

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60364-4-442

Edition 1.2

1999-06

Edition 1:1993 consolidée par les amendements 1:1995 et 2:1999
Edition 1:1993 consolidated with amendments 1:1995 and 2:1999

Installations électriques des bâtiments –

Partie 4:

Protection pour assurer la sécurité –

Chapitre 44: Protection contre les surtensions –

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

Electrical installations of buildings –

Part 4:

Protection for safety –

Chapter 44: Protection against overvoltages –

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



Numéro de référence

Reference number

CEI/IEC 60364-4-442:1993+A1:1995+A2:1999

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60364-4-442

Edition 1.2

1999-06

Edition 1:1993 consolidée par les amendements 1:1995 et 2:1999
Edition 1:1993 consolidated with amendments 1:1995 and 2:1999

Installations électriques des bâtiments –

Partie 4:

Protection pour assurer la sécurité –

Chapitre 44: Protection contre les surtensions –

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

Electrical installations of buildings –

Part 4:

Protection for safety –

Chapter 44: Protection against overvoltages –

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

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
442.1 Généralités	8
442.1.1 Domaine d'application et objet.....	8
442.1.2 Tension de défaut	8
442.1.3 Contrainte de tension	8
442.1.4 Références normatives	10
442.2 Mise à la terre dans les postes de transformation.....	10
442.3 Disposition de mise à la terre dans les postes de transformation.....	12
442.4 Prescriptions applicables suivant les schémas des liaisons à la terre des installations à basse tension	12
442.4.1 Symboles.....	12
442.4.2 Schéma TN.....	14
442.4.3 Schéma TT	14
442.4.4 Schéma IT	14
442.5 Limitation des contraintes de tension dans les matériels à basse tension du poste de transformation.....	14
442.5.1 Schémas TN et TT.....	14
442.5.2 Schéma IT	16
442.6 Contrainte de tension en cas de coupure du conducteur neutre en schéma TN et TT.....	16
442.7 Contrainte de tension en cas de défaut à la terre en schéma IT.....	16
442.8 Contrainte de tension en cas de court-circuit entre un conducteur de phase et le conducteur neutre	16
Figures	18 à 36
Annexe A (informative) Notes explicatives	38

IECNORM.COM : Click to buy the full PDF of IEC 60364-4-442:1993+AMD1:1995+AMD2:1999 CSV

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
442.1 General	9
442.1.1 Scope and object	9
442.1.2 Fault-voltage	9
442.1.3 Stress-voltage	9
442.1.4 Normative references	11
442.2 Earthing systems in transformer sub-stations	11
442.3 Earthing arrangements in transformer sub-stations	13
442.4 Earthing arrangements with regard to type of earthing systems in LV installations	13
442.4.1 Symbols	13
442.4.2 TN-systems	15
442.4.3 systems	15
442.4.4 IT-systems	15
442.5 Limitation of stress-voltage in LV equipment of transformer sub-stations	15
442.5.1 TN- and TT-systems	15
442.5.2 IT-systems	17
442.6 Stress voltage in case of loss of the neutral conductor in a TN and TT system	17
442.7 Stress voltage in case of accidental earthing of an IT system	17
442.8 Stress voltage in case of a short circuit between a line conductor and the neutral conductor	17
Figures	19 to 37
Annex A (informative) Explanatory notes	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DES BÂTIMENTS –

Partie 4: Protection pour assurer la sécurité –

Chapitre 44: Protection contre les surtensions –

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

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 présente norme internationale a été établie par le comité d'études 64 de la CEI: Installations électriques des bâtiments.

La présente version consolidée de la CEI 60364-4-442 est issue de la première édition (1993) [documents 64(BC)175 et 64(BC)213], de son amendement 1 (1995) [documents 64/748/FDIS et 64/795/RVD] et son amendement 2 (1999) [documents 64/1046/FDIS et 64/1061/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 1.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1 et l'amendement 2.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSTALLATIONS OF BUILDINGS –

Part 4: Protection for safety –

Chapter 44: Protection against overvoltages –

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

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.

This International Standard has been prepared by technical committee 64: Electrical installations of buildings.

This consolidated version of IEC 60364-4-442 is based on the first edition (1993) [documents 64(CO)175 and 64(CO)213], its amendment 1 (1995) [documents 64/748/FDIS and 64/795/RVD] and amendment 2 (1999) [documents 64/1046/FDIS and 64/1061/RVD].

It bears the edition number 1.2.

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

Annex A is for information only.

INTRODUCTION

Les règles de la présente section ne s'appliquent pas aux installations qui sont en tout ou partie sous le contrôle de sociétés de distribution publique (voir le domaine d'application de la CEI 60364-1).

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

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

Le courant de défaut peut provoquer:

- une élévation générale du potentiel de l'installation à basse tension par rapport à la terre, c'est-à-dire des contraintes de tension pouvant provoquer des amorçages dans le matériel 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.

NOTE – L'expression «haute tension» (HT) utilisée dans cette section se réfère aux tensions supérieures à la limite supérieure du domaine II. L'expression «basse tension» (BT) se réfère aux tensions non supérieures à la limite supérieure du domaine II.

INTRODUCTION

The rules of this section 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 section, 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.

INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES DES BÂTIMENTS –

Partie 4: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 44: Protection contre les surtensions – Section 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, au sens du VET 664-03-12, les plus contraignantes.

- défaut à la terre de l'installation 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).

442.1.1 Domaine d'application et objet

Les règles de cette section 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.

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 44 A.

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 44 A.

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 l'article 442.3.

ELECTRICAL INSTALLATIONS OF BUILDINGS –

Part 4: Protection for safety – Chapter 44: Protection against overvoltages – Section 442 – Protection of low-voltage installations against temporary overvoltages and faults between high-voltage systems and earth

442.1 General

NOTE – The following clauses only consider four situations which generally cause the most severe temporary over-voltages such as defined in IEC 604-03-12:

- fault between the high-voltage system(s) and earth. The correspondent 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).

442.1.1 Scope and object

The rules of this section 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.

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 44 A.

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 44 A.

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 clause 442.3.

Tableau 44 A

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

442.1.4 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 section. 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 section 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 60364-1:1992, *Installations électriques des bâtiments – Partie 1: Domaine d'application, objet et principes fondamentaux*

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

CEI 60479-1:1984, *Effets du courant passant par le corps humain – Première partie: Aspects généraux – Chapitre 1: Impédance électrique du corps humain – Chapitre 2: Effets du courant alternatif de fréquence comprise entre 15 Hz et 100 Hz – Chapitre 3: Effets du courant continu*

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;

Table 44 A

Permissible a.c. stress voltage on equipment in low-voltage installations V	Disconnecting time s
$U_0 + 250 \text{ V}$	>5
$U_0 + 1\,200 \text{ V}$	≤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 an TN system at the origin of the installation of the building.

442.1.4 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid international standards.

IEC 60364-1:1992, *Electrical installations of buildings – Part 1: Scope, object and fundamental principles*

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

IEC 60479-1:1984, *Effects of current passing through the human body – Part 1: General aspects – Chapter 1: Electrical impedance of the human body – Chapter 2: Effects of alternating current in the range of 15 Hz to 100 Hz – Chapter 3: Effects of direct current*

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;

- 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 aux articles 442.4 et 442.5 sont considérées comme satisfaites si une ou deux des conditions définies au paragraphe 442.3.1 ou la condition du paragraphe 442.3.2 est satisfaite. Si aucune des conditions mentionnées aux paragraphes 442.3.1 ou 442.3.2 n'est satisfaite, les prescriptions des articles 442.4 et 442.5 doivent être respectées.

442.3.1 Le poste de transformation est 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 et dans tout les cas:
- la longueur totale des câbles est d'au moins 1 km.

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

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

442.4.1 Symboles

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

- I_m est la partie du courant de défaut à la terre dans l'installation à haute tension qui s'écoule par la prise de terre des masses du poste de transformation.
- R est la résistance de la prise de terre des masses du poste de transformation.
- U_0 est la tension entre phase et neutre de l'installation à basse tension.
- U est la tension entre phases de l'installation à basse tension.
- U_f est la tension de défaut dans l'installation à basse tension, entre les masses et la terre.
- U_1 est la contrainte de tension dans les matériels à basse tension du poste de transformation.
- U_2 est la contrainte de tension dans les matériels à basse tension de l'installation.

- metallic coverings of low-voltages 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 subclause 442.4 and 442.5 are deemed to be complied with if one or both of the conditions stated in subclause 442.3.1 or the condition in subclause 442.3.2 are met. Where none of the conditions of subclauses 442.3.1 or 442.3.2 is met the requirements of subclauses 442.4 and 442.5 shall be applied.

442.3.1 The transformer sub-stations are connected to:

- high-voltage cables with suitable earthed metallic coverings or
- low-voltage cables with suitable earthed metallic coverings or
- a combination of both high- and low-voltage cables with suitable earthed metallic coverings and in all cases:
- the length of these cables exceeds 1 km.

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

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

442.4.1 Symbols

In the following subclauses, the symbols are:

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

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

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

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

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

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

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

442.4.2 Schéma TN

- a) Lorsque la tension de défaut $R \times I_m$ est éliminée dans le temps indiqué à la figure 44 A, 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 figure 44 B).

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 figure 44 B). 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 par le tableau 44 A 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 figure 44 C).
- 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 figure 44 C). 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 44 A, les masses de l'installation à basse tension peuvent être reliées à la prise de terre des masses du poste de transformation (voir figures 44 D, 44 J et 44 K).

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 44 E à 44 H).

- 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 ($R \times I_m + U_0$) et le temps de coupure indiqué dans le tableau 44 A 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 44 E).

Si cette condition n'est pas remplie, l'impédance de neutre doit être reliée à une prise de terre électriquement distincte (voir figures 44 F et 44 H). 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 44 B et TT – b dans la figure 44 C), 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 44 A.

442.4.2 TN-systems

- a) When the fault-voltage $R \times I_m$ is disconnected within a time given in figure 44 A, 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 44 B).

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 44 B). 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 44 A 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 44 C).
- 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 44 C). 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 44 A, 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 44 D, 44 J and 44 K).

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 44 E to 44 H).

- 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 44 A 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 44 E).

If this condition is not fulfilled, the neutral impedance shall be earthed via an electrically independent earth electrode (see figures 44 F and 44 H). 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 sub-station (see figures TN – b in figure 44 B and TT – b in figure 44 C), 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 44 A.

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 44 F, 44 G et 44 H), la relation entre la contrainte de tension ($R \times I_m + U$) et le temps de coupure doit être compatible avec le niveau d'isolement des matériels à basse tension du poste de transformation.

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

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

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

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

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

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

442.5.2 IT-systems

When in IT-systems both the exposed-conductive-parts of the consumer's installation and the neutral impedance, if any, are earthed via earth electrodes electrically independent of the earth electrode of the transformer sub-station (see figures 44 F, 44 G and 44 H), 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

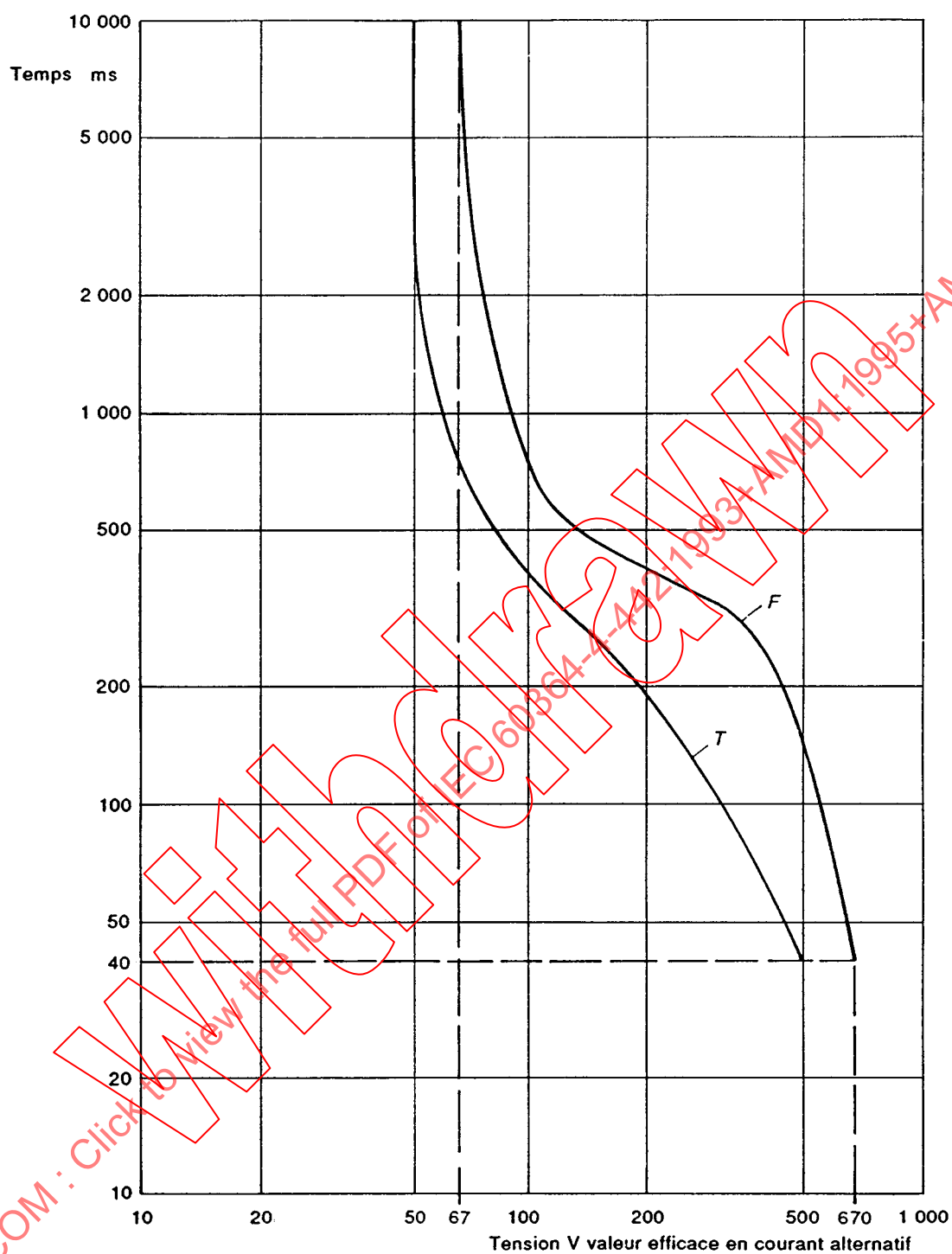
Consideration shall be given to the fact that, if the neutral conductor in a three-phase TN or TT system is interrupted, basic, double and reinforced insulation as well as components rated for the voltage between line and neutral conductors can be temporarily stressed with the line-to-line voltage. The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

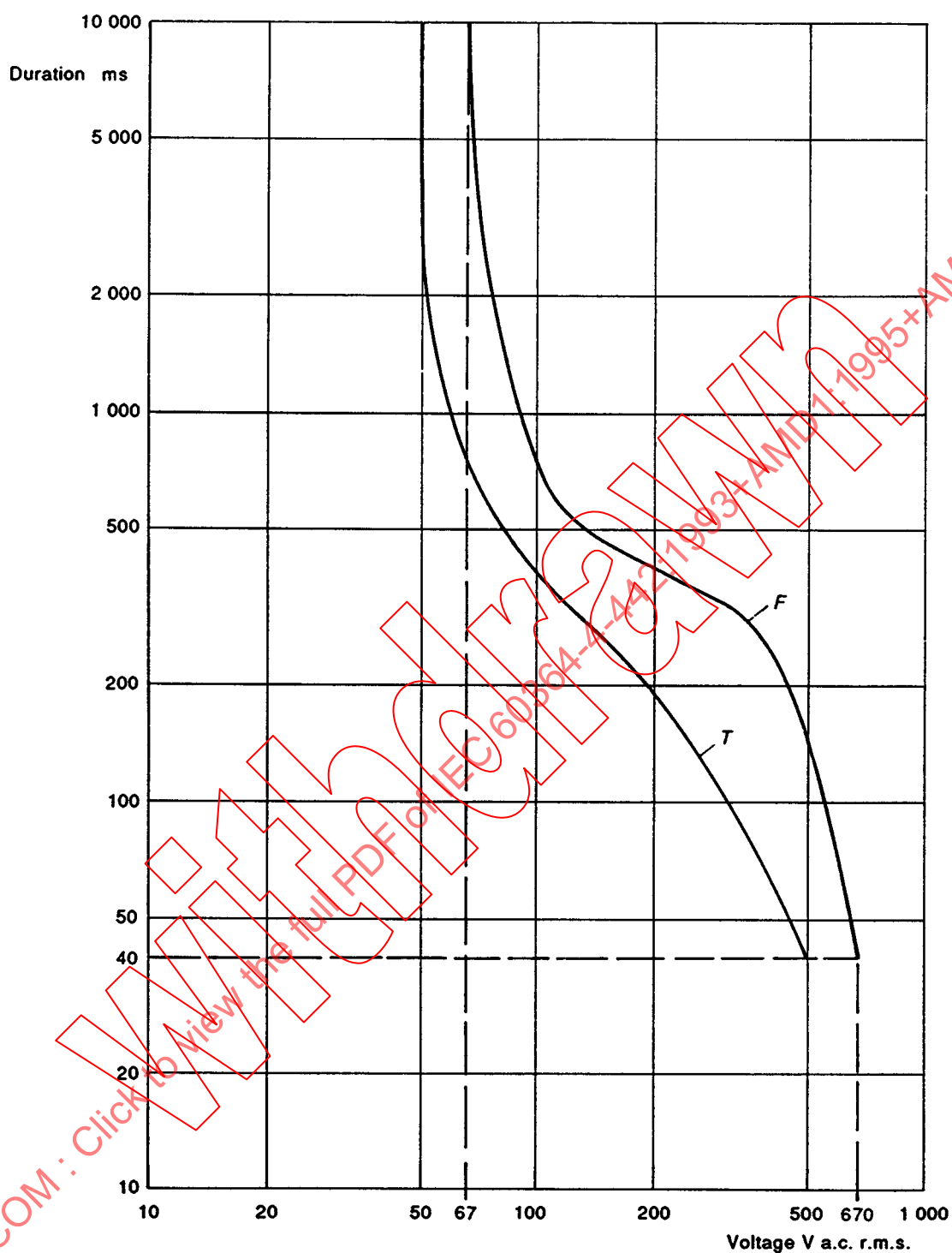
442.8 Stress voltage in case of a short circuit between a line conductor and the neutral conductor

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



CEI 001/93

Figure 44 A – 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 001/93

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

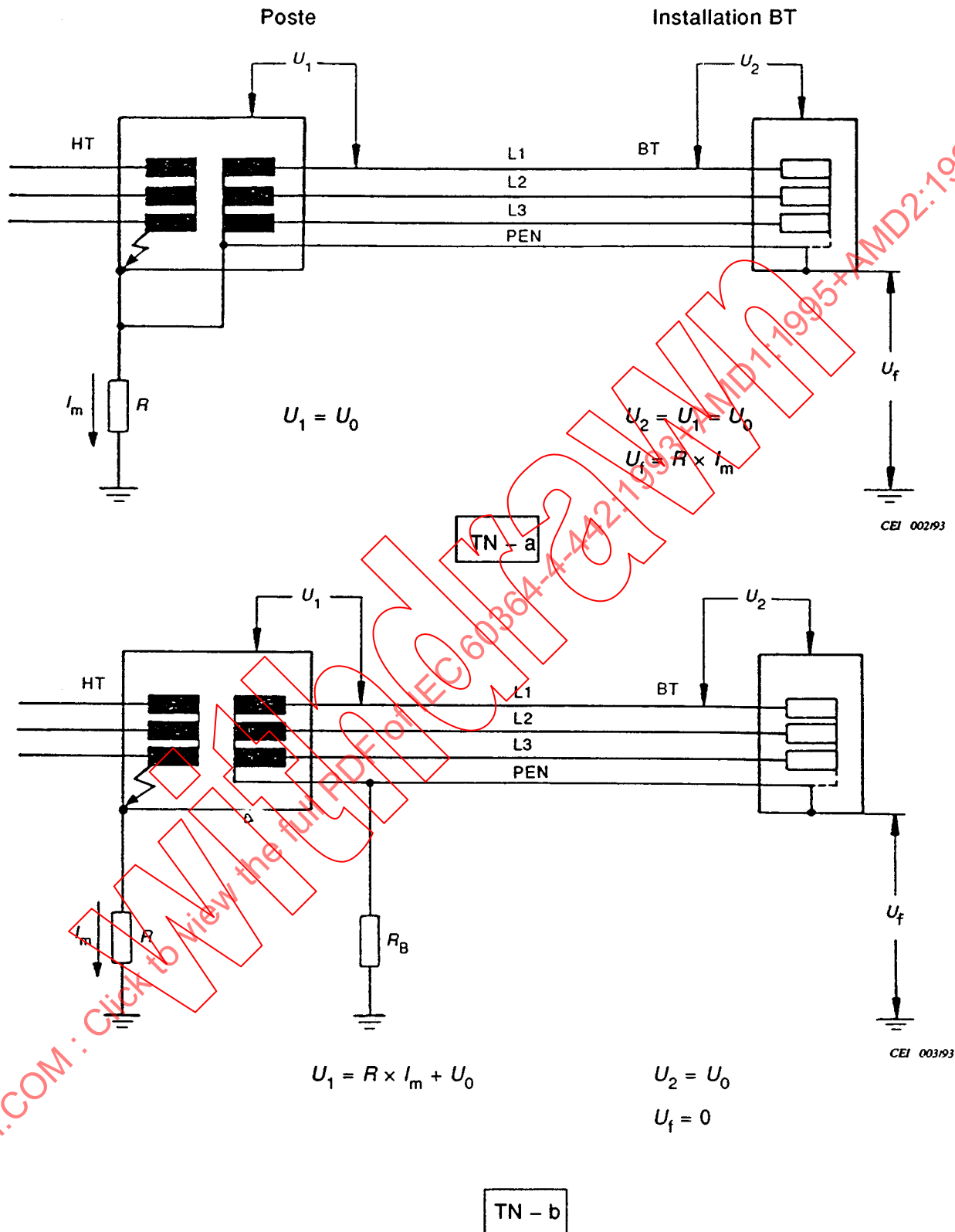


Figure 44 B – Schéma TN

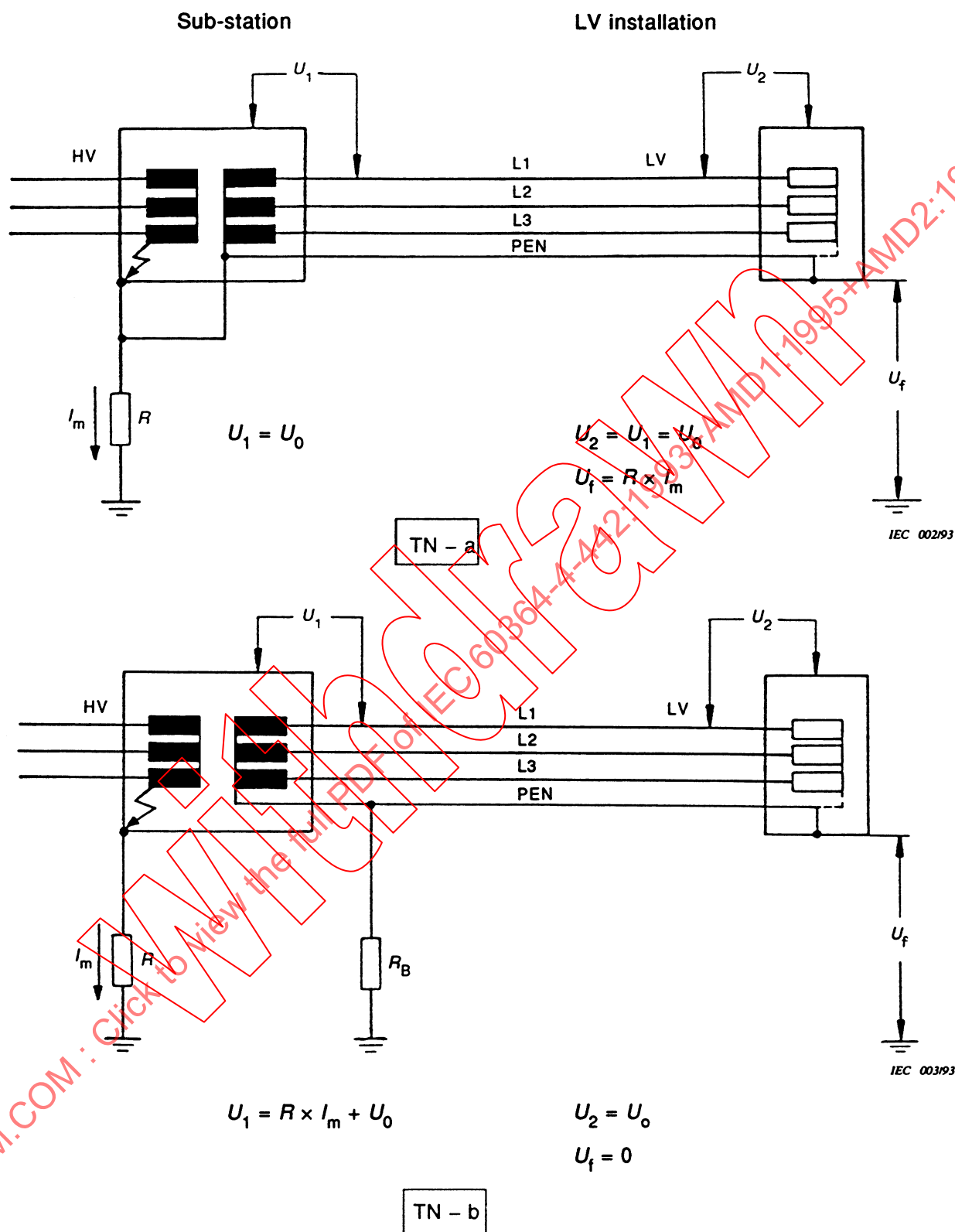


Figure 44 B – TN-Systems

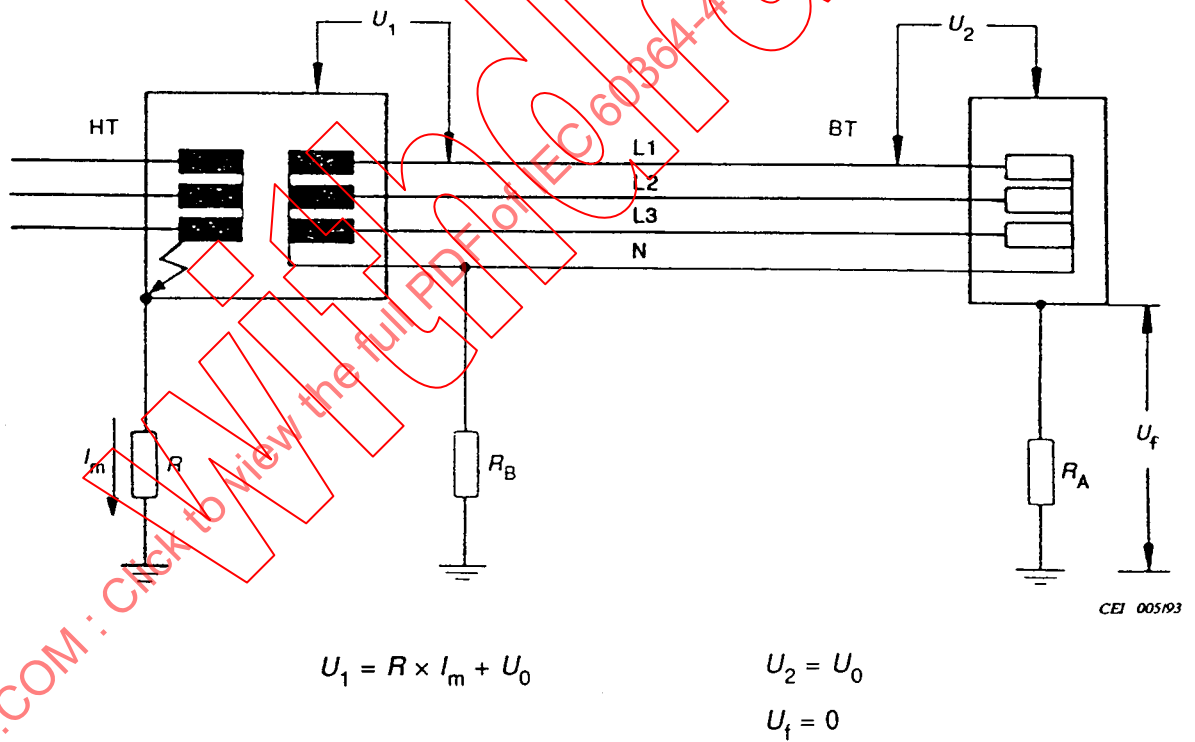
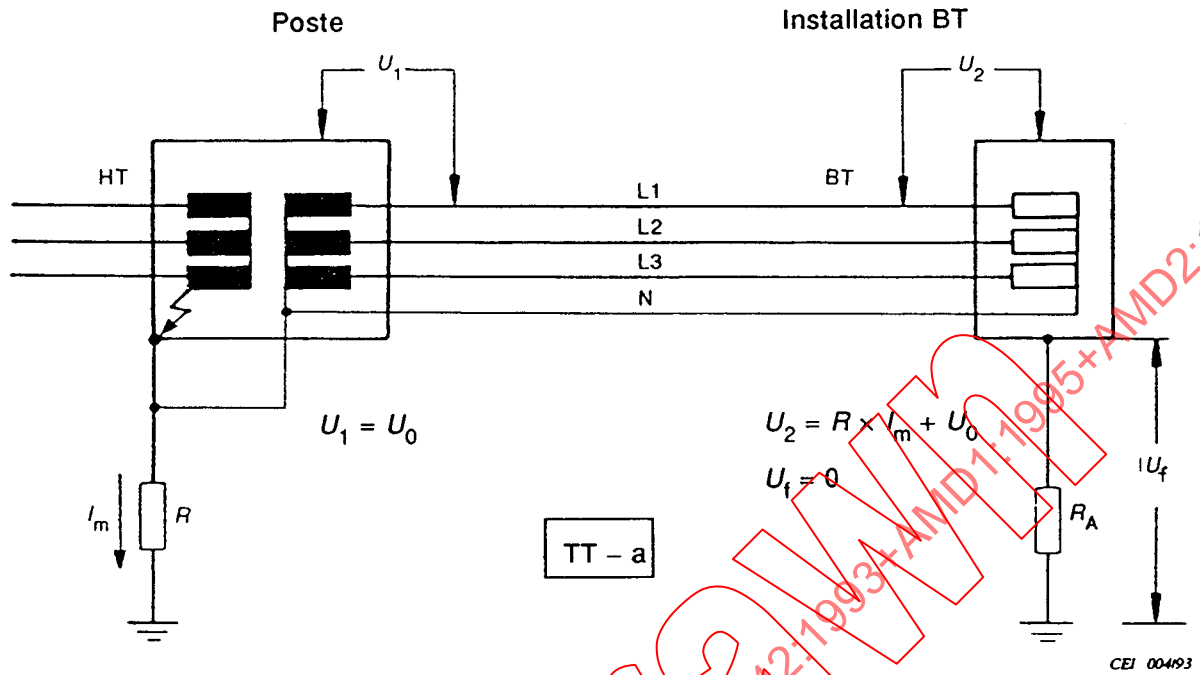


Figure 44 C – Schéma TT

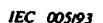


Figure 44 C – TT-systems

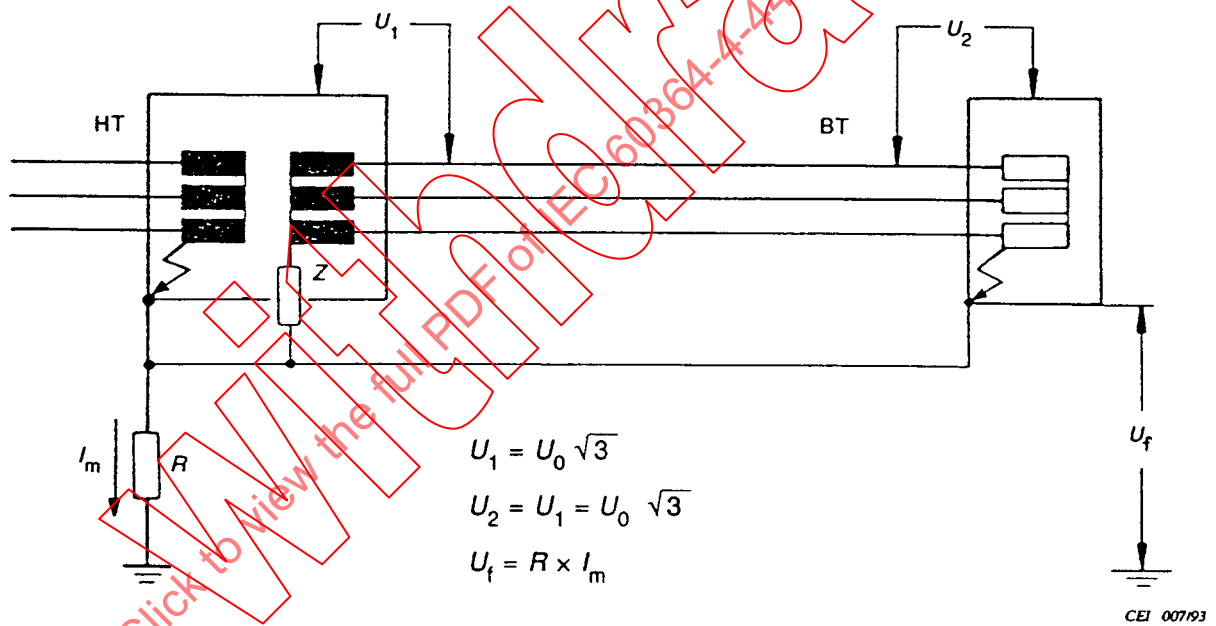
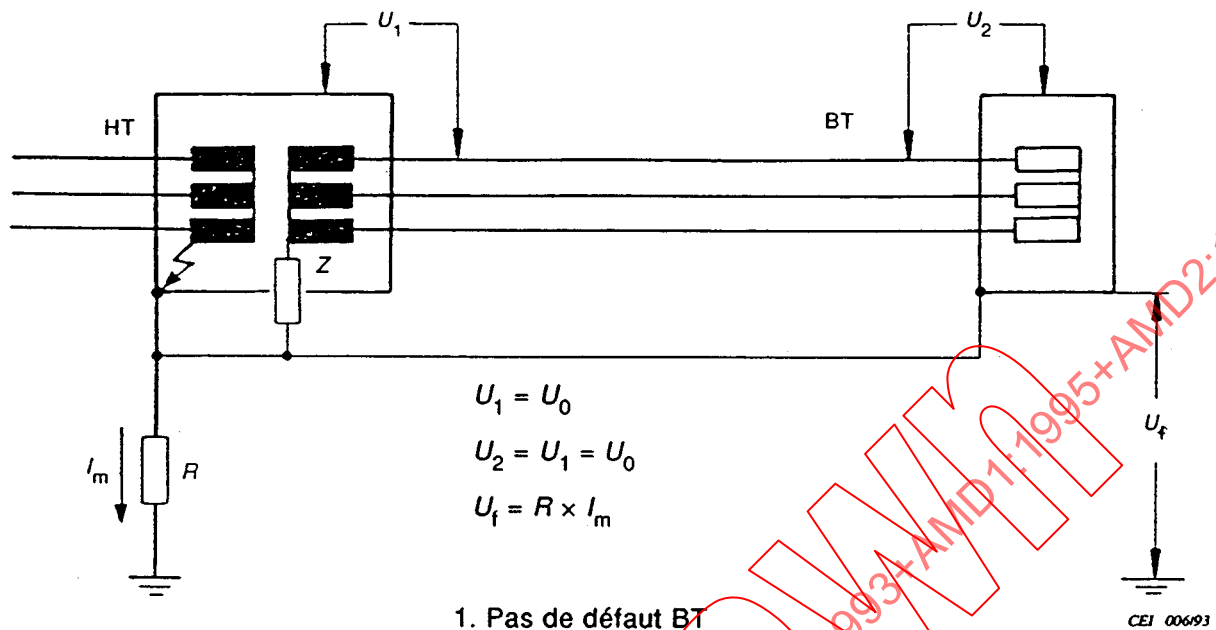


Figure 44 D – Schéma IT, exemple a

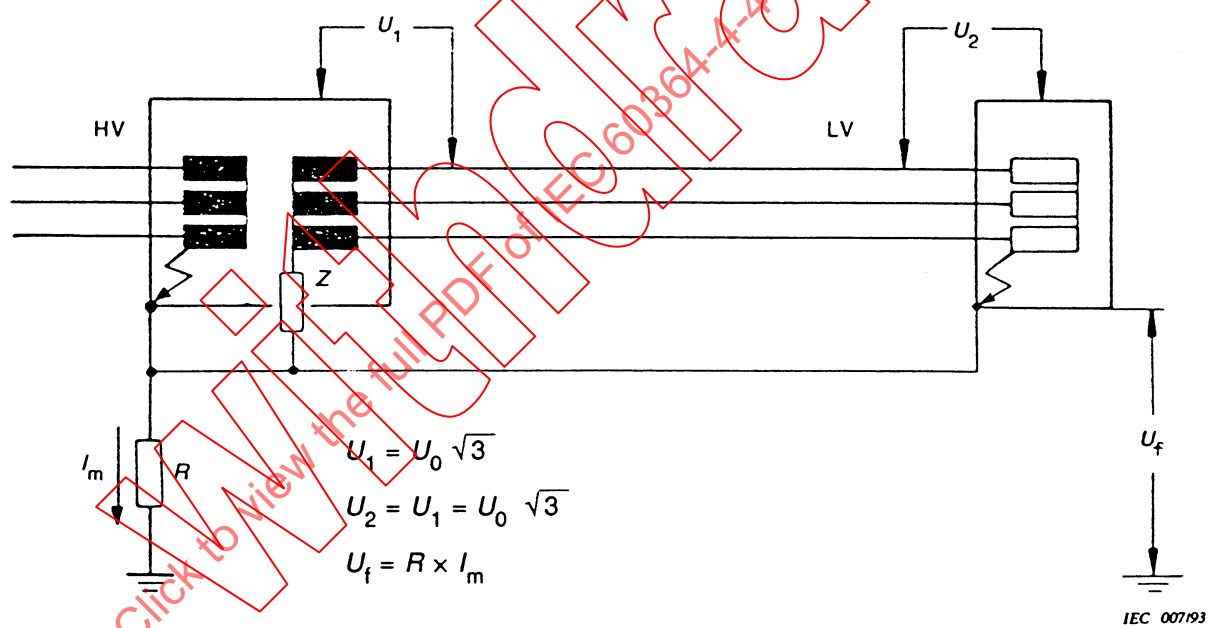
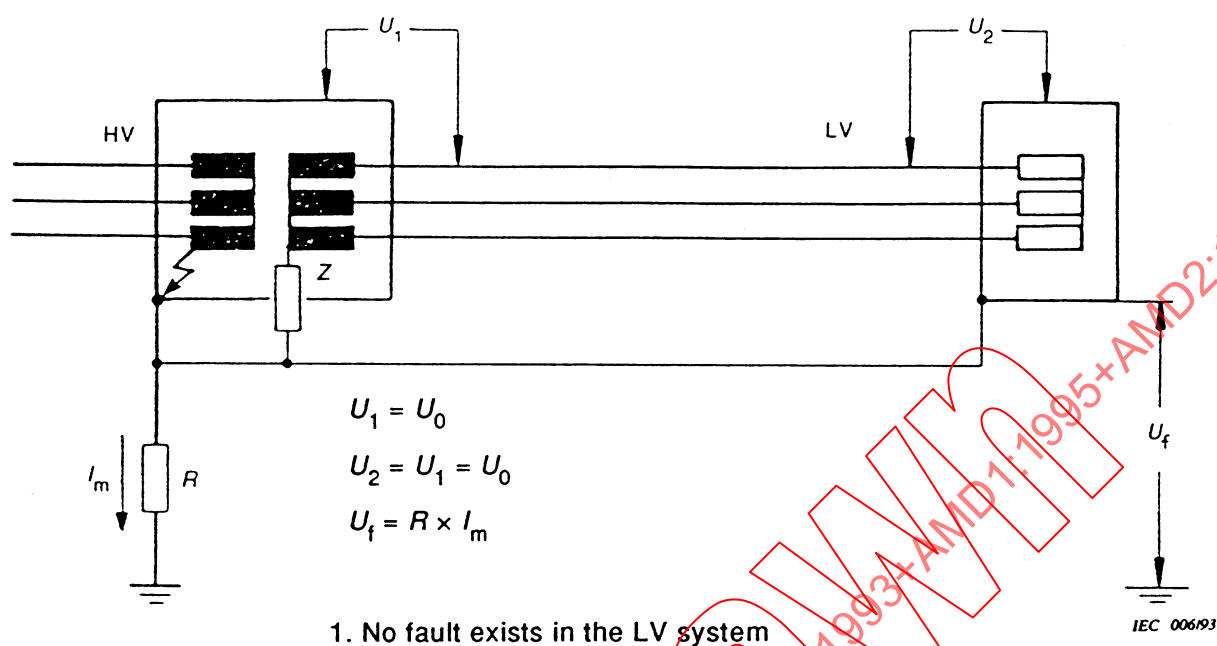
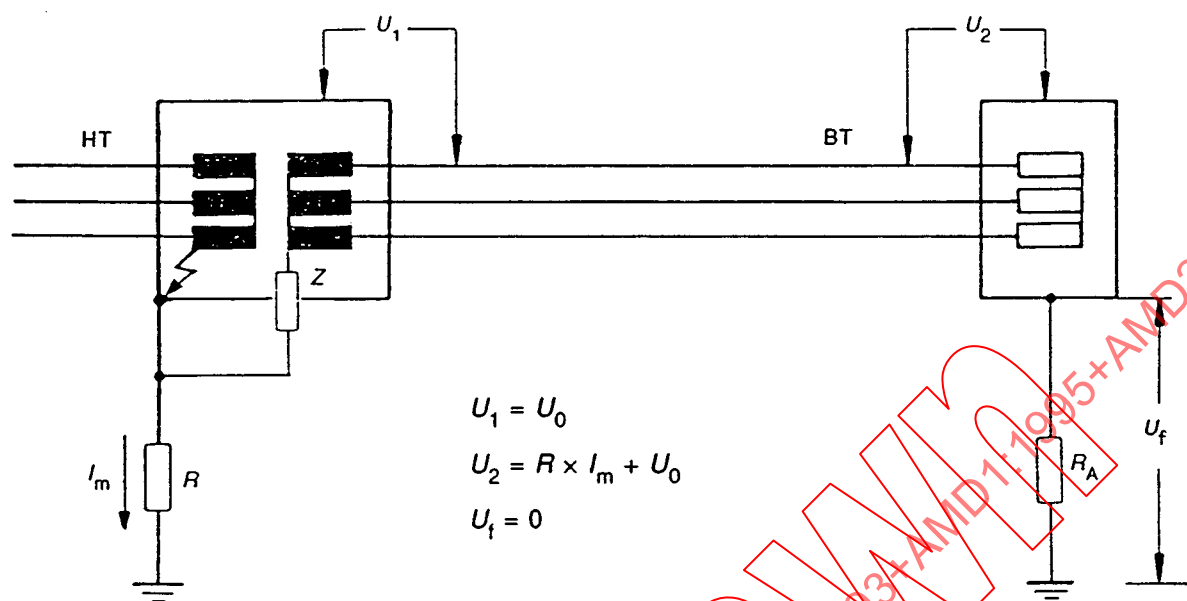
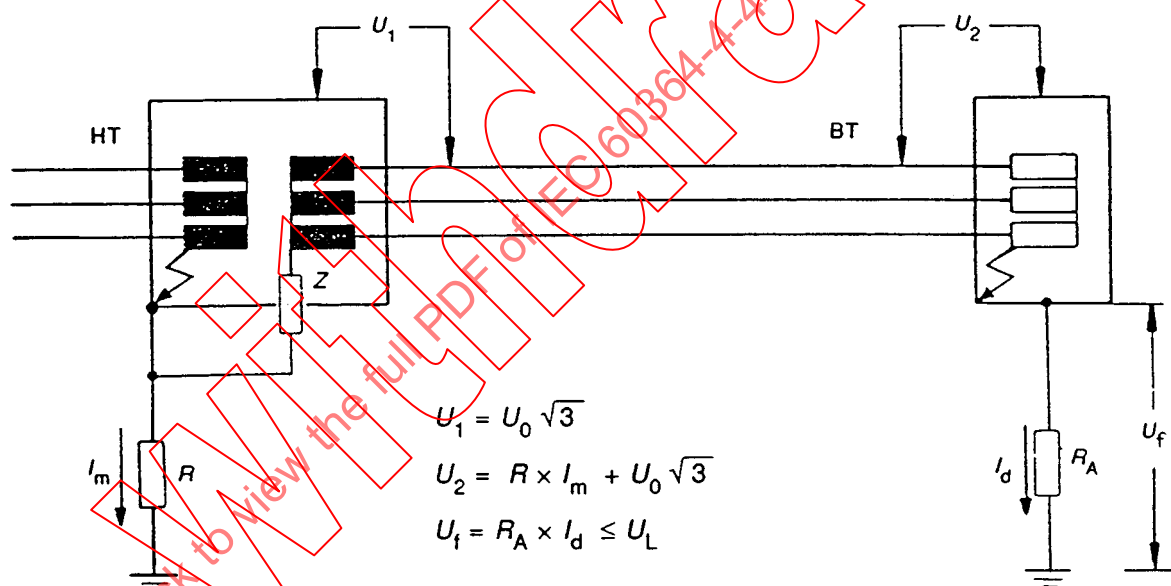


Figure 44 D – IT-system, example a

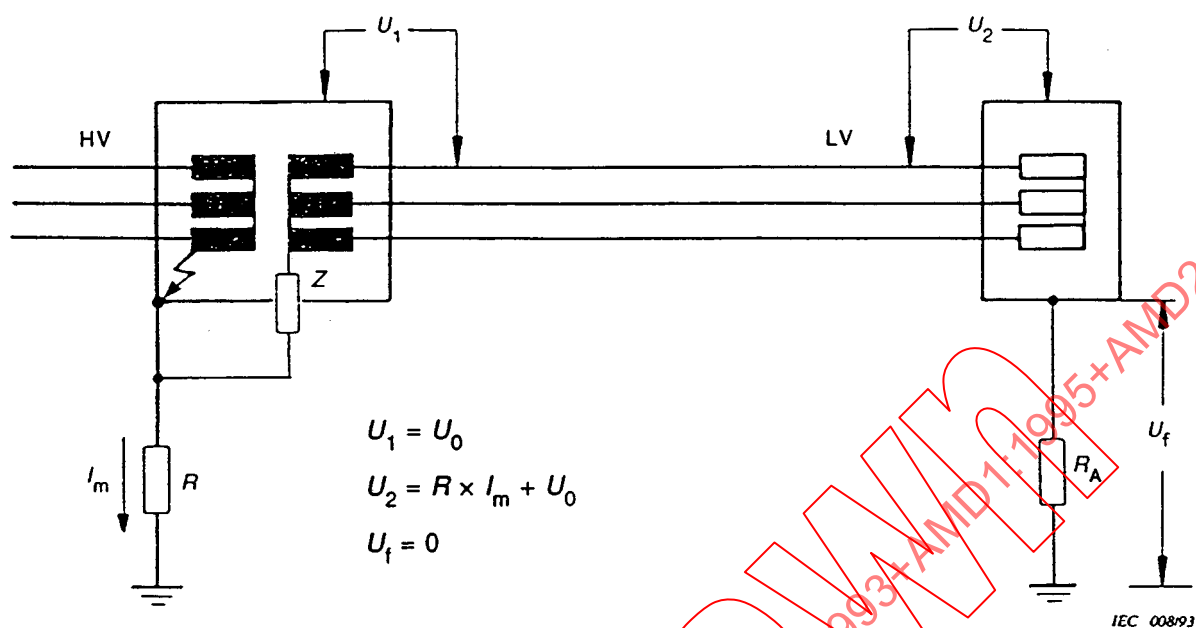


1. Pas de défaut BT

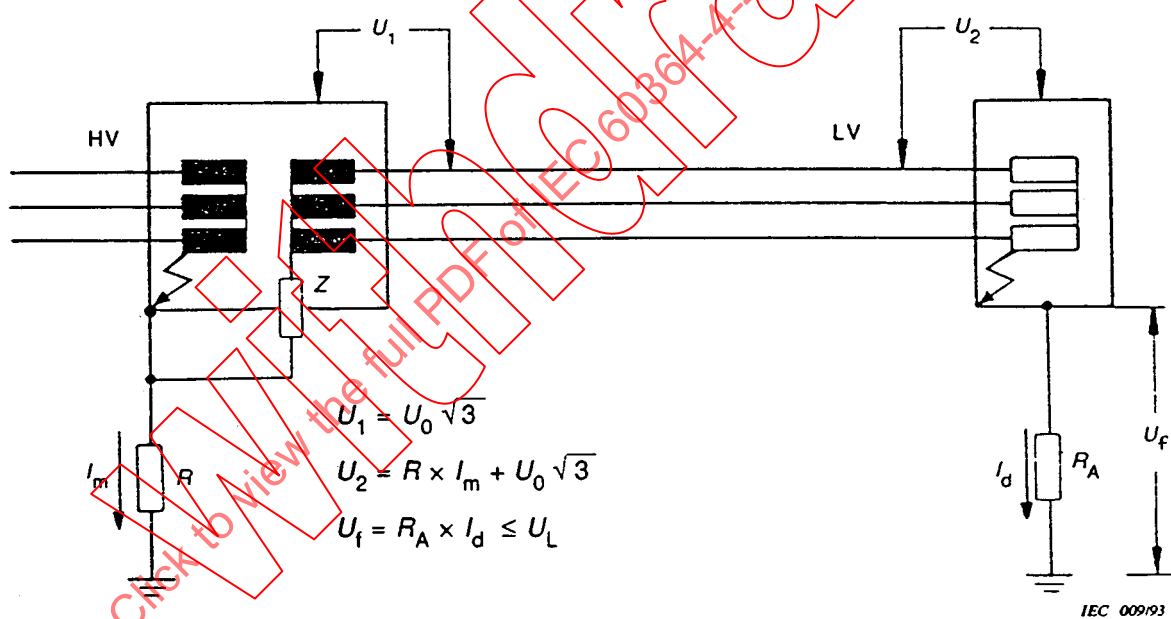


2. Un premier défaut BT présent

Figure 44 E – Schéma IT, exemple b



1. No fault exists in the LV system



2. A first fault exists in the LV system

Figure 44 E – IT-system, example b

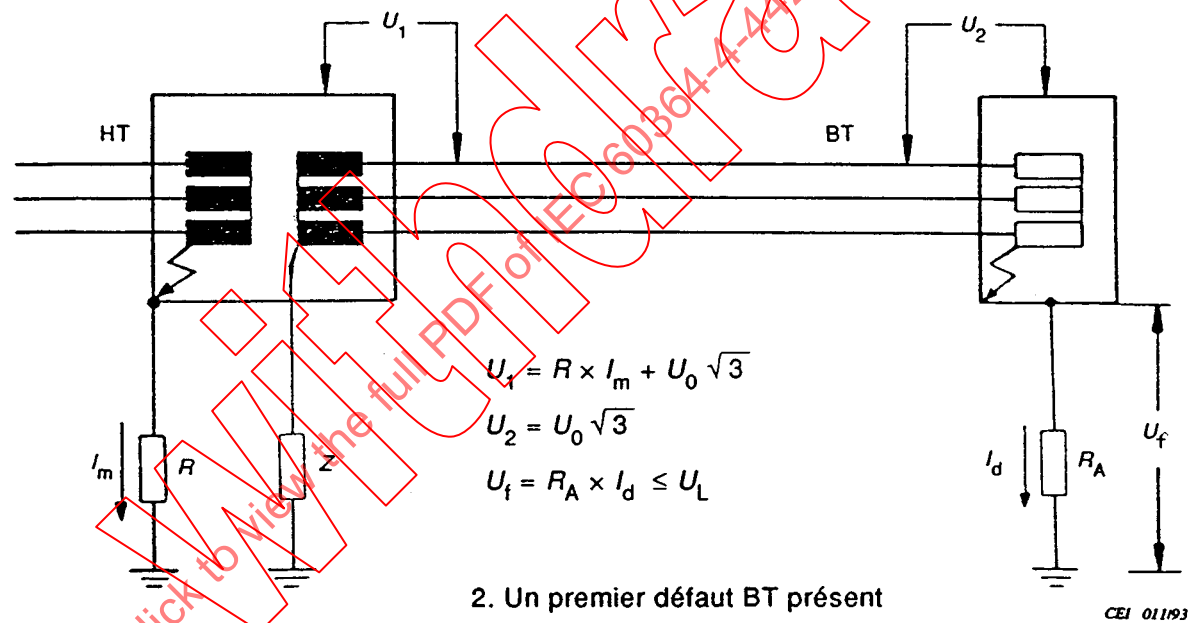
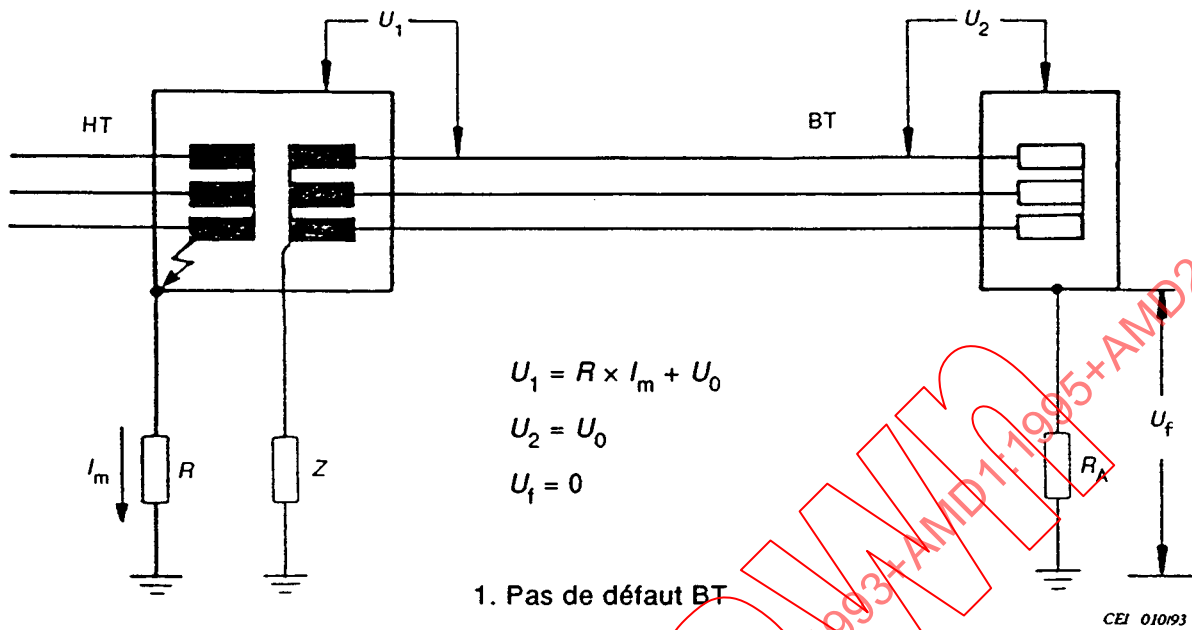


Figure 44 F – Schéma IT, exemple c1



1. No fault exists in the LV system



2. A first fault exists in the LV system

Figure 44 F – IT-system, example c1

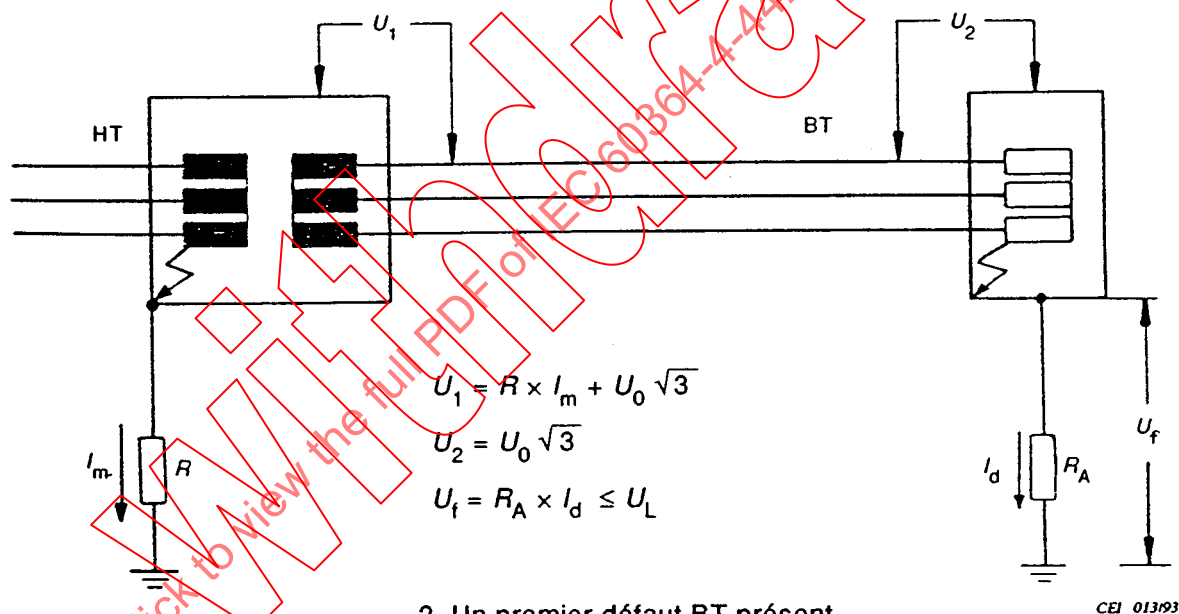
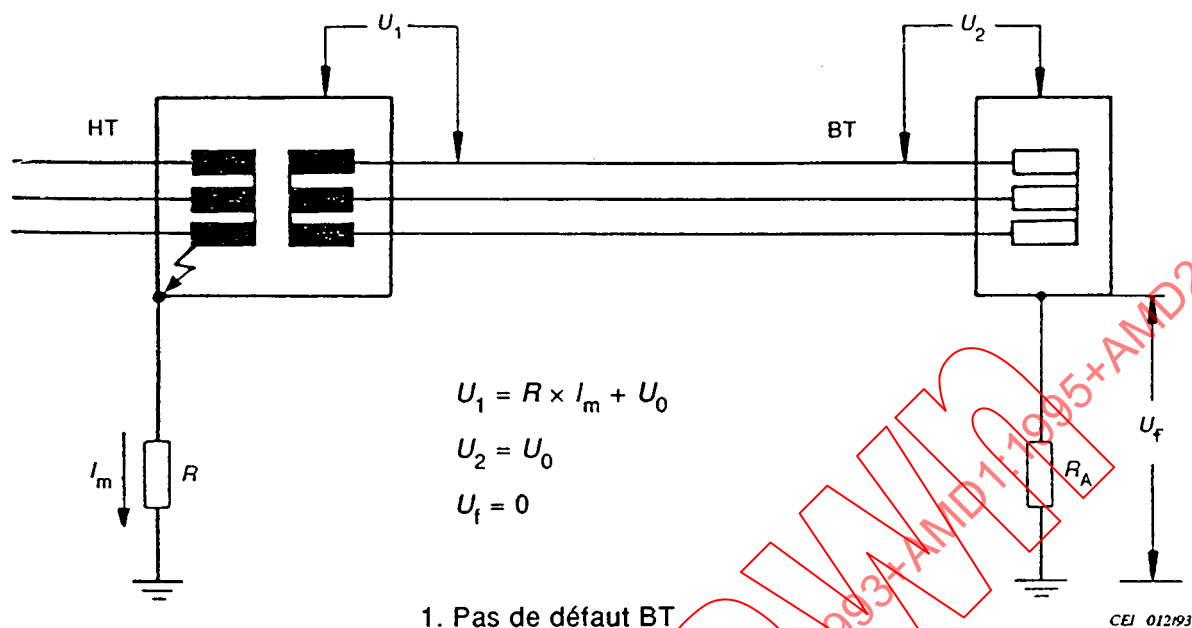


Figure 44 G – Schéma IT, exemple c2

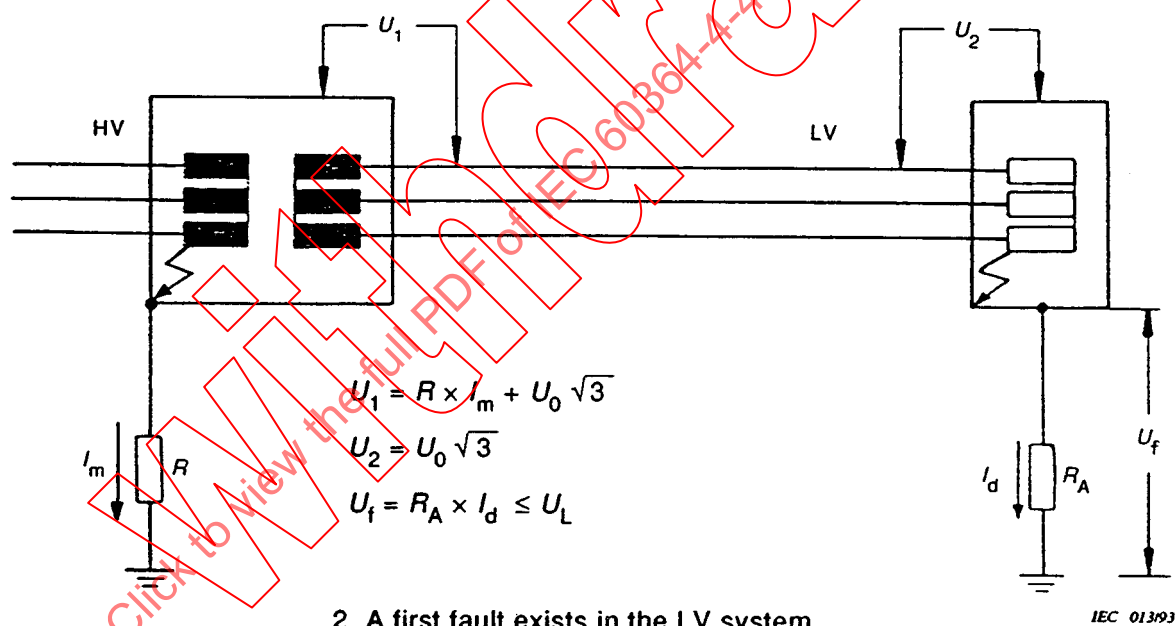
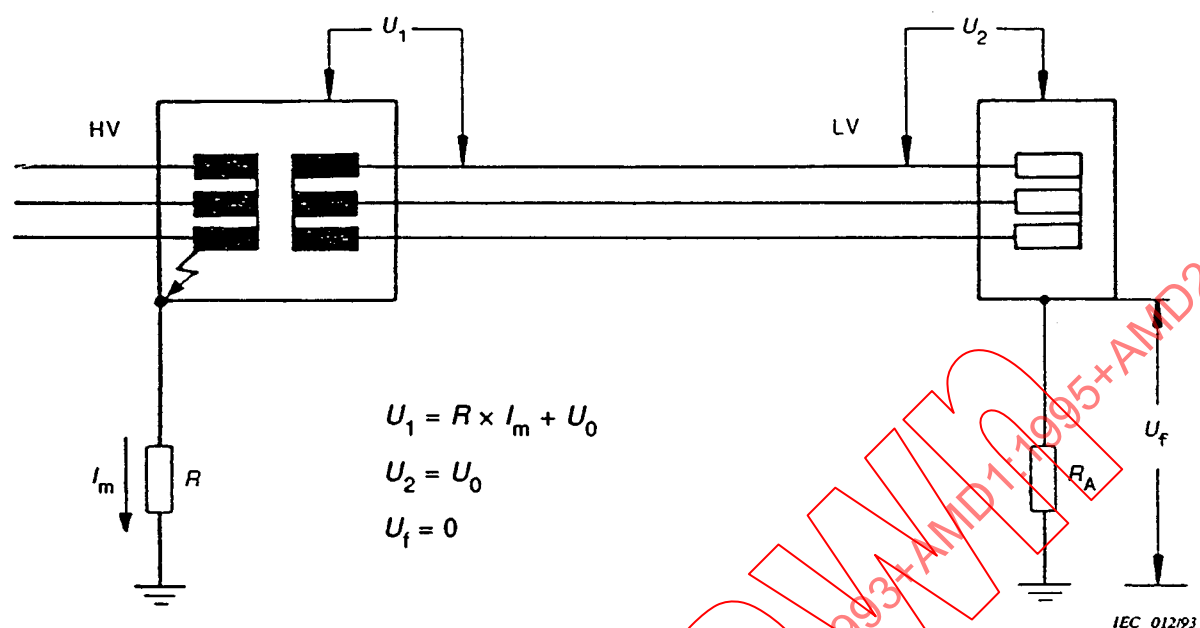


Figure 44 G – IT-system, example c2

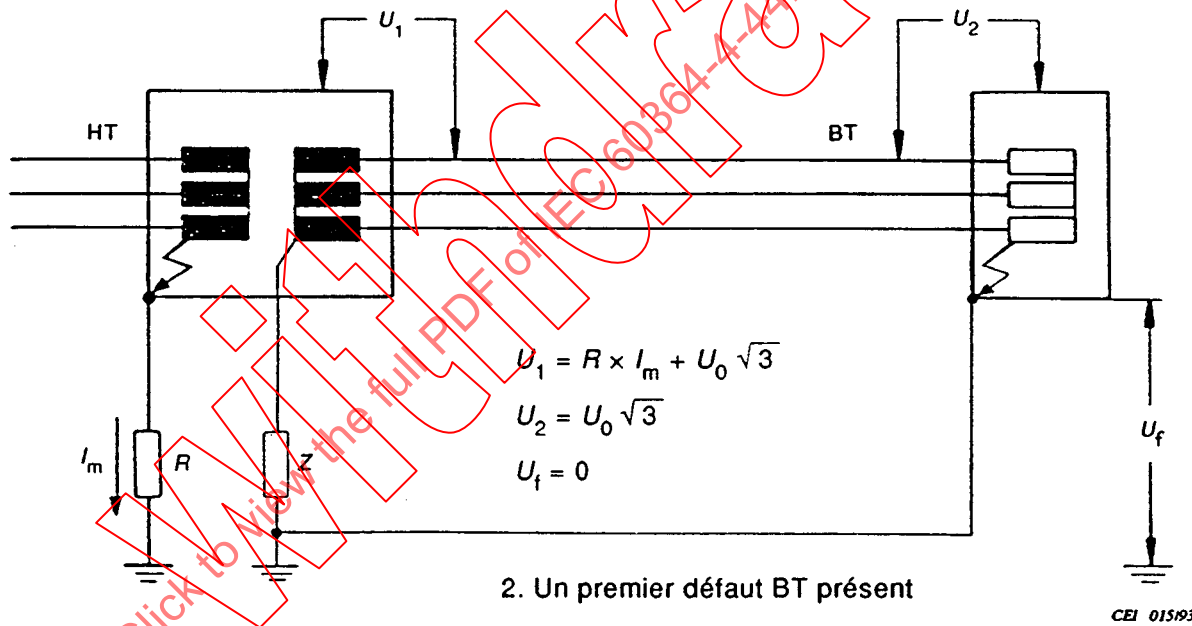
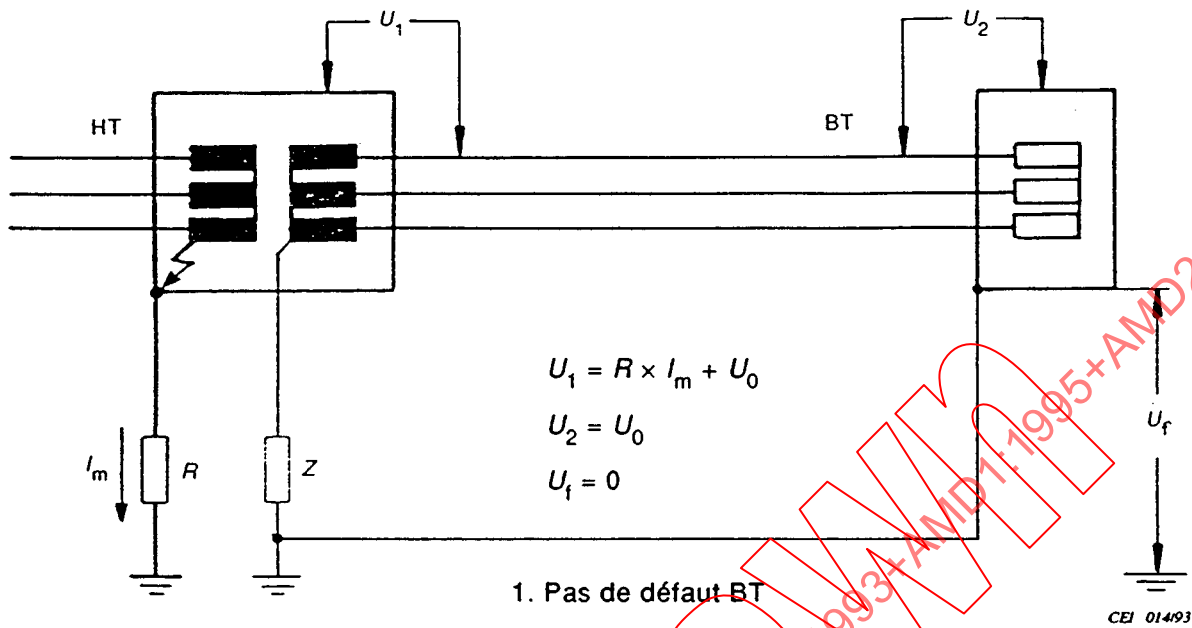


Figure 44 H – Schéma IT, exemple d

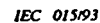
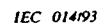
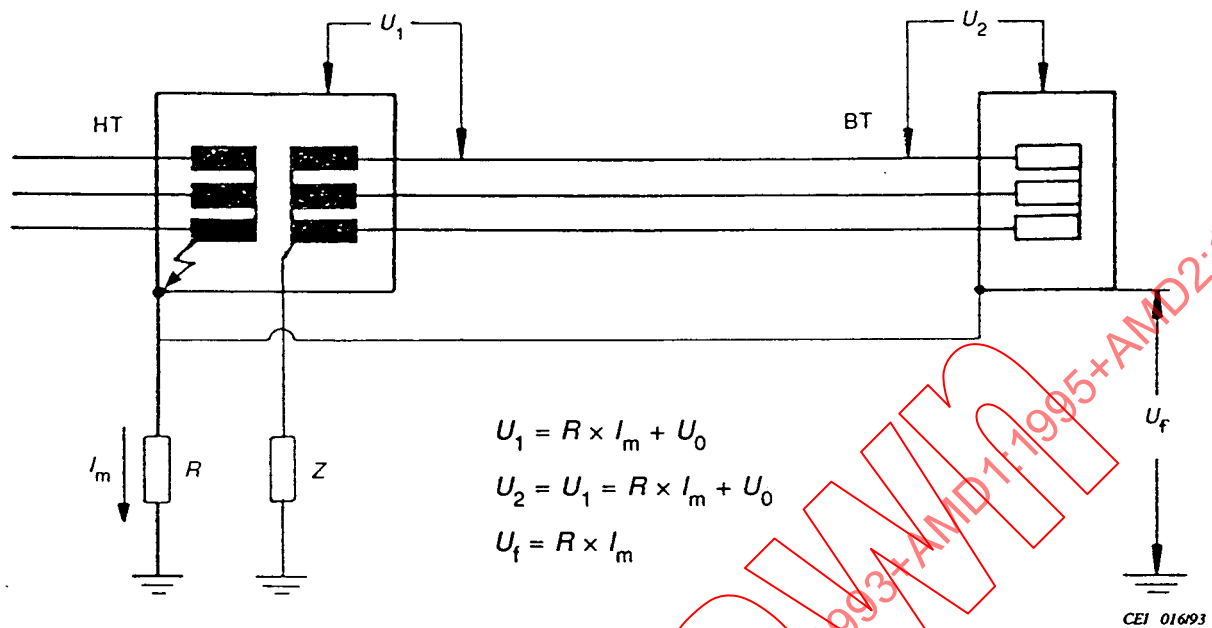
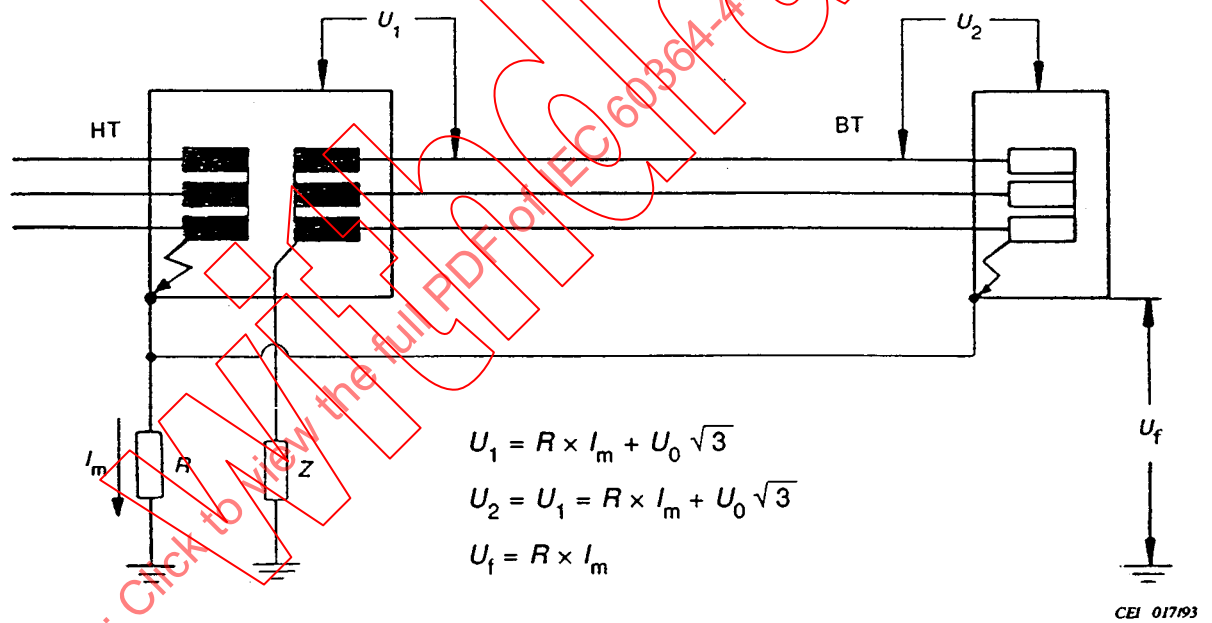


Figure 44 H – IT-system, example d

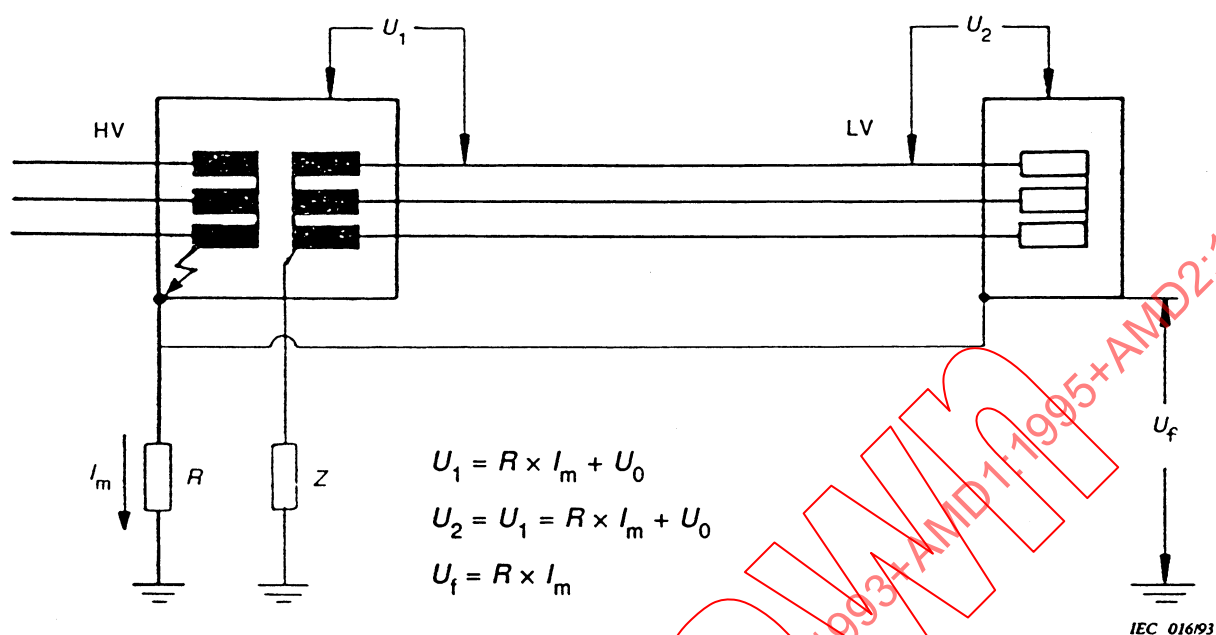


1. Pas de défaut BT

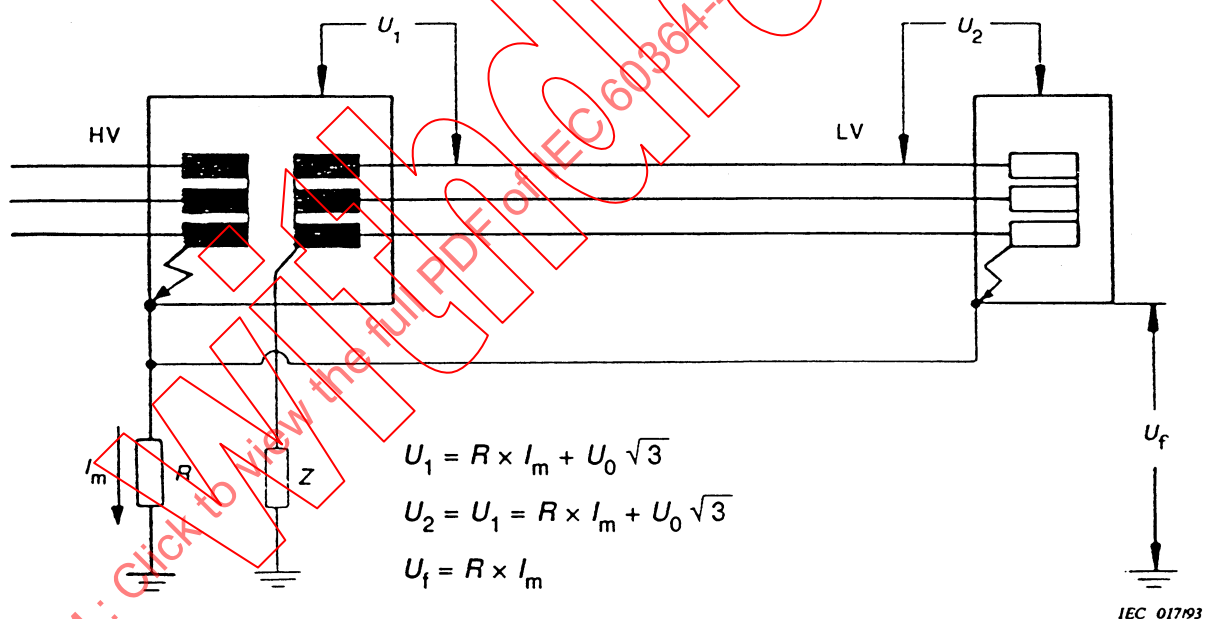


2. Un premier défaut BT présent

Figure 44 J – Schéma IT, exemple e1

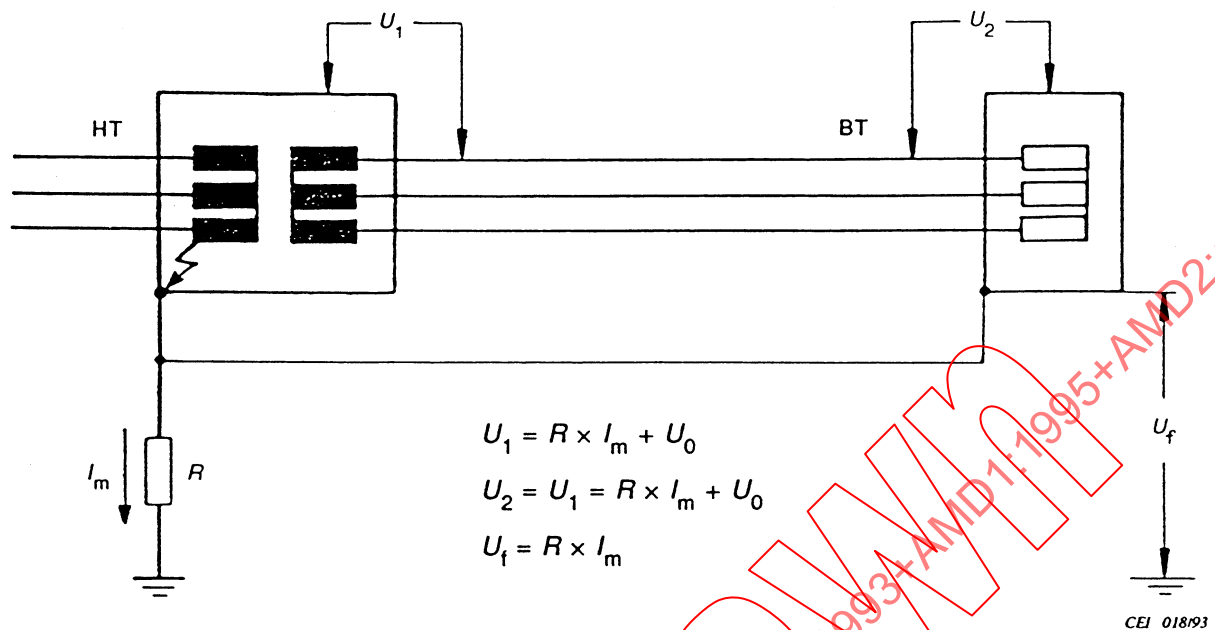


1. No fault exists in the LV system

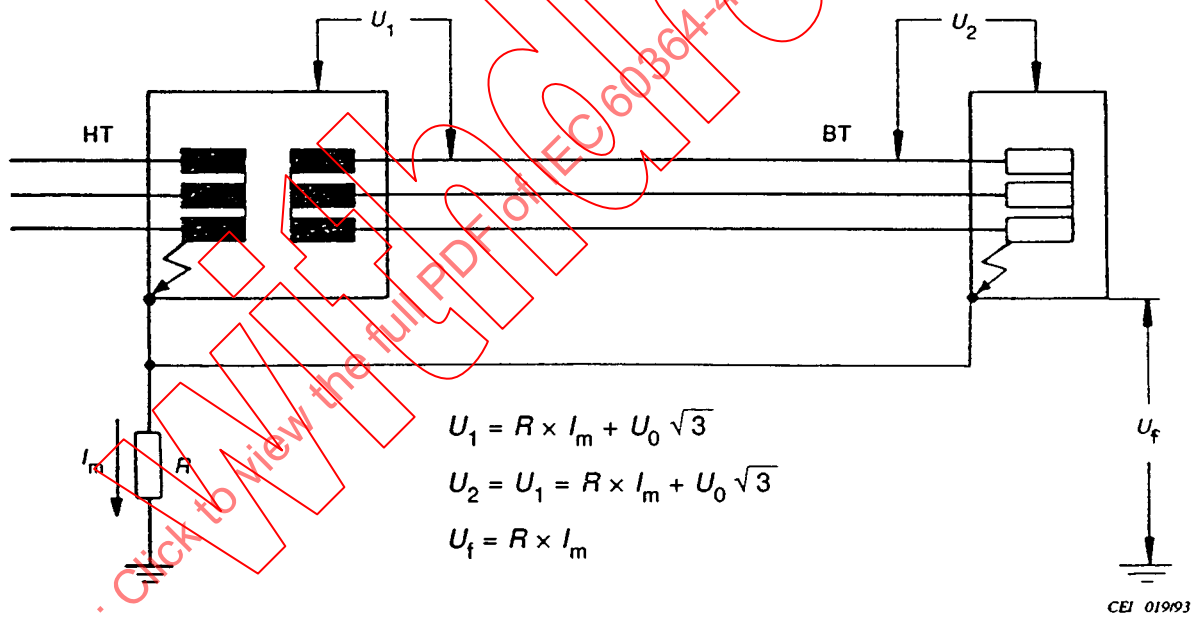


2. A first fault exists in the LV system

Figure 44 J – IT-system, example e1

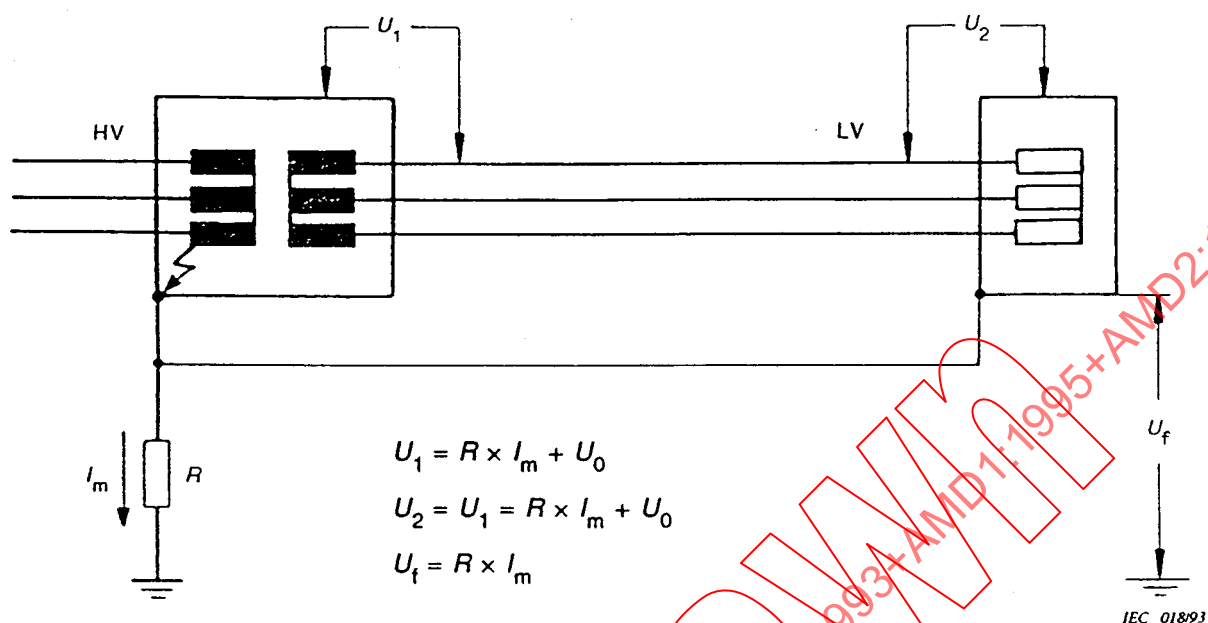


1. Pas de défaut BT

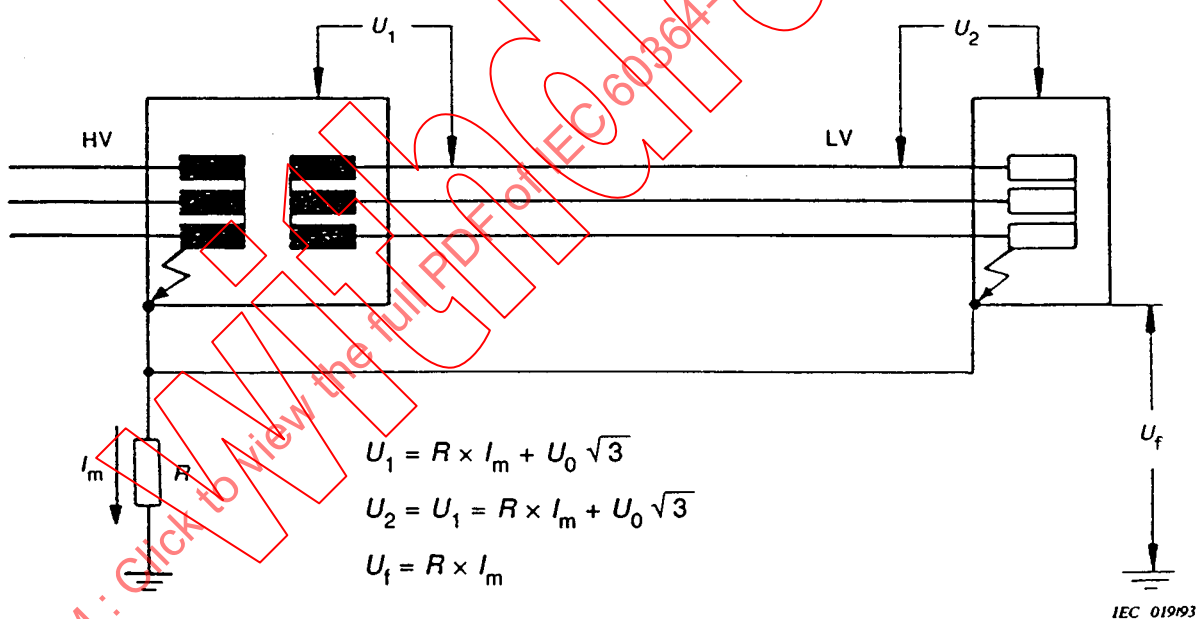


2. Un premier défaut BT présent

Figure 44 K – Schéma IT, exemple e2



1. No fault exists in the LV system



2. A first fault exists in the LV system

Figure 44 K – IT-system, example e2

Annexe A (informative)

Notes explicatives relatives aux article et paragraphes 442.1, 442.1.2 et 442.1.3

A.442.1 Généralités

Les règles de cette section 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.

Annex A (informative)

Explanatory notes concerning clause and subclauses 442.1, 442.1.2 and 442.1.3

A.442.1 General

The rules in this section are intended to provide for the safety of persons and equipment in a 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.