

RAPPORT TECHNIQUE TECHNICAL REPORT

**CEI
IEC
1321-1**

Première édition
First edition
1994-11

Techniques des essais à haute tension avec des chocs à front très rapide –

Partie 1:

Systemes de mesure pour les surtensions
à front très rapide produites dans les postes
sous enveloppe métallique à isolation gazeuse

High-voltage testing techniques with very fast impulses –

Part 1:

Measuring systems for very fast front
overvoltages generated in gas-insulated
substations



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1321-1: 1994

AVA Documents
Document Sharing Hub

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 ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

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*.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

* 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 revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

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*.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE – TYPE 2
TECHNICAL
REPORT – TYPE 2**

**CEI
IEC
1321-1**

Première édition
First edition
1994-11

**Techniques des essais à haute tension
avec des chocs à front très rapide –**

Partie 1:

Systemes de mesure pour les surtensions
à front très rapide produites dans les postes
sous enveloppe métallique à isolation gazeuse

**High-voltage testing techniques
with very fast impulses –**

Part 1:

Measuring systems for very fast front
overvoltages generated in gas-insulated
substations

© CEI 1994 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 pro-
cédé, 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	12
3 Définitions	12
3.1 Surtensions à front très rapide (FTR)	12
3.2 Surtensions à front très rapide internes	12
3.3 Tensions transitoires d'enveloppe (TTE)	12
3.4 Surtensions à front très rapide externes	12
4 Recommandations pour la mesure des surtensions à front très rapide internes	16
4.1 Caractéristiques des surtensions à front très rapide internes	16
4.2 Prescriptions pour le système de mesure	18
4.2.1 Généralités	18
4.2.2 Emplacement et mise en oeuvre du capteur	18
4.2.3 Caractéristique de transfert du système de mesure	20
4.3 Conception possible du système de mesure	20
4.4 Etalonnage du système de mesure	22
4.4.1 Généralités	22
4.4.2 Détermination de la caractéristique de transfert du système de mesure	22
4.4.3 Détermination du coefficient de conversion	24
4.5 Evaluation de l'incertitude totale sur la mesure de la valeur de crête d'une surtension à front très rapide interne	26
4.5.1 Sources d'incertitude lors de l'utilisation de la fonction de transfert ...	26
4.5.2 Sources d'incertitude lors de l'utilisation de la réponse indicielle normée	26
4.5.3 Procédures générales pour évaluer l'incertitude globale sur la valeur de crête d'une surtension à front très rapide	26
4.5.4 Exemple de l'incertitude sur la mesure de la valeur de crête d'une surtension à front très rapide interne	32
5 Recommandations pour la mesure de la tension transitoire d'enveloppe	36
5.1 Caractéristiques des tensions transitoires d'enveloppe	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	13
3 Definitions	13
3.1 Very fast front (VFF) overvoltages	13
3.2 Internal very fast front overvoltages	13
3.3 Transient enclosure voltages (TEV)	13
3.4 External very fast front overvoltages	13
4 Recommendations for the measurement of internal very fast front overvoltages	17
4.1 Characteristics of internal very fast front overvoltages	17
4.2 Requirements for the measuring system	19
4.2.1 General	19
4.2.2 Location and implementation of the sensor	19
4.2.3 Transfer characteristic of the measuring system	21
4.3 Possible design of the measuring system	21
4.4 Calibration of the measuring system	23
4.4.1 General	23
4.4.2 Determination of the transfer characteristic of the measuring system	23
4.4.3 Determination of the scale factor	25
4.5 Evaluation of the total uncertainty on the measurement of peak value of an internal very fast front overvoltage	27
4.5.1 Sources of uncertainty when using the amplitude/frequency response	27
4.5.2 Sources of uncertainty when using the unit step response	27
4.5.3 General procedure to evaluate the overall uncertainty on the peak value of a very fast front overvoltage	27
4.5.4 Example of uncertainty on the measurement of the peak value of an internal very fast front overvoltage	33
5 Recommendations for measurements of transient enclosure voltage	37
5.1 Characteristics of transient enclosure voltage	37

Articles	Pages
5.2 Prescriptions pour le système de mesure	38
5.2.1 Généralités	38
5.2.2 Emplacement et mise en oeuvre du capteur	40
5.2.3 Caractéristique de transfert du système de mesure	40
5.3 Conception possible du système de mesure	40
5.3.1 Sonde de champ électrique	40
5.3.2 Diviseur résistif spécial (sonde de Newi [4])	42
5.4 Etalonnage du système de mesure	46
5.4.1 Généralités	46
5.4.2 Détermination de la caractéristique de transfert du système de mesure	46
5.4.3 Détermination du coefficient de conversion	48
6 Recommandations pour la mesure des surtensions à front très rapide externes	48
6.1 Caractéristiques des surtensions à front très rapide externes	48
6.2 Prescriptions pour le système de mesure	52
6.2.1 Généralités	52
6.2.2 Emplacement et mise en oeuvre du capteur	52
6.2.3 Caractéristique de transfert du système de mesure	52
6.3 Conception possible du système de mesure	52
6.4 Etalonnage du système de mesure	52
6.4.1 Généralités	52
6.4.2 Détermination de la caractéristique de transfert du système de mesure	52
6.4.3 Détermination du coefficient de conversion	54
Tableaux	28
Figures	14
Annexes	
A Cellule électromagnétique transversale	56
B Génération des TTE et de surtensions à front très rapide externes [5]	58
C Bibliographie	62

Clause	Page
5.2 Requirements for the measuring system	39
5.2.1 General	39
5.2.2 Location and implementation of the sensor	41
5.2.3 Transfer characteristic of the measuring system	41
5.3 Possible design of the measuring system	41
5.3.1 Electric field probe	41
5.3.2 Special resistor-characteristic-impedance divider (Newi probe [4])	43
5.4 Calibration of the measuring system	47
5.4.1 General	47
5.4.2 Determination of the transfer characteristic of the measuring system	47
5.4.3 Determination of the scale factor	49
6 Recommendations for the measurement of external very fast front overvoltages	49
6.1 Characteristics of external very fast front overvoltages	49
6.2 Requirements for the measuring system	53
6.2.1 General	53
6.2.2 Location and implementation of the sensor	53
6.2.3 Transfer characteristic of the measuring system	53
6.3 Possible design of the measuring system	53
6.4 Calibration of the measuring system	53
6.4.1 General	53
6.4.2 Determination of the transfer characteristic of the measuring system	53
6.4.3 Determination of the scale factor	55
Tables	29
Figures	15
Annexes	
A Transverse electromagnetic cell	57
B Generation of TEV and external very fast front overvoltages [5]	59
C Bibliography	62

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNIQUES DES ESSAIS À HAUTE TENSION AVEC DES CHOCS À FRONT TRÈS RAPIDE –

Partie 1: Systèmes de mesure pour les surtensions à front très rapide produites dans les postes sous enveloppe métallique à isolation gazeuse

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, 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;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 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. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 1321-1, rapport technique de type 2, a été établie par le comité d'études 42 de la CEI: Technique des essais à haute tension.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH-VOLTAGE TESTING TECHNIQUES
WITH VERY FAST IMPULSES -****Part 1: Measuring systems for very fast front
overvoltages generated in gas-insulated
substations**

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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

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 report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

IEC 1321-1, which is a technical report of type 2, has been prepared by IEC technical committee 42: High-voltage testing techniques.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapports de vote
42(SEC)93	42(SEC)100 42(SEC)100A

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.4.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine des techniques des essais à haute tension car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en œuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

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

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

Committee draft	Reports on voting
42(SEC)93	42(SEC)100 42(SEC)100A

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

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.4.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a "prospective standard for provisional application" in the field of high-voltage testing techniques because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an "International Standard". It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years or conversion to an International Standard or withdrawal.

Annexes A, B and C are for information only.

TECHNIQUES DES ESSAIS À HAUTE TENSION AVEC DES CHOCS À FRONT TRÈS RAPIDE –

Partie 1: Systèmes de mesure pour les surtensions à front très rapide produites dans les postes sous enveloppe métallique à isolation gazeuse

1 Domaine d'application

Le présent rapport technique s'applique aux dispositifs et aux systèmes de mesure complets utilisés pour la mesure des surtensions à front très rapide produites par les manoeuvres ou en raison de décharge disruptive dans les postes sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (PSEM) et particulièrement pour les trois surtensions à front très rapide suivantes [1]*:

- a) surtensions à front très rapide internes;
- b) tensions transitoires d'enveloppe (TTE);
- c) et surtensions à front très rapide externes.

Les paramètres de temps considérés dans ce rapport sont limités à moins de 10 μ s.

La procédure pour évaluer l'incertitude sur la mesure décrite s'applique aux niveaux d'essai des surtensions à front très rapide internes énoncées dans la CEI 1259. L'évaluation de l'incertitude est basée sur la forme d'onde de surtension à front très rapide typique (décrite dans la CEI 1259) des surtensions à front très rapide internes produites par les circuits d'essai définis dans la CEI 1259.

Ce rapport:

- a) définit les termes utilisés;
- b) décrit des caractéristiques générales des surtensions à front très rapide;
- c) donne les caractéristiques des surtensions à front très rapide pour chacun des trois types de surtensions à front très rapide;
- d) donne les prescriptions pour les systèmes de mesure;
- e) décrit certains systèmes de mesure possibles (d'autres détails peuvent être trouvés dans la littérature technique, par exemple [2]);
- f) décrit des procédures d'étalonnage pour les systèmes de mesure;
- g) donne des recommandations pour évaluer l'incertitude sur la valeur de crête de la surtension à front très rapide typique pour la mesure d'une surtension à front très rapide interne seulement (l'évaluation de l'incertitude sur la valeur de crête d'une tension transitoire d'enveloppe ou d'une surtension à front très rapide externe serait semblable).

* Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie donnée dans l'annexe C.

HIGH-VOLTAGE TESTING TECHNIQUES WITH VERY FAST IMPULSES –

Part 1: Measuring systems for very fast front overvoltages generated in gas-insulated substations

1 Scope

This technical report is applicable to devices and to complete measuring systems used for the measurement of very fast front overvoltages generated by switching or due to disruptive discharge within gas-insulated metal-enclosed substations (GIS) and particularly the three following very fast front overvoltages [1]*:

- a) internal very fast front overvoltages;
- b) transient enclosure voltage (TEV);
- c) and external very fast front overvoltages.

The time parameters considered in this report are limited to less than 10 μ s.

The procedure to evaluate the uncertainty on the measurement described applies to test levels of internal very fast front overvoltages stated in IEC 1259. The uncertainty evaluation is based on the typical very fast front overvoltage waveform described in IEC 1259 of the expected internal very fast front overvoltages generated by the test circuits defined in IEC 1259.

This report:

- a) defines the terms used;
- b) describes general characteristics of very fast front overvoltages;
- c) gives the characteristics of very fast front overvoltages for each of the three kinds of very fast front overvoltage;
- d) gives the requirements for measuring systems;
- e) describes some possible measuring systems (further details can be found in the technical literature, for example [2]);
- f) describes calibration procedures for the measuring systems;
- g) gives guides to evaluate the uncertainty on the peak value of the typical very fast front overvoltage for the measurement of internal very fast front overvoltages only (the uncertainty evaluation of the peak value of a transient enclosure voltage or an external very fast front overvoltage would be similar).

* Figures in square brackets refer to the bibliography given in annex C.

2 Références normatives

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

CEI 60-1: 1989, *Techniques des essais à haute tension – Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60-2: 1994, *Techniques des essais à haute tension – Partie 2: Systèmes de mesure (en préparation)*

CEI 517: 1990, *Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV*

CEI 1259: 1994, *Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV – Prescriptions pour l'établissement et la coupure de courants de jeux de barres à vide par les sectionneurs*

3 Définitions

Pour les besoins du présent rapport technique, les définitions suivantes sont applicables.

3.1 surtensions à front très rapide (FTR): Tensions produites par une manoeuvre de sectionneurs ou de disjoncteurs de PSEM, ou produites par une décharge disruptive à l'intérieur d'un PSEM. Elles résultent de la superposition d'échelons de tension réfléchis et réfractés se propageant, produits par la variation très rapide de tension (moins de 10 ns caractéristiques du PSEM) se produisant lors des manoeuvres ou lors de décharges disruptives dans les PSEM.

3.2 surtensions à front très rapide internes: Surtensions à front très rapide se produisant dans le PSEM entre le conducteur/jeu de barres à haute tension et l'enveloppe.

3.3 tensions transitoires d'enveloppe (TTE): Surtensions à front très rapide se produisant en dehors du PSEM entre l'enveloppe de PSEM et la terre; elles résultent des réfractions de l'échelon de tensions se propageant à chaque interruption de l'enveloppe (c'est-à-dire jonctions de câble ou de ligne aérienne) (voir l'annexe B).

3.4 surtensions à front très rapide externes: Surtensions à front très rapide se produisant en dehors du PSEM sur ou dans le matériel extérieur au PSEM; elles résultent des réfractions de l'échelon de tension se propageant à chaque interruption de l'enveloppe (c'est-à-dire jonctions de câble ou de ligne aérienne).

2 Normative references

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

IEC 60-1: 1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60-2: 1994, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring Systems* (in preparation)

IEC 517: 1990, *Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 Kv and above*

IEC 1259: 1994, *Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages 72,5 kV and above – Requirements for switching of bus-charging currents by disconnectors*

3 Definitions

For the purpose of this technical report the following definitions apply.

3.1 very fast front (VFF) overvoltages: Voltages generated by a switching operation of GIS disconnectors or circuit-breakers, or generated by a disruptive discharge inside a GIS. They result from the superposition of reflected and refracted travelling step voltages initiated by the very fast voltage collapses (less than 10 ns characteristic of GIS) occurring at switching or at disruptive discharge in GIS.

3.2 internal very fast front overvoltages: Very fast front overvoltages occurring within the GIS between the high-voltage conductor/duct and the enclosure.

3.3 transient enclosure voltages (TEV): Very fast front overvoltages occurring outside the GIS between the GIS enclosure and the earth; they result from the refractions of the travelling step voltages at each interruption of the enclosure (i.e. cable or overhead line junctions) (see annex B).

3.4 external very fast front overvoltages: Very fast front overvoltages occurring outside the GIS on/in equipment external to the GIS; they result from the refractions of the travelling step voltages at each interruption of the enclosure (i.e. cable or overhead line terminations).

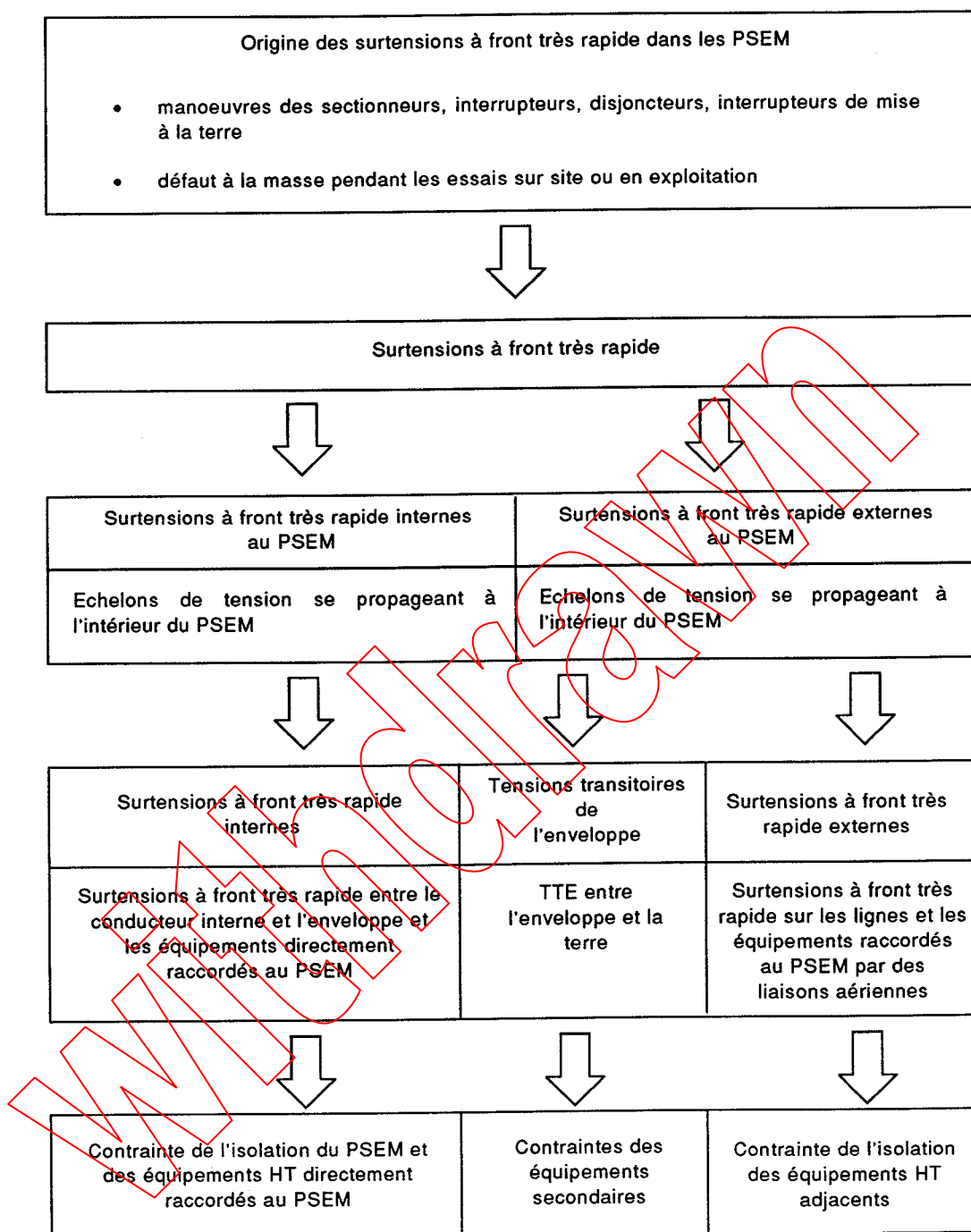


Figure 1 – Origine et classification des surtensions à front très rapide à l'intérieur et à l'extérieur du PSEM [3]

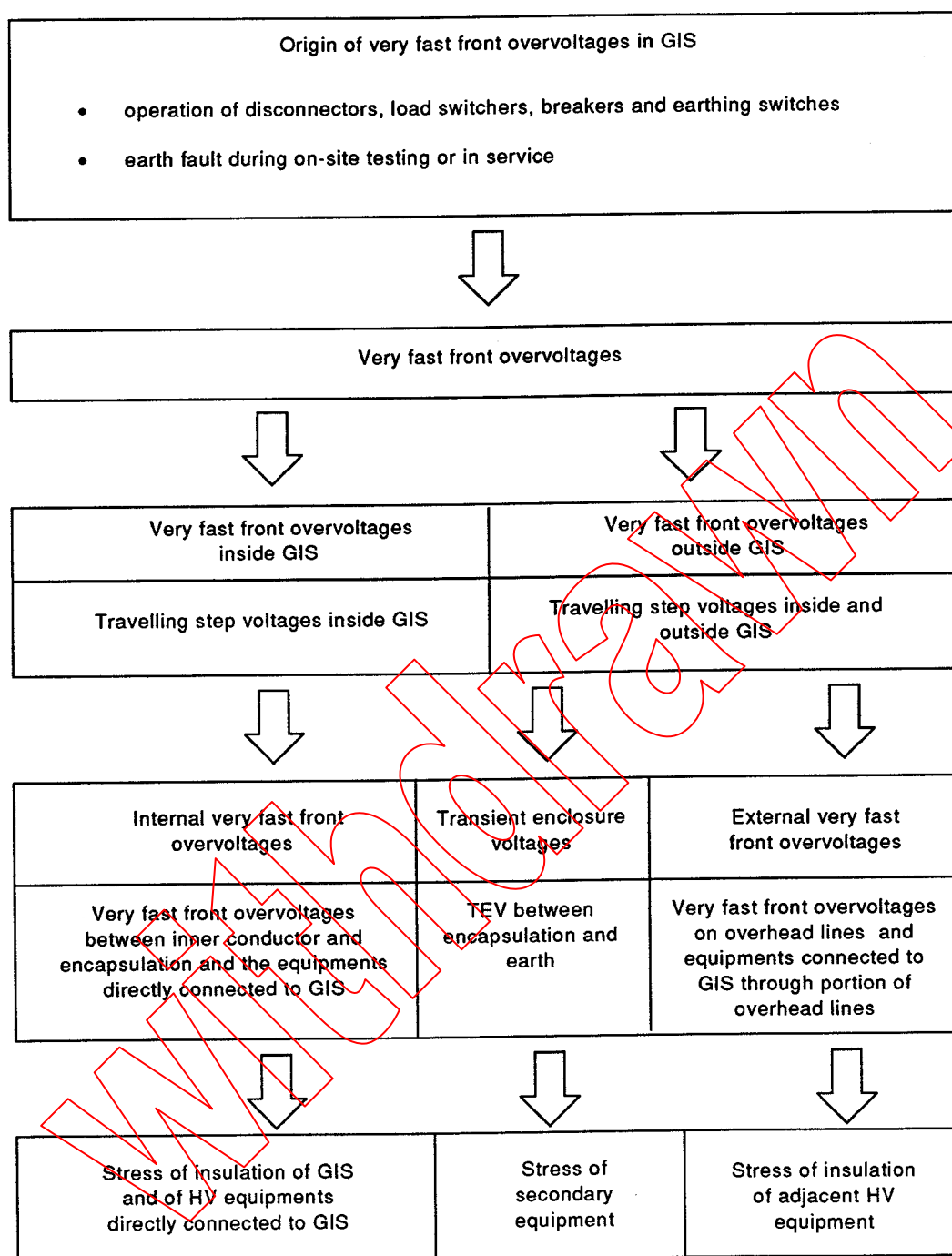


Figure 1 – Origin and classification of the very fast front overvoltages inside and outside GIS [3]

4 Recommandations pour la mesure des surtensions à front très rapide internes

Les recommandations suivantes sont relatives à l'évaluation de la valeur de crête des surtensions à front très rapide internes.

4.1 Caractéristiques des surtensions à front très rapide internes

Une surtension à front très rapide interne dans le PSEM résulte de la propagation de deux échelons de tension se propageant produits par la variation très rapide de tension inhérente à la manoeuvre d'un sectionneur ou d'un disjoncteur et aux décharges disruptives. Ces ondes se propagent dans tout le PSEM et les appareils reliés. A chaque discontinuité d'impédance, une partie de chaque onde incidente est reflétée et une partie est transmise: généralement à la fois les parties réfléchies et transmises sont déformées, par exemple par la capacité localisée en un point de discontinuité. La superposition de la propagation des différentes ondes produit la forme d'onde de surtension à front très rapide.

La forme d'onde globale est souvent complexe mais comporte généralement quatre composantes:

- a) un échelon de tension;
- b) une gamme de très hautes fréquences f_1 (jusqu'à 100 MHz) produite par de nombreux mais légers changements de l'impédance caractéristique à l'intérieur du jeu de barres du PSEM (c'est-à-dire électrodes, coudes, etc.);
- c) une gamme de hautes fréquences f_2 (jusqu'à 30 MHz) produite par réflexions des changements significatifs de l'impédance caractéristique tels que l'extrémité d'un jeu de barres du PSEM ou la jonction à un câble ou une ligne aérienne;
- d) une gamme de basses fréquences f_3 (de 0,1 MHz à 5 MHz) produite par des résonances dues aux fortes capacités des appareils externes, tels que les transformateurs capacitifs de tension ou les condensateurs de couplage des systèmes de transport d'énergie.

De là, la forme d'onde des surtensions à front très rapide internes dépend à la fois de la configuration interne et externe du PSEM. En outre, du fait de la nature des surtensions à front très rapide qui se propagent, les formes d'onde peuvent varier sensiblement avec la position (dans certains cas, des variations significatives se produisent sur des distances de 1 m). La gamme d'amplitude des surtensions à front très rapide internes est de 1 p.u. à 2,5 p.u. de la tension du système. La figure 2 montre un exemple de surtension à front très rapide interne.

4 Recommendations for the measurement of internal very fast front overvoltages

The following recommendations are related to the evaluation of the peak value of internal very fast front overvoltages.

4.1 Characteristics of internal very fast front overvoltages

An internal very fast front overvoltage in GIS is caused by two travelling step voltages generated by the rapid voltage collapse inherent in disconnector and breaker operation and in disruptive discharges. These travelling waves propagate throughout the GIS and connected apparatus. At each impedance discontinuity, part of each incident wave is reflected and part is transmitted: usually both reflected and transmitted parts are distorted, for example by lumped capacitance at the discontinuity. The superposition of the various travelling waves produces the very fast front overvoltage waveform.

The overall waveform is often complex, but generally comprises four components:

- a) a step voltage;
- b) a very high frequency range f_1 (up to 100 MHz) produced by numerous slight changes of surge impedance inside the GIS bus-duct (i.e. corona shield, elbows, etc.);
- c) a high-frequency range f_2 (up to 30 MHz) produced by reflections from the significant changes of surge impedance such as the end of the GIS bus-duct and the cable or overhead line terminations;
- d) a low-frequency range f_3 (from 0,1 MHz to 5 MHz) produced by resonances caused by the large capacitance external apparatus, such as capacitive voltage transformers or coupling capacitors of the power-line carrier systems.

Hence, the internal very fast front overvoltage waveform depends on both internal and external GIS configuration. In addition, as a result of the travelling wave nature of very fast front overvoltages, waveforms can vary substantially with position (in some cases, significant variations occur over distances of 1 m). The range of amplitudes of internal very fast front overvoltages is from 1 p.u. to 2,5 p.u. of the voltage of the system. Figure 2 shows an example of internal very fast front overvoltage.

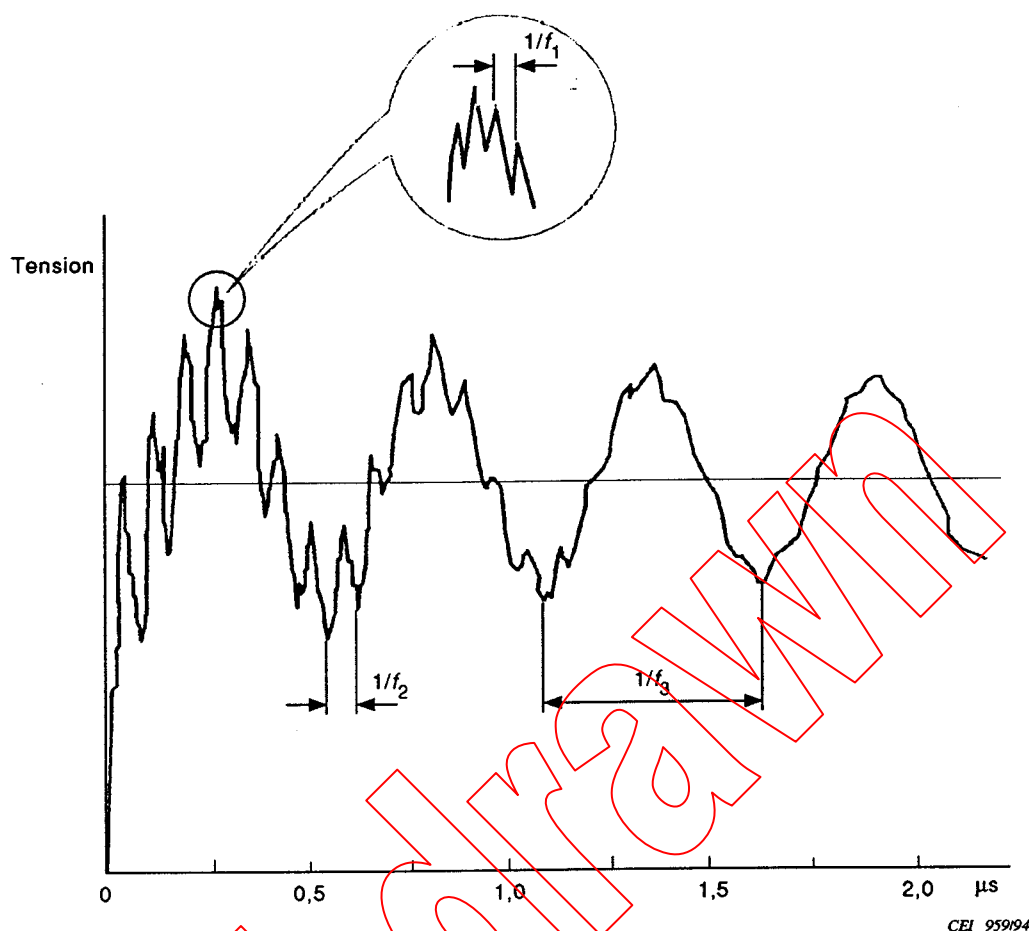


Figure 2 – Exemple de surtension à front très rapide interne due à la fermeture d'un sectionneur

4.2 Prescriptions pour le système de mesure

4.2.1 Généralités

Le système de mesure consiste en un dispositif de conversion (le capteur), un instrument enregistreur et un système de transmission reliant ces deux composants (voir la figure 3). Ces trois composants ont une influence réciproque sur leurs caractéristiques. Par conséquent, le système de mesure doit être vérifié et étalonné globalement.

4.2.2 Emplacement et mise en oeuvre du capteur

Le capteur doit être placé à l'intérieur de l'enveloppe et aussi près que possible de l'endroit où la mesure est exigée. Selon la configuration du PSEM, la position du capteur ne peut pas toujours coïncider avec l'endroit où la mesure est exigée. Dans ce cas, la surtension à front très rapide mesurée peut différer sensiblement de la surtension à front très rapide apparaissant à l'emplacement désiré, particulièrement si l'impédance caractéristique varie brusquement entre l'emplacement désiré et l'emplacement réel du capteur. Dans ces cas, une approximation de la surtension à front très rapide apparaissant à l'emplacement requis peut être déterminée par analyse sur ordinateur. Cette analyse contribuera une erreur supplémentaire. L'amplitude de cette erreur peut être estimée en appliquant la même analyse consistant à calculer la tension à l'emplacement du capteur et en comparant cette tension calculée à la tension mesurée.