SPÉCIFICATION TECHNIQUE

TECHNICAL SPECIFICATION

CEI
IEC

TS 61312-2

Première édition
First edition
1999-08

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999

Protection contre l'impulsion électromagnétique générée par la foudre (IEMF) –

Partie 2:
Blindage des structures, équipotentialité dans les structures et mise à la terre

Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP) –

Part 2:
Shielding of structures, bonding inside structures and earthing

Numéro de référence
Reference number
IEC/TS 61312-2:1999

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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61508-2:1999
Withdrawn

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

TECHNICAL SPECIFICATION

CEI
IEC

TS 61312-2

Première édition
First edition
1999-08

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Protection contre l'impulsion électromagnétique générée par la foudre (IEMF) –

Partie 2:
Blindage des structures, équipotentialité dans les structures et mise à la terre

Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP) –

Part 2:
Shielding of structures, bonding inside structures and earthing

© 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 photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

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

International Electrotechnical Commission 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 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 W

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

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

Articles

1 Généralités 8
1.1 Domaine d'application et objet 8
1.2 Références normatives 8
1.3 Termes et définitions 10
1.4 Symboles 10
2 Source électromagnétique et victime des perturbations 12
3 Ecrans spatiaux en grille 14
3.1 Ecrans spatiaux en grille en cas de coup de foudre proche 14
3.2 Ecrans spatiaux en grille en cas de coup de foudre direct 16
3.3 Ecrans spatiaux en grille entourant une ZPF ≥ 2 18
3.4 Evaluation expérimentale du champ magnétique dans des écrans spatiaux en grille 20
3.5 Règles d'installation 20
4 Réseau de terre et d'équipotentialité 20
4.1 Prises de terre 22
4.2 Réseau d'équipotentialité 22
4.3 Combinaison des prises de terre et du réseau d'équipotentialité 24
4.4 Exemple d'écran, d'équipotentialité et de mise à la terre 24

Annexe A (informative) Définitions de mise à la terre et d'équipotentialité 50
Annexe B (informative) Calcul des tensions et courants induits dans les boucles de l'installation 56
B.1 Situation dans la ZPF1 en cas d'impact proche 56
B.2 Situation dans ZPF1 en cas de coup de foudre direct 58
B.3 Situation dans une ZPF1 d'ordre supérieur à 2 60
Annexe C (informative) Calcul du champ magnétique dans des écrans en grille 62

Bibliographie 70

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

Clause

1 General 9
1.1 Scope and object 9
1.2 Normative references 9
1.3 Terms and definitions 11
1.4 Symbols 11
2 Electromagnetic source and victim of interference 13
3 Gridlike spatial shields 15
3.1 Gridlike spatial shields in the case of nearby lightning strikes 15
3.2 Gridlike spatial shields in the case of direct lightning strikes 17
3.3 Gridlike spatial shields surrounding LPZ ≥ 2 19
3.4 Experimental evaluation of the magnetic field inside gridlike spatial shields 21
3.5 Installation rules 21
4 Earthing system 21
4.1 Earth termination system 23
4.2 Bonding network 23
4.3 Combination of the earth termination system and the bonding network 25
4.4 Example of shielding, bonding and earthing layout 25

Annex A (informative) Earthing and bonding definitions 51
Annex B (Informative) Calculation of induced voltages and currents into loops resulting from installations 57
B.1 Situation inside LPZ1 in case of nearby lightning strikes 57
B.2 Situation inside LPZ1 in case of direct lightning strikes 59
B.3 Situation inside LPZ ≥ 2 61
Annex C (informative) Calculation of the magnetic field inside gridlike magnetic shields 63

Bibliography 71

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

PROTECTION CONTRE L'IMPULSION ÉLECTROMAGNÉTIQUE GÉNÉRÉE PAR LA FOUDRE (IEMF) –

Partie 2: Blindage des structures, équipotentialité dans les structures et mise à la terre

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61312-2:1999

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 spécification technique peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

Les spécifications techniques font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales.

La CEI 61312-2, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 81 de la CEI: Protection contre la foudre.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PROTECTION AGAINST LIGHTNING ELECTROMAGNETIC IMPULSE (LEMP) –

Part 2: Shielding of structures, bonding inside structures and earthing

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 technical specification may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC 61312-2, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 81: Lightning protection.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
81/105A/CDV	81/127/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

La CEI 61312-2 fait partie d'une série de publications présentées sous le titre général: Protection contre l'impulsion électromagnétique générée par la foudre (IEMF).

Cette partie 2 complète la partie 1 (qui présente les principes généraux) et se réfère aux exigences relatives à la mise à la terre (3.2), au blindage (3.3) et aux liaisons d'équipotentialité (3.4) qui se réfèrent à l'article 3 de la CEI 61312-1.

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

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2005. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999

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

Enquiry draft	Report on voting
81/105A/CDV	81/127/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical specification can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

IEC 61312-2 forms a part of a series of publications under the general title: Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP).

This part 2 supplements the existing part 1 (which sets out general principles), by focussing on the earthing (3.2), shielding (3.3) and bonding requirements (3.4) referred to in clause 3 of IEC 61312-1.

Annexes A, B and C are for information only.

The committee has decided that this publication remains valid until 2005. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999

PROTECTION CONTRE L'IMPULSION ÉLECTROMAGNÉTIQUE GÉNÉRÉE PAR LA FOUDRE (IEMF) –

Partie 2: Blindage des structures, équipotentialité dans les structures et mise à la terre

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente spécification technique donne des méthodes d'évaluation de l'efficacité, dans le cas de coups de foudre directs ou proches, des dispositions de blindage contre l'IEMF des structures comportant des matériels de traitement électronique de l'information. Des règles pour les équipotentialités dans les structures et des méthodes de mise à la terre relatives à l'IEMF sont également indiquées.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61312. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61312 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 61000-4-5:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 5: Essai d'immunité aux ondes de chocs*

CEI 61000-4-9:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 9: Essai d'immunité au champ magnétique impulsionel. Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-10:1993, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 10: Essai d'immunité aux champ magnétique oscillatoire amorti. Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-5-2:1997, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation – Section 2: Mise à la terre et câblage*

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

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

CEI 61312-3, *Protection contre l'impulsion électromagnétique générée par la foudre – Partie 3: Prescriptions pour les parafoudres relatifs à l'IEMF* *

CEI 61312-4, *Protection contre l'impulsion électromagnétique générée par la foudre – Partie 4: Protection des équipements dans les structures existantes*

---

* A publier.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

PROTECTION AGAINST LIGHTNING ELECTROMAGNETIC IMPULSE (LEMP) –

Part 2: Shielding of structures, bonding inside structures and earthing

1 General

1.1 Scope and object

This technical specification provides methods for the evaluation of the effectiveness of shielding measures against LEMP for structures with information equipment such as electronic systems in case of direct and nearby lightning strikes. In addition it provides rules for bonding measures inside structures and for earthing methods relating to LEMP.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61312. 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 61312 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 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*

IEC 61000-4-9:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 9: Pulse magnetic field immunity test. Basic EMC publication*

IEC 61000-4-10:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 10: Damped oscillatory magnetic field immunity test. Basic EMC publication*

IEC 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*

IEC 61024-1:1990, *Lightning protection of structures – Part 1: General principles*

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

IEC 61312-3, *Protection against lightning electromagnetic impulse – Part 3: Requirements of surge protective devices**

IEC 61312-4, *Protection against lightning electromagnetic impulse – Part 4: Protection of equipment in existing structures*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

---

* To be published.

1.3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente spécification technique, les termes et définitions déjà définis dans la CEI 61312-1 et dans la CEI 61024-1, ainsi que les suivants, s'appliquent.

1.3.1
CEM
compatibilité électromagnétique

1.3.2
écran spatial en grille
écran magnétique d'un bâtiment ou d'un emplacement obtenu de préférence par des éléments naturels de la structure (par exemple armatures du béton, ossatures métalliques, supports et façades métalliques). Un tel écran est caractérisé par ses ouvertures

1.3.3
immunité contre les dommages
tenue aux effets conduits et rayonnés de la foudre

1.3.4
IEMF
impulsion électromagnétique causée par la foudre

1.3.5
SPF
système de protection contre la foudre, comme défini dans la CEI 61024-1.

1.3.6
ZPF
zone de protection contre la foudre

1.3.7
DPF
dispositif de protection contre la foudre (parafoudre).

1.4 Symboles

1.4.1 b largeur (longueur latérale)

1.4.2 d_r distance la plus courte entre le point considéré et la partie supérieure de l'écran de ZPF 1

1.4.3 d_w distance la plus courte entre le point considéré et la paroi de l'écran de ZPF 1

1.4.4 $d_{l/w}$ distance entre une boucle et la paroi

1.4.5 $d_{l/r}$ distance moyenne entre une boucle et la toiture

1.4.6 d_s distance de sécurité vis-à-vis de l'écran (contre des champs électromagnétiques inacceptables)

1.4.7 $d_{s/1}$ distance de sécurité en cas de coup de foudre proche

1.4.8 $d_{s/2}$ distance de sécurité en cas de coup de foudre direct

1.4.9 H_f champ magnétique du premier impact

1.4.10 H_n champ magnétique dans la ZPF n

1.4.11 H_0 champ magnétique dans la ZPF 0_A et dans la ZPF 0_B

1.4.12 H_s champ magnétique des impacts consécutifs

1.4.13 i_f courant de foudre lors du premier impact dans la ZPF 0_A

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

1.3 Terms and definitions

For the purposes of this technical specification, the following terms and definitions apply, as well as those already defined in IEC 61312-1 and IEC 61024-1.

1.3.1
EMC
electromagnetic compatibility

1.3.2
gridlike spatial shield
magnetic shield for a building or a room preferably built by crossed rods of natural components of the structure (e.g. rods of reinforcement in concrete, metal frames and metal supports). This kind of shield is characterized by openings

1.3.3
immunity against damage
withstand capability against conducted and radiated lightning effects

1.3.4
LEMP
lightning electromagnetic impulse

1.3.5
LPS
lightning protection system, as defined in IEC 61024-1

1.3.6
LPZ
lightning protection zone

1.3.7
SPD
surge protection device

1.4 Symbols

1.4.1 b width (lateral length)

1.4.2 d_r shortest distance between the point considered and the roof of the shield of LPZ 1

1.4.3 d_w shortest distance between the point considered and the wall of the shield of LPZ 1

1.4.4 $d_{l/w}$ distance of a loop from the wall

1.4.5 $d_{l/r}$ average distance of a loop from the roof

1.4.6 d_s safety distance from the shield (against unacceptable high magnetic fields)

1.4.7 $d_{s/1}$ safety distance in case of nearby lightning strike

1.4.8 $d_{s/2}$ safety distance in case of direct lightning strike

1.4.9 H_f magnetic field of the first stroke

1.4.10 H_n magnetic field in LPZ *n*

1.4.11 H_0 magnetic field in LPZ 0_A and LPZ 0_B

1.4.12 H_s magnetic field of the subsequent strokes

1.4.13 i_f lightning current of the first stroke in LPZ 0_A

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

1.4.14 i_i courant de foudre partiel

1.4.15 i_n courant conduit dans la ZPF *n*

1.4.16 i_0 courant de foudre dans la ZPF 0_A

1.4.17 i_s courant de foudre lors des impacts consécutifs dans la ZPF 0_A

1.4.18 i_{sc} courant de court-circuit

1.4.19 k_H facteur de configuration

1.4.20 l longueur

1.4.21 L auto-inductance d'une boucle

1.4.22 M inductance mutuelle d'une boucle (d'induction)

1.4.23 **max** indice pour une valeur maximale

1.4.24 r rayon

1.4.25 s_a distance moyenne entre le point d'impact de la foudre et l'écran

1.4.26 SF facteur d'écran, atténuation d'un écran

1.4.27 T_1 durée du front du courant de foudre, telle que définie dans la CEI 61312-1

1.4.28 $T_{p/f}$ durée jusqu'à la valeur maximale du premier impact

1.4.29 $T_{p/s}$ durée jusqu'à la valeur maximale des impacts consécutifs

1.4.30 u_n tension conduite dans la ZPF *n*

1.4.31 u_{oc} tension en circuit ouvert

1.4.32 w taille de maille d'un écran en grille

1.4.33 V_s volume de sécurité dans un écran en grille

2 Source électromagnétique et victime des perturbations

La figure 1 constitue un exemple de situation existante de compatibilité électromagnétique (CEM) et montre une structure et les zones de protection contre la foudre ZPF 0, ZPF 1 et ZPF 2. Les équipements informatiques (électroniques) sont situés dans la ZPF 2.

La source électromagnétique primaire de perturbations pour les matériels électroniques est le courant de foudre i_0 et le champ magnétique H_0. Les courants de foudre partiels i_i s'écoulent dans les services entrants. Les courants i_0, i_i et le champ magnétique H_0 ont la même forme d'onde. Conformément à la CEI 61312-1, article 2, le courant de foudre à prendre en compte est le courant du premier impact i_f (10/350 µs) et les courants consécutifs i_s (0,25/100 µs). Le courant de premier impact i_f génère le champ magnétique H_f et les courants consécutifs i_s génèrent le champ magnétique H_s.

Les effets d'induction magnétique sont essentiellement déterminés par l'élévation du champ magnétique à sa valeur maximale. Comme indiqué à la figure 2, le temps de montée de H_f peut être caractérisé par un champ oscillant amorti de 25 kHz avec une valeur maximale de $H_{f/max}$ et une durée jusqu'à la valeur maximale $T_{p/f}$ de 10 µs. De même, le temps de montée de H_s peut être caractérisé par un champ oscillatoire amorti de 1 MHz avec une valeur maximale de $H_{s/max}$ et une durée jusqu'à la valeur maximale $T_{p/s}$ de 0,25 µs.

Ainsi, les effets d'induction du champ magnétique du premier impact peuvent être caractérisés par une fréquence typique de 25 kHz et le champ magnétique des impacts consécutifs peut être caractérisé par une fréquence typique de 1 MHz. Les champs oscillatoires amortis pour ces fréquences sont définis pour des essais dans la CEI 61000-4-9 et la CEI 61000-4-10.

La victime des perturbations est l'équipement informatique qui présente une immunité naturelle contre les dommages dus aux perturbations conduites et rayonnées par la foudre.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

1.4.14 i_i partial lightning current

1.4.15 i_n conducted current in LPZ *n*

1.4.16 i_0 lightning current in LPZ 0_A

1.4.17 i_s lightning current of the subsequent strokes in LPZ 0_A

1.4.18 i_{sc} short-circuit current

1.4.19 k_H configuration factor

1.4.20 l length

1.4.21 L self-inductance of a loop

1.4.22 M mutual inductance of an (induction) loop

1.4.23 *max* index for maximum value

1.4.24 r radius

1.4.25 s_a average distance between the point of strike and the shield

1.4.26 SF shielding factor, attenuation value of a shield

1.4.27 T_1 front time of the lightning current, as defined in IEC 61312-1

1.4.28 $T_{p/f}$ time to the maximum value of the first stroke

1.4.29 $T_{p/s}$ time to the maximum value of the subsequent strokes

1.4.30 u_n conducted voltage in LPZ *n*

1.4.31 u_{oc} open-circuit voltage

1.4.32 w mesh width of a gridlike shield

1.4.33 V_s safe volume inside a gridlike shield

2 Electromagnetic source and victim of interference

Figure 1 gives an example of an actual electromagnetic compatibility (EMC) situation, showing a structure with the lightning protection zones LPZ 0, LPZ 1 and LPZ 2. The information (electronic) equipment is installed inside LPZ 2.

The primary electromagnetic source of interference to the information equipment is the lightning current i_0 and the magnetic field H_0. Along incoming services flow partial lightning currents i_i. The currents i_0 and i_i as well as the magnetic field H_0 have the same waveshape. According to IEC 61312-1, clause 2, the lightning current to be considered here consists of a first stroke i_f (10/350 µs) and subsequent strokes i_s (0,25/100 µs). The current of the first stroke i_f generates the magnetic field H_f, and the current of the subsequent strokes i_s generates the magnetic field H_s.

The magnetic induction effects are mainly determined by the rise of the magnetic field to the maximum value. As shown in figure 2 the rise period of H_f can be characterized by a damped oscillating field of 25 kHz with the maximum value $H_{f/max}$ and the time to the maximum value $T_{p/f}$ of 10 µs. In the same way the rise period of H_s can be characterized by a damped oscillating field of 1 MHz with the maximum value $H_{s/max}$ and the time to the maximum value $T_{p/s}$ of 0,25 µs.

From this it follows that with respect to the magnetic induction effects, the magnetic field of the first stroke can be characterized by a typical frequency of 25 kHz and the magnetic field of the subsequent strokes can be characterized by a typical frequency of 1 MHz. Damped oscillating magnetic fields of these frequencies are defined for test purposes in IEC 61000-4-9 and IEC 61000-4-10.

The victim of interference is the information equipment with an inherent immunity against damage caused by conducted and radiated lightning effects.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

La réalisation de ZPF avec leurs écrans électromagnétiques et leurs parafoudres (DPF) aux interfaces des ZPF permet de réduire les effets de la foudre définis par H_0, i_0, et i_i jusqu'au niveau de résistance de la victime. Comme indiqué à la figure 1, la victime doit résister au champ magnétique environnant H_2 et aux effets conduits de foudre u_2 et i_2.

La réduction de i_1 à i_2 et la tension résultante u_2 sont traitées dans la CEI 61312-3. La réduction de H_0 à une valeur suffisamment faible H_2 est traitée dans cette spécification technique.

Dans le cas des écrans spatiaux en grille traités ici, il est supposé que la forme d'onde du champ magnétique dans les ZPF (H_1, H_2) est la même qu'à l'extérieur (H_0).

Conformément aux règles de protection des matériels informatiques contre l'IEMF, il est souhaitable que l'immunité de ces équipements soit prouvée par des essais appropriés conformes à la CEI 61000-4-5 (surtensions et courants conduits), à la CEI 61000-4-9 (champ magnétique rayonné dû au premier impact) et à la CEI 61000-4-10 (champ magnétique rayonné dû aux impacts consécutifs).

La figure 2 montre les essais définis dans la CEI 61000-4-9 et la CEI 61000-4-10, qui simulent de manière suffisante l'élévation du champ magnétique lors du premier impact H_f et des impacts consécutifs H_s.

NOTE 1 Les essais définis dans la CEI 61000-4-5, la CEI 61000-4-9 et la CEI 61000-4-10 sont utilisés pour prouver l'immunité d'un équipement. En dehors des quatre niveaux d'immunité définis, seul le niveau d'immunité contre les dommages est traité dans la présente spécification technique.

NOTE 2 Si les bâtiments et les pièces comportant des matériels informatiques sont suffisamment blindés contre les champs magnétiques par des écrans à large volume, cette disposition réduit normalement le champ transitoire électrique à une valeur suffisamment faible.

3 Ecrans spatiaux en grille

En pratique, les écrans à large volume des structures et des pièces sont constitués de composants naturels tels que supports ou ossatures métalliques ou armatures du béton. Ces composants constituent un écran large maillé. L'élément conducteur qui va pénétrer l'écran doit être connecté à l'écran au point le plus proche possible du point d'entrée.

La figure 3 montre comment, en principe, les armatures du béton et les ossatures métalliques (pour des portes métalliques et d'éventuelles fenêtres) peuvent constituer un écran à large volume pour un bâtiment ou une pièce.

Si une évaluation expérimentale ou théorique individuelle ne peut être réalisée, l'atténuation doit être évaluée comme indiqué ci-dessous.

3.1 Ecrans spatiaux en grille en cas de coup de foudre proche

Dans le cas d'un coup de foudre proche, la situation est présentée à la figure 4. Le champ magnétique incident dans le volume protégé peut être assimilé à une onde plane.

Le champ magnétique incident H_0 de la ZPF 0 doit être calculé ainsi:

$$H_0 = i_0 /(2 \cdot \pi \cdot s_a) \quad \text{(A/m)}$$

où

i_0 est le courant de foudre en ampères

s_a est la distance moyenne, en mètres, entre le point d'impact et le volume protégé considéré (voir figure 4)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

By installing lightning protection zones (LPZ) with electromagnetic shields and surge protective devices (SPD) at the interfaces of the LPZs, the original lightning effect defined by H_0, i_0 and i_i is reduced to the resistibility level of the victim. As shown in figure 1, the victim shall withstand the surrounding magnetic field H_2 and the conducted lightning effects u_2, i_2 respectively.

The reduction of i_1 to i_2 and the resulting u_2 are the subject of IEC 61312-3. The reduction of H_0 to a sufficient low value of H_2 is the subject of this technical specification.

In case of gridlike spatial shields considered here, it can be assumed that the shape of the magnetic field inside the LPZs (H_1, H_2) is the same as the shape of the magnetic field outside (H_0).

With respect to protection of information equipment against LEMP, it is desirable that the equipment's immunity against damage be proven by appropriate tests according to IEC 61000-4-5 (conducted overvoltages and currents), IEC 61000-4-9 (radiated magnetic field caused by the first stroke) and IEC 61000-4-10 (radiated magnetic field caused by the subsequent strokes).

In figure 2 it is shown that the tests defined in IEC 61000-4-9 and IEC 61000-4-10 simulate, in a sufficient way, the rise of the magnetic field of the first stroke H_f and of the subsequent strokes H_s.

NOTE 1 The tests defined in IEC 61000-4-5, IEC 61000-4-9 and IEC 61000-4-10 are used to prove the immunity of an equipment. Out of the four immunity levels defined, only the immunity level against damage is considered in this technical specification.

NOTE 2 If the buildings or rooms containing the information equipment are sufficiently shielded against the magnetic field by large volume shields, normally this measure will reduce the transient electric field to a sufficiently low value.

3 Gridlike spatial shields

In practice, large volume shields of structures or rooms are built by natural components such as metal supports, metal frames or metal reinforcement rods. These components build up a gridlike large volume shield. The conducting elements penetrating a shield shall be bonded to the shield as close as possible.

Figure 3 shows, in principle, how metal reinforcement in concrete and metal frames (for metal doors and possibly shielded windows) can be built to a large volume shield for a building or a room.

If an individual experimental or theoretical investigation of the shielding effectiveness is not done, the attenuation shall be evaluated as follows.

3.1 Gridlike spatial shields in the case of nearby lightning strikes

The situation in the case of a nearby lightning strike is shown in figure 4. The incident magnetic field at the shielded volume can be approximated as a plane wave.

The incident magnetic field H_0 of LPZ 0 shall be calculated as:

$$H_0 = i_0/(2 \cdot \pi \cdot s_a) \quad \text{(A/m)}$$

where

i_0 is the lightning current in amperes

s_a is the average distance in meters between the point of strike and the shielded volume considered (see figure 4)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Ce qui donne:

– pour la valeur maximale du champ magnétique due au premier impact:

$$H_{0/f/max} = i_{f/max} / (2 \cdot \pi \cdot s_a) \quad (A/m)$$

– pour la valeur maximale du champ magnétique due aux impacts consécutifs:

$$H_{0/s/max} = i_{s/max} / (2 \cdot \pi \cdot s_a) \quad (A/m)$$

où

$i_{f/max}$ est la valeur maximale du courant de premier impact, choisi selon le niveau de protection, en ampères

$i_{s/max}$ est la valeur maximale du courant des impacts consécutifs, choisi selon le niveau de protection, en ampères

La réduction de H_0 à H_1 dans la ZPF 1 peut être donnée par les formules des valeurs de *SF* indiquées dans le tableau 1, bien que ce dernier ne traite que des champs plans. Les valeurs du tableau 1 sont valables pour un volume de sécurité V_s dans la ZPF 1 avec une distance de sécurité $d_{s/1}$ par rapport à l'écran (voir figure 5):

$$d_{s/1} = w \cdot SF/10 \quad (m)$$

où

SF est le facteur d'écran obtenu à partir des formules du tableau 1, en décibels

w est la taille de maille de l'écran en grille, en mètres

A partir des valeurs de *SF*, on peut calculer le champ magnétique dans la ZPF 1, H_1:

$$H_1 = H_0 / 10^{SF/20} \quad (A/m)$$

où

SF est le facteur d'écran obtenu à partir des formules du tableau 1, en décibels

H_0 est le champ magnétique de la ZPF 0, en ampères par mètre, identique respectivement à $H_{0/f/max}$ et à $H_{0/s/max}$

3.2 Ecrans spatiaux en grille en cas de coup de foudre direct

Dans une technique de protection contre la foudre, l'écran d'un bâtiment (entourant ZPF 1) peut être une partie du SPF et donc écouler des courants de foudre. Pour de tels écrans, les caractéristiques du champ magnétique interne ne sont pas encore définies.

Les écrans spatiaux en grille sont en pratique réalisés par exemple par des encadrements métalliques, des supports métalliques et des renforts métalliques. Ces écrans peuvent entourer ZPF 1.

La foudre peut atteindre la structure en un point arbitraire de la toiture.

Le champ magnétique H_1 en un point arbitraire dans le volume V_s de ZPF 1, dû au premier impact, est:

$$H_1 = k_H \cdot i_0 \cdot w / \left(d_w \cdot \sqrt{d_r}\right) \quad (A/m)$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

From this follows

– for the maximum value of the magnetic field caused by the first stroke

$$H_{0/f/max} = i_{f/max}/(2 \cdot \pi \cdot s_a) \quad (A/m)$$

– and for the maximum value of the magnetic field caused by the subsequent strokes

$$H_{0/s/max} = i_{s/max}/(2 \cdot \pi \cdot s_a) \quad (A/m)$$

where

$i_{f/max}$ is the maximum value of the current of the first stroke, chosen according to the protection level, in amperes

$i_{s/max}$ is the maximum value of the current of the subsequent strokes, chosen according to the protection level, in amperes

The reduction of H_0 to H_1 inside LPZ 1 can be derived from the formulae for the *SF*-values given in table 1, although table 1 is normally only valid for a plane field. The values taken from the formulae of table 1 are valid for a safety volume V_s inside LPZ 1 with a safety distance $d_{s/1}$ from the shield (see figure 5):

$$d_{s/1} = w \cdot SF/10 \quad (m)$$

where

SF is the shielding factor evaluated from the formulae of table 1, in decibels;

w is the mesh width of the gridlike shield, in meters.

From the *SF*-values the magnetic field inside LPZ 1, H_1, can be calculated

$$H_1 = H_0/10^{SF/20} \quad (A/m)$$

where

SF is the shielding factor evaluated from the formulae of table 1, in decibels

H_0 is the magnetic field of LPZ 0, in amperes per meter, identical to $H_{0/f/max}$, $H_{0/s/max}$ respectively

3.2 Gridlike spatial shields in the case of direct lightning strikes

For the purpose of lightning protection, the shield of a building (shield surrounding the LPZ 1) can be a part of LPS, and therefore lightning currents may flow along it. For this kind of shield, characteristics for the magnetic field inside are not yet defined.

The gridlike spatial shields are built up in practice by, for example, steel frames, metal supports and metal reinforcement. These shields may surround LPZ 1.

The lightning flash may hit the structure at an arbitrary point of the roof.

For the magnetic field strength H_1 at an arbitrary point inside volume V_s of LPZ 1, caused by the first stroke, the following formula applies:

$$H_1 = k_H \cdot i_0 \cdot w/\left(d_w \cdot \sqrt{d_r}\right) \quad (A/m)$$

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999

D'où le champ magnétique, en un point arbitraire du volume V_s de ZPF 1, dû au premier impact, est:

$$H_{1/f/max} = k_H \cdot i_{f/max} \cdot w / \left(d_w \cdot \sqrt{d_r} \right) \quad \text{(A/m)}$$

le champ magnétique, en un point arbitraire du volume V_s de ZPF 1 dû aux impacts consécutifs est:

$$H_{1/s/max} = k_H \cdot i_{s/max} \cdot w / \left(d_w \cdot \sqrt{d_r} \right) \quad \text{(A/m)}$$

où

d_r est la distance la plus courte, en mètres, entre le point considéré et la partie supérieure de l'écran de ZPF 1

d_w est la distance la plus courte, en mètres, entre le point considéré et la paroi de l'écran de ZPF 1

$i_{f/max}$ est la valeur maximale du courant de premier impact, en ampères, choisi conformément au niveau de protection

$i_{s/max}$ est la valeur maximale du courant des impacts consécutifs, en ampères, choisi conformément au niveau de protection

k_H est le facteur de configuration $\left(1/\sqrt{m}\right)$. $k_H = 0{,}01 \left(1/\sqrt{m}\right)$

w est la taille de maille de l'écran en grille de ZPF 1, en mètres

Les valeurs du champ magnétique sont valables pour les volumes V_s dans les écrans en grille définis par la distance de sécurité $d_{s/2}$ (voir figure 5):

$$d_{s/2} = w \quad \text{(m)}$$

Les équipements informatiques ne doivent être installés que dans le volume V_s. Ainsi, les valeurs très élevées de champ magnétique à proximité des grilles ne doivent pas être prises en compte comme source de perturbations pour les équipements informatiques.

Pour des informations complémentaires relatives au calcul du champ électromagnétique, voir l'annexe C.

3.3 Ecrans spatiaux en grille entourant une ZPF ≥ 2

Pour les écrans en grille entourant des ZPF 2 ou supérieures, seuls des courants de foudre faibles s'écouleront. C'est pourquoi, en première approche, la réduction de H_n dans la ZPF n à H_{n+1} dans la ZPF n+1 peut être calculée à partir des formules de *SF* données dans le tableau 1, bien que le tableau 1 s'applique à un champ plan ($n \geq 1$).

Les valeurs issues des formules du tableau 1 sont valables pour un volume dans ZPF n+1 avec une distance de sécurité $d_{s/1}$ par rapport à l'écran:

$$d_{s/1} = w \cdot SF / 10 \quad \text{(m)}$$

où

SF est le facteur d'écran obtenu à partir des formules du tableau 1, en décibels

w est la taille de maille de l'écran en grille, en mètres

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

From this it follows that for the magnetic field strength at an arbitrary point inside volume V_s of LPZ 1, caused by the first stroke:

$$H_{1/f/max} = k_H \cdot i_{f/max} \cdot w / \left(d_w \cdot \sqrt{d_r}\right) \quad \text{(A/m)}$$

and for the magnetic field at an arbitrary point inside LPZ 1, caused by the subsequent strokes:

$$H_{1/s/max} = k_H \cdot i_{s/max} \cdot w / \left(d_w \cdot \sqrt{d_r}\right) \quad \text{(A/m)}$$

where

d_r is the shortest distance, in meters, between the point considered and the roof of the shield of LPZ 1

d_w is the shortest distance, in meters, between the point considered and the wall of the shield of LPZ 1

$i_{f/max}$ is the maximum value of the current of the first stroke, in amperes, chosen according to the protection level

$i_{s/max}$ is the maximum value of the current of the subsequent strokes, in amperes, chosen according to the protection level

k_H is the configuration factor $\left(1/\sqrt{m}\right)$. $k_H = 0{,}01 \left(1/\sqrt{m}\right)$

w is the mesh width, in meters, of the gridlike shield of LPZ 1

The values of the magnetic field are valid for volumes V_s inside the gridlike shields defined by a safety distance $d_{s/2}$ (see figure 5):

$$d_{s/2} = w \quad \text{(m)}$$

(Electronic) information equipment shall only be installed inside the volumes V_s. Thus the extremely high field values in the immediate vicinity of the grids shall not be considered as source of interference for the information equipment.

For additional information about the calculation of the magnetic field strength see annex C.

3.3 Gridlike spatial shields surrounding LPZ ≥ 2

In the gridlike shields surrounding LPZ 2 and further LPZ, no essential partial lightning currents will flow. Therefore in a first approach the reduction of H_n inside LPZ n to H_{n+1} inside LPZ n+1 can be evaluated from the formulae for the *SF*-values given in table 1 although table 1 is valid for a plane field ($n \geq 1$).

The values taken from the formulae of table 1 are valid for a volume inside LPZ n+1 with a safety distance $d_{s/1}$ from the shield:

$$d_{s/1} = w \cdot SF/10 \quad \text{(m)}$$

where

SF is the shielding factor evaluated from the formulae of table 1 in decibels

w is the mesh width of the gridlike shield in metres

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

La valeur d'atténuation du champ magnétique H_{n+1} dans ZPF n+1 peut être calculée avec les valeurs du tableau 1:

$$H_{n+1} = H_n / 10^{SF/20} \quad \text{(A/m)}$$

où

SF est le facteur d'écran obtenu à partir des formules du tableau 1, en décibels

H_n est le champ magnétique dans ZPF n, en ampères par mètre

3.4 Evaluation expérimentale du champ magnétique dans des écrans spatiaux en grille

En parallèle avec les calculs théoriques des champs magnétiques dans des structures avec écrans, des mesures peuvent être effectuées. La figure 6 montre une proposition de simulation de coup de foudre direct en un point arbitraire de la structure avec écran en utilisant un générateur de courant de foudre. Normalement, de tels essais peuvent être effectués à des niveaux faibles avec une forme d'onde du courant de foudre simulé qui doit être identique au courant de foudre réel.

3.5 Règles d'installation

L'élément conducteur qui va pénétrer l'écran doit être connecté à l'écran le plus près possible du point d'entrée.

Le réseau d'équipotentialité (voir 4.2) est un système maillé (comme défini en 3.4.2.1 de la CEI 61312-1) comprenant tous les éléments conducteurs internes de dimensions significatives, qui, en plus réduit le champ magnétique complémentaire dans un écran de grand volume. Le réseau maillé réduit les boucles avec une taille de maille de l'ordre de quelques mètres. Un réseau d'équipotentialité de type M joue le même rôle (voir 3.4.2.2 de la CEI 61312-1).

NOTE Si un réseau d'équipotentialité conforme à 4.2 est réalisé (en respectant les règles d'installation données dans ce paragraphe), les champs magnétiques dans les ZPF calculés selon 3.1 à 3.3 sont, en plus, réduits par un facteur typique de 2 (correspondant à 6 dB).

Il convient que les canalisations de puissance et des systèmes informatiques soient aussi proches que possible des éléments métalliques du réseau d'équipotentialité. Il est avantageux d'encastrer les canalisations dans des enveloppes métalliques de ce réseau, par exemple, dans des conduits en forme de U ou de tube (voir CEI 61000-5-2).

Aux limites des ZPF, une attention particulière doit être portée à l'installation des canalisations en raison des valeurs élevées du champ magnétique (voir l'article 4 de la CEI 61312-4).

Les matériels informatiques doivent être placés à des distances de sécurité $d_{s/1}$, $d_{s/2}$ respectivement, par rapport à l'écran de la ZPF (dans le volume V_s pour les matériels informatiques, voir la figure 5).

Pour le calcul des tensions induites et des courants dans les boucles des installations, voir l'annexe B. Les tensions et courants induits sont dus à une perturbation conduite (mode commun) vers les matériels informatiques (voir figure 7).

4 Réseau de terre et d'équipotentialité

Le réseau de terre comprend:

– les prises de terre (en contact avec le sol) et

– le réseau d'équipotentialité (non en contact avec le sol).

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999

The attenuation value of the magnetic field H_{n+1} inside LPZ n+1 can be calculated using the values taken from table 1:

$$H_{n+1} = H_n/10^{\,SF/20} \quad \text{(A/m)}$$

where

SF is the shielding factor evaluated from the formulae of table 1 in decibels

H_n is the magnetic field inside LPZ n in amperes per meter

3.4 Experimental evaluation of the magnetic field inside gridlike spatial shields

Besides the theoretical evaluations of the magnetic fields inside shielded structures, measurements can also be performed. Figure 6 shows a proposal for the simulation of a direct lightning strike to an arbitrary point of a shielded structure by the use of a lightning current generator. Normally, such tests can be done as low-level tests where the waveshape of the simulated lightning current shall be identical to the original lightning current.

3.5 Installation rules

Conducting elements penetrating the gridlike shields shall be bonded to the shield as closely as possible.

The bonding network (see 4.2) is a meshed system (as defined in 3.4.2.1 of IEC 61312-1) including all internal conductive parts of significant dimensions, which, in addition, reduces the magnetic field inside a large volume shield. Using the mesh system, many reduction loops are built, having mesh widths with dimensions in the range of several meters. A bonding network of type M (as defined in 3.4.2.2 of IEC 61312-1) operates in the same way.

NOTE If a bonding network according to 4.2 is installed (and if the installation rules given here are followed), the magnetic fields inside the LPZs calculated according to 3.1 to 3.3 are, in addition, reduced typically by a factor of 2 (corresponding to 6 dB).

The lines and cables of the electrical power and information system should be led as close to the metal components of the bonding network as possible. It is advantageous to embed the lines and cables into metal enclosures of the bonding network, for example U-shaped conduits or tubes (see IEC 61000-5-2).

At the boundary of LPZs particular attention shall be paid to the installation of lines and cables due to the substantial value of the magnetic field (see IEC 61312-4, clause 4).

Information equipment shall be positioned at safety distances $d_{s/1}$ and $d_{s/2}$ respectively from the shield of the LPZ (inside the volume for information equipment V_s, see figure 5).

For the calculation of magnetically induced voltages and currents into loops built up by installations, see annex B. The induced voltages and currents result in a conducted (common mode) interference to the information equipment (see figure 7).

4 Earthing system

The earthing system consists of:

– the earth termination system (in contact with the soil), and

– the bonding network (not in contact with the soil).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

4.1 Prises de terre

Le rôle principal de la prise de terre est d'écouler autant que possible le courant de foudre dans le sol (50 % ou plus) sans entraîner des différences de potentiel dangereuses dans le réseau de prise de terre.

Ce rôle est réalisé par un réseau maillé en dessous et autour de la structure.

Les électrodes de terre doivent constituer un système maillé comprenant les armatures du béton de la fondation. Cela constitue la disposition typique pour boucler l'écran électromagnétique de ZPF 1 au pied de la structure.

Le ceinturage de terre autour de la structure et/ou celui dans le béton à la périphérie de la base doit être connecté au réseau de terre par des conducteurs de terre placés tous les 5 m environ (pour de plus amples informations, voir 2.3.2 de la CEI 61024-1). En complément, des électrodes de terre externes peuvent être connectées à ces électrodes de ceinturage.

Les armatures du béton dans le sol doivent être mises à la terre. Les tiges de renfort doivent constituer un maillage interconnecté bien défini, connecté à la terre, généralement tous les 5 m.

Un maillage superposé en acier galvanisé avec une taille de maille généralement de 5 m peut être réalisé, soudé ou fixé aux tiges de renfort, en principe tous les 1 m. Les extrémités des tiges du réseau complémentaire peuvent jouer le rôle de conducteurs de terre pour les barres d'équipotentialité.

Un exemple de réseau de terre maillé d'implantation est donné à la figure 8.

Pour les définitions de la mise à la terre et de l'équipotentialité, voir l'annexe A.

4.2 Réseau d'équipotentialité

Le rôle principal de ce réseau est de mettre au même potentiel les équipements dans et sur la structure et de réduire le champ magnétique dans la structure.

Cette fonction est satisfaite par des interconnexions multiples de tous les composants métalliques dans et sur la structure, réalisant ainsi un réseau maillé d'équipotentialité tridimensionnel.

Tous les composants métalliques dans et sur la structure doivent être interconnectés par des conducteurs, réalisant ainsi des mailles d'une dimension de 5 m. Ces composants sont, par exemple, les installations métalliques, les enveloppes de matériels, les chemins de câbles, les services entrants, les armatures du béton des sols, des parois, les plafonds, les faux-planchers et autres composants structurels. L'ensemble de ces interconnexions constitue le réseau d'équipotentialité.

Le conducteur de protection de l'installation électrique (PE) doit être relié au réseau d'équipotentialité (conformément à la méthode maillée ou en étoile).

Les écrans électromagnétiques des ZPF à la périphérie et à l'intérieur de la structure doivent être raccordés au réseau d'équipotentialité, généralement tous les 5 m. Ces écrans sont en parallèle avec les armatures du béton, par exemple plafonds métalliques, façades métalliques, encadrements métalliques des fenêtres et des portes (voir exemples aux figures 9 et 10).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

4.1 Earth termination system

The main task of the earth termination system is to lead as much as possible of the lightning current into the soil (50 % or more) without producing dangerous potential differences in the earth termination system.

This task is met by a meshed network under and around the structure.

The earth electrodes shall form a meshed earth termination system integrating the reinforcement of the concrete in the floor of the basement. This is the typical manner in which to close the electromagnetic shield of LPZ 1 at the bottom of the structure.

The ring earth electrode around the structure and/or the ring earth electrode in the concrete at the periphery of the basement shall be connected to the earthing system by earthing conductors typically every 5 m (for details of the earth electrodes see 2.3.2 of IEC 61024-1). Further external earth electrodes may be connected to these ring electrodes.

The reinforcement of the concrete in the floor of the basement shall be connected to the earthing system. The rods of the reinforcement shall form a well defined interconnected mesh, connected to the earthing system typically every 5 m.

A superimposed mesh of galvanized steel with a mesh width of typically 5 m may be installed, welded or clamped to the rods of the reinforcement typically every 1 m. The ends of the superimposed mesh rods may act as earthing conductors for bonding bars.

As an example of a meshed earth termination system of a plant see figure 8.

For earthing and bonding definitions, see annex A.

4.2 Bonding network

The main task of the bonding network is to exclude dangerous potential differences between all equipment in and on the structure and to reduce the magnetic field inside the structure.

This task is met by multiple interconnection of all metal components in and on the structure thus setting up a three-dimensional, meshed, bonding network.

All metal components in and on the structure shall be interconnected by bonding conductors resulting in mesh widths of typically 5 m. Such components consist, for example, of metal installations, equipment cabinets, cable trays, service tubes, reinforcement of concrete in the floors, walls and ceilings, false floors, as well as other structural components. The interconnected metal components form the bonding network.

The protective earth (PE) of the electrical installation shall be integrated into the bonding network (according to the meshed or starpoint method).

The electromagnetic shields of the LPZs at the periphery and inside the structure shall be integrated into the bonding network by bonding conductors typically every 5 m. These shields are in addition to the reinforcement in concrete, and include for example metal roofs, metal facades and metal frames of windows and doors (for examples see figures 9 and 10).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Le champ magnétique dans la structure est réduit dans un large spectre de fréquences en raison de la réduction des boucles, réalisée par un réseau d'équipotentialité dont la dimension des mailles est, en règle générale, de 5 m.

Le réseau d'équipotentialité doit être connecté à la prise de terre, en règle générale tous les 5 m, complétant ainsi le réseau de terre.

Les bornes de terre doivent être intégrées aux enveloppes, châssis des matériels électriques et électroniques, les services entrants ainsi que dans les canalisations de puissance et de communication aux limites des ZPF.

Les bornes de ceinturage doivent être reliées au réseau d'équipotentialité par des conducteurs, en principe tous les 5 m. Les bornes locales doivent être connectées au réseau d'équipotentialité par des conducteurs de longueur inférieure à 1 m (pour plus d'informations relatives aux bornes d'équipotentialité, aux conducteurs d'équipotentialité et de terre, voir la CEI 61024-1 et la CEI 61312-1).

Les systèmes informatiques doivent être connectés en configuration maillée ou en étoile (pour les détails, voir la CEI 61312-1).

Pour les définitions de la mise à la terre et de l'équipotentialité, voir l'annexe A.

4.3 Combinaison des prises de terre et du réseau d'équipotentialité

L'ensemble des prises de terre et du réseau d'équipotentialité constitue le réseau de terre.

Le rôle principal du réseau de terre est de maintenir les différences de potentialité entre deux points quelconques de l'installation aussi faibles que possible.

Cette fonction est satisfaite par des chemins multiples et parallèles d'écoulement du courant de foudre et des courants induits, constituant ainsi un système d'impédance faible dans un large spectre de fréquences.

Les chemins multiples et parallèles présentent des fréquences de résonance différentes. La multiplicité des chemins de fréquence fonction des impédances constitue un système de faible impédance dans la gamme de fréquences considérée.

Un exemple de réseau de terre maillé est donné à la figure 11.

4.4 Exemple d'écran, d'équipotentialité et de mise à la terre

La figure 12 donne un exemple d'écran, d'équipotentialité et de mise à la terre d'un grand immeuble de bureaux.

L'écran est réalisé pour ZPF 1 par des armatures en acier et des façades métalliques et, pour les équipements électroniques sensibles dans ZPF 2, par des enveloppes blindées. Afin de réaliser un réseau maillé serré, plusieurs connexions sont prévues dans chaque local.

Dans ce cas, une ZPF 0 enveloppant l'alimentation de 20 kV est prévue. Cela est un cas particulier où l'installation de parafoudres immédiatement à l'entrée du réseau haute tension n'est pas possible.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

The magnetic field inside the structure is reduced over a large frequency spectrum by the reduction loops, set up by the bonding network with mesh widths of typically 5 m.

The bonding network shall be connected to the earth termination system typically every 5 m, thus completing the earthing system.

Bonding bars shall be installed for integrating the cabinets, housings and racks of electrical and electronic equipment into the bonding network and for bonding of services, electrical and information lines and cables at the boundaries of the LPZs.

Ring bonding bars shall be connected to the bonding network by earthing conductors typically every 5 m. Local bonding bars shall be connected to the bonding network by an earthing conductor typically not longer than 1 m (for details of bonding bars, bonding conductors and earthing conductors see IEC 61024-1 and IEC 61312-1).

Information systems shall be bonded in meshed configuration or starpoint configuration (for details see IEC 61312-1).

For earthing and bonding definitions see annex A.

4.3 Combination of the earth termination system and the bonding network

The combination of the earth termination system and the bonding network results in the earthing system.

The main task of the earthing system is to keep potential differences between any two points of the installation and equipment as low as possible.

This task is met by multiple and parallel paths for conducted lightning currents and induced currents, thus setting up a low impedance system over a large frequency spectrum.

The multiple and parallel paths have different resonance frequencies. A multitude of paths with frequency-dependent impedances gives a low impedance system over the frequency spectrum to be considered.

As an example of a meshed earthing system see figure 11.

4.4 Example of shielding, bonding and earthing layout

In figure 12 an example is given for a shielding, bonding and earthing layout of a big office building.

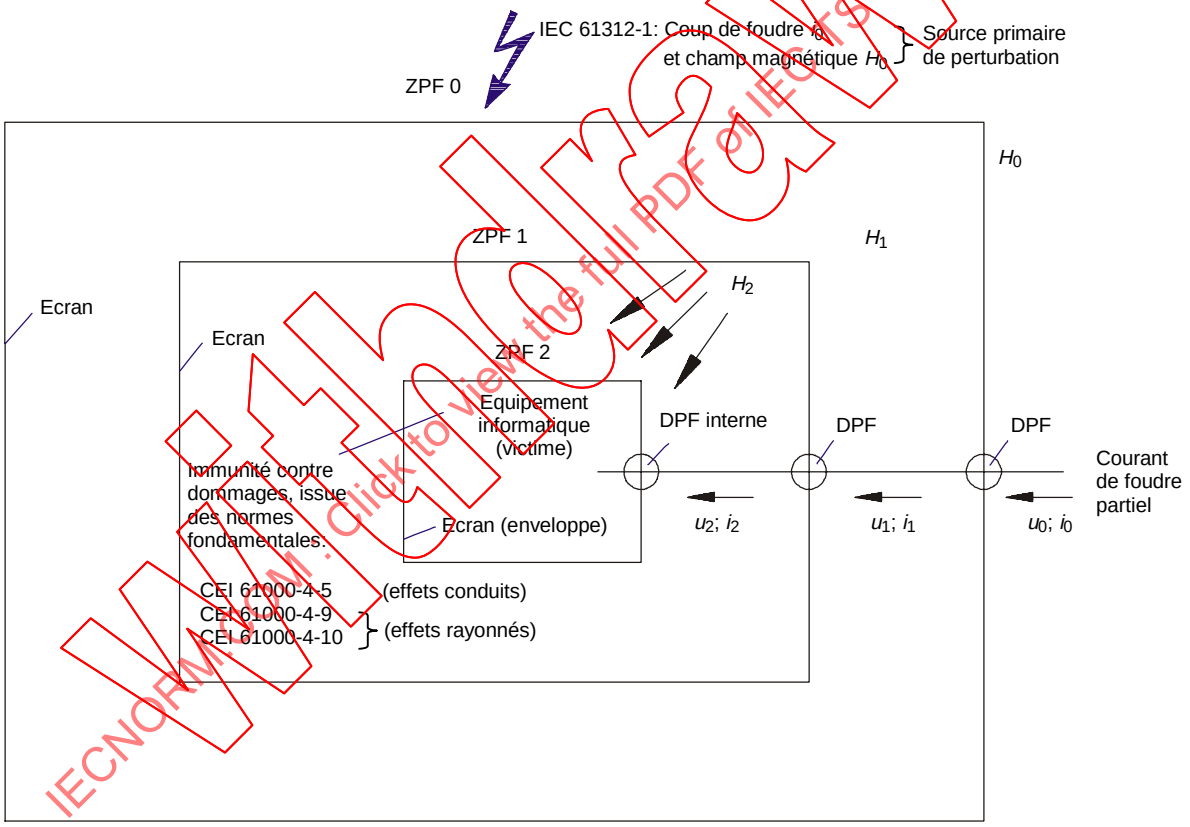
Shielding is achieved by steel reinforcement and metal facades for LPZ 1 and by shielded cabinets for highly sensitive electronic equipment in LPZ 2. In order to be able to install a narrow meshed bonding system, several bonding lashes are provided in every room.

In such a case an enveloped LPZ 0 is designed to house a power supply of 20 kV. This is a special case where the installation of arresters on the high voltage power side immediately at the entrance is not possible.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Tableau 1 – Atténuation magnétique des écrans spatiaux en grille dans le cas d'une onde plane due à un coup de foudre proche

Matériau	**SF** dB	
	25 kHz (voir note 1)	**1 MHz** (voir note 2)
Cuivre/aluminium	$20 \cdot \log(8{,}5/w)$	$20 \cdot \log(8{,}5/w)$
Acier (voir note 3)	$20 \cdot \log\left[(8{,}5/w)/\sqrt{1 + 18 \cdot 10^{-6}/r^2}\right]$	$20 \cdot \log(8{,}5/w)$
NOTE 1 Valable pour le champ magnétique H_f au premier impact.		
NOTE 2 Valable pour le champ magnétique H_s pour les impacts consécutifs.		
NOTE 3 Perméabilité $\mu_r \approx 200$		
w dimension de maille de l'écran en grille (m), avec $w \leq 5$ m		
r rayon d'une tige de l'écran en grille (m)		



i_0 et H_0: choc 10/350 µs et choc 0,25/100 µs
IEC 61000-4-5: *U*: choc 1,2/50 µs; *i*: choc 8/20 µs
IEC 61000-4-9: *H*: choc 8/20 µs (oscillation amortie 25 kHz); T_P = 10 µs
IEC 61000-4-10: *H*: oscillation amortie 1 MHz (choc 0,2/0,5 µs); T_P = 0,25 µs

IEC 905/99

Figure 1 – Situation CEM en cas de coup de foudre

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Table 1 – Magnetic attenuation of gridlike spatial shields in case of a plane wave caused by a nearby lightning strike

Material	***SF*** dB	
	25 kHz (see note 1)	**1 MHz** (see note 2)
Copper/aluminium	$20 \cdot \log(8{,}5/w)$	$20 \cdot \log(8{,}5/w)$
Steel (see note 3)	$20 \cdot \log\left[(8{,}5/w) \Big/ \sqrt{1 + 18 \cdot 10^{-6}/r^2} \right]$	$20 \cdot \log(8{,}5/w)$

NOTE 1 Valid for the magnetic field H_f of the first stroke.

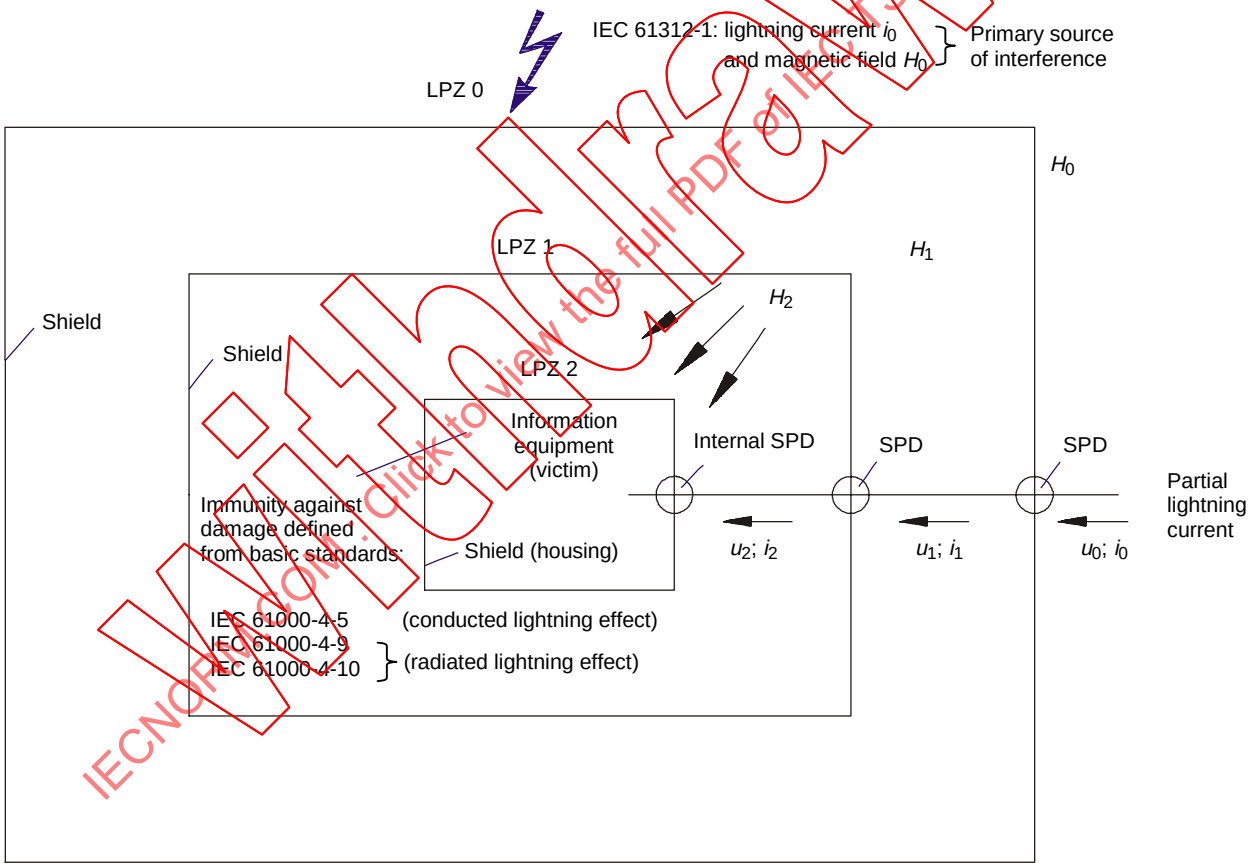
NOTE 2 Valid for the magnetic field H_s of the subsequent strokes.

NOTE 3 Permeability $\mu_r \approx 200$

w Mesh width of the gridlike shield (m), where $w \leq 5$ m;

r Radius of a rod of the gridlike shield (m)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

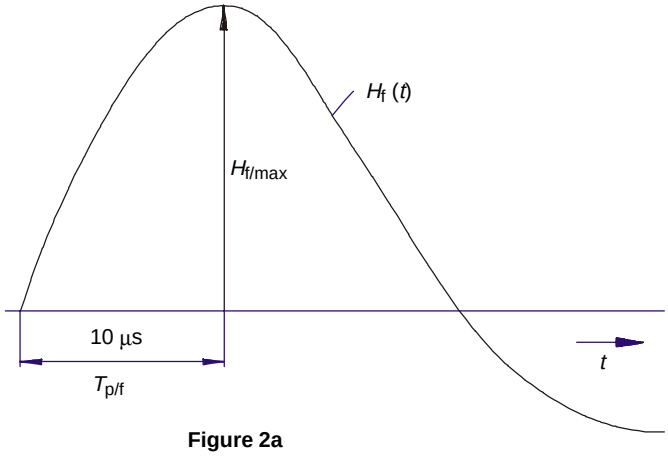


i_0 and H_0: impulse 10/350 µs and impulse 0,25/100 µs
IEC 61000-4-5: *U*: impulse 1,2/50 µs; *i*: impulse 8/20 µs
IEC 61000-4-9: *H*: impulse 8/20 µs (damped oscillation 25 kHz); T_P = 10 µs
IEC 61000-4-10: *H*: damped oscillation 1 MHz (impulse 0,2/0,5 µs); T_P = 0,25 µs

IEC 905/99

Figure 1 – Situation of EMC in the case of lightning strike

Norme fondamentale: IEC 61000-4-9



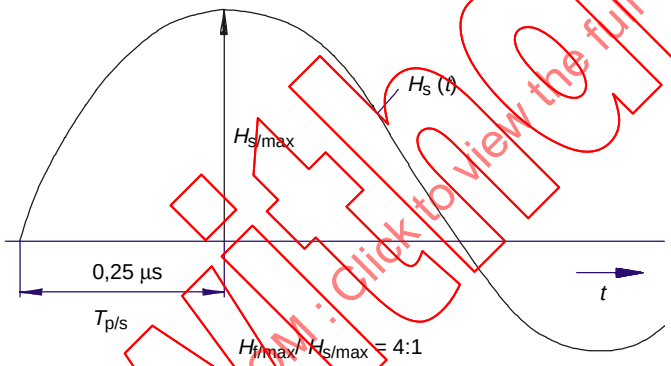
Simulation de la montée du champ au premier impact (10/350 µs)

Un seul choc 8/20 µs (une seule oscillation amortie 25 kHz)

IEC 906/99

Figure 2a

Norme fondamentale: IEC 61000-4-10



Simulation de la montée du champ aux impacts consécutifs (0,25/100 µs)

Oscillations multiples amorties 1 MHz (chocs multiples 0,2/0,5 µs)

IEC 907/99

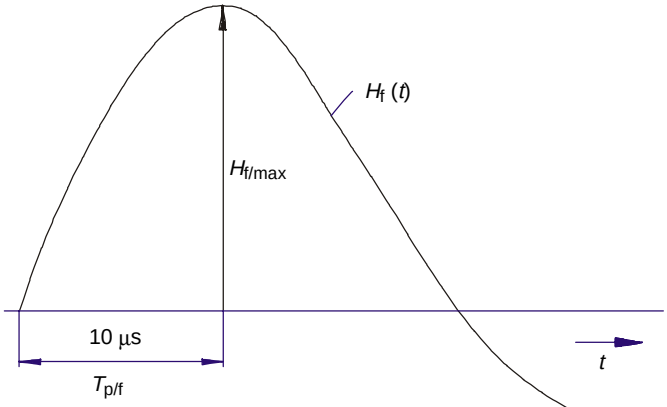
Figure 2b

NOTE Bien que les définitions du temps jusqu'à la valeur maximale T_p et du temps de montée T_1 soient différentes, leurs valeurs numériques sont prises égales à celles données ici pour une approche appropriée.

Figure 2 – Description du champ magnétique lors du temps de montée par des oscillations amorties

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Basic standard: IEC 61000-4-9



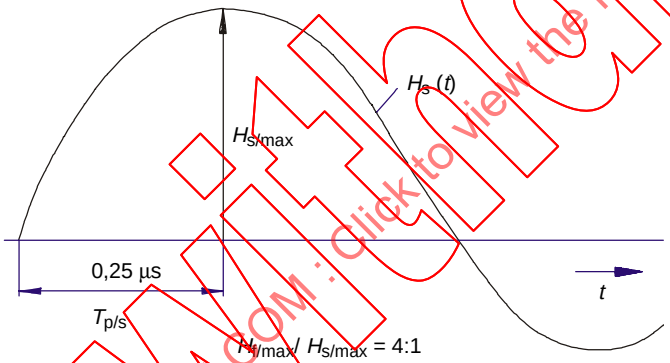
Simulation of the rise of the field of the first stroke (10/350 µs)

Single impulse 8/20 µs (single damped 25 kHz oscillation)

IEC 906/99

Figure 2a

Basic standard: IEC 61000-4-10



Simulation of the rise of the field of the subsequent strokes (0,25/100 µs)

Multiple damped 1 MHz oscillations (multiple impulses 0,2/0,5 µs)

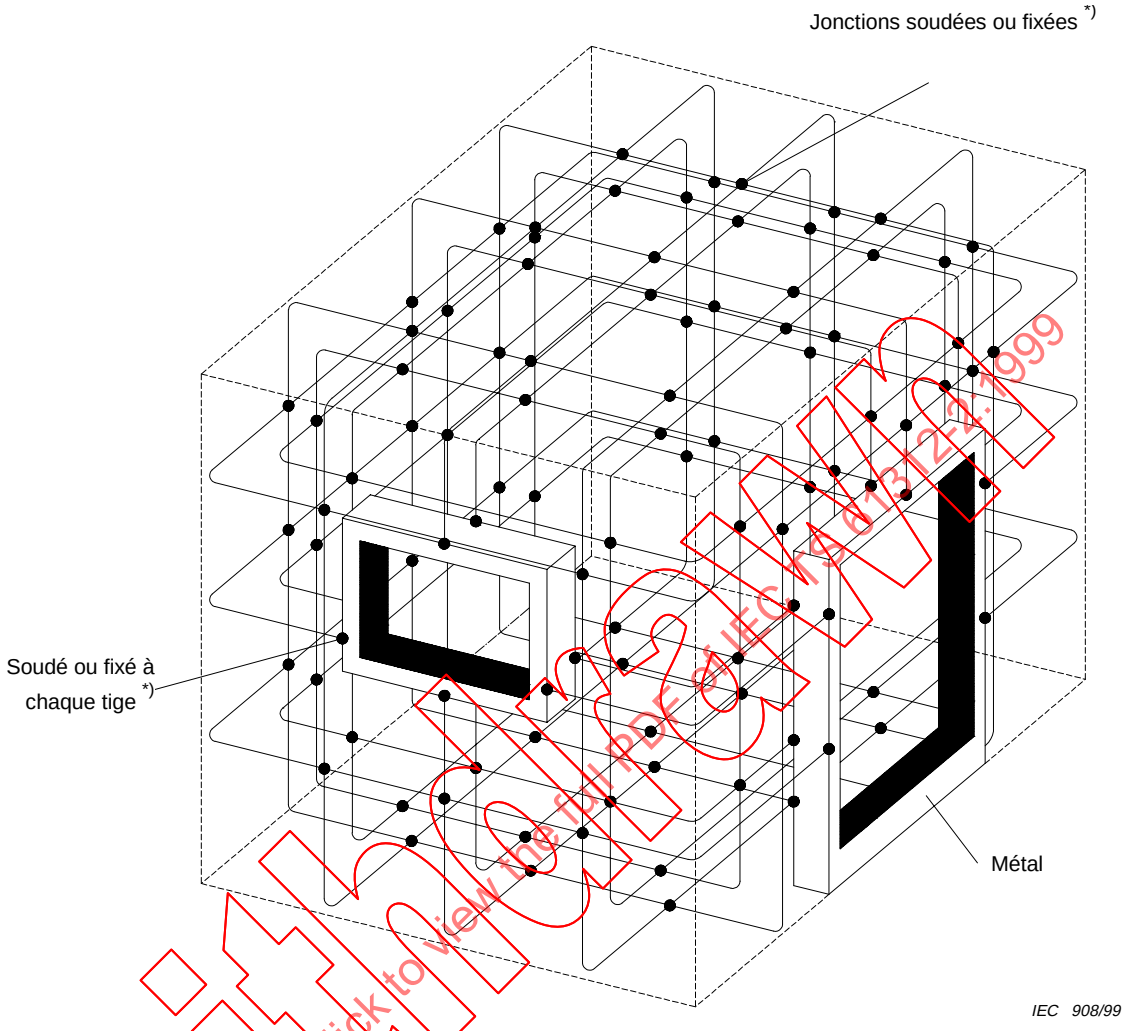
IEC 907/99

Figure 2b

NOTE Although the definitions of the time to the maximum value T_p and the front time T_1 are different, for a suitable approach their numerical values are taken as equal here.

Figure 2 – Description of the magnetic field during the rise period by damped oscillations

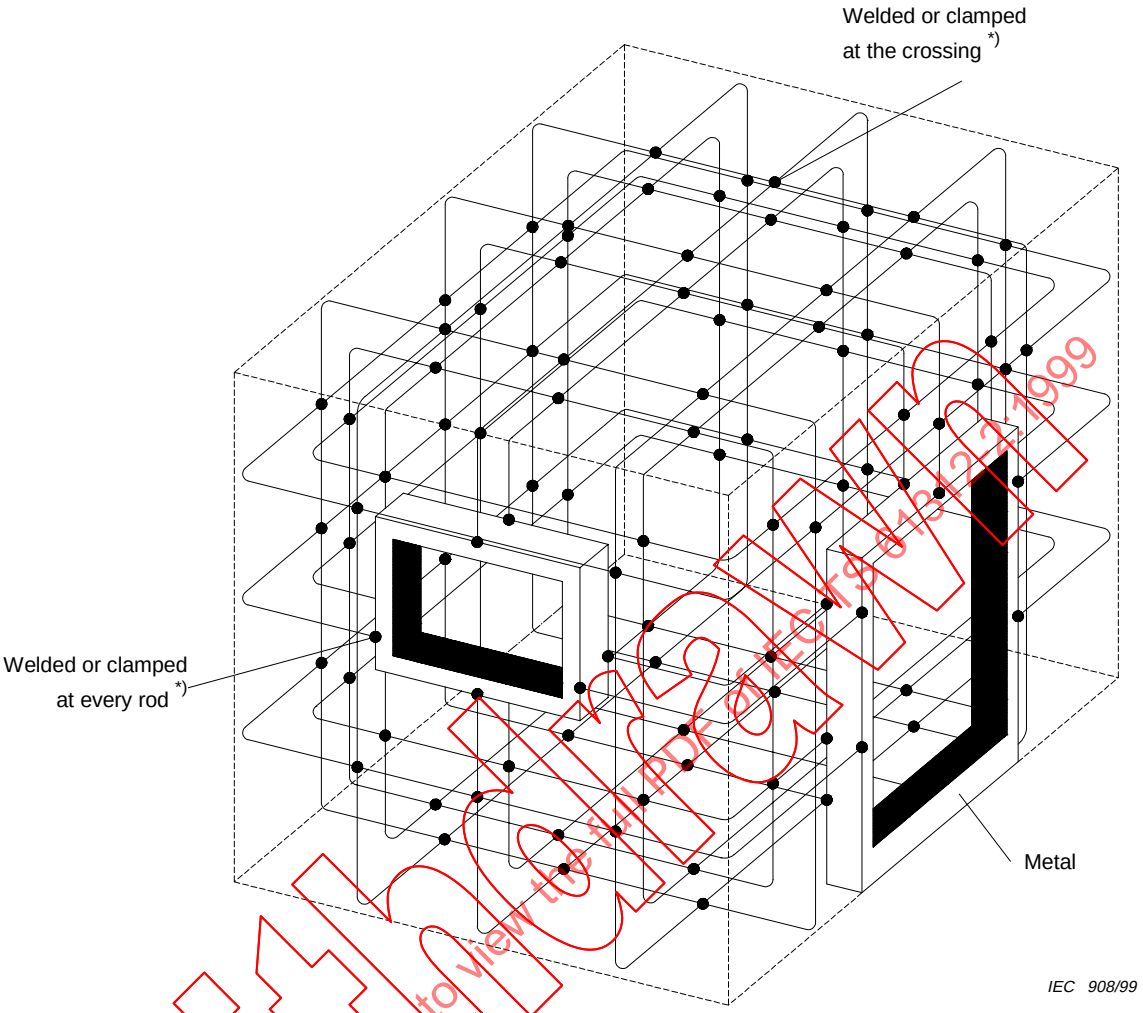
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999 Withdrawn



*) En pratique, il n'est pas possible, pour des structures étendues, de réaliser une soudure ou une fixation en chaque point. Toutefois, la plupart des points sont naturellement interconnectés par des rapprochements renforcés ou par des ligatures. Une approche pratique pourrait être de réaliser une connexion environ tous les mètres.

Figure 3 – Ecran à large volume réalisé par armatures et ossatures métalliques

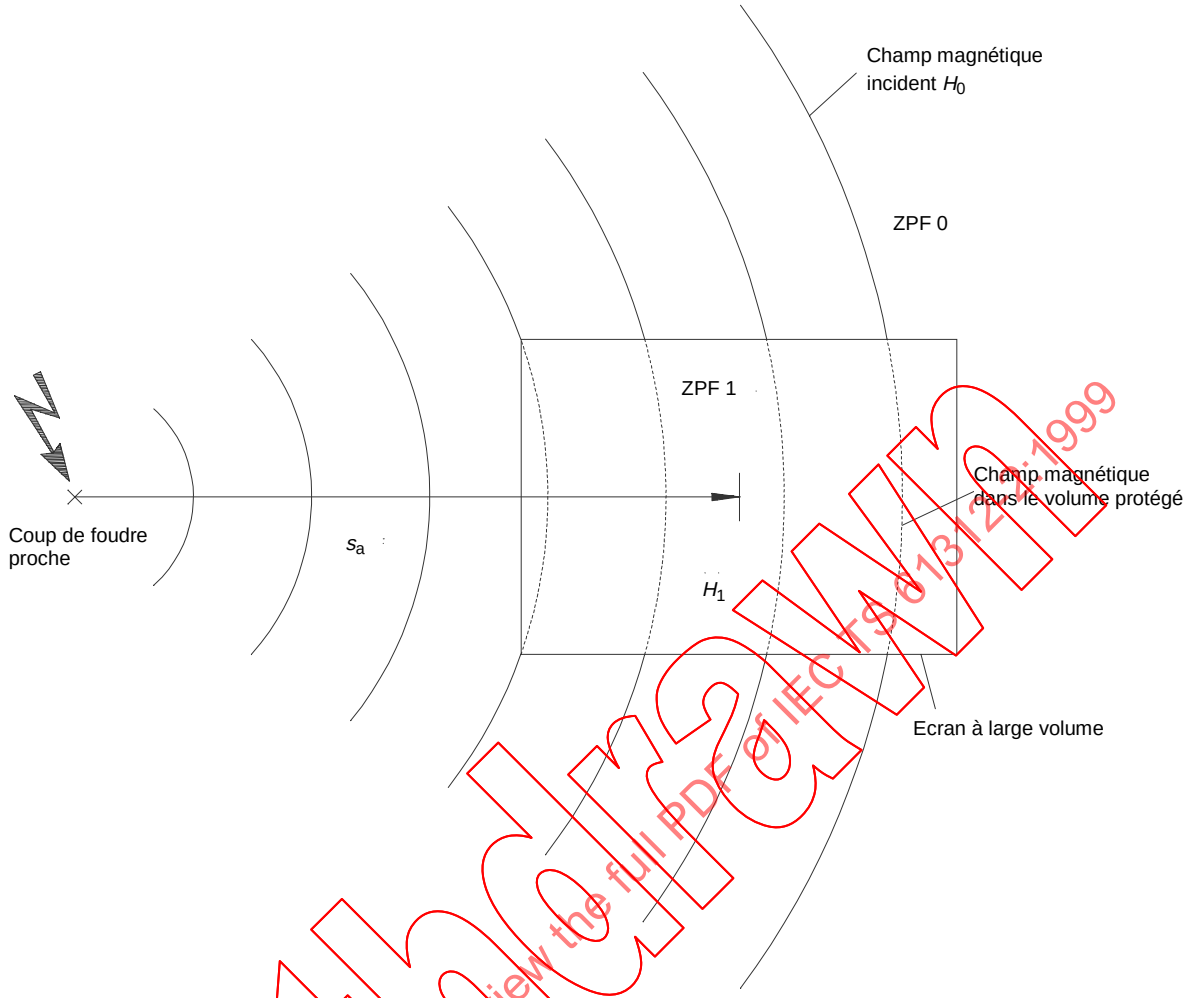
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn



*) In practice, it is not possible for extended structures to be welded or clamped at every point. However, most of the points are naturally connected by direct contacts or by additional wiring. A practical approach therefore could be a connection at about every 1 m.

Figure 3 – Large-volume shield built by metal reinforcement and frames

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

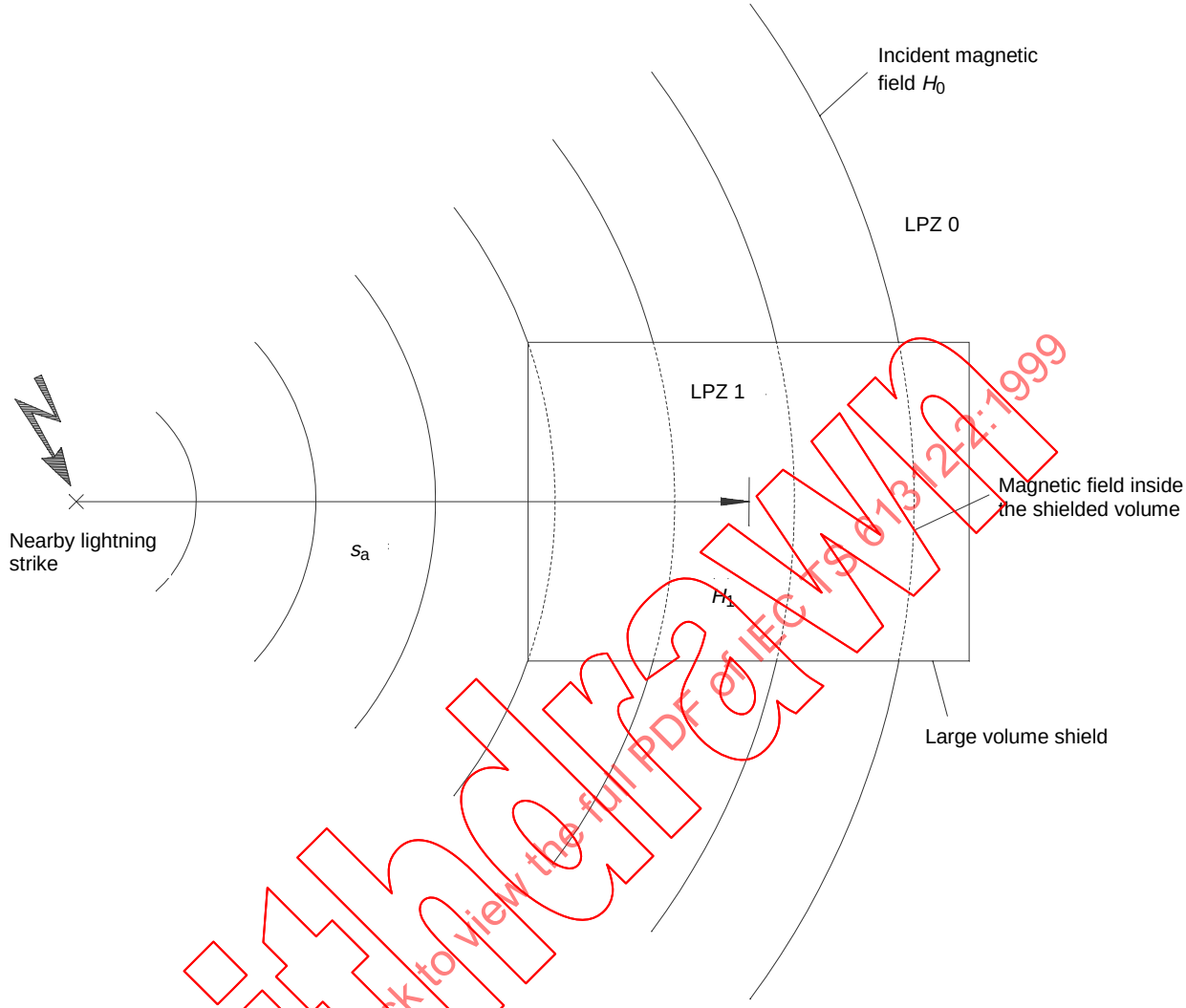


s_a distance moyenne entre le point d'impact et le volume protégé

IEC 909/99

Figure 4 – Situation en cas de coup de foudre proche

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999

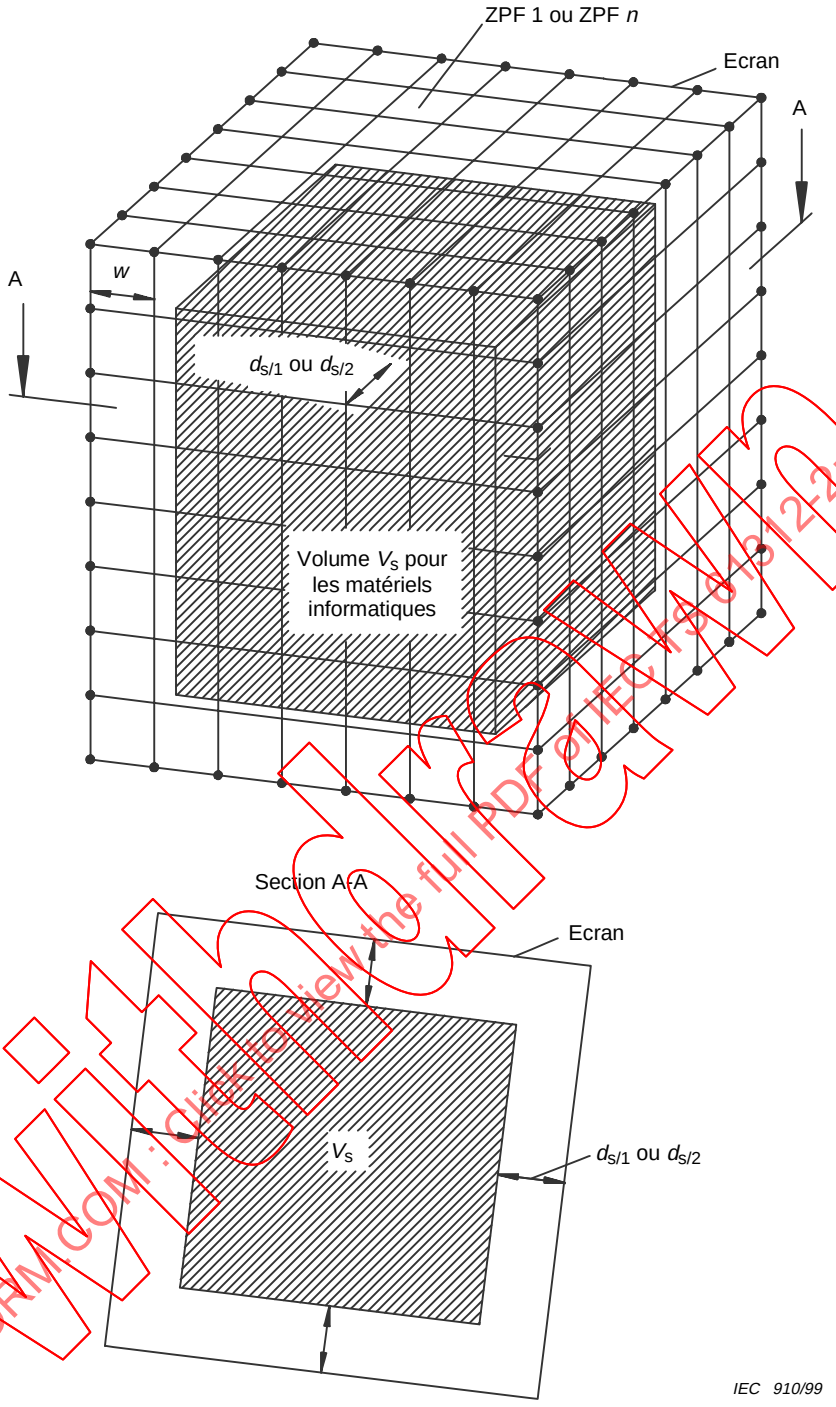


s_a Average distance between the point of strike and the shielded volume

IEC 909/99

Figure 4 – Situation in the case of a nearby lightning strike

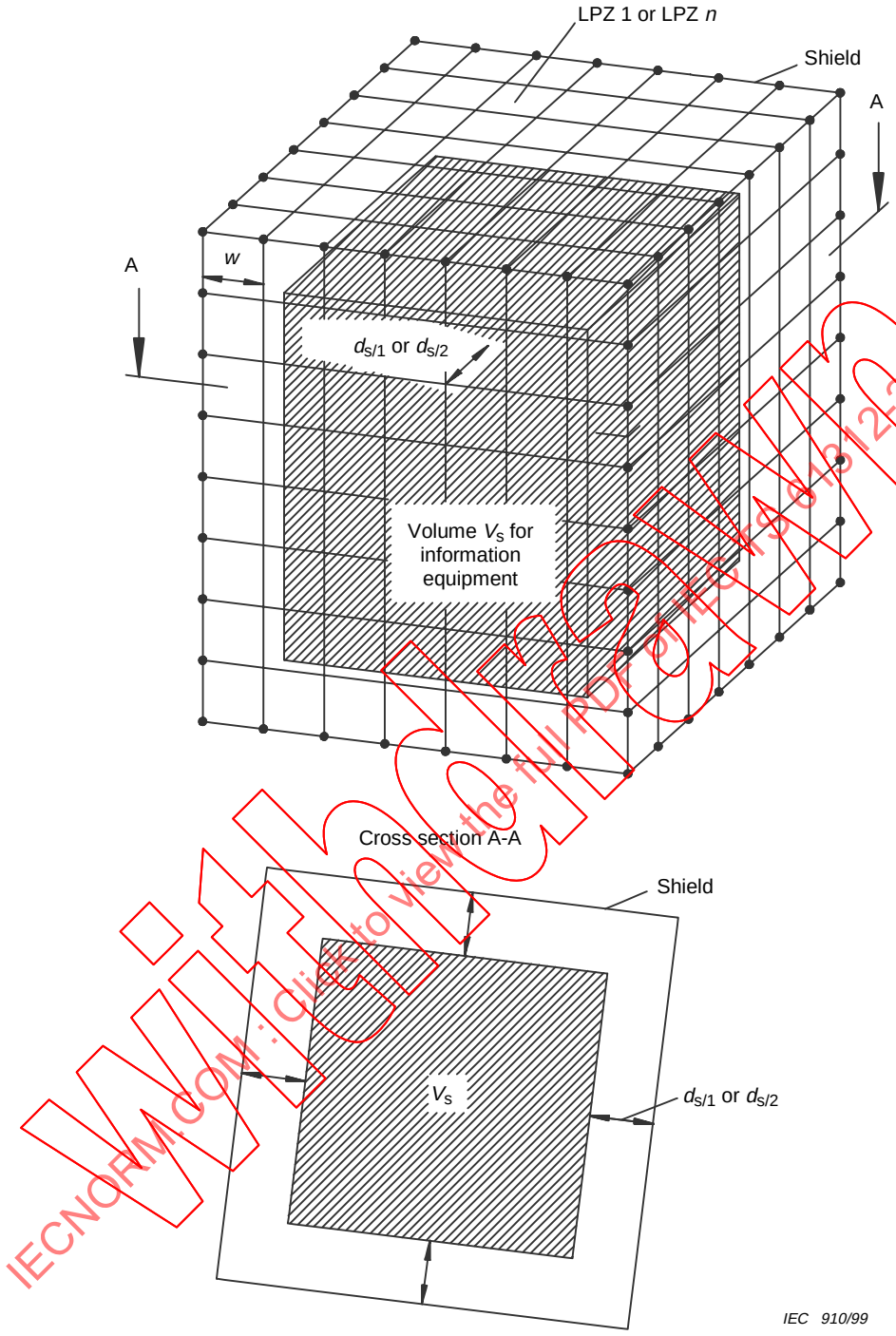
Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999

NOTE Le volume V_s pour la mise en place des matériels informatiques conserve une distance de sécurité $d_{s/1}$ ou $d_{s/2}$ par rapport à l'écran de ZPF 1 ou ZPF *n*.

Figure 5 – Volume pour les matériels informatiques dans ZPF 1 ou ZPF *n*



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

NOTE The volume V_s for the positioning of information equipment keeps a safety distance $d_{s/1}$ or $d_{s/2}$ from the LPZ 1 or LPZ *n* shield.

Figure 5 – Volume for information equipment inside LPZ 1 or LPZ *n*

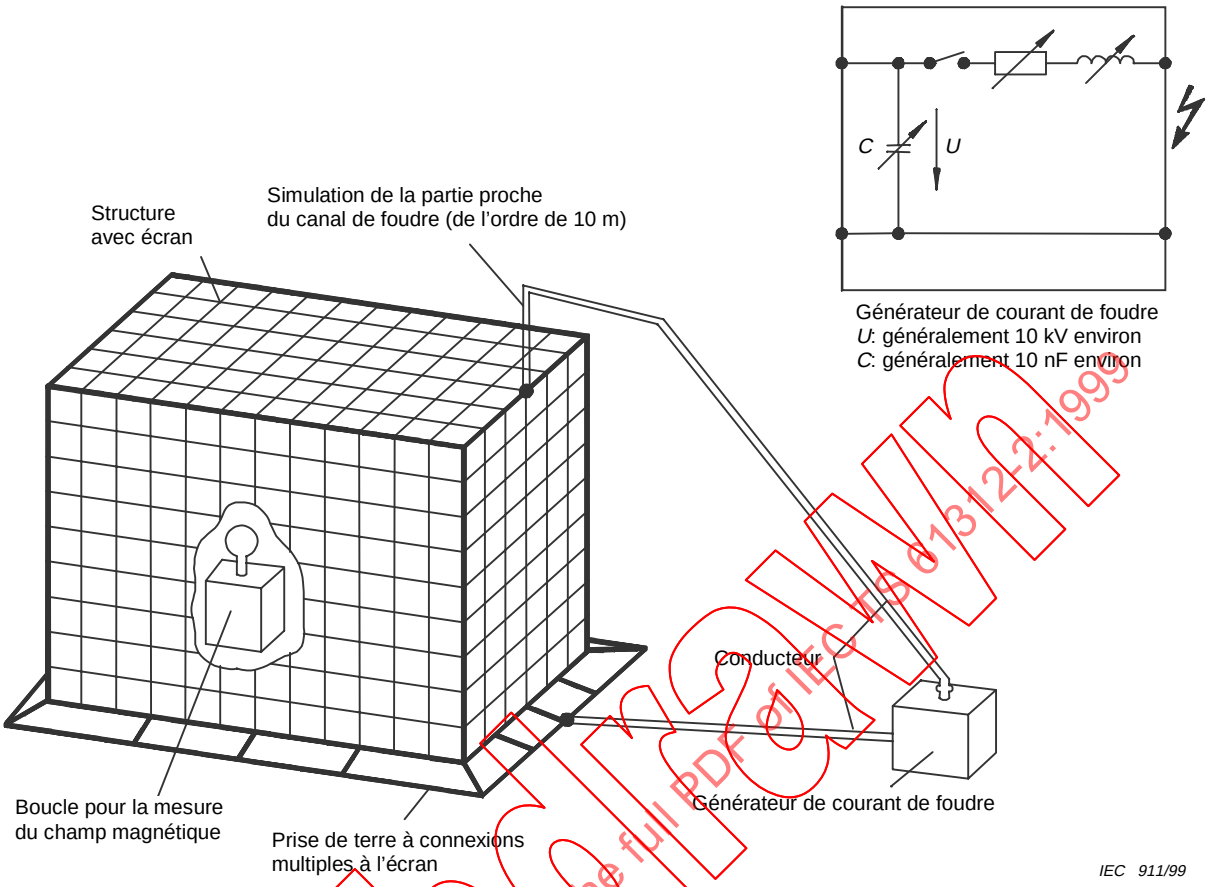


Figure 6 – Proposition d'essai de courant de foudre de niveau faible pour l'évaluation du champ magnétique dans une structure avec écran

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

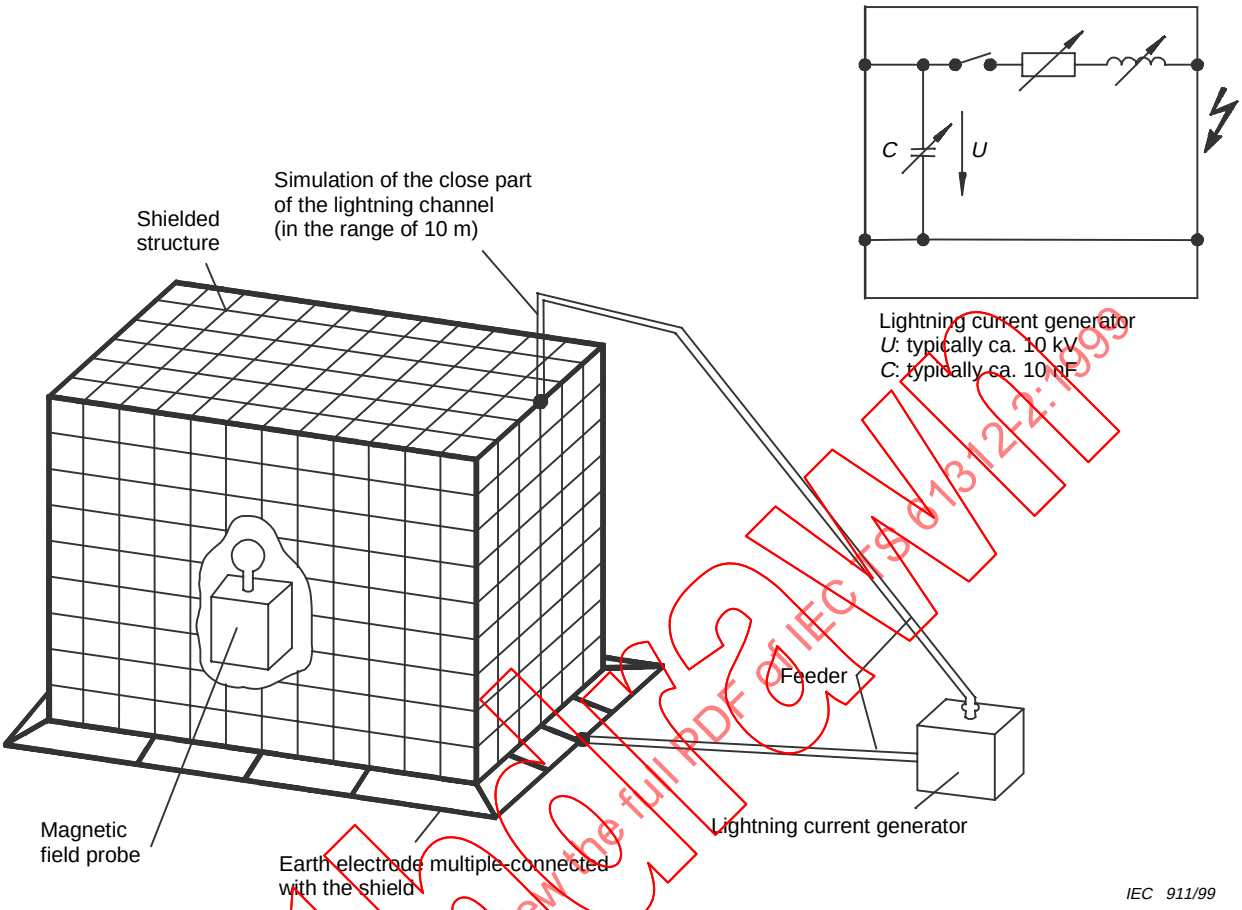


Figure 6 – Proposal of a low-level lightning current test for the evaluation of the magnetic field inside a shielded structure

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

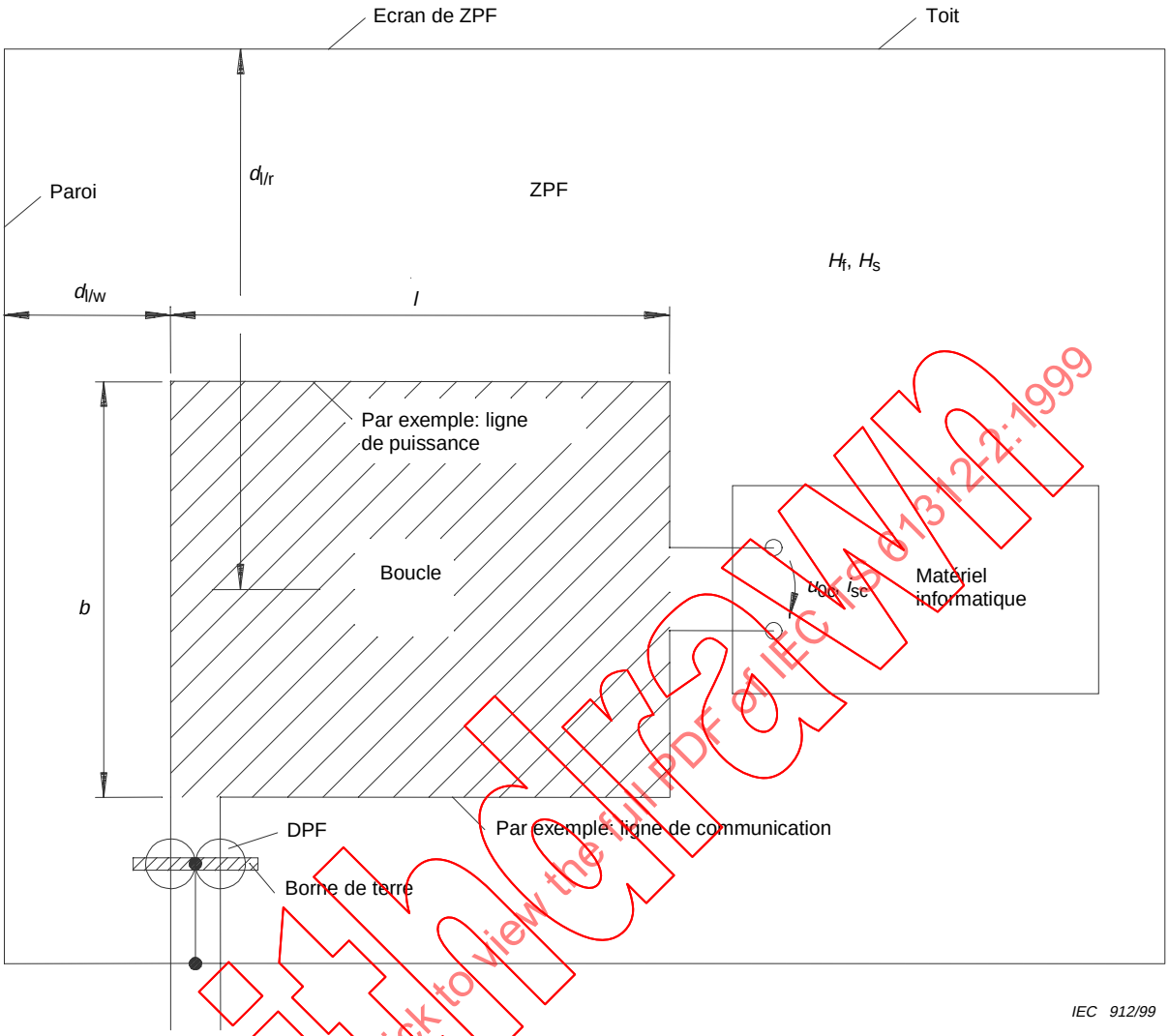


Figure 7 – Tensions et courants induits dans une boucle

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

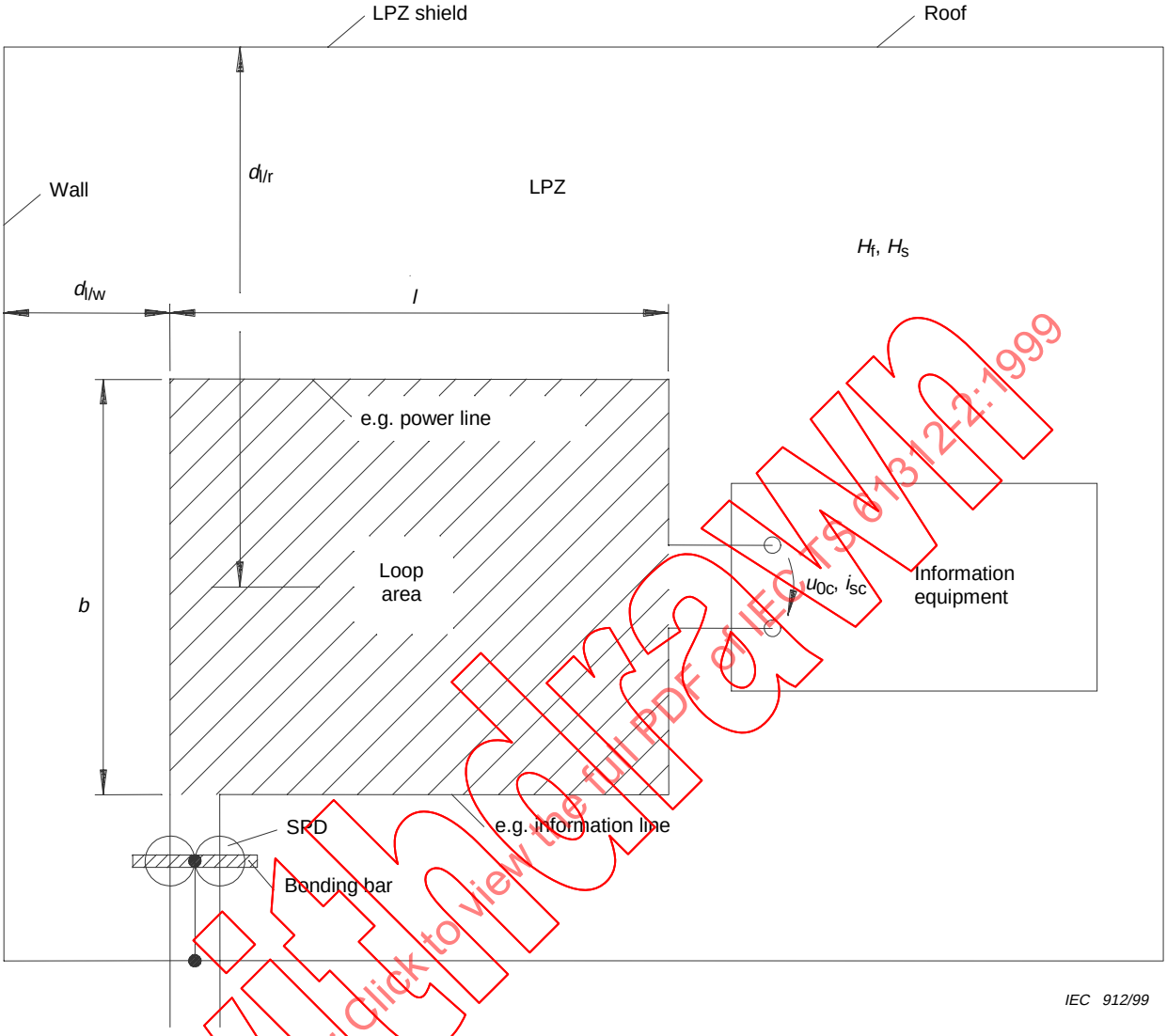
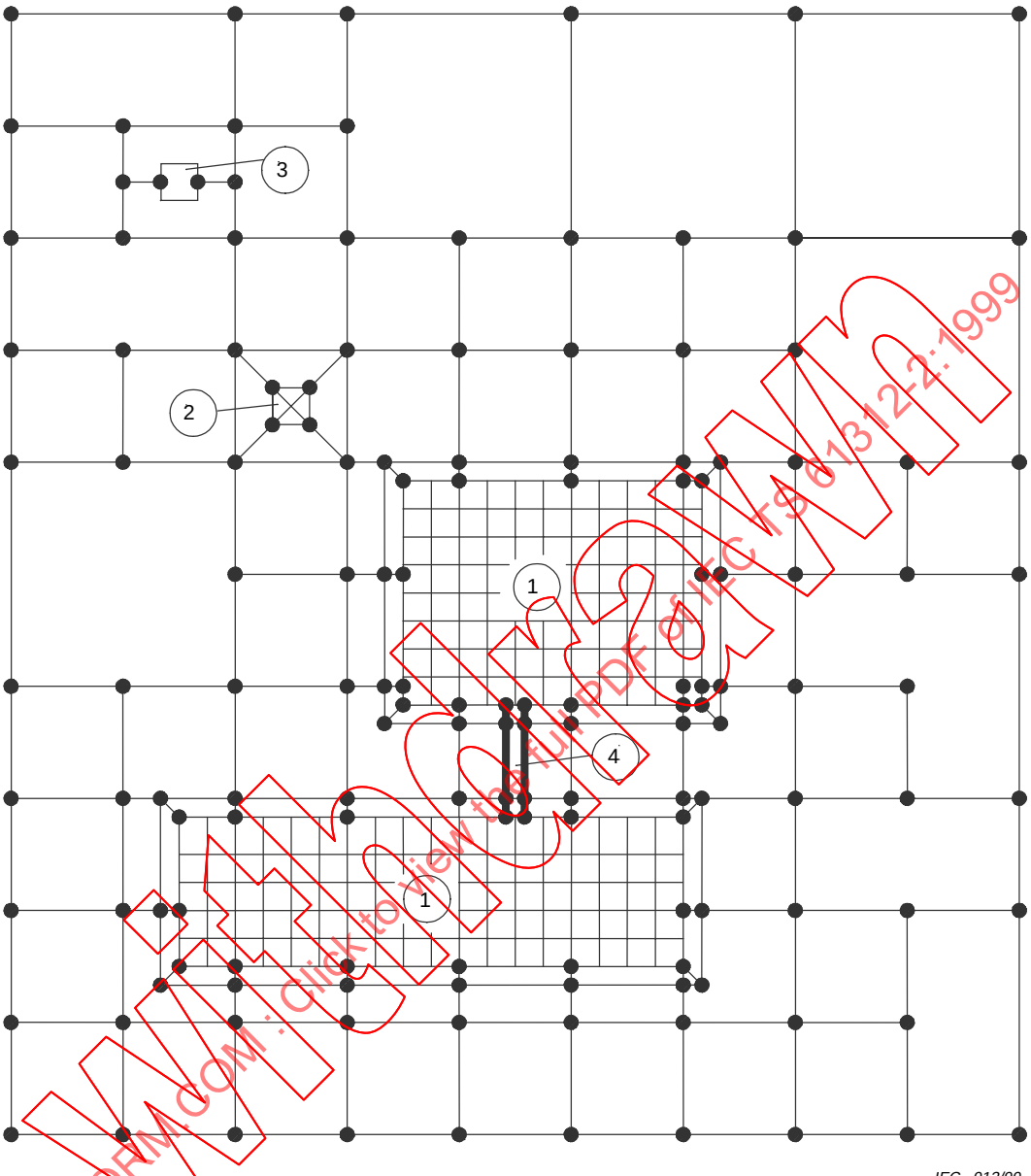


Figure 7 – Induced voltages and currents into a loop

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

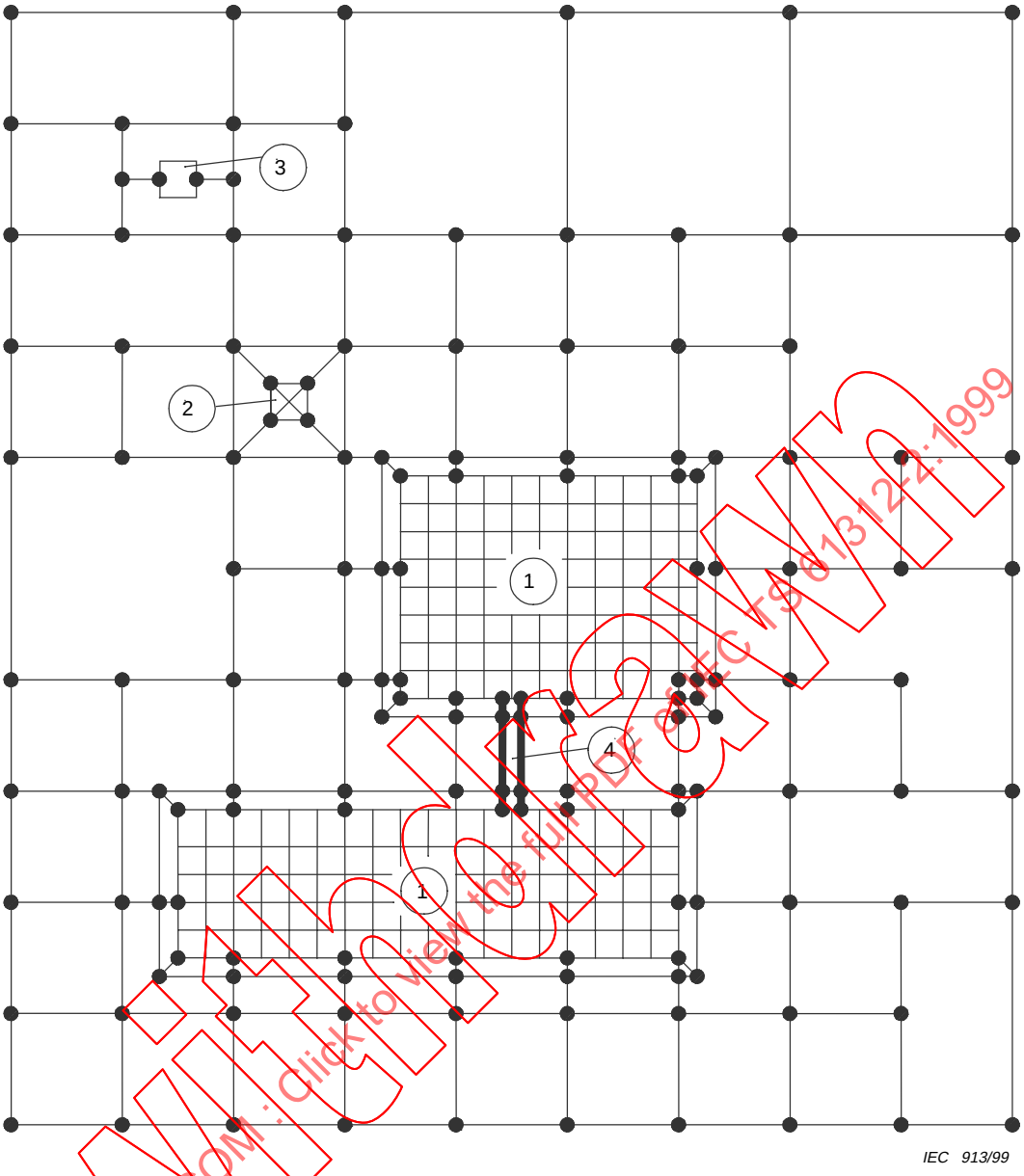


IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Légende

1 Bâtiment avec réseau maillé des armatures
2 Tour de l'implantation
3 Equipement isolé
4 Chemin de câbles

Figure 8 – Réseau de terre maillé d'une implantation



Key

1 Building with meshed network of the reinforcement

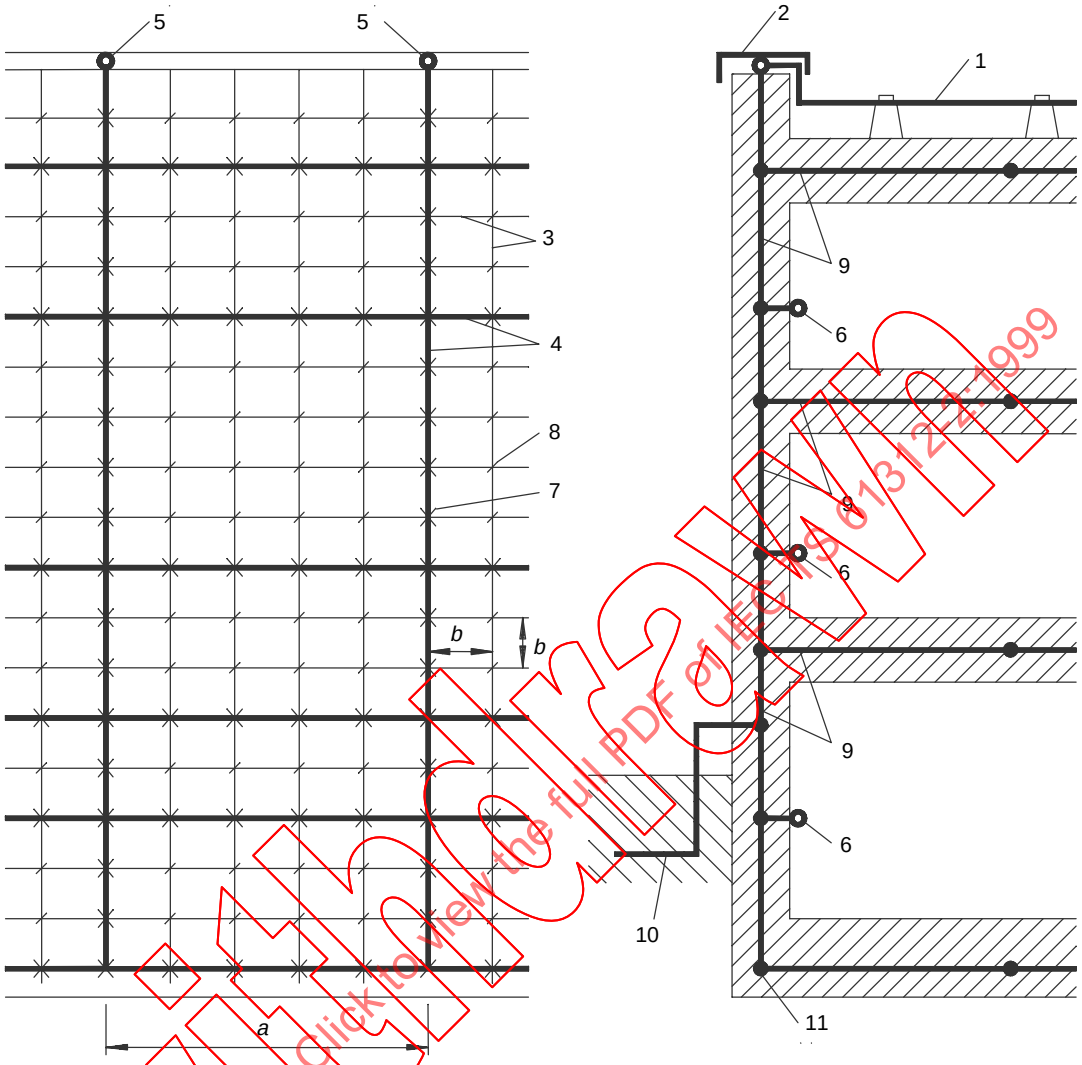
2 Tower inside the plant

3 Stand-alone equipment

4 Cable tray

Figure 8 – Meshed earth termination system of plant

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn



(dimensions typiques: a = 5 m, b = 1 m)

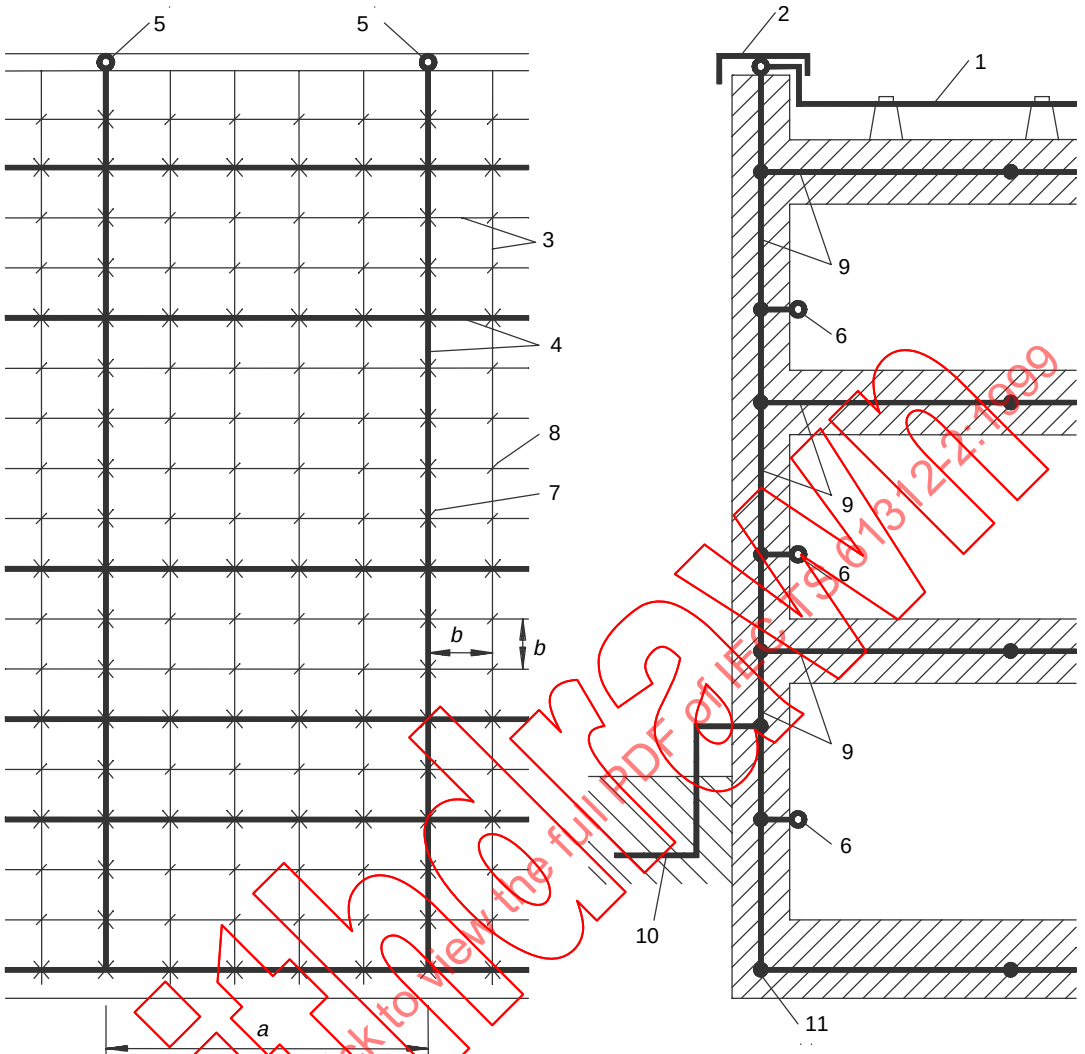
IEC 914/99

Légende

1 Conducteur de capture
2 Revêtement métallique de rebord de toiture
3 Tiges de renfort en acier
4 Conducteurs maillés superposés à l'armature
5 Jonction de conducteur maillé
6 Jonction de borne interne d'équipotentialité
7 Connexion par soudure ou fixation
8 Connexion arbitraire
9 Armature du béton (avec conducteurs maillés superposés)
10 Ceinturage d'équipotentialité (s'il existe)
11 Boucle à fond de fouille

Figure 9 – Utilisation des tiges de renfort d'une structure pour la réalisation de l'écran et de l'équipotentialité

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn



(typical dimensions: $a = 5$ m, $b = 1$ m)

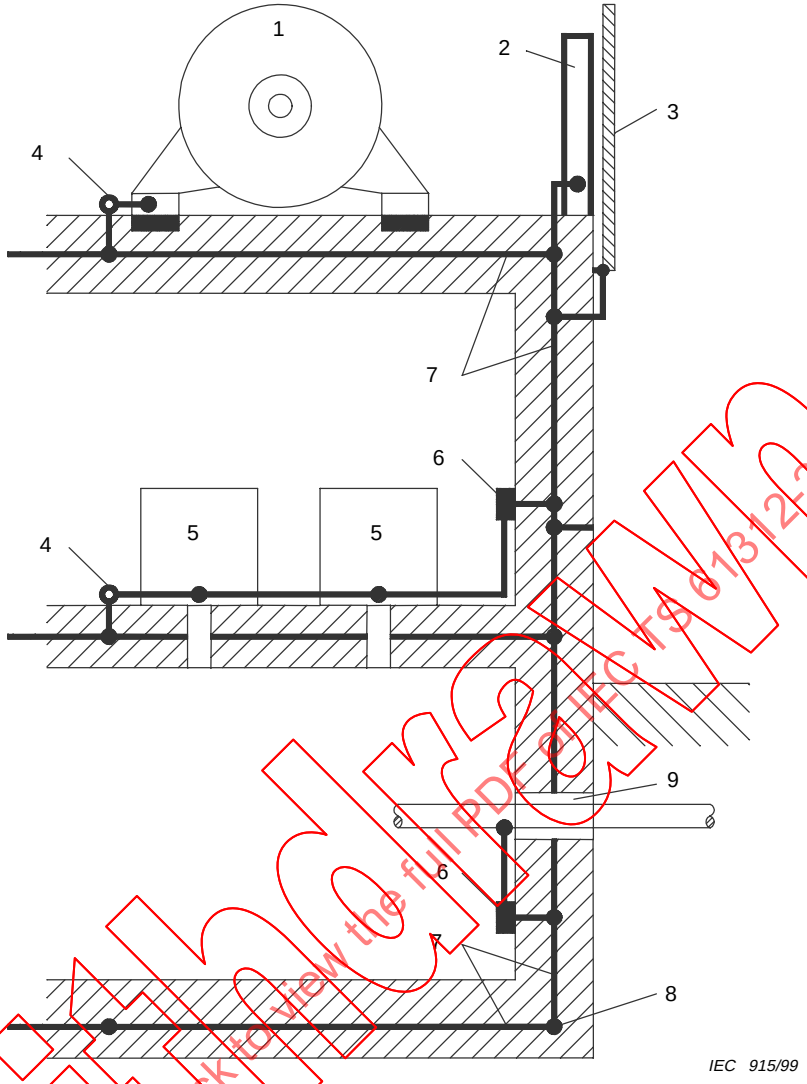
IEC 914/99

Key

1 Air termination conductor
2 Metal covering of the roof parapet
3 Steel reinforcing rods
4 Mesh conductors superimposed on the reinforcement
5 Joint of the mesh conductor
6 Joint for an internal bonding bar
7 Connection by welding or clamping
8 Arbitrary connection
9 Steel reinforcement in concrete (with superimposed mesh conductors)
10 Ring earth electrode (if any)
11 Foundation earth electrode

Figure 9 – Utilizing the reinforcing rods of a structure for shielding and equipotential bonding

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

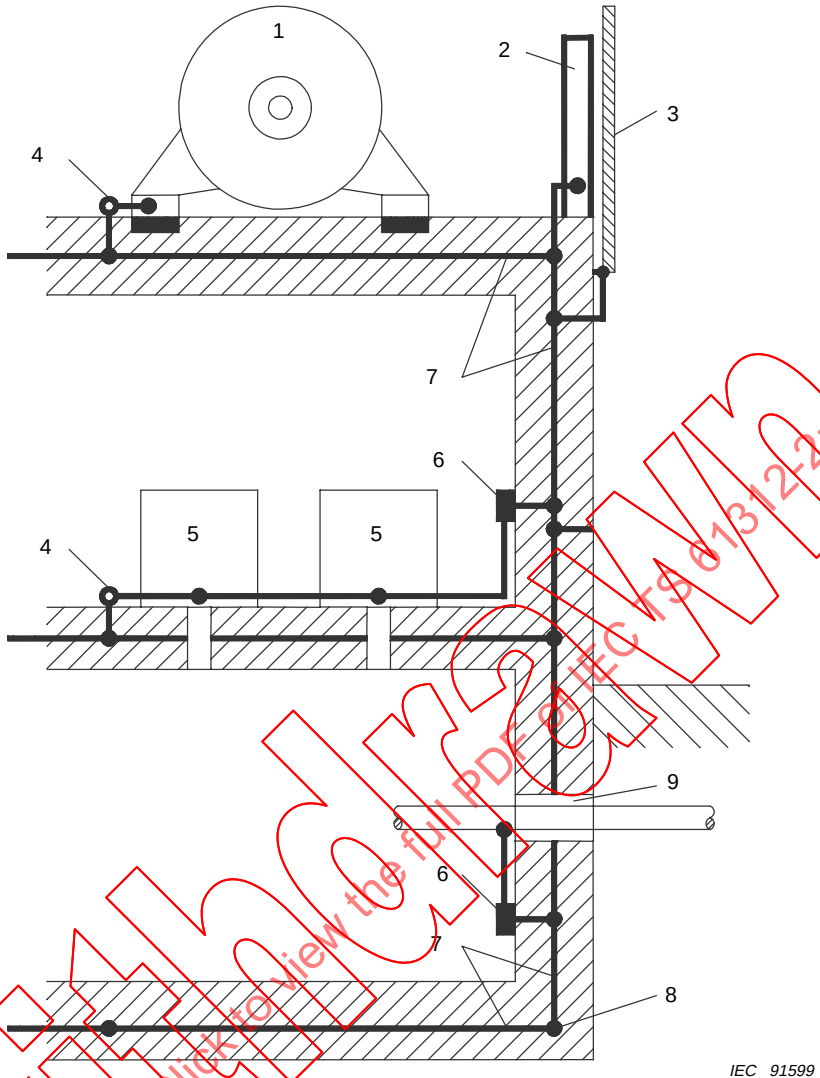


Légende

1 Equipement électrique de puissance
2 Poutre en acier
3 Revêtement métallique de façade
4 Connexion d'équipotentialité
5 Equipement électrique
6 Borne d'équipotentialité
7 Armature du béton (avec conducteurs maillés superposés)
8 Boucle à fond de fouille
9 Entrée commune à plusieurs services

Figure 10 – Equipotentialité dans une structure avec armature en acier

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn



Key

1 Electric power equipment
2 Steel girder
3 Metal covering of the facade
4 Bonding joint
5 Electric equipment
6 Bonding bar
7 Steel reinforcement in concrete (with superimposed mesh conductors)
8 Foundation earth electrode
9 Common inlet for different services

Figure 10 – Equipotential bonding in a structure with a steel reinforcement

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

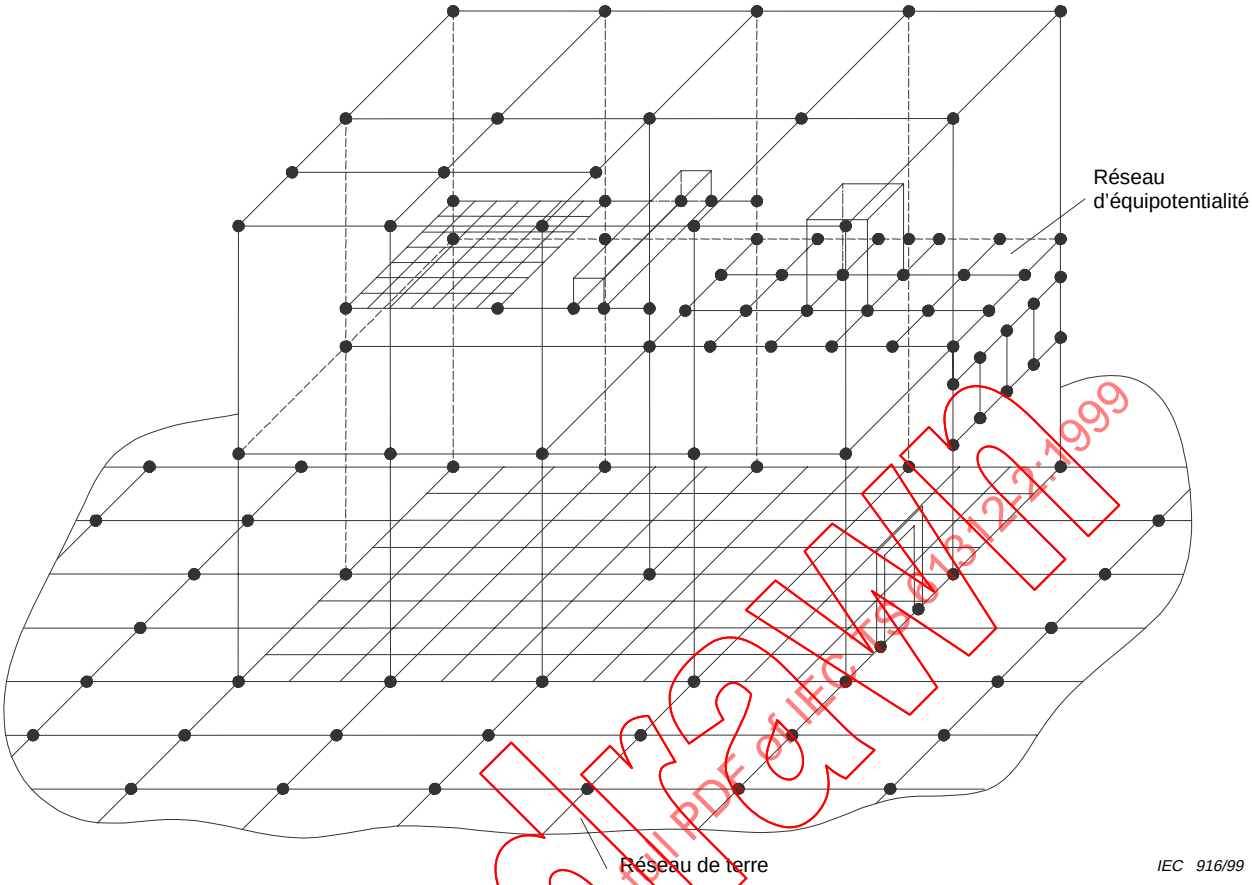


Figure 11 – Exemple de réseau de terre constitué du réseau équipotentiel combiné aux prises de terre

Withdrawn
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999

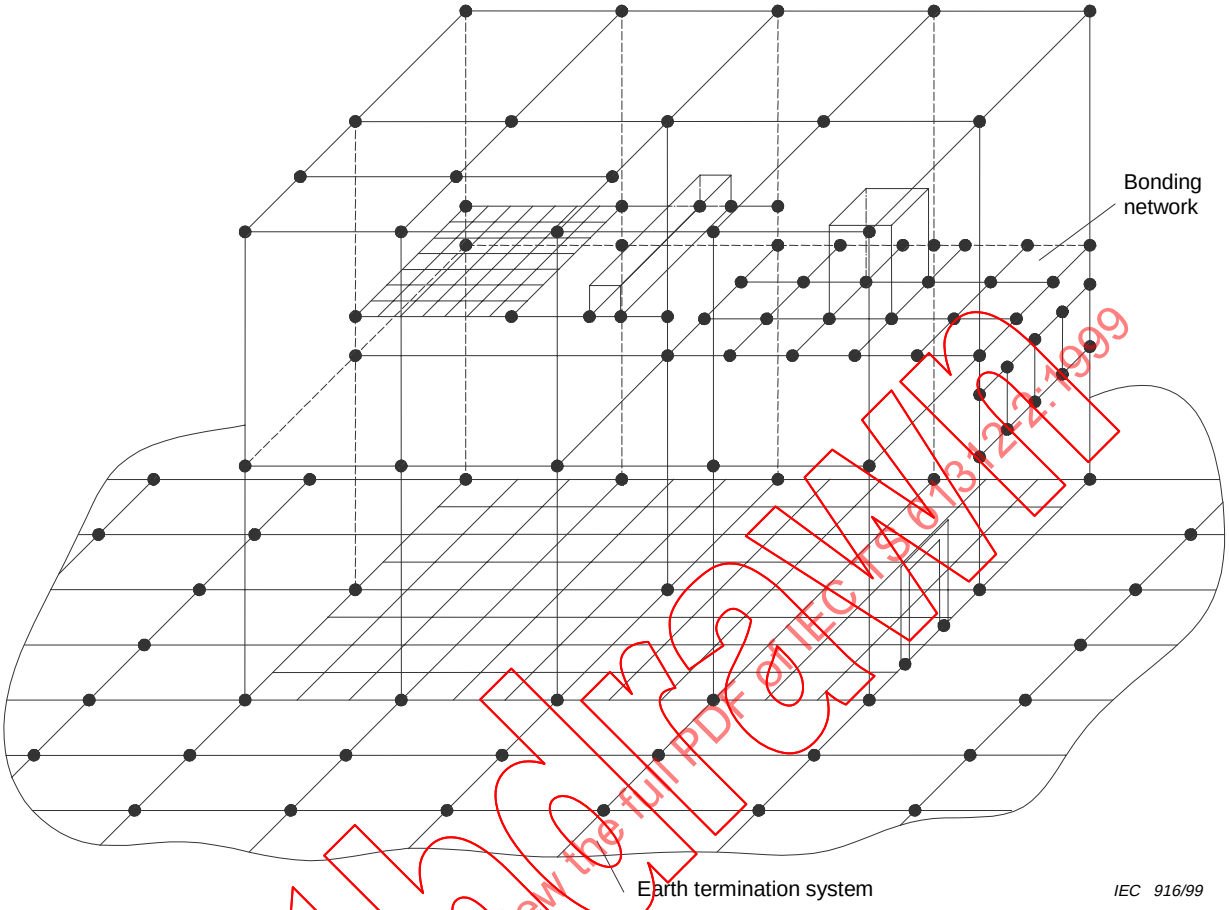
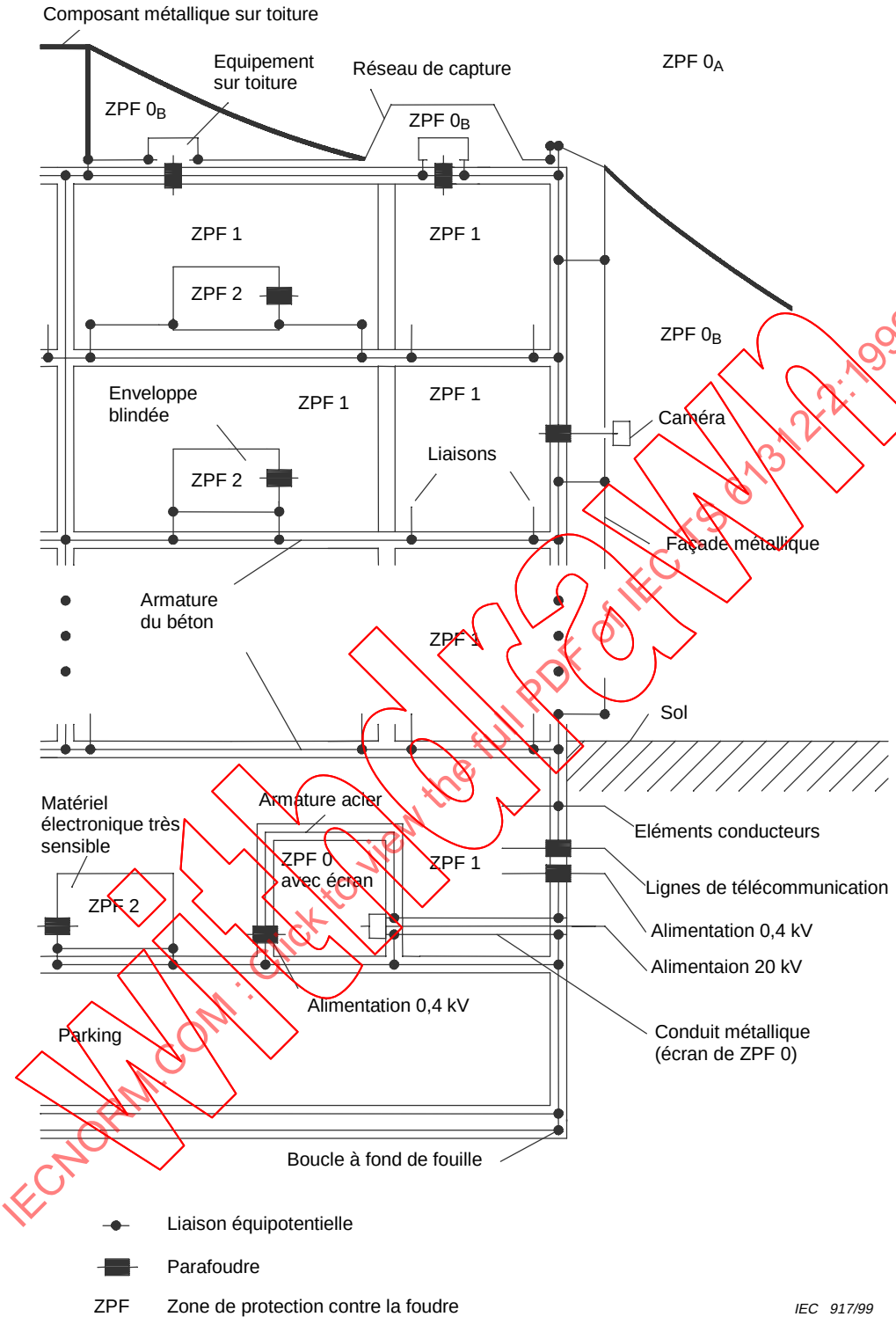


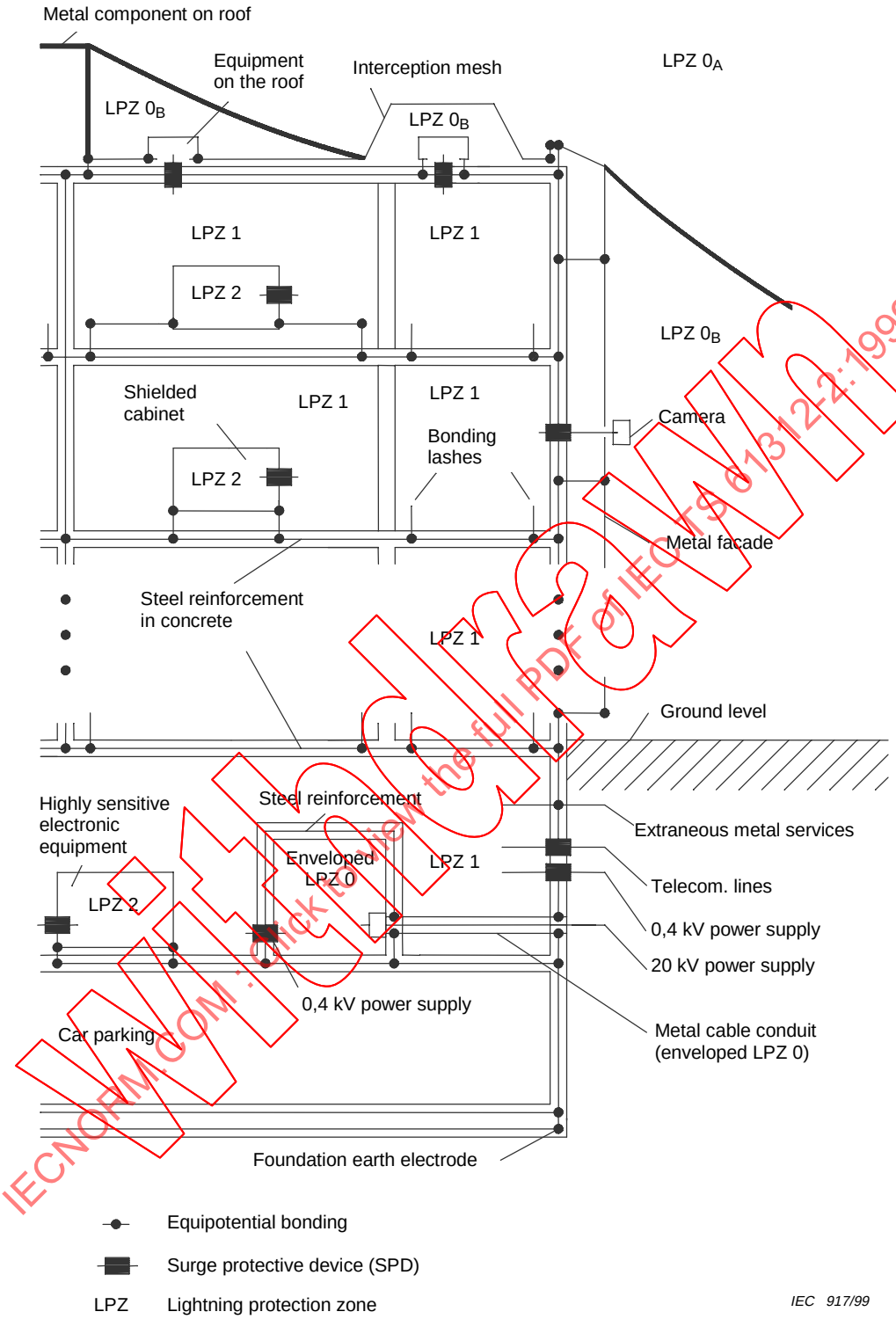
Figure 11 – Example of an earthing system as a combination of a bonding network and an earth termination system

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Figure 12 – Exemple de conception de zones de protection contre la foudre, écran, équipotentialité et mise à la terre d'un immeuble de bureaux



IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Figure 12 – Example of design of lightning protection zones, shielding, bonding and earthing for an office building

Annexe A
(informative)

Définitions de mise à la terre et d'équipotentialité

Les prises de terre interconnectées du SPF (réseau d'équipotentialité) sont en contact avec le sol et peuvent constituer une partie de l'écran de la structure (par exemple armatures de la dalle de sol).

Le réseau d'équipotentialité est un réseau multiple (maillé) non en contact avec le sol. Il présente une faible impédance et garantit ainsi l'équipotentialité.

Le réseau d'équipotentialité et les prises de terre interconnectées constituent le réseau d'équipotentialité et de mise à la terre multiple maillé.

En cas de configuration du maillage en étoile ou en maillage isolé pour les matériels informatiques, les conducteurs d'équipotentialité sont isolés et ne doivent pas être reliés aux éléments conducteurs, sauf au point de référence. Les canalisations électriques et les services pénètrent au point de référence pour le système informatique (local) et cheminent en parallèle avec les conducteurs d'équipotentialité (voir la figure 16 de la CEI 61312-1).

Dans le cas d'une configuration maillée, les canalisations électriques et les services peuvent pénétrer en des points arbitraires du système informatique (local) et peuvent cheminer de manière indépendante des conducteurs d'équipotentialité (voir la figure 16 de la CEI 61312-1).

Pour d'autres détails, voir la figure A.1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61312-2:1999
Withdrawn

Annex A
(Informative)

Earthing and bonding definitions

The earth termination system (earth electrode network) of the LPS is in contact with the soil and is possibly a part of the spatial shield of the structure (e.g. reinforcement in the floor of the basement).

The bonding network (earth network, equipotential bonding system, common equipotential bonding system, common bonding network) is a multiple interconnected (meshed) system not in contact with the soil. The bonding network is a low impedance network and therefore grants a substantially equal potential.

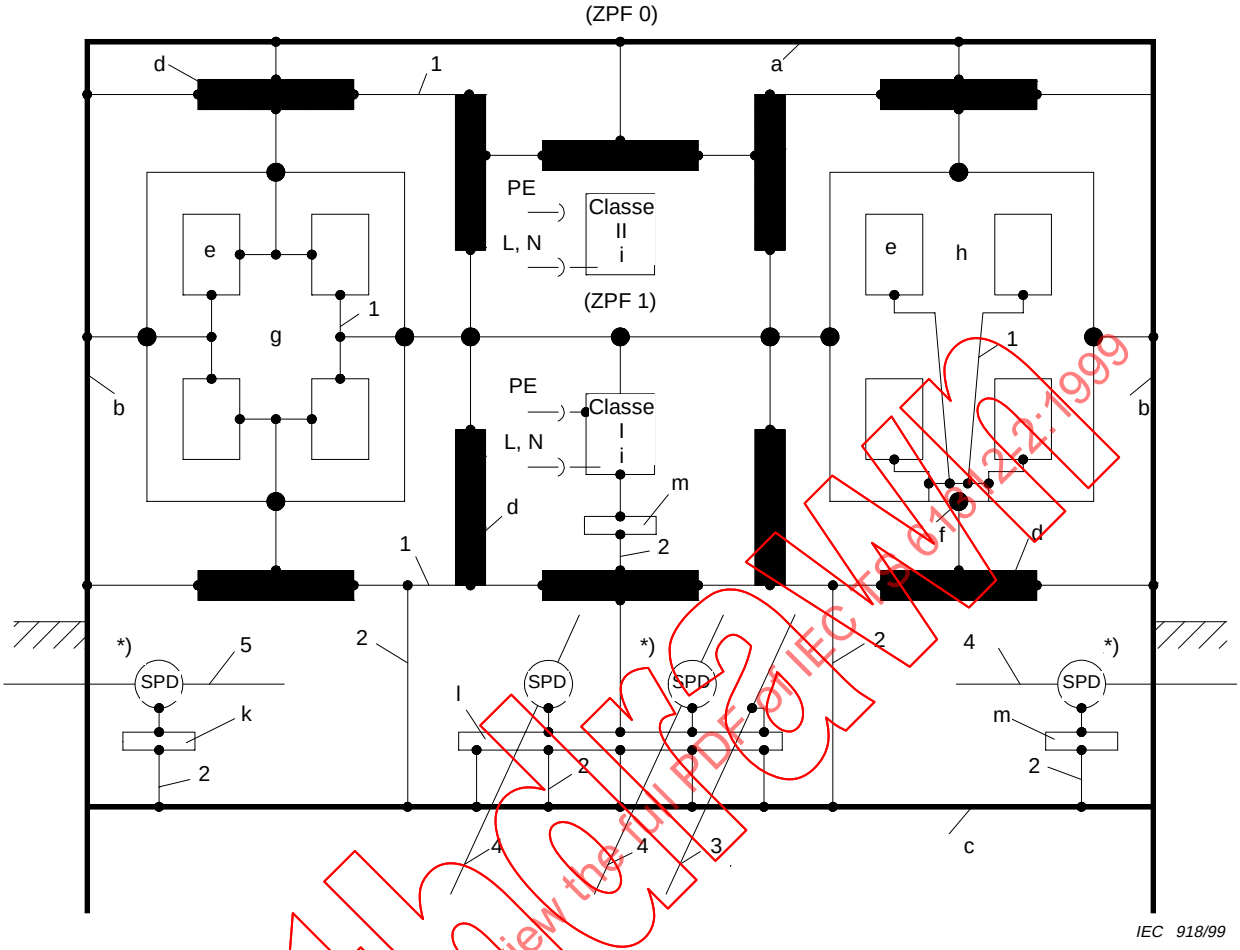
The bonding network and the earth termination system together build the (common) earthing system (common earthing system, earthing arrangement) being multiple interconnected (meshed).

For starpoint bonding configuration or isolated mesh bonding configuration of the information system, the bonding conductors are insulated and shall not contact any other metal parts, except for the earthing reference point itself. All electrical cables and lines enter the (local) information system at the earthing reference point and are installed in parallel with the bonding conductors (see IEC 61312-1 figure 16).

Using meshed bonding configuration all electrical cables and lines may enter the (local) information system at arbitrary points without respecting the positions of the bonding conductors (see IEC 61312-1 figure 16).

For further details see figure A.1.

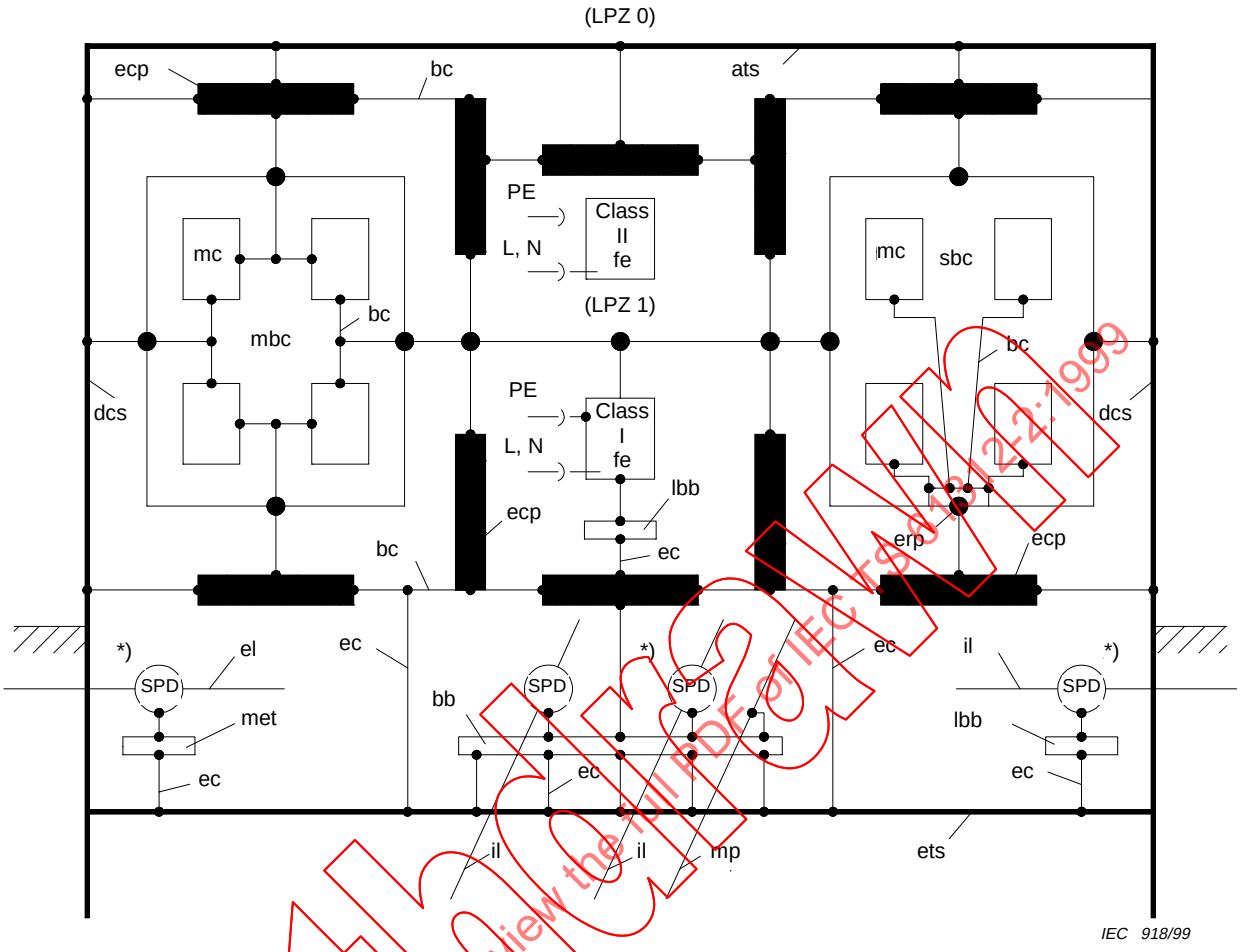
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn



*) Équipotentialité pour les services entrants (canalisations, lignes ou câbles de puissance et de communication). Entrée de ZPF 1.

Figure A.1 – Disposition de mise à la terre et d'équipotentialité

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn



*) Bonding for incoming services (pipes, electrical power and information lines or cables). Entrance of LPZ 1.

Figure A.1 – Earthing and bonding configuration

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Composants

a dispositif de capture du SPF pouvant appartenir à l'écran spatial de la structure (par exemple toiture métallique)

b réseau de descente (conducteurs de descente) du SPF pouvant appartenir à l'écran spatial de la structure (par exemple façade métallique, armature de paroi)

c réseau de prises de terre interconnectées (réseau commun de terre) du SPF pouvant appartenir à l'écran spatial de la structure

(électrode de terre: ensemble ou partie des prises de terre interconnectées)

d élément conducteur, élément métallique sur ou dans une structure, à l'exception des installations électriques (par exemple rails élévateurs, grues, planchers métalliques, cadres de portes, services métalliques, chemins de câbles, armatures du béton du plancher, des parois et du plafond)

e élément métallique du système informatique (local) (par exemple enveloppe, habillage, rack)

f point de référence de terre représenté par une borne de terre locale (un seul point de connexion)

g configuration maillée du système informatique (local)

h configuration étoile du système informatique (local)

i matériel fixe. Classe I: avec conducteur PE, Classe II: sans conducteur PE

Bornes d'équipotentialité

k borne principale de terre pour l'installation électrique et pour l'équipotentialité des matériels de puissance, pouvant être utilisée comme borne (commune)

l borne d'équipotentialité (de ceinturage, horizontale, dans des cas particuliers: plateau métallique) pour les lignes de communication et l'équipotentialité des équipements informatiques pouvant être aussi utilisée comme borne (commune). Elle est connectée aux conducteurs de protection au réseau de mise à la terre en règle générale tous les 5 m

m borne locale d'équipotentialité (borne de terre) (par exemple pour l'alimentation électrique et les systèmes informatiques)

0 équipotentialité des services entrants (canalisations, lignes de puissance et de communication). Entrée de ZPF 1

1 conducteur d'équipotentialité

2 conducteur de terre (conducteur de terre principal) vers la prise de terre

3 service métallique

4 ligne ou câble de communication

5 ligne ou câble de puissance

SPF système de protection contre la foudre (avec les composants a, b, c)

ZPF zone de protection contre la foudre

PE conducteur de protection appartenant au réseau de mise à la terre

L,N tension d'alimentation avec neutre

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Components

ats air termination system of the LPS and possibly part of the spatial shield of the structure (e.g. metal roof)

dcs down conductor system (lightning conductor) of the LPS and possibly part of the spatial shield of the structure (e.g. metal facade, reinforcement of the wall)

ecp extraneous conductive part, metal installation in and on the structure excluding electrical installation (e.g. elevator rails, cranes, metal floors, metal doorframes, metal pipes of services, metal cable trays, reinforcement of the floor, the wall and the ceiling)

erp earthing reference point (ERP) representing a local bonding bar (single-point connection)

ets earth termination system (earth electrode network, common earth electrode network) of the LPS and possibly part of the spatial shield of the structure.

(earth electrode: group or part of group of the earth termination system)

fe fixed equipment. Class I: with PE conductor; Class II: without PE conductor

mbc meshed bonding configuration of the (local) information system

mc metal component (metal part) of the (local) information system (e.g. cabinet, housing, rack)

sbc starpoint bonding configuration of the (local) information system

Bonding bars

bb bonding bar (ring bonding bar, horizontal bonding conductor, in special cases: metal plate) primarily for information lines and cables, for bonding of information equipment. May also be used as (common) bonding bar. Multiple bonded by earthing conductors to the earthing system (typically every 5 m)

bc bonding conductor (equipotential bonding conductor, equipotential bonding connection, bonding line)

ec earthing conductor (main earthing conductor) leading to the earth termination system

el electrical power line or cable

il information line or cable

L,N supply voltage with neutral

lbb local bonding bar (earthing terminal) (e.g. for electrical power or information installation)

LPS lightning protection system (with components a, b and c)

LPZ lightning protection zone

met main earthing terminal (main earthing bar, main earthing busbar, main bonding bar) primarily for electrical power lines, for bonding of electrical power equipment. May also be used as (common) bonding bar

mp metal pipe of a service

PE protective conductor (protective earthing conductor, equipment earthing conductor, protective earth, protective earthing), part of the bonding network.

SPD surge protective device

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Annexe B
(informative)

Calcul des tensions et courants induits dans des boucles de l'installation

Les boucles rectangulaires conformes à la figure 7 sont prises en compte; si d'autres configurations existent, elles pourront être transformées en configuration rectangulaire avec la même surface de boucle.

B.1 Situation dans la ZPF 1 en cas d'impact proche

Le champ magnétique H_1 dans le volume V_s de ZPF 1 est supposé homogène (voir 3.1).

Pour le circuit ouvert, la tension u_{oc} est:

$$u_{oc} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot dH_1 / dt \quad (V)$$

Lors du temps de montée T_1, la valeur maximale de u_{oc} s'élève à $u_{oc/max}$:

$$u_{oc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot H_{1/max} / T_1 \quad (V)$$

où

μ_0 est égal à $4\pi \cdot 10^{-7}$ [V·s/(A·m)]

b est la largeur de la boucle (m)

H_1 est le champ magnétique dans ZPF 1 en fonction du temps (A/m)

$H_{1/max}$ est le champ magnétique maximal dans ZPF 1 en fonction du temps (A/m)

l est la longueur de la boucle (m)

T_1 est le temps de montée du champ magnétique, identique à celui du courant de foudre (s)

Pour le courant de court-circuit i_{sc}, la résistance ohmique des conducteurs est négligée (cas le plus défavorable):

$$i_{sc} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot H_1 / L \quad (A)$$

La valeur maximale de i_{sc} devient $i_{sc/max}$:

$$i_{sc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot H_{1/max} / L \quad (A)$$

où L est l'auto-inductance de la boucle (H)

Pour une boucle rectangulaire:

$$L = \left\{0{,}8\sqrt{l^2 + b^2} - 0{,}8(l + b) + 0{,}4 \cdot l \cdot \ln\left[(2b/r)/\left(1 + \sqrt{1 + (b/l)^2}\right)\right]\right.$$

$$\left. + 0{,}4 \cdot b \cdot \ln\left[(2l/r)/\left(1 + \sqrt{1 + (l/b)^2}\right)\right]\right\} \cdot 10^{-6}\,(H)$$

où r est le rayon de fil de boucle (m)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Annex B
(informative)

Calculation of induced voltages and currents into loops resulting from installations

Rectangular loops according to figure 7 are considered; where other configurations of the loop exist, this should be transformed into the rectangular configuration with the same loop area.

B.1 Situation inside LPZ 1 in case of nearby lightning strikes

The magnetic field H_1 inside volume V_s of LPZ 1 is assumed to be homogeneous (see 3.1).

For the open circuit voltage u_{oc} applies:

$$u_{oc} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot dH_1 / dt \quad (V)$$

During the front time T_1 the maximum value of u_{oc}, $u_{oc/max}$, arises

$$u_{oc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot H_{1/max} / T_1 \quad (V)$$

where

μ_0 is equal to $4\pi \cdot 10^{-7}$ [V·s/(A·m)]

b is the width of the loop (m)

H_1 is the time dependent magnetic field inside LPZ 1 (A/m)

$H_{1/max}$ is the maximum value of the magnetic field inside LPZ 1 (A/m)

l is the length of the loop (m)

T_1 is the front time of the magnetic field, identical with the front time of the lightning current stroke (s)

For the short circuit current i_{sc}, if the ohmic resistance of the wires is neglected (worst case) the following applies:

$$i_{sc} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot H_1 / L \quad (A)$$

The maximum value of i_{sc}, $i_{sc/max}$, is given by

$$i_{sc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot H_{1/max} / L \quad (A)$$

where L is the self-inductance of the loop (H).

For rectangular loops the following applies:

$$L = \left\{0{,}8\sqrt{l^2 + b^2} - 0{,}8(l + b) + 0{,}4 \cdot l \cdot \ln\left[(2b/r)/\left(1 + \sqrt{1 + (b/l)^2}\right)\right]\right.$$

$$\left. + 0{,}4 \cdot b \cdot \ln\left[(2l/r)/\left(1 + \sqrt{1 + (l/b)^2}\right)\right]\right\} \cdot 10^{-6}\,(H)$$

where r is the radius of the loop wire (m)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Pour la tension et le courant induits par le champ magnétique $H_{1/f}$ du premier impact (T_1 = 10 µs), nous avons:

$$u_{oc/f/max} = 0{,}126 \cdot b \cdot l \cdot H_{1/f/max} \quad (V)$$

$$i_{sc/f/max} = 1{,}26 \cdot 10^{-6} \cdot b \cdot l \cdot H_{1/f/max} / L \quad (A)$$

Pour la tension et le courant induits par le champ magnétique $H_{1/s}$ des impacts consécutifs (T_1 = 0,25 µs), nous avons:

$$u_{oc/s/max} = 5{,}04 \cdot b \cdot l \cdot H_{1/s/max} \quad (V)$$

$$i_{sc/s/max} = 1{,}26 \cdot 10^{-6} \cdot b \cdot l \cdot H_{1/s/max} / L \quad (A)$$

où

$H_{1/f/max}$ est la valeur maximale du champ magnétique dans ZPF 1 due au premier impact (A/m)

$H_{1/s/max}$ est la valeur maximale du champ magnétique dans ZPF 1 due aux impacts consécutifs (A/m)

B.2 Situation dans ZPF 1 en cas de coup de foudre direct

Le champ magnétique H_1 dans le volume V_s de ZPF 1 est (voir 3.2)

$$H_1 = k_H \cdot i_0 \cdot w / \left(d_w \sqrt{d_r}\right) \quad (A/m)$$

Pour le circuit ouvert, la tension u_{oc} est:

$$u_{oc} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot k_H \cdot (w / \sqrt{d_{l/r}}) \cdot \mathrm{d}i_0 / \mathrm{d}t \quad (V)$$

Lors du temps de montée T_1, la valeur maximale de u_{oc} s'élève à $u_{oc/max}$:

$$u_{oc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot k_H \cdot (w / \sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{o/max} / T_1 \quad (V)$$

où

μ_0 est égal à $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ [V·s / (A·m)]

b est la largeur de la boucle (m)

$d_{l/w}$ est la distance entre la boucle et l'écran (m), avec $d_{l/w} \geq d_{s/2}$

$d_{l/r}$ est la distance moyenne entre la boucle et la toiture (m)

i_0 est le courant de foudre dans ZPF 0_A (A)

$i_{0/max}$ est le courant maximal du courant de foudre dans ZPF 0_A (A)

k_H est le facteur de configuration $1/\sqrt{m} \cdot k_H$ = 0,01 ($1/\sqrt{\mathrm{m}}$)

l est la longueur de la boucle (m)

T_1 est le temps de montée du courant de foudre dans ZPF 0_A (s)

w est la largeur de la maille de l'écran (m)

Pour le courant de court-circuit i_{sc}, la résistance ohmique des conducteurs est négligée (cas le plus défavorable):

$$i_{sc} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot k_H \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_0 / L \quad (A)$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

For the voltage and current induced by the magnetic field $H_{1/f}$ of the first stroke (T_1 = 10 µs), the following applies:

$$u_{oc/f/max} = 0{,}126 \cdot b \cdot l \cdot H_{1/f/max} \quad (V)$$

$$i_{sc/f/max} = 1{,}26 \cdot 10^{-6} \cdot b \cdot l \cdot H_{1/f/max} / L \quad (A)$$

For the voltage and current induced by the magnetic field $H_{1/s}$ of the subsequent strokes (T_1 = 0,25 µs) the following applies:

$$u_{oc/s/max} = 5{,}04 \cdot b \cdot l \cdot H_{1/s/max} \quad (V)$$

$$i_{sc/s/max} = 1{,}26 \cdot 10^{-6} \cdot b \cdot l \cdot H_{1/s/max} / L \quad (A)$$

where

$H_{1/f/max}$ is the maximum value of the magnetic field inside LPZ 1 due to the first stroke (A/m)

$H_{1/s/max}$ is the maximum value of the magnetic field inside LPZ 1 due to the subsequent strokes (A/m)

B.2 Situation inside LPZ 1 in case of direct lightning strikes

For the magnetic field H_1 inside volume V_s of LPZ 1 the following applies (see 3.2):

$$H_1 = k_H \cdot i_0 \cdot w / \left(d_w \sqrt{d_r}\right) \quad (A/m)$$

For the open circuit voltage u_{oc} the following applies:

$$u_{oc} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot k_H \cdot (w / \sqrt{d_{l/r}}) \cdot \mathrm{d}i_0 / \mathrm{d}t \quad (V)$$

During the front time T_1 the maximum value of u_{oc}, $u_{oc/max}$, arises

$$u_{oc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot k_H \cdot (w / \sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{o/max} / T_1 \quad (V)$$

where

μ_0 is equal to $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ [V·s/(A·m)]

b is the width of the loop (m)

$d_{l/w}$ is the distance of the loop from the wall of the shield (m), where $d_{l/w} \geq d_{s/2}$

$d_{l/r}$ is the average distance of the loop from the roof of the shield (m)

i_0 is the lightning current in LPZ 0_A (A)

$i_{0/max}$ is the maximum value of the lightning current stroke in LPZ 0_A (A)

k_H is the configuration factor $1/\sqrt{m} \cdot k_H = 0{,}01$ $(1/\sqrt{m})$

l is the length of the loop (m)

T_1 is the front time of the lightning current stroke in LPZ 0_A (s)

w is the mesh width of the gridlike shield (m)

For the short circuit current i_{sc}, if the ohmic resistance of the wires is neglected (worst case) the following applies:

$$i_{sc} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot k_H \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_0 / L \quad (A)$$

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

La valeur maximale de i_{sc} devient $i_{sc/max}$:

$$i_{sc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot k_H \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{0/max} / L \quad (A)$$

où L est l'auto-inductance de la boucle (H)

Pour le calcul de *L*, voir B.1.

Pour la tension et le courant induits par le champ magnétique $H_{1/f}$ du premier impact (T_1 = 10 µs), nous avons:

$$u_{oc/f/max} = 1{,}26 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{f/max} \quad (V)$$

$$i_{sc/f/max} = 12{,}6 \cdot 10^{-6} \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{f/max} / L \quad (A)$$

Pour la tension et le courant induits par le champ magnétique $H_{1/s}$ des impacts consécutifs (T_1 = 0,25 µs), nous avons:

$$u_{oc/s/max} = 50{,}4 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{s/max} \quad (V)$$

$$i_{sc/s/max} = 12{,}6 \cdot 10^{-6} \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{s/max} / L \quad (A)$$

où

$i_{f/max}$ est la valeur maximale du courant de premier impact (kA)

$i_{s/max}$ est la valeur maximale du courant des impacts consécutifs (kA)

B.3 Situation dans une ZPF d'ordre supérieur à 2

Le champ magnétique H_{n+1} dans ZPF *n*+1 est supposé homogène (voir 3.3).

Ainsi, les formules de 3.1 sont applicables pour les tensions et courants induits avec:

H_1 est remplacé par H_{n+1}

H_0 est remplacé par H_n.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

The maximum value of i_{sc}, $i_{sc/max}$, is given by

$$i_{sc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot k_H \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{0/max} / L \quad (A)$$

where L is the self-inductance of the loop (H)

For the calculation of L see clause B.1.

For the voltage and current induced by the magnetic field $H_{l/f}$ of the first stroke (T_1 = 10 µs) the following applies:

$$u_{oc/f/max} = 1{,}26 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{f/max} \quad (V)$$

$$i_{sc/f/max} = 12{,}6 \cdot 10^{-6} \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{f/max} / L \quad (A)$$

For the voltage and current induced by the magnetic field H 1/s of the subsequent strokes (T_1 = 0,25 µs) applies:

$$u_{oc/s/max} = 50{,}4 \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{s/max} \quad (V)$$

$$i_{sc/s/max} = 12{,}6 \cdot 10^{-6} \cdot b \cdot \ln(1 + l/d_{l/w}) \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{s/max} / L \quad (A)$$

where

$i_{f/max}$ is the maximum value of the current of the first stroke (kA)

$i_{s/max}$ is the maximum value of the current of the subsequent strokes (kA)

B.3 Situation inside LPZ ≥ 2

The magnetic field H_{n+1} inside LPZ n+1 is assumed to be homogeneous (see 3.3).

Therefore the same formulae for the calculation of induced voltages and currents apply as given in 3.1,

where

H_1 is to be substituted by H_{n+1}

H_0 is to be substituted by H_n.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn

Annexe C
(informative)

Calcul du champ magnétique dans des écrans en grille

Les formules de calcul du champ magnétique *H* données en 3.2 se fondent sur un calcul numérique du champ magnétique dans trois écrans à grille typiques indiqués à la figure C.1. Pour ces calculs, il est supposé un impact de foudre sur un des côtés de la toiture. Le canal de foudre est simulé par une tige conductrice verticale d'une hauteur de 100 m au-dessus du toit. Le sol est simulé par une surface idéale plate conductrice.

Pour le calcul, le couplage magnétique de toute tige de l'écran en grille avec les autres tiges, y compris le canal simulé de foudre, est considéré, ce qui aboutit à un système d'équations pour le calcul de la distribution du courant de foudre dans la grille. A partir de cette distribution de courant, le calcul du champ magnétique dans l'écran est réalisé. Il est supposé que la résistance des tiges est négligée. C'est pourquoi la distribution de courant dans l'écran en grille et le champ magnétique sont indépendants de la fréquence. Le couplage capacitif est aussi négligé et les effets transitoires n'apparaissent pas.

Dans les figures C.2 et C.3, des résultats relatifs à l'écran en grille du type 1 de la figure C.1 sont montrés. Dans tous les cas, un courant de foudre maximal i_{0max} = 100 kA est considéré. Dans les deux figures, *H* est le champ magnétique maximal en un point, obtenu à partir de ses composantes H_x, H_y et H_z

$$H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}$$

Dans la figure C.2, *H* est calculé le long d'un segment de droite ayant pour origine le point d'impact ($x = y = 0$, $z = 10$ m) et se terminant au centre du volume ($x = y = 5$ m, $z = 5$ m). *H* est fonction de la coordonnée *x* d'un point de cette droite. Un paramètre est la largeur *w* de la maille de l'écran en grille.

Dans la figure C.3, *H* est calculé pour deux points de l'écran (point A: $x = y = 5$ m, $z = 5$ m; point B: $x = y = 3$ m, $z = 7$ m). Le résultat est une fonction de la largeur de la maille *w*.

Les deux figures montrent l'influence des principaux paramètres de la distribution du champ magnétique dans l'écran en grille: distances aux parois et à la toiture et largeur de maille. Dans la figure C.2, on remarque qu'au long des autres lignes dans le volume de l'écran, il peut exister des croisements sur les axes et des changements de signe des composantes du champ magnétique *H*. C'est pourquoi les formules de 3.2 sont des approximations du premier ordre de la distribution réelle, beaucoup plus complexe dans un écran en grille.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TS 61312-2:1999
Withdrawn