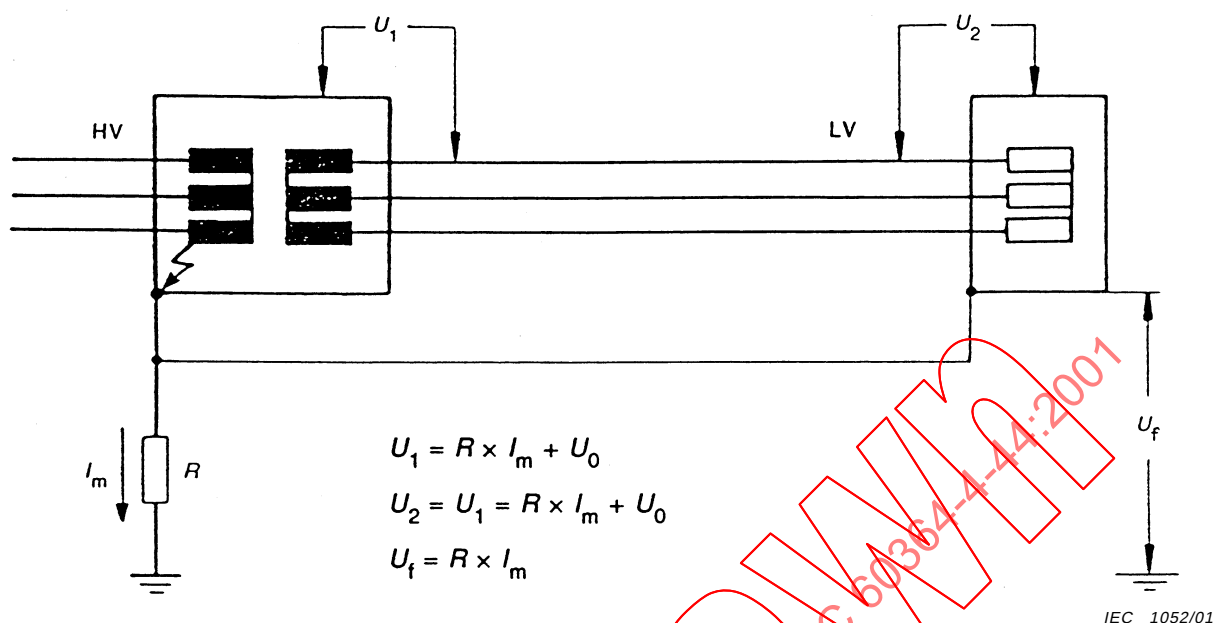


1. Pas de défaut BT

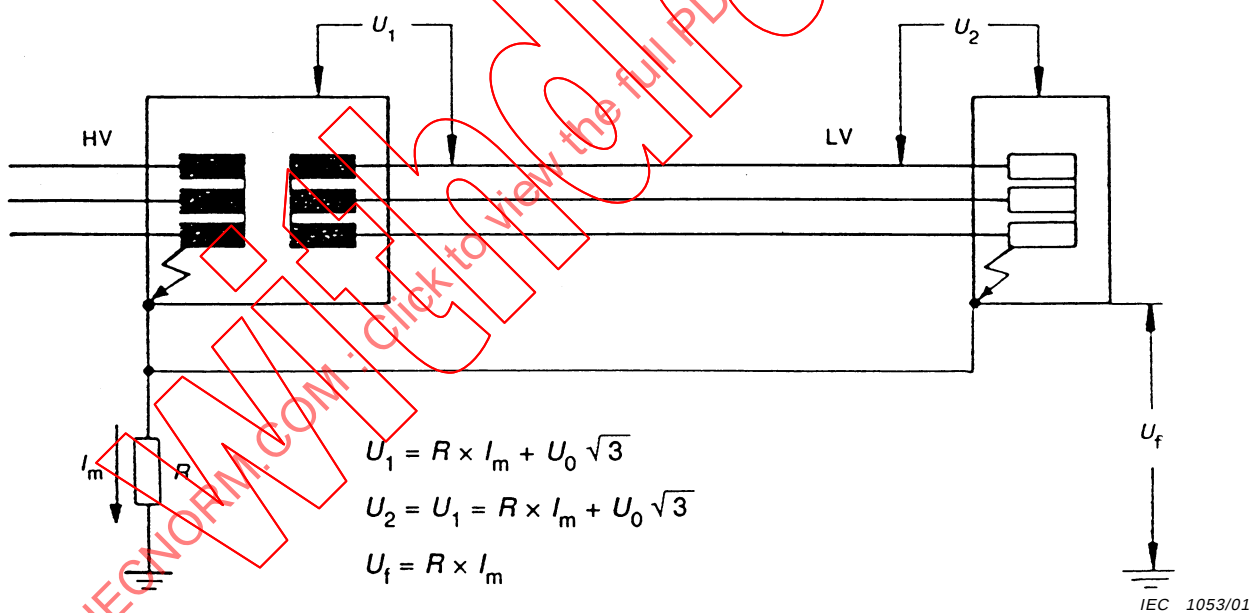


2. Un premier défaut BT présent

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 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 créées par les matériels de l'installation.

Il y a lieu de prendre en considération les surtensions qui peuvent apparaître à l'origine d'une installation, le niveau céramique présumé, l'emplacement et les caractéristiques des dispositifs de protection contre les surtensions, 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 l'alimentation à basse tension.

Le présent article contient des indications lorsque la protection contre les surtensions est contenue 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.

NOTE 1 Lorsque, dans le présent article, le terme «surtension transitoire» est utilisé, il est pris dans le sens du niveau statistique de surtension de foudre comme suit:

Le niveau statistique de surtension est défini comme la surtension appliquée à un matériel à la suite d'un événement de type spécifique dans le système (mise sous tension, fermeture, défaut, décharge atmosphérique, etc.) dont la valeur de crête a une probabilité d'être dépassée égale à une probabilité de référence spécifiée.

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 Les règles de cette section ne s'appliquent pas aux installations de télécommunication.

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

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

NOTE 1 Voir tableau 44B.

Les catégories de tenue aux chocs sont des moyens de distinguer les divers degrés de disponibilité des matériels en fonction des probabilités dues à la continuité du service et au risque acceptable de défaillance. A l'aide des choix de la série préférentielle de tensions de tenue aux chocs, elles permettent de réaliser une coordination appropriée de l'isolement dans l'ensemble de l'installation, réduisant ainsi le risque de défaillance à un niveau acceptable et donnent un fondement pour la maîtrise des surtensions.

Un chiffre caractéristique supérieur de catégorie de tenue aux chocs (catégorie de surtensions) indique une meilleure tenue aux chocs du matériel et offre un choix plus vaste de méthodes de maîtrise des surtensions.

Le concept de catégories de tenue aux chocs est utilisé pour les matériels alimentés directement par le réseau.

NOTE 2 Les surtensions d'origine atmosphérique ne subissent pas d'atténuation significative en aval dans la plupart des installations. Des études ont montré que le concept d'approche probabiliste s'avère raisonnable et utile.

443 Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching

443.1 General

This clause deals with protection of electrical installations against transient overvoltages of atmospheric origin transmitted by the supply distribution system and against switching overvoltages generated by the equipment within the installation.

Consideration shall be given to the overvoltages which can appear at the origin of an installation, to the expected ceramic level and to the location and characteristics of overvoltage 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 low-voltage protective device upstream of the origin of the installation and the 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 coordination is not assured and the risk due to overvoltages shall be evaluated.

NOTE 1 Where, in this clause, the term "transient overvoltage" is used, it is intended to mean statistical lightning overvoltage as defined:

The statistical level of overvoltages is defined as the overvoltage applied to equipment as a result of an event of one specific type in the system (line energization, reclosing, fault occurrence, lightning discharge, etc.), the peak value of which has a probability of being exceeded which is equal to a specified reference probability.

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 rules of this clause do not apply to telecommunication systems.

443.2 Classification of impulse withstand categories (overvoltage categories)

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

NOTE 1 See table 44B.

Impulse withstand categories are to distinguish different degrees of availability of equipment with regard to required expectations on continuity of service and on an acceptable risk of failure. By selection of impulse withstand levels of equipment, insulation co-ordination can be achieved in the whole installation reducing the risk of failure to an acceptable level providing a basis for overvoltage control.

A higher characteristic numeral of an impulse withstand category indicates a higher specific impulse withstand of the equipment and offers a wider choice of methods for overvoltage control.

The concept of impulse withstand categories is used for equipment energized directly from the mains.

NOTE 2 Overvoltages of atmospheric origin are not significantly physically attenuated downstream in most installations. Investigations have shown that the concept of a probabilistic approach has proved reasonable and useful.

443.2.2 Description des catégories de tenue aux chocs (catégories de surtensions)

Les matériels de tenue aux chocs de catégorie I sont des matériels qui sont destinés à être connectés à une installation fixe des bâtiments. Dans ce cas, les mesures de protection sont prises à l'extérieur des matériels – soit dans l'installation fixe ou entre l'installation fixe et les matériels, afin de limiter les surtensions transitoires à un niveau spécifié.

Les matériels de tenue aux chocs de catégorie II sont des matériels destinés à être connectés à l'installation électrique fixe du bâtiment.

NOTE 1 Des exemples de tels matériels sont les appareils électrodomestiques, les outils portatifs et autres charges analogues.

Les matériels de tenue aux chocs de catégorie III sont des matériels appartenant à l'installation fixe et d'autres matériels pour lesquels un plus haut niveau de fiabilité est demandé.

NOTE 2 Des exemples de tels matériels sont les armoires de distribution, les disjoncteurs, les canalisations (voir CEI 60050(826) [VEI 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 tenue aux chocs de catégorie IV sont utilisés à l'origine ou au voisinage de l'origine de l'installation en amont du tableau de distribution.

NOTE 3 Des exemples de tels matériels sont les compteurs électriques, les matériels principaux de protection contre les surintensités et les dispositifs de télémessure.

443.3 Dispositions pour le contrôle des surtensions

NOTE 1 Les coups de foudre directs sur les lignes du réseau d'alimentation à basse tension ou sur les installations électriques des bâtiments ne sont pas pris en considération (conditions d'influences externes AQ 3); voir la CEI 61024-1.

NOTE 2 Le contrôle des surtensions dues à des manœuvres n'est généralement pas nécessaire; en effet, des mesures statistiques ont montré qu'un risque de surtensions dues à des manœuvres supérieures à la catégorie de surtensions II est faible.

NOTE 3 Une méthode d'évaluation du risque est à l'étude pour remplacer l'utilisation des conditions d'influences externes AQ données dans cet article.

Si l'installation de dispositifs de protection contre la foudre est prescrite conformément au présent article, les dispositions suivantes sont applicables.

443.3.1 Situation naturelle

443.3.1.1 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 Une ligne aérienne constituée de conducteurs isolés avec écran métallique relié à la terre ou comportant un conducteur relié à la terre est considérée comme équivalente à un câble souterrain.

443.3.1.2 Lorsqu'une installation est alimentée par, ou comprend, une ligne aérienne à basse tension et que la condition d'influences externes est AQ 1 (≤ 25 jours par an), aucune protection complémentaire contre les surtensions d'origine atmosphérique n'est requise.

NOTE 1 Une protection additionnelle contre les surtensions peut être nécessaire dans des situations où un plus haut niveau de fiabilité ou un plus haut risque (par exemple un incendie) est attendu.

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

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

où

N_g est la fréquence des coups par km² et par an;

T_d est le nombre de jours d'orage par an.

NOTE 3 Dans certains cas, la mise en œuvre de la protection contre les surtensions peut dépendre de la méthode d'évaluation du risque choisie afin de remplacer les conditions d'influences externes AQ.

443.2.2 Description of impulse withstand categories (overvoltage categories)

Equipment of impulse withstand category I is equipment which is intended to be connected to the fixed electrical installations of buildings. Protective means are taken outside the equipment – either in the fixed installation or between the fixed installation and the equipment – to limit transient overvoltages to the specific level.

Equipment of impulse withstand category II is equipment to be connected to the fixed electrical installations of buildings.

NOTE 1 Examples of such equipment are household appliances, portable tools and similar loads.

Equipment of impulse withstand category III is equipment which is part of the fixed electrical installations and other equipment where a higher degree of availability is expected.

NOTE 2 Examples of such equipment are distribution boards, circuit-breakers, wiring systems (see IEC 60050(826) definition IEC 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 of impulse withstand category IV is for use at or in the proximity of the origin of the electrical installations of buildings upstream of the main distribution board.

NOTE 3 Examples of such equipment are electricity meters, primary overcurrent protection device and ripple control units.

443.3 Arrangements for overvoltage control

NOTE 1 Direct strokes on the low-voltage lines of the supply network or electrical installations of buildings are disregarded (conditions of external influence AQ 3); see IEC 61024-1.

NOTE 2 Overvoltage control due to switching overvoltages is not necessary in most cases, because statistical evaluations of measurements have shown that there is a low risk of switching overvoltages higher than the level of overvoltage category II.

NOTE 3 A risk assessment method is under consideration to replace the use of the AQ condition of external influence in this subclause.

If the installation of surge protective devices is required in accordance with this section, the following requirements apply.

443.3.1 Inherent control

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

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

443.3.1.2 Where an installation is supplied by or includes a low-voltage overhead line and the condition of external influences AQ 1 (≤ 25 days per year) exists, no additional protection against overvoltages of atmospheric origin is required.

NOTE 1 Additional protection against overvoltages may be necessary in applications where a higher reliability or higher risks (e.g. fire) are expected.

NOTE 2 According to IEC 61024-1, 25 thunderstorm days per year are equivalent to a value of 2,24 flashes per km² and 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 and year;

T_d is the number of thunderstorm days per year.

NOTE 3 In certain cases, the use of protection against overvoltages may depend on the result of a risk assessment method to replace the condition of external influence AQ.

443.3.2 Situation contrôlée

443.3.2.1 Lorsqu'une installation est alimentée par, ou comprend, une ligne aérienne, une protection contre les surtensions d'origine atmosphérique doit être prévue si le niveau kéraunique du lieu considéré correspond à la condition d'influences externes AQ 2 (>25 jours par an). La tension résiduelle assignée des dispositifs de protection ne doit pas être supérieure à la valeur de la catégorie de tenue aux chocs II donnée dans le tableau 44B.

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

NOTE 2 Une protection particulière peut être nécessaire dans des situations où un plus haut niveau de fiabilité ou un plus haut risque (par exemple un incendie) est attendu et le risque acceptable dépendant de l'utilisation de l'installation serait exceptionnellement bas.

443.3.2.2 Dans les conditions selon 443.3.2.1, la protection contre les surtensions d'origine atmosphérique peut être prévue dans l'installation des bâtiments par:

- un dispositif de protection approprié au niveau de protection de catégorie II conformément à la CEI 60364-5-53,
- tout autre moyen procurant au moins une atténuation équivalente des surtensions.

NOTE La coordination de parafoudres en cascade est à l'étude.

443.4 Choix des matériels dans l'installation

443.4.1 Les matériels sont choisis de manière 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 des comités de produit de prescrire la tension assignée de tenue aux chocs de leurs matériels dans les normes correspondantes, comme il est spécifié au tableau 44B.

NOTE La tension assignée de tenue aux chocs est la valeur de tension de tenue aux chocs fixée par le constructeur aux matériels ou à une partie d'entre eux, caractérisant la capacité de tenue spécifiée de son isolation contre des surtensions transitoires (conformément à 1.3.9.2 de la CEI 60664-1).

443.4.2 Les matériels ayant une tension de tenue aux chocs inférieure à celle spécifiée dans le tableau 44B peuvent être utilisés, si un risque supérieur est accepté. Les dispositifs de protection contre la foudre et leurs dispositifs de protection en série doivent supporter sans danger les surtensions temporaires de cette norme.

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

Tension nominale de l'installation ^a		Tension de tenue aux chocs prescrite pour			
		kV			
Réseaux triphasés ^b	Réseaux monophasés à point milieu	Matériels à l'origine de l'installation (catégorie de tenue aux chocs IV)	Matériels de distribution et circuits terminaux (catégorie de tenue aux chocs III)	Appareils d'utilisation (catégorie de tenue aux chocs II)	Matériels spécialement protégés (catégorie de tenue aux chocs 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	–	Valeurs proposées par les ingénieurs système			
* Selon la CEI 60038.					
** Au Canada et aux USA, pour des tensions supérieures à 300 V par rapport à la terre, la tension correspondant à la tension immédiatement supérieure de la colonne est applicable.					
La catégorie I s'adresse à des concepteurs de matériels particuliers. La catégorie II s'adresse aux comités de produit pour les matériels alimentés à partir de l'installation fixe. La catégorie III s'adresse aux comités de produit pour les matériels des installations fixes et pour quelques comités de produit particuliers. La catégorie IV s'adresse aux fournisseurs d'électricité et aux ingénieurs système (voir aussi 443.2.2).					

443.3.2 Protective control

443.3.2.1 Where an installation is supplied by or includes an overhead line, protection against overvoltages of atmospheric origin shall be provided, if the ceramic level of the location corresponds to the condition of external influences AQ 2 (>25 days per year). 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 overvoltage 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 Particular protection may be necessary where high reliability or higher risks (e.g. fire) are expected and where the acceptable risk depending on the utilization of the installation is exceptionally low.

443.3.2.2 In the conditions according to 443.3.2.1 the protection against overvoltages of atmospheric origin can be provided in the installation of the building by

- a surge protective device with a protection level of category II in accordance with IEC 60364-5-53,
- or by other means providing at least an equivalent attenuation of overvoltages.

NOTE Guidance for co-ordination of cascaded surge arresters is under consideration.

443.4 Selection of equipment in the installation

443.4.1 Equipment shall be so selected 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 product committees for installation material to require the rated impulse withstand voltage in the relevant standard, as specified in table 44B.

NOTE 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).

443.4.2 Equipment having an impulse withstand voltage lower than specified in table 44B may be used, if the higher risk of damage is acceptable. The surge protective devices and their series protective means shall withstand safely the temporary overvoltages of this standard.

Table 44B – Required rated impulse withstand voltage of equipment

Nominal voltage of the installation ^a V		Required impulse withstand voltage for kV			
Three-phase systems ^b	Single-phase systems with middle point	Equipment at the origin of the installation (impulse withstand category IV)	Equipment of distribution and final circuits (impulse withstand category III)	Appliances (impulse withstand category II)	Specially protected equipment (impulse withstand 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	—	Values subject to system engineers			
^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 higher voltage in column one applies.					
Category I is addressed to particular equipment engineering. Category II is addressed to product committees for equipment for connection to the mains. Category III is addressed to product committees of installation material and some special product committees Category IV is addressed to supply authorities and system engineers (see also 443.2.2).					

444 (Disponible)

444.1 (Disponible)

444.2 (Disponible)

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

444.3 Mesures contre les influences électriques et magnétiques sur les matériels électriques

Mesures à prendre contre les influences électriques et magnétiques sur les matériels électriques:

Tout matériel électrique doit satisfaire aux prescriptions appropriées de la compatibilité électromagnétique (CEM) et être conforme aux normes CEM le concernant.

Il est aussi fait référence à 515.3, Compatibilité électromagnétique (CEM) et 515.3.1, Choix des niveaux d'immunité et d'émission, de la CEI 60364-5-51.

De plus, il est aussi fait référence à la CEI 60364-5-54.

Le concepteur et le metteur en œuvre d'installations électriques doivent prendre en considération les points suivants (voir aussi figure 440) pour réduire les effets des surtensions induites et des interférences électromagnétiques.

444.3.1 Emplacement des sources potentielles de perturbation par rapport aux matériels sensibles.

444.3.2 Emplacement des matériels sensibles par rapport à de fortes intensités présentes, par exemple dans les barres de distribution ou des matériels tels que les ascenseurs.

444.3.3 Fourniture de filtres et/ou de parafoudres dans les circuits alimentant les matériels électriques sensibles.

444.3.4 Choix de dispositifs de protection avec des retards appropriés pour éviter des déclenchements indésirables dus à des transitoires.

444.3.5 Equipotentialité des enveloppes métalliques et des écrans.

444.3.6 Séparation appropriée (éloignement ou blindage) des câbles de puissance et de courants faibles ainsi que leur croisement à angle droit.

444.3.7 Séparation appropriée (éloignement ou blindage) des câbles de puissance et de courants faibles, par rapport aux conducteurs de descente des systèmes de protection contre la foudre (voir CEI 61024-1 et figure 44P).

444.3.8 Réduction des boucles d'induction par le choix d'un cheminement commun pour les canalisations des divers systèmes (voir aussi 444.4.4).

444.3.9 Utilisation de câbles blindés et/ou à paires torsadées pour les courants faibles.

444.3.10 Connexions équipotentielle les plus courtes possibles.

444.3.11 Canalisations constituées par des conducteurs séparés à poser sous enveloppes métalliques mises à la terre ou équivalent.

444 (Number available)

441.1 (Number available)

444.2 (Number available)

NOTE These numbers have been left available to enable the following numbers to be maintained.

444.3 Measures against electric and magnetic influences on electrical equipment

Measures to be taken against electric and magnetic influences on electrical equipment:

All electrical equipment shall meet the appropriate electromagnetic compatibility (EMC) requirements and shall be in accordance with the relevant EMC standards.

Reference is also made to 515.3, Electromagnetic compatibility (EMC) and 515.3.1, Choice of the immunity and emission levels, of IEC 60364-5-51.

Furthermore, reference is made to IEC 60364-5-54.

Consideration shall be given by the planner and designer of the electrical installations to the following (see also figure 44O) for reducing the effect of induced overvoltages and EMI.

444.3.1 Location of potential sources of interference relative to sensitive equipment.

444.3.2 Location of sensitive equipment relative to high electrical current such as in busbars or in equipment, e.g. lifts.

444.3.3 Provision of filters and/or surge protective devices in the circuits feeding sensitive electrical equipment.

444.3.4 Selection of protective devices with appropriate time delay characteristics to avoid unwanted tripping on transients.

444.3.5 Bonding of metal enclosures and screening.

444.3.6 Adequate separation (distance or screening) of power and signal cables, and cross-overs at right angles.

444.3.7 Adequate separation (distance or screening) of power and signal cables from down conductors of LPS (see IEC 61024-1 and figure 44P).

444.3.8 Avoidance of inductive loops by selection of a common route for the wiring of different systems (see also 444.4.4).

444.3.9 Use of screened and/or twisted pair signal cables.

444.3.10 Bonding connections to be made as short as possible.

444.3.11 Wiring systems with single-core conductors to be enclosed in bonded metallic enclosures or equivalent.

444.3.12 Eviter le schéma TN-C dans les installations comportant des matériels sensibles (voir figure 1 ainsi que 548.4 de la CEI 60364-5-548). Pour les bâtiments qui comportent ou sont susceptibles de comporter de manière significative, des matériels de traitement de l'information, il doit être pris en considération l'utilisation de conducteurs de protection (PE) séparés des conducteurs neutres (N) au-delà du point d'entrée de l'alimentation, afin de minimiser l'éventualité de problèmes électromagnétiques dus au passage de courant de neutre dans les câbles à courant faible, à l'origine de destruction ou de perturbation.

444.3.13 En schéma TN-C-S à l'intérieur d'un bâtiment, il existe deux possibilités selon les dispositions prises pour l'interconnexion des matériels et des parties conductrices:

- transformer la section TN-C du schéma TN-C-S en une section TN-S dans la distribution à l'intérieur du bâtiment (voir figures 44La, 44Lb et 44M);
- éviter des boucles excessives entre les différentes sections TN-S du schéma TN-C-S à l'intérieur du bâtiment (voir figure 44Lb).

444.3.14 Il convient que les canalisations métalliques (par exemple pour l'eau, le gaz ou le chauffage) et les câbles d'alimentation du bâtiment pénètrent dans le bâtiment au même endroit. Les blindages, les écrans, les tuyauteries métalliques et leurs connexions doivent être reliés entre eux et à la liaison équipotentielle principale (LEP) du bâtiment (voir figure 44N), à l'aide de conducteurs de basse impédance.

444.3.15 Dans le cas de zones distinctes réalisées avec des liaisons équipotentielles séparées, il est recommandé d'utiliser entre elles du câble en fibre optique sans partie métallique ou tout autre système non conducteur.

NOTE Le problème des terres portées à des tensions différentes dans de grands réseaux publics de télécommunication est de la responsabilité du distributeur qui peut utiliser d'autres méthodes.

444.4 Mesures pour la connexion des courants faibles

Dans les bâtiments comportant un conducteur PEN ou lorsque des perturbations électromagnétiques apparaissent sur des câbles de courants faibles en raison de dispositions inappropriées de l'installation électrique (voir article 548.5 de la CEI 60364-5-548), les méthodes suivantes peuvent être prises en considération pour éviter ou minimiser le phénomène.

444.4.1 Utilisation de liaisons à fibre optique pour les liaisons à courants faibles.

444.4.2 Utilisation de matériels de classe II.

444.4.3 Utilisation locale de transformateurs à enroulements séparés (transformateurs à deux enroulements) pour l'alimentation des matériels de traitement de l'information, en prenant en compte les prescriptions de 312.2.3 et 413.1.5 en schéma IT (schéma IT local), ou de 413.5 de la CEI 60364-4-41 pour la protection par séparation électrique (par exemple transformateurs conformes à la CEI 60742).

444.4.4 Utilisation de cheminements appropriés des canalisations (ou des câbles) afin de minimiser les aires comprises par les boucles constituées conjointement par les câbles d'alimentation de puissance et les câbles de courants faibles.

444.3.12 Avoidance of TN-C system in installations with sensitive equipment (see figure 1 as well as 548.4 of IEC 60364-5-548). For buildings which have, or are likely to have, significant information technology equipment installed, consideration shall be given to the use of separate protective conductors (PE) and neutral conductors (N) beyond the incoming supply point, in order to minimize the possibility of electromagnetic problems due to the diversion of neutral current through signal cables causing damage or interference.

444.3.13 For TN-C-S systems within the building, there are two possibilities, depending on the arrangement for interconnection of equipment and extraneous conductive parts:

- change of the TN-C section of the TN-C-S system into a TN-S section for distribution within the building (see figures 44La, 44Lb and 44M);
- avoidance of excessive loops between different TN-S sections of the TN-C-S system within the building (see figure 44Lb).

444.3.14 Metal pipes (e.g. for water, gas or heating cables), and cables should enter the building at the same place. Metal sheets, screens, metal pipes and connections of these parts shall be bonded and connected to the main equipotential bonding (MEB) of the building (see figure 44N) with low impedance conductors.

444.3.15 In the case of different areas which have separated equipotential bonding systems, the use of metal-free fibre optic cable or other non-conducting systems should be used between these different areas.

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

444.4 Measures for signal connections

In buildings which include a PEN conductor, or where there is EMI on signal cables due to inadequate provisions in the electrical installations (see 548.5 of IEC 60364-5-548), the following methods may be considered to avoid or minimize the problem.

444.4.1 Use of fibre optic links for signal connections.

444.4.2 Use of class II equipment.

444.4.3 Use of local transformers with separate windings (double-wound transformers) for the supply of the information technology equipment, taking into account the requirements of 312.2.3 of IEC 60364-3 and 413.1.5 for IT systems (local IT systems), or of 413.5 of IEC 60364-4-41, for protection by electrical separation (e.g. transformers according to IEC 60742).

444.4.4 Use of suitable wiring (cabling) routing in order to minimize the enclosed area of common loops formed by the supply cables and signal cables.

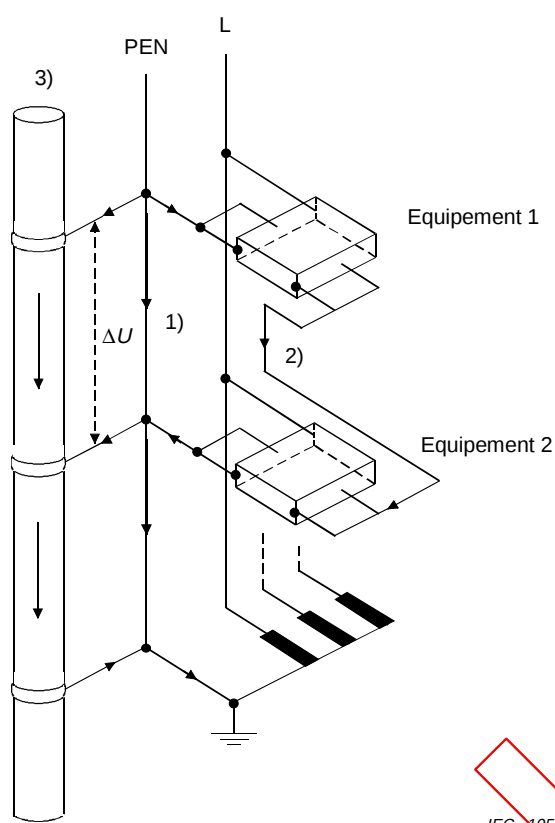


Figure 44La – Schéma TN-C

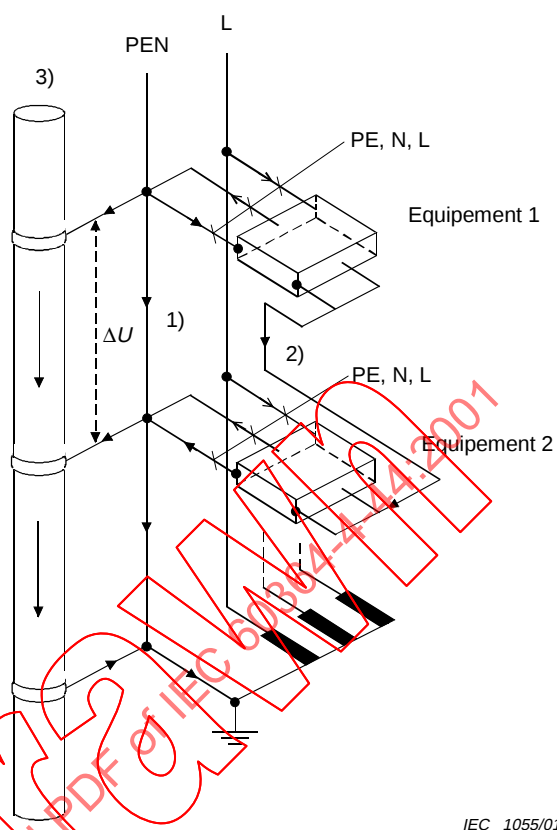


Figure 44Lb – Schéma TN-C-S

Légende

- 1) Chute de tension ΔU le long du PEN
- 2) Boucle de surface restreinte
- 3) Élément conducteur

NOTE Dans le schéma TN-C, 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 44L – Schémas TN-C et TN-C-S dans un bâtiment

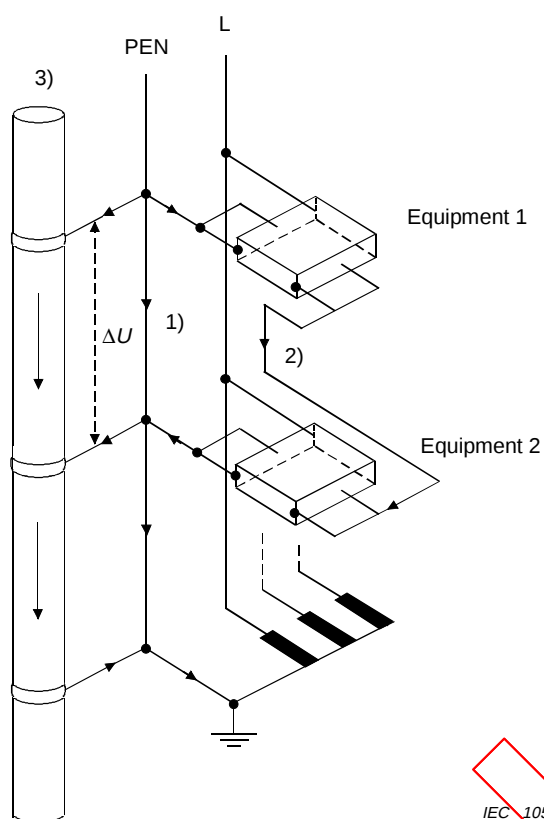


Figure 44La – TN-C system

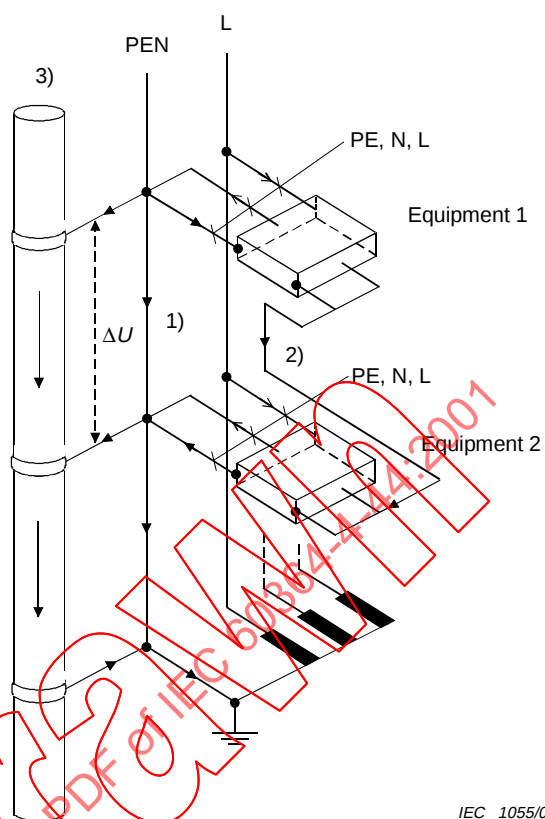


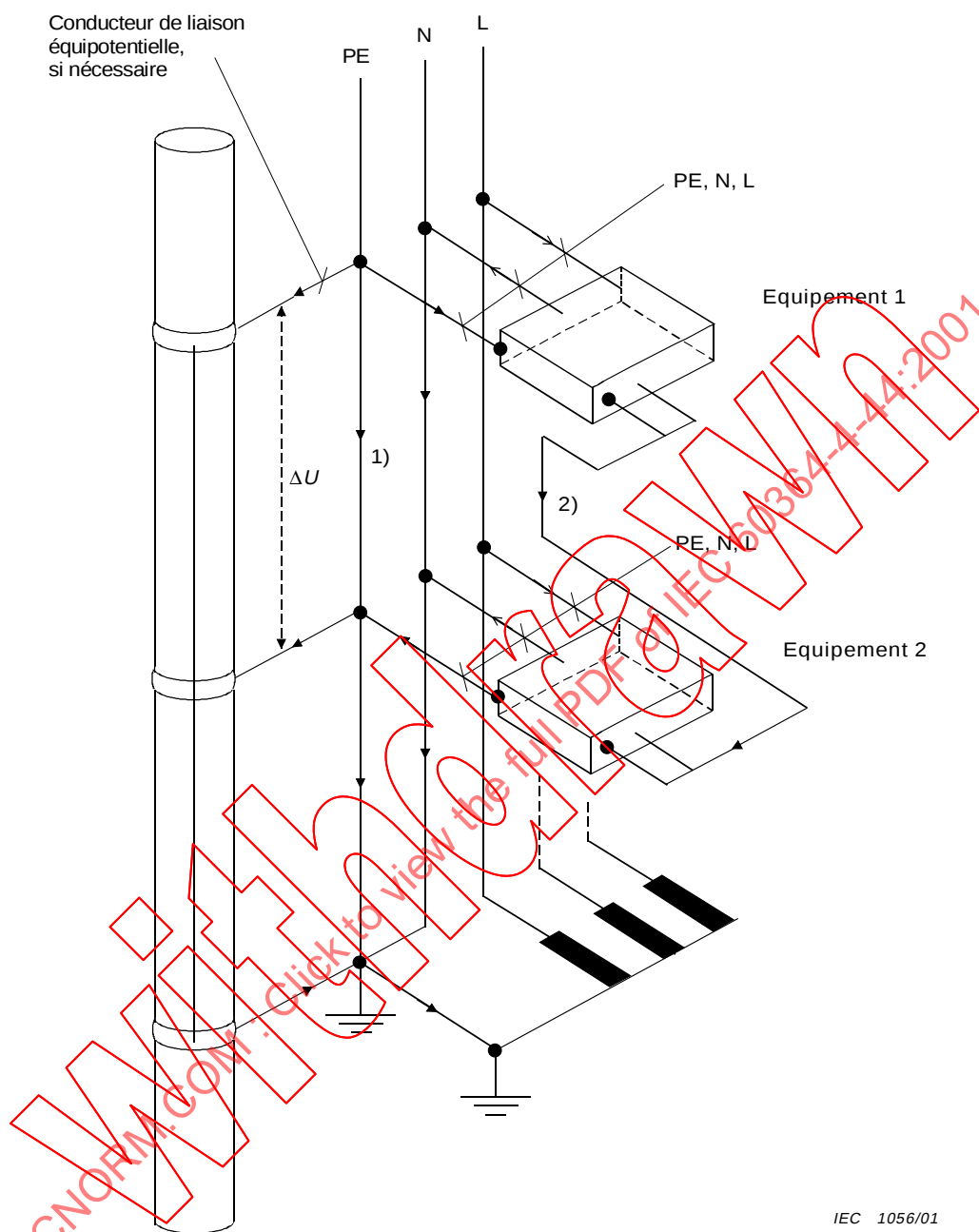
Figure 44Lb – TN-C-S system

Key

- 1) Voltage drop ΔU along PEN
- 2) Loop of limited area
- 3) Extraneous-conductive-part

NOTE In a TN-C 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 metal work.

Figure 44L – TN-C and TN-C-S systems in a building



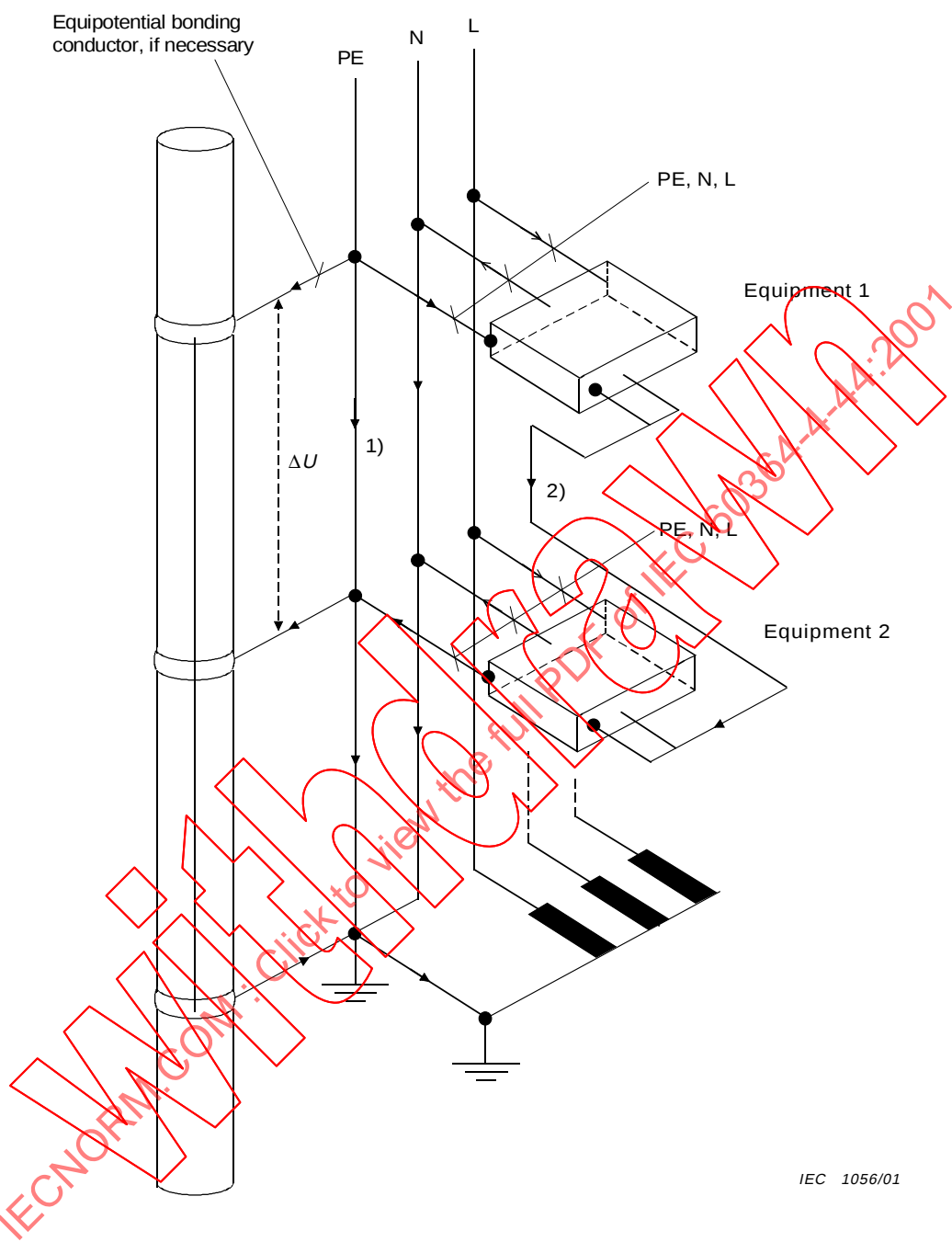
IEC 1056/01

Légende

- 1) La chute de tension ΔU est évitée le long du PE
- 2) Boucle de surface restreinte

NOTE Le schéma TN-S évite le partage du courant de neutre décrit à la figure 44L.

Figure 44M – Elimination des courants de conducteur neutre dans un système de mise à la terre qui met en œuvre le schéma TN-S dans un bâtiment

**Key**

- 1) Avoidance of voltage drop ΔU along the PE
- 2) Loop of limited area

NOTE The TN-S system avoids the sharing of the neutral current described in figure 44L.

Figure 44M – Avoidance of neutral conductor currents in a bonding structure by using the TN-S system within the building system

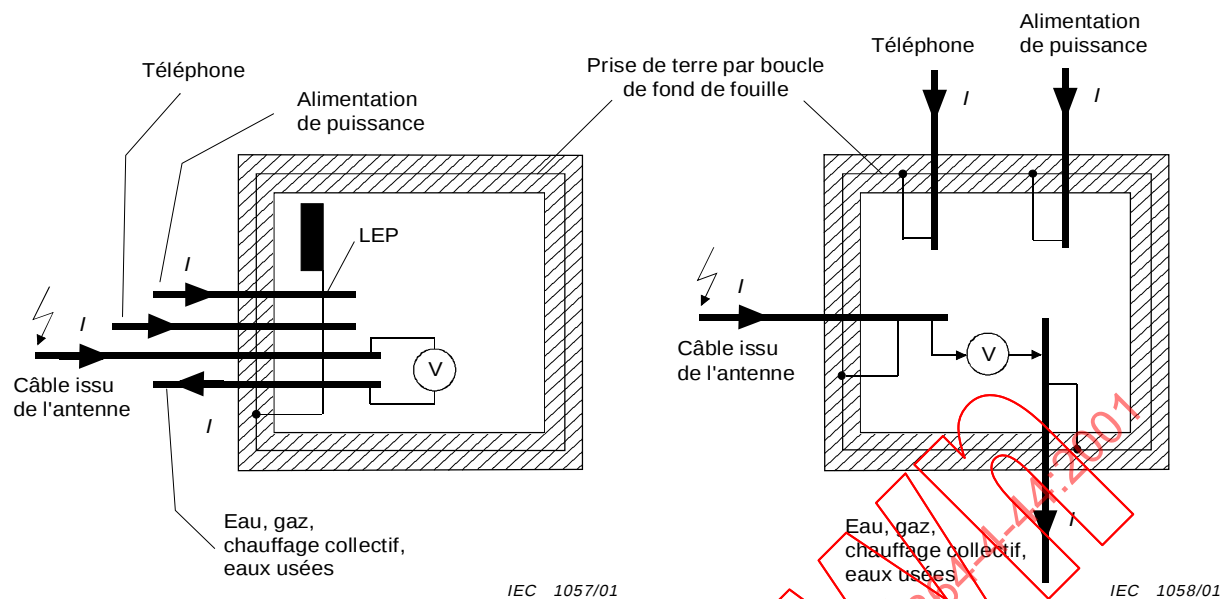


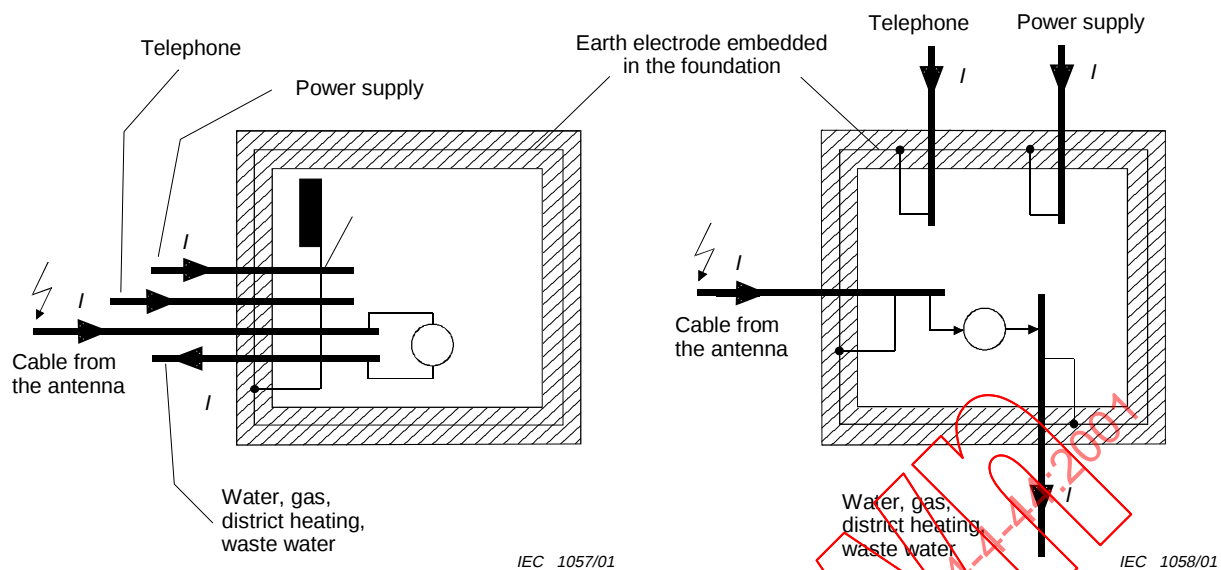
Figure 44Na
Une pénétration commune est préférée:
 $U \cong 0 \text{ V}$

Figure 44Nb
Des pénétrations en divers endroits
devant être évitées: $U \neq 0 \text{ V}$

Légende

LEP liaison équipotentielle principale
 I courant induit

Figure 44N – Pénétration de câbles armés et de canalisations métalliques dans un bâtiment (exemples)

**Figure 44Na**

A common entry point is preferred:

$$U \cong 0 \text{ V}$$

Figure 44Nb

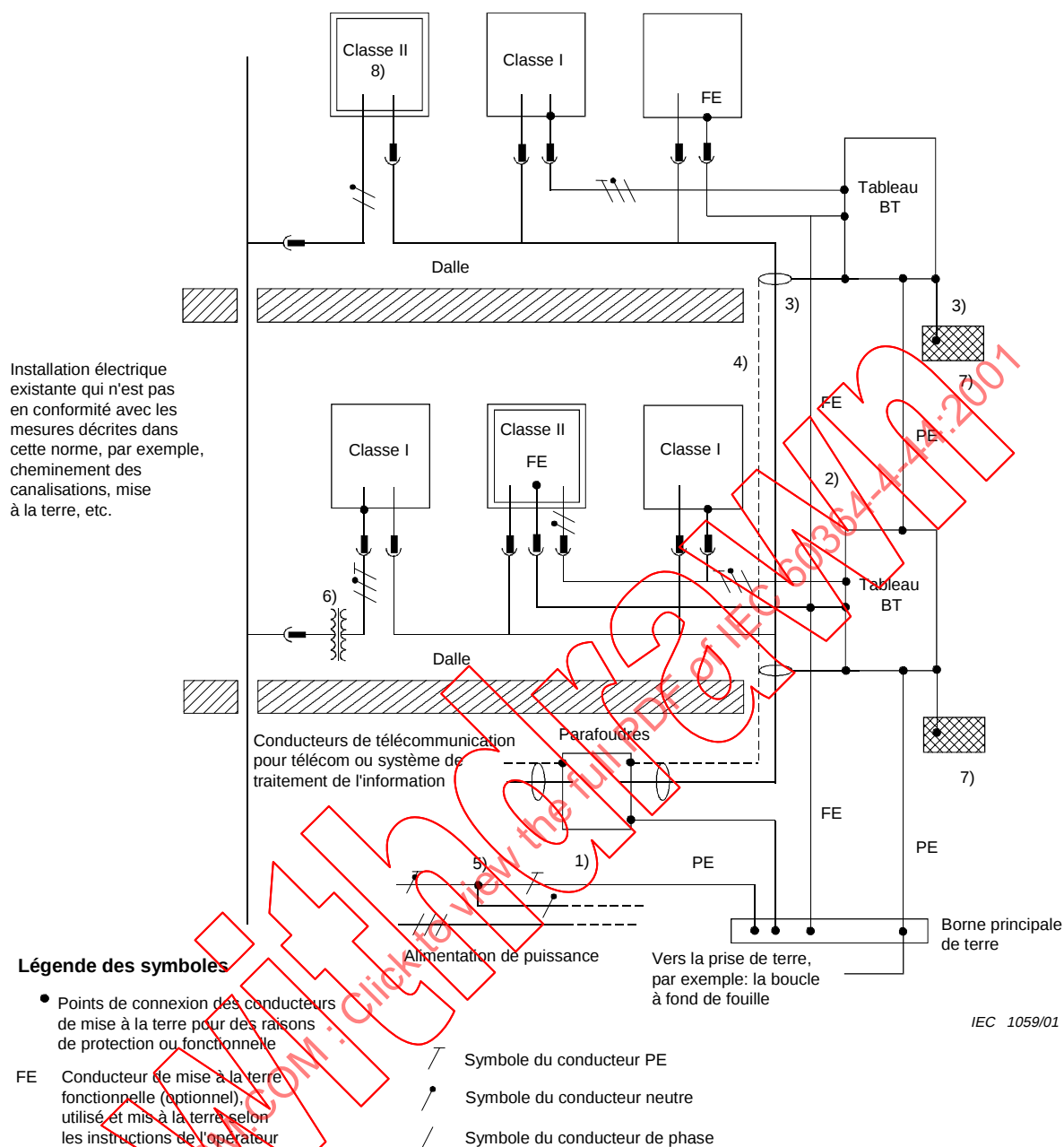
Entry at different places should be avoided:

$$U \neq 0 \text{ V}$$

Key

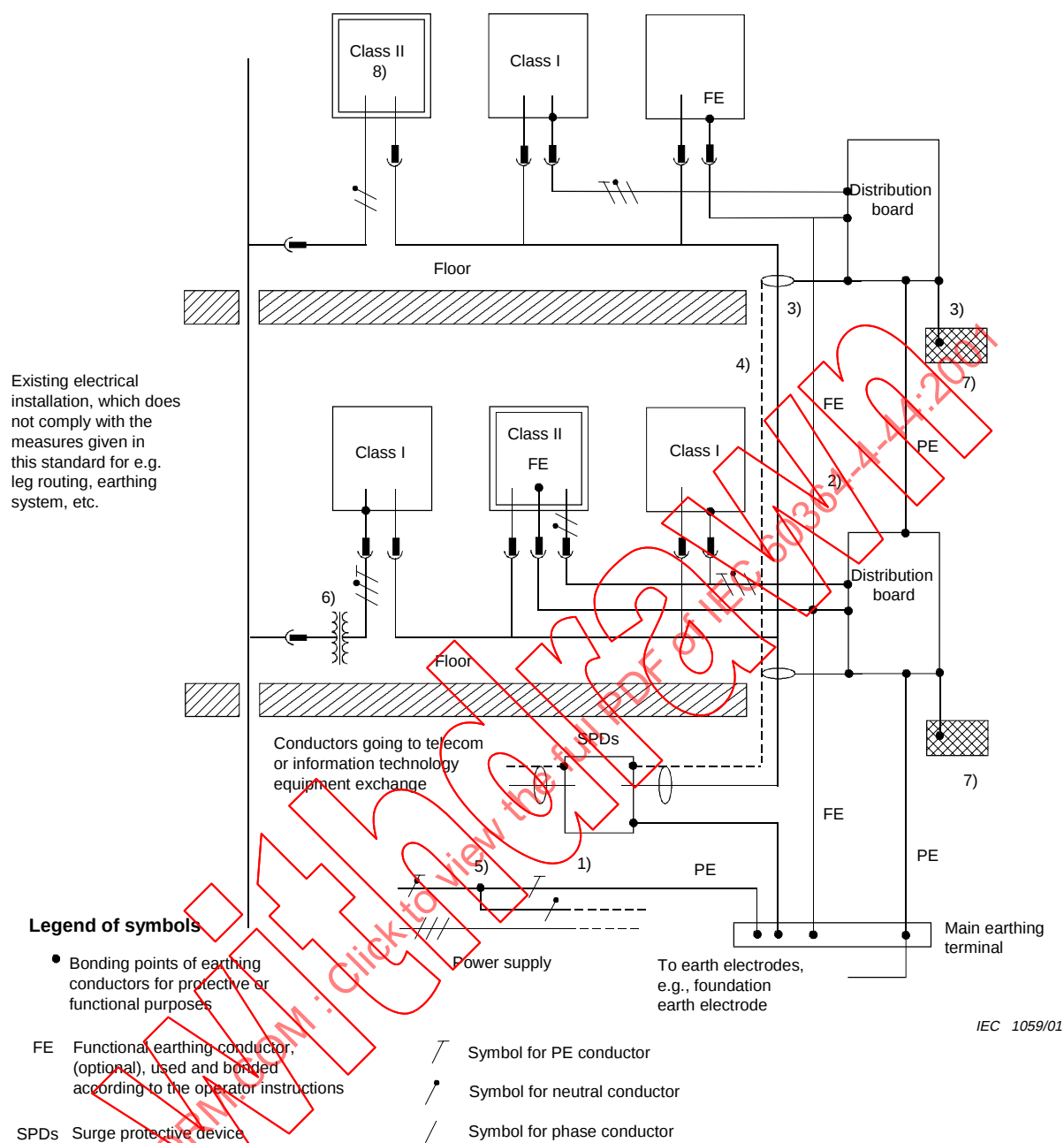
MEB main equipotential bonding

 I induction current**Figure 44N – Armoured cables and metal pipes entering the buildings (examples)**



Paragraphes	Description des mesures représentées	Référence
444.3.14	Câbles et conduits métalliques pénètrent dans le bâtiment au même endroit	1)
444.3.8	Cheminement commun des canalisations avec séparations adaptées et en évitant les boucles	2)
CEI 61000-2-5;	Connexions aussi courtes que possible et utilisation des ECP	3)
444.3.10	Câbles de courant faible blindés et/ou paires torsadées	4)
444.3.9	Eviter le schéma TN-C au-delà du point de livraison à l'entrée	5)
444.3.12	Utilisation de transformateurs à enroulements séparés	6)
444.4.3	Liaison équipotentielle locale horizontale, si elle existe	7)
CEI 60364-5-54, annexe B		
444.4.2	Utilisation de matériels de classe II	8)

Figure 440 – Illustration des mesures décrites par la présente norme dans un bâtiment existant



	Description of the illustrated measures	Reference
Subclause		
444.3.14	Cables and metal pipes enter the building at the same place	1)
444.3.8	Common route with adequate separations and avoidance of loops	2)
IEC 61000-2-5;	Bondings as short as possible, and use of earthed conductor parallel to a cable	3)
444.3.10	Signal cables screened and/or conductors twisted pairs	4)
444.3.9	Avoidance of TN-C beyond the incoming supply point	5)
444.3.12	Use of transformers with separate windings	6)
444.4.3	Local horizontal bonding system, if available	7)
IEC 60364-5-54, annex B		
444.4.2	Use of class II equipment	8)

Figure 440 – Illustration of measures described in this standard in an existing building

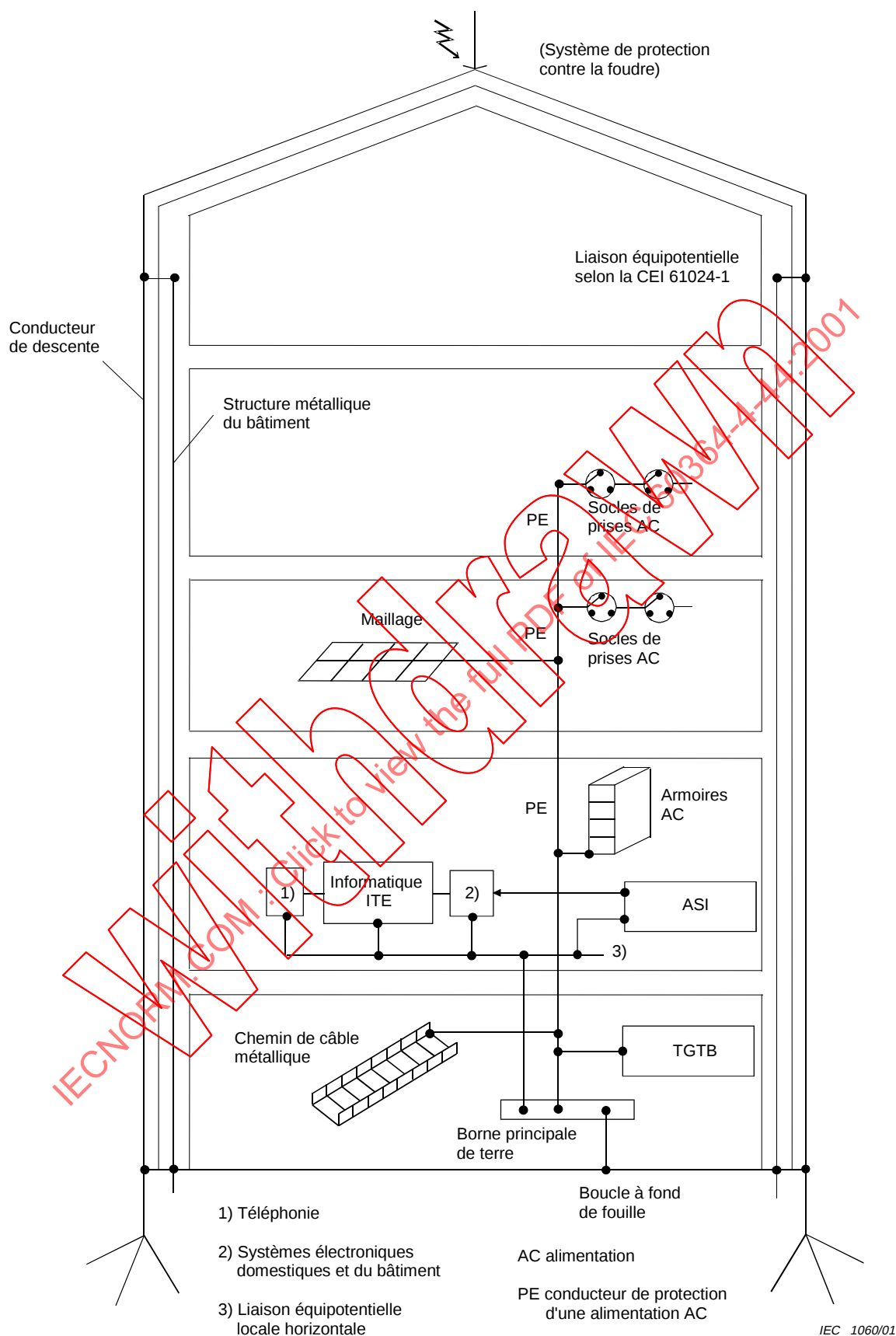


Figure 44P – Vue générale d'un système de mise à la terre d'un bâtiment selon la CEI 60364-5-54, la CEI 61000-2-5 et la CEI 61024-1

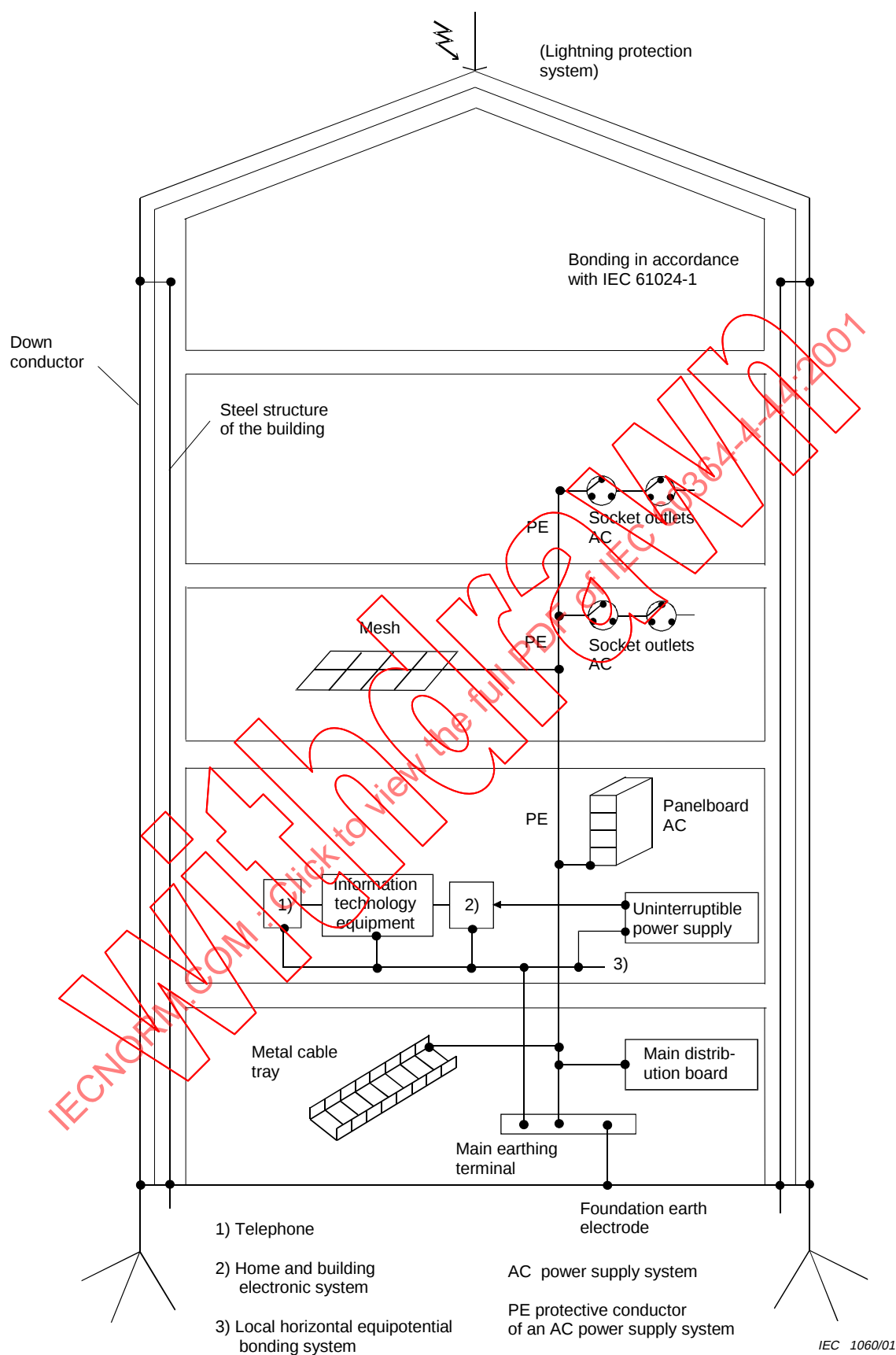


Figure 44P – Overview of an earthing system of building according to IEC 60364-5-54, IEC 61000-2-5 and IEC 61024-1

445 (45) Protection contre les baisses de tension

445.1 (451) Prescriptions générales

445.1.1 (451.1) Des précautions doivent être prises lorsque la disparition de la tension et son rétablissement peuvent entraîner des dangers pour les personnes et pour les biens. De même des précautions appropriées doivent être prises lorsqu'une partie de l'installation ou un matériel d'utilisation peut être endommagé par une baisse de tension.

Il n'est pas exigé de dispositif de protection contre les baisses de tension si les dommages subis par l'installation ou par le matériel constituent un risque acceptable sans causer de danger pour les personnes.

445.1.2 (451.2) Les dispositifs de protection contre les baisses de tension peuvent être retardés si le fonctionnement de l'appareil qu'ils protègent admet sans danger une interruption ou une baisse de tension de courte durée.

445.1.3 (451.3) S'il est fait usage de contacteurs, le retard à l'ouverture et à la refermeture ne doit pas empêcher la coupure instantanée par des dispositifs de commande ou de protection.

445.1.4 (451.4) Les caractéristiques des dispositifs de protection contre les baisses de tension doivent être compatibles avec les prescriptions des normes de la CEI relatives à la mise en service et à l'utilisation du matériel.

445.1.5 (451.5) Lorsque la refermeture d'un dispositif de protection est susceptible de créer une situation dangereuse, la refermeture ne doit pas être automatique.

445 (45) Protection against undervoltage

445.1 (451) General requirements

445.1.1 (451.1) Where a drop in voltage, or a loss and subsequent restoration of voltage could imply dangerous situations for persons or property, suitable precautions shall be taken. Also, precautions shall be taken where a part of the installation or current-using equipment may be damaged by a drop in voltage.

An undervoltage protective device is not required if damage to the installation or to current-using equipment is considered to be an acceptable risk, provided that no danger is caused to persons.

445.1.2 (451.2) The operation of undervoltage protective devices may be delayed if the operation of the appliance protected allows without danger a brief interruption or loss of voltage.

445.1.3 (451.3) If use is made of contactors, delay in their opening and reclosing shall not impede instantaneous disconnection by control or protective devices.

445.1.4 (451.4) The characteristics of the undervoltage protective device shall be compatible with the requirements of the IEC standards for starting and use of equipment.

445.1.5 (451.5) Where the reclosure of a protective device is likely to create a dangerous situation, the reclosure shall not be automatic.

Annexe A (informative)

Notes explicatives relatives à 442.1 et 442.1.2

(Annexe A de la CEI 60364-4-442, première édition)

A.442.1 Généralités

Les règles de ces deux paragraphes sont destinées à assurer la sécurité des personnes et des matériels dans l'installation à basse tension en cas de défaut à la terre dans l'installation à haute tension.

Les défauts dans les installations à tensions différentes se rapportent à ceux qui peuvent apparaître dans la partie haute tension d'un poste de transformation alimentant une installation à basse tension à partir d'un réseau de distribution à tension plus élevée. De tels défauts donnent lieu à la circulation d'un courant dans la prise de terre à laquelle sont reliées les masses du poste.

L'intensité du courant de défaut dépend de l'impédance de la boucle de défaut, c'est-à-dire de la situation du neutre du réseau de distribution à haute tension par rapport à la terre.

La circulation d'un courant de défaut dans la prise de terre des masses du poste provoque une élévation du potentiel de ces masses par rapport à la terre dont la valeur dépend :

- de l'intensité du courant de défaut;
- de la résistance de la prise de terre des masses du poste.

La tension de défaut peut atteindre plusieurs milliers de volts et peut provoquer, suivant le schéma des liaisons à la terre de l'installation à basse tension :

- une élévation générale du potentiel de l'installation à basse tension par rapport à la terre, pouvant provoquer des amorçages dans les matériels à basse tension;
- une élévation générale du potentiel des masses de l'installation à basse tension par rapport à la terre, pouvant augmenter les tensions de défaut et de contact.

La durée d'élimination des défauts dans les installations à haute tension est généralement plus longue que dans les installations à basse tension, l'action des relais étant volontairement retardée afin d'éviter des déclenchements intempestifs qui pourraient se produire lors de phénomènes transitoires. Les temps de fonctionnement de l'appareillage à haute tension sont également plus longs que ceux de l'appareillage à basse tension. Il en résulte que la durée de maintien de la tension de défaut et de la tension de contact correspondante sur les masses de l'installation à basse tension peut être supérieure à celle qui est requise par les règles d'installation à basse tension.

Il peut également en résulter un risque d'amorçage dans les matériels à basse tension du poste ou de l'installation. Le fonctionnement des dispositifs de protection dans des conditions anormales de tension transitoire de rétablissement peut entraîner des difficultés de coupure, ou même la non-coupure du circuit.

Les conditions de défaut suivantes dans les installations à haute tension sont prises en considération :

Installations à haute tension reliées directement à la terre

Dans ces installations, le neutre est relié à la terre soit directement, soit par l'intermédiaire d'une faible impédance, et les défauts à la terre sont éliminés par les dispositifs de protection dans un temps raisonnablement court.

Annex A (informative)

Explanatory notes concerning 442.1 and 442.1.2

(Annex A of IEC 60364-4-442, first edition)

A.442.1 General

The rules in these two clauses are intended to provide for the safety of persons and equipment in an LV system in the event of an earth-fault in the HV system.

Faults between systems at different voltages refer to those that may occur on the high-voltage side of the sub-station supplying a low-voltage system through a distribution system operating at a higher voltage. Such faults cause a current to flow in the earth electrode to which the exposed-conductive-parts of the sub-station are connected.

The magnitude of the fault-current depends on the fault-loop impedance, i.e. on how the high-voltage neutral is earthed.

The fault-current flowing in the earth electrode of the exposed-conductive-parts of the sub-station causes a rise of the potential with respect to earth of the exposed-conductive-parts of the sub-station whose magnitude is governed by

- the fault-current magnitude, and
- the resistance of the earth electrode of the exposed-conductive-parts of the sub-station.

The fault-voltage may be as high as several thousand volts and, depending on the earthing systems of the installation, may cause

- a general rise of the potential of the low-voltage system with respect to earth, which may cause a breakdown in the low-voltage equipment,
- a general rise of the potential of the exposed-conductive-parts of the low-voltage system with respect to earth, which may give rise to fault and touch-voltages.

It usually takes longer to clear a fault in a high-voltage system than in a low-voltage system, because the relays have time delays for discrimination against unwanted tripping on transients. The operating times of the high-voltage switchgear are also longer than for low-voltage switchgear. This means that the resulting duration of the fault-voltage and the corresponding touch-voltage on the exposed-conductive-parts of the low-voltage system may be longer than required by the LV installation rules.

There may also be a risk of breakdown in the low-voltage system of the sub-station or consumer's installation. The operation of protective devices under abnormal conditions of transient recovery voltages may give rise to difficulties in opening the circuit or even failure to do so.

The following fault conditions in the high-voltage system are taken into consideration:

Effectively earthed high-voltage systems

These systems include those systems where the neutral is connected to earth either directly or via a low impedance and where earth faults are cleared in a reasonably short time given by the protective equipment.

Aucune liaison du neutre à la terre n'est prise en considération dans le poste de transformation.

En général, les courants capacitifs sont négligeables.

Installations à haute tension isolées

Seules les conditions de défaut dues à un premier défaut à la terre entre une partie active à haute tension et les masses du poste de transformation sont prises en considération. Le courant de défaut (capacitif) peut ou non être coupé suivant son intensité et les dispositifs de protection.

Installations à haute tension avec bobines d'extinction

Les postes de transformation sont supposés ne pas comporter de bobine d'extinction.

Lorsqu'un défaut à la terre se produit dans l'installation à haute tension entre un conducteur à haute tension et les masses du poste de transformation, les courants de défaut sont faibles (des courants résiduels de l'ordre de quelques dizaines d'ampères). Ces courants peuvent circuler pendant des temps assez longs.

A.442.1.2 Tension de défaut

La courbe de la figure 44A est tirée de la courbe c_1 de la figure 14 de la CEI 60479-1.

Les valeurs de tension de défaut tiennent compte des considérations suivantes:

- a) le risque d'un défaut à la terre dans une installation à haute tension est faible;
- b) la tension de contact est toujours plus faible que la tension de défaut, en raison notamment de la liaison équipotentielle principale selon 413.1.1.2 de la CEI 60364-4-41 et la présence de prises de terre supplémentaires dans l'installation ou ailleurs.

Les valeurs données par l'UIT-T, 650 V pour 0,2 s et 430 V en cas de coupure automatique de l'alimentation dans un temps supérieur à 0,2 s, sont légèrement supérieures à celles de la courbe de la figure 44A.

No connection of the neutral to earth in the relevant transformer sub-station is considered.

In general, capacitive currents are neglected.

Isolated high-voltage systems

Only single-fault conditions due to a first earth fault between a high-voltage live-part and exposed-conductive-parts of the transformer sub-station are taken into account. This (capacitive) current may or may not be interrupted, depending on its magnitude and the protective system.

High-voltage systems with arc-suppression coils

No arc-suppression coils in the relevant transformer sub-station are considered.

Where an earth fault in the high-voltage system occurs between a high-voltage conductor and the exposed-conductive-parts of the transformer sub-station, only small fault currents occur (residual currents mostly in the order of some tens of amperes). These currents may persist for longer times.

A.442.1.2 Fault-voltage

Figure 44A has been derived from curve c_1 of figure 14 of IEC 60479-1.

When considering the values for the fault-voltage, the following should be taken into account:

- a) the low risk of an earth-fault in the HV system;
- b) the fact that the touch voltage is always lower than the fault-voltage due to the main equipotential bonding required in 413.1.1.2 of IEC 60364-4-41 and the presence of additional earth electrodes at the consumer's installation or elsewhere.

Values given by ITU-T 650 V for 0,2 s and 430 V for automatic disconnection in longer than 0,2 s are slightly in excess of the values in figure 44A.

Annexe B (informative)

Guide pour l'application d'une situation contrôlée dans les lignes aériennes conformément à la note 1 de 443.3.2.1.

(Annexe A de la CEI 60364-4-443, amendement 1 à la seconde édition)

Dans les conditions de 443.3.2.1 et conformément à la note 1, la situation contrôlée d'un niveau de surtension peut être réalisée par la mise en œuvre de parafoudres soit dans l'installation, soit, avec l'accord du distributeur, dans le réseau de distribution des lignes aériennes.

A titre d'exemple, les dispositions suivantes peuvent être appliquées:

- a) dans le cas de distribution par lignes aériennes, la protection contre les surtensions est mise en œuvre aux points de raccordement au réseau et particulièrement à l'extrémité de toute ligne de longueur supérieure à 500 m. Il est recommandé que les dispositifs de protection contre les surtensions soient mis en œuvre pour toute longueur de 500 m du réseau de distribution. Il est recommandé que la distance entre des dispositifs de protection contre les surtensions soit inférieure à 1 000 m;
- b) si le réseau de distribution est aéro-souterrain, il est recommandé que la protection contre les surtensions de la partie aérienne soit mise en œuvre conformément à a), à chaque point de jonction entre la ligne aérienne et le câble souterrain;
- c) en schéma de distribution TN alimentant des installations électriques, avec coupure automatique de l'alimentation pour assurer la protection contre les contacts indirects, les conducteurs de mise à la terre des parafoudres connectés aux conducteurs de ligne sont reliés au conducteur PEN ou au conducteur PE;
- d) en schéma de distribution TT alimentant des installations électriques, avec coupure automatique de l'alimentation pour assurer la protection contre les contacts indirects, les parafoudres sont connectés aux conducteurs de ligne et au conducteur neutre. A l'emplacement où le conducteur neutre du réseau est mis à la terre, un dispositif de protection contre les surtensions pour le conducteur neutre n'est pas nécessaire.

Annex B (informative)

Guidance for protective control applied in the overhead lines according to note 1 of 443.3.2.1

(Annex A of IEC 60364-4-443 amendment 1 to second edition)

In the conditions of 443.3.2.1 and according to note 1, the protective control of the overvoltage level may be obtained either by installing surge protective devices directly in the installation, or with the consent of the network operator, in the overhead lines of the supply distribution network.

As an example, the following measures may be applied:

- a) in the case of overhead supply distribution networks, overvoltage protection is erected at network junction points and especially at the end of each feeder longer than 500 m. Overvoltage protective devices should be erected at every 500 m distance along the supply distribution lines. The distance between overvoltage protective devices should be less than 1 000 m;
- b) if a supply distribution network is erected partly as overhead network and partly as underground network, overvoltage protection in the overhead lines should be applied in accordance with a) at each transition point from an overhead line to an underground cable;
- c) in a TN distribution network supplying electrical installations, where protection against indirect contact is provided by automatic disconnection of supply, the earthing conductors of the overvoltage protective devices connected to the line conductors are connected to the PEN conductor or to the PE conductor;
- d) in a TT distribution network supplying electrical installations, where protection against indirect contact is provided by automatic disconnection of supply, overvoltage protective devices are provided for the phase conductors and for the neutral conductor. At the place where the neutral conductor of the supply network is effectively earthed, an overvoltage protective device for the neutral conductor is not necessary.

Tableau B.1 – Différentes possibilités de schéma IT

(lorsqu'un premier défaut préexiste dans l'installation à basse tension)
(voir 442.4.4 et 442.5.2)

(Tableau inclus dans l'annexe A de la CEI 60364-4-442, première édition)

Schéma	Masses des matériels BT du poste	Neutre éventuel	Masses des matériels de l'installation BT	U_1	U_2	U_f
a				$U_0 \sqrt{3}$	$U_0 \sqrt{3}$	$R \times I_m$
b			0	$U_0 \sqrt{3}$	$R \times I_m + U_0 \sqrt{3}$	0 ^a
c ^b	0	0	0	$R \times I_m + U_0 \sqrt{3}$	$U_0 \sqrt{3}$	0 ^a
d	0			$R \times I_m + U_0 \sqrt{3}$	$U_0 \sqrt{3}$	0 ^a
e ^b		0		$R \times I_m + U_0 \sqrt{3}$	$R \times I_m + U_0 \sqrt{3}$	$R \times I_m$
^a U_f est en réalité égale au produit du courant de premier défaut par la résistance de la prise de terre des masses ($R_A \times I_d$) qui doit être inférieure ou égale à U_L. En outre, dans les schémas a, b et d, les courants capacitifs qui se referment par le premier défaut peuvent augmenter dans certains cas la valeur de la tension U_f, mais cette augmentation n'est pas prise en considération. ^b Dans les schémas c1 et e1, une impédance est disposée entre le neutre et la terre (neutre impédant). Dans les schémas c2 et e2, aucune impédance n'est disposée entre le neutre et la terre (neutre isolé).						

Les figures 44D à 44K montrent les différentes possibilités de mise à la terre, avec ou sans premier défaut dans l'installation.