

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1330**

Première édition
First edition
1995-11

**Postes préfabriqués
haute tension/basse tension**

**High-voltage/low-voltage
prefabricated substations**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1330: 1995

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1330**

Première édition
First edition
1995-11

**Postes préfabriqués
haute tension/basse tension**

**High-voltage/low-voltage
prefabricated substations**

© CEI 1995 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.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Généralités	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Références normatives	10
1.3 Définitions	12
2 Conditions de service	16
2.1 Conditions normales de service	16
2.2 Conditions spéciales de service	16
3 Exigences pour les composants	18
4 Caractéristiques assignées	18
4.1 Tensions assignées	20
4.2 Niveaux d'isolement assignés	20
4.3 Fréquence assignée et nombre de phases	20
4.4 Courants assignés en service continu et échauffement	20
4.5 Courants de courte durée admissibles assignés	22
4.6 Valeurs de crête des courants admissibles assignés	22
4.7 Durée de court-circuit assigné	22
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de manoeuvre et des circuits auxiliaires	22
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de manoeuvre et des circuits auxiliaires	22
4.10 Puissance maximale assignée du poste préfabriqué	22
4.11 Classe d'enveloppe assignée	22
5 Conception et construction	24
5.1 Mise à la terre	24
5.2 Equipements auxiliaires	24
5.3 Plaque signalétique	26
5.4 Degré de protection et défaut interne	26
5.5 Enveloppe	28
5.6 Emission de bruit	34
6 Essais de type	34
6.1 Essais diélectriques	34
6.2 Essais d'échauffement	40
6.3 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible sur les circuits de mise à la terre	44
6.4 Essais fonctionnels	44
6.5 Vérification du degré de protection	46
6.6 Essais mécaniques	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	9
Clause	
1 General	11
1.1 Scope.....	11
1.2 Normative references.....	11
1.3 Definitions	13
2 Service conditions.....	17
2.1 Normal service conditions	17
2.2 Special service conditions.....	17
3 Requirements for components.....	19
4 Ratings	19
4.1 Rated voltages	21
4.2 Rated insulation levels.....	21
4.3 Rated frequency and number of phases	21
4.4 Rated normal currents and temperature rise.....	21
4.5 Rated short-time withstand currents	23
4.6 Rated peak withstand currents.....	23
4.7 Rated duration of short circuit	23
4.8 Rated supply voltage of operating devices and auxiliary circuits	23
4.9 Rated supply frequency of operating devices and auxiliary circuits	23
4.10 Rated maximum power of the prefabricated substation	23
4.11 Rated class of enclosure.....	23
5 Design and construction.....	25
5.1 Earthing.....	25
5.2 Auxiliary equipment	25
5.3 Nameplate.....	27
5.4 Degree of protection and internal fault.....	27
5.5 Enclosure	29
5.6 Sound emission	35
6 Type tests.....	35
6.1 Dielectric tests.....	35
6.2 Temperature-rise tests.....	41
6.3 Short-time and peak withstand current tests on earthing circuits	45
6.4 Functional tests	45
6.5 Verification of the degree of protection	47
6.6 Mechanical tests.....	47

Articles	Pages
7 Essais individuels de série	46
7.1 Essais de tenue à la tension des circuits auxiliaires.....	46
7.2 Essais fonctionnels.....	46
7.3 Vérification de l'exactitude de la filerie	46
7.4 Essais après assemblage sur le site	48
8 Guide pour le choix des postes préfabriqués selon le service	48
9 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes.....	48
9.1 Renseignements dans les appels d'offres et les commandes	48
9.2 Renseignements pour les soumissions.....	50
10 Règles pour le transport, l'installation, le fonctionnement et la maintenance.....	50
10.1 Conditions de transport, de stockage et d'installation	52
10.2 Installation.....	52
10.3 Fonctionnement.....	54
10.4 Maintenance	54
 Annexes	
A Méthode pour essayer le poste préfabriqué dans des conditions d'arc dus à un défaut interne	58
B Essai de vérification du niveau de bruit d'un poste préfabriqué	76
C Essai d'impact mécanique.....	80
D Caractéristique assignée des transformateurs dans les enveloppes.....	86

Clause	Page
7	Routine tests 47
7.1	Voltage withstand tests on auxiliary circuits..... 47
7.2	Functional tests 47
7.3	Verification of correct wiring..... 47
7.4	Tests after assembly on site 49
8	Guide to the selection of prefabricated substations for service..... 49
9	Information to be given with enquiries, tenders and orders 49
9.1	Information with enquiries and orders..... 49
9.2	Information with tenders..... 51
10	Rules for transport, erection, operation and maintenance 51
10.1	Conditions during transport, storage and erection..... 53
10.2	Erection..... 53
10.3	Operation 55
10.4	Maintenance..... 55
Annexes	
A	Method for testing the prefabricated substation under conditions of arcing due to an internal fault..... 59
B	Test to verify the sound level of a prefabricated substation..... 77
C	Mechanical impact test..... 81
D	Rating of transformers in an enclosure 87

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

POSTES PRÉFABRIQUÉS HAUTE TENSION/BASSE TENSION

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 du 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.

La Norme internationale CEI 1330 a été établie par le sous-comité 17C: Appareillage à haute tension sous enveloppe, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
17C/168/DIS	17C/174/RVD

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

Les annexes A, B et C font partie intégrante de cette norme.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HIGH-VOLTAGE/LOW-VOLTAGE
PREFABRICATED 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 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, 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.
- 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.

International Standard IEC 1330 has been prepared by sub-committee 17C: High-voltage enclosed switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

The text of this standard is based on the following documents:

DIS	Report on voting
17C/168/DIS	17C/174/RVD

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

Annexes A, B and C form an integral part of this standard.

Annex D is for information only.

INTRODUCTION

Les postes préfabriqués sont définis en tant que matériels soumis à des essais de type, comprenant un transformateur, l'appareillage basse tension et haute tension, des connexions et des équipements auxiliaires, à l'intérieur d'une enveloppe, destinés à fournir de l'énergie basse tension à partir d'un réseau haute tension. Ces postes se trouvent dans des emplacements accessibles au public et il convient que la sécurité des personnes soit assurée dans les conditions de services spécifiées.

Ceci signifie que, outre les caractéristiques spécifiées, les valeurs assignées et les procédures d'essai applicables, une attention particulière a été portée aux spécifications relatives à la protection des personnes. Cette protection est assurée par l'utilisation de matériels soumis à des essais de type ainsi que par une conception et une construction adéquates de l'enveloppe.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61330:1995

INTRODUCTION

Prefabricated substations are defined as type-tested equipment comprising transformer, low-voltage and high-voltage switchgear, connections and auxiliary equipment in an enclosure to supply low-voltage energy from a high-voltage system. These substations are in locations accessible to the public and should ensure safety for persons according to the specified service conditions.

This means that in addition to specified characteristics, ratings and relevant test procedures, particular attention has been paid to specifications concerning the protection of persons. This protection is ensured by use of type-tested components and suitable design and construction of the enclosure.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61330:1995

POSTES PRÉFABRIQUÉS HAUTE TENSION/BASSE TENSION

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente Norme internationale prescrit les conditions de service, les caractéristiques assignées, les exigences structurelles générales, et les méthodes d'essai applicables aux postes préfabriqués qui sont connectés par câble, pour être manoeuvrés de l'intérieur ou de l'extérieur, pour courant alternatif de tensions primaires assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV¹⁾, pour un transformateur de puissance maximale 1600 kVA, pour des fréquences de service inférieures ou égales à 60 Hz et pour installation à l'extérieur, dans des endroits accessibles au public.

Les postes préfabriqués peuvent être situés au niveau du sol ou partiellement ou complètement au-dessous du niveau du sol.

Etant donné qu'aucune norme CEI ou ISO de base, généralement acceptée, n'est disponible pour ce qui concerne le vieillissement et la corrosion, les exigences couvrant ces aspects ne sont pas incluses dans la présente norme.

1.2 *Références normatives*

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par l'intermédiaire de références dans ce texte, constituent des dispositions de cette Norme internationale. Au moment de la publication les éditions indiquées étaient valides. Tous les documents normatifs sont sujets à révision et il est recommandé lors d'accords basés sur cette Norme internationale, de rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-dessous. Les membres de la CEI et de l'ISO tiennent à jour les listes des Normes internationales en cours de validité.

CEI 50(151): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 50(441): 1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

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

CEI 68-2-62: 1991, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ef: Impact, marteau pendulaire*
Amendement 1 (1993)

CEI 71-2: 1976, *Coordination de l'isolement – Deuxième partie: Guide d'application*

CEI 76: *Transformateurs de puissance*

CEI 76-1: 1993, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

¹⁾ Il convient que la tension assignée du côté secondaire ne dépasse pas 1 kV.

HIGH-VOLTAGE/LOW-VOLTAGE PREFABRICATED SUBSTATIONS

1 General

1.1 Scope

This International Standard specifies the service conditions, rated characteristics, general structural requirements and test methods of prefabricated substations, which are cable connected, to be operated from inside or outside for alternating current of primary rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV¹⁾, and for a transformer of maximum power 1 600 kVA, for service frequencies up to and including 60 Hz for outdoor installation in locations with public accessibility.

Prefabricated substations can be situated at ground level or partially or completely below ground level.

As no basic generally accepted IEC or ISO standards are available concerning ageing or corrosion, requirements covering these aspects are not included in this standard.

1.2 Normative references

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

IEC 50(151): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 50 (441): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

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

IEC 68-2-62: 1991, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ef: Impact, pendulum hammer* Amendment 1 (1993)

IEC 71-2: 1976, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 76: *Power transformers*

IEC 76-1: 1993, *Power transformers – Part 1: General*

¹⁾ The rated voltage on the secondary side should not exceed 1 kV.

CEI 76-2: 1993, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Echauffement*

CEI 76-5: 1976, *Transformateurs de puissance – Cinquième partie: Tenue au court-circuit*

CEI 243-1: 1988, *Méthodes d'essai pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides – Première partie: Mesure aux fréquences industrielles*

CEI 298: 1990, *Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

CEI 354: 1991, *Guide de charge pour transformateurs de puissance immergés dans l'huile*

CEI 364-4-41: 1992, *Installations électriques des bâtiments – Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*

CEI 439-1: 1992, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*

CEI 466: 1987, *Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 38 kV*

CEI 529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 551: 1987, *Détermination des niveaux de bruit des transformateurs et des bobines d'inductance*

CEI 664-1: 1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 694: 1980, *Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension*

CEI 726: 1982, *Transformateurs de puissance de type sec*

CEI 905: 1987, *Guide de charge pour transformateurs de puissance du type sec*

CEI 947-1: 1988, *Appareillage à basse tension – Première partie: Règles générales*

CEI 1180-1: 1992, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

ISO 1052: 1982, *Aciers de construction mécanique d'usage général*

ISO 1210: 1992, *Plastiques – Détermination du comportement au feu d'éprouvettes horizontales et verticales au contact d'une petite flamme comme source d'allumage*

1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent. Pour les définitions des termes généraux utilisés dans la présente Norme internationale, il est fait référence à la CEI 50(441).

IEC 76-2: 1993, *Power transformers – Part 2: Temperature rise*

IEC 76-5: 1976, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit*

IEC 243-1: 1988, *Methods of test for electric strength of solid insulating materials – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 298: 1990, *AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

IEC 354: 1991, *Loading guide for oil-immersed power transformers*

IEC 364-4-41: 1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 439-1:1992, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 466: 1987, *AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 38 kV*

IEC 529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 551: 1987, *Determination of transformer and reactor sound levels*

IEC 664-1: 1992, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 694: 1980, *Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards*

IEC 726: 1982, *Dry-type power transformers*

IEC 905: 1987, *Loading guide for dry-type power transformers*

IEC 947-1: 1988, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 1180-1: 1992, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements*

ISO 1052: 1982, *Steels for general engineering purposes*

ISO 1210: 1992, *Plastics – Determination of the burning behaviour of horizontal and vertical specimens in contact with a small-flame ignition source*

1.3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply. For the definitions of general terms used in this International Standard, reference is made to IEC 50(441).

1.3.1 poste préfabriqué: Ensemble préfabriqué et ayant subi les essais de type comprenant les matériels décrits en 1.1 et à l'article 3 de la présente norme.

1.3.2 unité de transport: Partie d'un poste préfabriqué pouvant être expédiée sans démontage.

1.3.3 enveloppe: Partie d'un poste préfabriqué assurant une protection du poste contre les influences externes et un degré spécifié de protection contre la proximité ou le contact direct avec des pièces sous tension et contre le contact avec des pièces en mouvement.

1.3.4 compartiment: Partie d'un poste préfabriqué enfermé, à l'exception des orifices nécessaires à l'interconnexion, aux commandes ou à la ventilation.

NOTE – Il est admis de désigner un compartiment par le matériel principal qu'il contient, par exemple, transformateur, appareillage haute tension, appareillage basse tension respectivement.

1.3.5 matériel: Partie essentielle d'un poste préfabriqué qui remplit une fonction spécifique (par exemple transformateur, appareillage haute tension, appareillage basse tension, etc.).

1.3.6 cloison: Partie d'un poste préfabriqué séparant un compartiment des autres compartiments.

1.3.7 circuit principal: Ensemble des pièces conductrices d'un poste préfabriqué inséré dans un circuit qui est destiné à transmettre de l'énergie électrique.

1.3.8 circuit auxiliaire: Ensemble des pièces conductrices d'un poste préfabriqué inséré dans un circuit (autre que le circuit principal) destiné à commander, mesurer, signaler, réguler, éclairer, etc.

1.3.9 valeur assignée: Valeur d'une grandeur fixée, généralement par le constructeur, pour une condition de fonctionnement spécifiée d'un poste préfabriqué. [VEI 151-04-03, modifiée]

1.3.10 degré de protection: Niveau de protection assuré par une enveloppe contre l'accès aux pièces dangereuses, contre la pénétration de corps solides étrangers et/ou la pénétration de l'eau et vérifié par les méthodes d'essai normalisées.

1.3.11 température de l'air ambiant: Température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air extérieur à l'enveloppe du poste préfabriqué.

1.3.12 classe d'enveloppe: Différence entre l'échauffement du transformateur dans l'enveloppe et l'échauffement du même transformateur à l'extérieur de l'enveloppe, dans les conditions de service normales, telles que définies en 2.1 de la présente norme. Les valeurs assignées du transformateur (puissance et pertes) correspondent aux valeurs assignées maximales du poste préfabriqué.

1.3.13 facteur de charge du transformateur: Valeur par unité de courant constant qui peut être tiré d'un transformateur à la tension assignée constante. Le principe de base pour la valeur du facteur de charge est de ne pas dépasser la température maximale du point chaud ainsi que la température du fluide au point haut telles que prescrites dans la CEI 76 ou la température maximale du point chaud de la catégorie d'isolement utilisée telle que prescrite dans la CEI 726.

1.3.1 prefabricated substation: Prefabricated and type-tested assembly comprising components described in 1.1 and clause 3 of this standard.

1.3.2 transport unit: Part of a prefabricated substation suitable for shipment without being dismantled.

1.3.3 enclosure: Part of a prefabricated substation providing protection against external influences to the substation and a specified degree of protection against approach to or contact with live parts and against contact with moving parts.

1.3.4 compartment: Part of a prefabricated substation enclosed except for openings necessary for interconnection, control or ventilation.

NOTE – A compartment may be designated by the main component contained therein, e.g. transformer, high-voltage switchgear and controlgear, low-voltage switchgear and controlgear respectively.

1.3.5 component: Essential part of the prefabricated substation which serves a specific function (e.g. transformer, high-voltage switchgear and controlgear, low-voltage switchgear and controlgear, etc.).

1.3.6 partition: Part of a prefabricated substation separating one compartment from other compartments.

1.3.7 main circuit: All conductive parts of a prefabricated substation included in a circuit intended to transmit electrical energy.

1.3.8 auxiliary circuit: All conductive parts of a prefabricated substation included in a circuit (other than the main circuit) intended to control, measure, signal, regulate, illuminate, etc.

1.3.9 rated value: Quantity value assigned, generally by the manufacturer, for a specified operating condition of a prefabricated substation. [IEV 151-04-03, modified]

1.3.10 degree of protection: Extent of protection provided by an enclosure against access to hazardous parts, against ingress of solid foreign objects and/or against ingress of water and verified by standardized test methods.

1.3.11 ambient air temperature: Temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the enclosure of the prefabricated substation.

1.3.12 class of enclosure: Difference of temperature rise between the transformer in the enclosure and the same transformer outside the enclosure at normal service conditions as defined in 2.1 of this standard. The transformer rated values (power and losses) correspond to the maximum rated values of the prefabricated substation.

1.3.13 transformer load factor: The per unit value of constant current that can be taken from the transformer at constant rated voltage. The basis for the load factor value is not to exceed the maximum hot spot temperature and top fluid temperature as given in IEC 76 or the maximum hot spot temperature of the insulation class used as given in IEC 726.

2 Conditions de service

2.1 Conditions normales de service

2.1.1 Enveloppe

Sauf spécification contraire dans la présente norme, l'enveloppe du poste préfabriqué est conçue pour être utilisée dans les conditions normales de service pour l'extérieur, conformément à la CEI 694.

NOTE – La température ambiante à l'intérieur de l'enveloppe du poste préfabriqué sera différente de la température ambiante à l'extérieur de l'enveloppe du poste préfabriqué.

2.1.2 Appareillage haute tension

A l'intérieur de l'enveloppe, on peut supposer que les conditions normales de service pour l'intérieur prévalent conformément à la CEI 694.

2.1.3 Appareillage basse tension

A l'intérieur de l'enveloppe, on peut supposer que les conditions normales de service pour l'intérieur prévalent conformément à la CEI 439-1.

2.1.4 Transformateur

Un transformateur chargé à son courant assigné en service continu, à l'intérieur d'une enveloppe, a un échauffement qui est supérieur à l'échauffement dans les conditions normales et les limites de température définies dans la CEI 76-2 ou la CEI 726 peuvent être dépassées.

Les conditions de service du transformateur seront déterminées selon les conditions locales de service pour l'extérieur et selon la classe de l'enveloppe.

Les résultats permettront au constructeur ou à l'utilisateur du transformateur de calculer le déclassement possible.

2.2 Conditions spéciales de service

Lorsqu'un poste préfabriqué est utilisé dans des conditions autres que les conditions normales de service décrites en 2.1, se référer à ce qui suit.

2.2.1 Altitude

Il convient de prêter une attention particulière aux matériels suivants.

2.2.1.1 Appareillage haute tension

Pour installation à une altitude supérieure à 1 000 m, se reporter à la CEI 694.

2.2.1.2 Appareillage basse tension

Pour installation à une altitude supérieure à 2 000 m, se reporter à la CEI 439-1.

2.2.1.3 Transformateur

Pour installation à une altitude supérieure à 1 000 m, se reporter à la CEI 76-2 ou à la CEI 726.

2 Service conditions

2.1 Normal service conditions

2.1.1 Enclosure

Unless otherwise specified in this standard, the enclosure of the prefabricated substation is designed to be used under normal outdoor service conditions according to IEC 694.

NOTE – The ambient temperature inside the enclosure of the prefabricated substation will be different from the ambient temperature outside the enclosure of the prefabricated substation.

2.1.2 High-voltage switchgear and controlgear

Inside the enclosure it can be assumed that normal indoor service conditions prevail according to IEC 694.

2.1.3 Low-voltage switchgear and controlgear

Inside the enclosure it can be assumed that normal indoor service conditions prevail according to IEC 439-1.

2.1.4 Transformer

A transformer loaded with rated normal current inside an enclosure has a temperature rise which is higher than in normal conditions and the temperature limits as defined in IEC 76-2 or IEC 726 can be exceeded.

The service conditions of the transformer will be determined according to the local outside service conditions and the class of the enclosure.

The results will enable the transformer manufacturer or user to calculate its possible derating.

2.2 Special service conditions

When a prefabricated substation is used under conditions different from the normal service conditions given in 2.1, the following applies.

2.2.1 Altitude

Precaution should be taken for the following equipment.

2.2.1.1 High-voltage switchgear and controlgear

For installation at an altitude higher than 1 000 m, refer to IEC 694.

2.2.1.2 Low-voltage switchgear and controlgear

For installation at an altitude higher than 2 000 m, refer to IEC 439-1.

2.2.1.3 Transformer

For installation at an altitude higher than 1 000 m, refer to IEC 76-2 or IEC 726.

2.2.2 Pollution

Pour installation dans une atmosphère polluée, il convient de préciser le degré de contamination conformément aux normes applicables aux matériels suivants:

2.2.2.1 Appareillage haute tension

Se reporter à la CEI 694.

2.2.2.2 Appareillage basse tension

Se reporter à la CEI 664-1.

2.2.2.3 Transformateur

Aucune norme n'est disponible.

2.2.3 Température

Pour un poste préfabriqué situé en un lieu où la température ambiante peut s'écarter de manière significative de la plage de conditions normales de service, indiquée en 2.1, il est recommandé de spécifier les plages de températures suivantes:

- 50 °C et +40 °C pour les climats très froids;
- 5 °C et +50 °C pour les climats très chauds.

3 Exigences pour les composants

Les principaux matériels d'un poste préfabriqué sont le transformateur, l'appareillage haute tension, l'appareillage basse tension, les interconnexions correspondantes (câbles, jeux de barres ou autres) et les équipements auxiliaires.

Les matériels doivent être protégés soit par une enveloppe commune, soit par un ensemble d'enveloppes.

Tous les matériels doivent satisfaire aux normes CEI applicables:

- les transformateurs selon la CEI 76-1 ou la CEI 726;
- l'appareillage haute tension selon la CEI 298 ou la CEI 466;
- l'appareillage basse tension selon la CEI 947-1 et la CEI 439-1.

4 Caractéristiques assignées

Les caractéristiques assignées d'un poste préfabriqué sont les suivantes:

- a) tensions assignées;
- b) niveaux d'isolement assignés;
- c) fréquence assignée et nombre de phases;
- d) courants assignés en service continu pour les circuits principaux;
- e) courants de courte durée admissibles assignés pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre;
- f) valeurs de crête des courants admissibles assignés, le cas échéant, pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre;

2.2.2 Pollution

For installation in polluted ambient air, the degree of pollution should be specified according to the relevant standards for the following equipment:

2.2.2.1 High-voltage switchgear and controlgear

Refer to IEC 694.

2.2.2.2 Low-voltage switchgear and controlgear

Refer to IEC 664-1.

2.2.2.3 Transformer

No standard is available.

2.2.3 Temperature

For a prefabricated substation situated where the ambient temperature can be significantly outside the normal service condition range for the enclosure stated in 2.1, the preferred ranges of temperature to be specified should be:

- 50 °C and +40 °C for very cold climates.
- 5 °C and +50 °C for very hot climates.

3 Requirements for components

The main components of a prefabricated substation are transformer, high-voltage switchgear and controlgear, low-voltage switchgear and controlgear, corresponding interconnections (cable, busbar or other) and auxiliary equipment.

The components shall be enclosed, by either a common enclosure or by an assembly of enclosures.

All the components shall comply with their relevant IEC standards:

- transformers according to IEC 76-1 or IEC 726;
- high-voltage switchgear and controlgear according to IEC 298 or IEC 466;
- low-voltage switchgear and controlgear according to IEC 947-1 and IEC 439-1.

4 Ratings

The ratings of a prefabricated substation are the following:

- a) rated voltages;
- b) rated insulation levels;
- c) rated frequency and number of phases;
- d) rated normal currents for main circuits;
- e) rated short-time withstand currents for main and earthing circuits;
- f) rated peak withstand currents, if applicable, for main and earthing circuits;

- g) durée de court-circuit assigné;
- h) tension assignée d'alimentation des dispositifs de manoeuvre et des circuits auxiliaires;
- i) fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de manoeuvre et des circuits auxiliaires;
- j) puissance maximale assignée du poste préfabriqué;
- k) puissance assignée du transformateur;
- l) pertes assignées du transformateur;
- m) classe assignée d'enveloppe.

4.1 Tensions assignées

Se reporter à la CEI 694 pour l'appareillage haute tension.

Se reporter à la CEI 947-1 et à la CEI 439-1 pour l'appareillage basse tension.

4.2 Niveaux d'isolement assignés

Pour l'appareillage haute tension, se reporter à la CEI 694 et pour l'appareillage basse tension, se reporter à la CEI 439-1 et à la CEI 947-1.

La tension de tenue assignée minimale au choc de l'appareillage basse tension doit être au moins la valeur fournie pour la catégorie IV de surtension dans le tableau 1 de la CEI 664-1. Selon le réseau des différents pays, il peut être nécessaire de choisir un niveau d'isolement supérieur.

4.3 Fréquence assignée et nombre de phases

Se reporter à la CEI 694, la CEI 947-1 et la CEI 439-1 auxquelles s'ajoutent les valeurs assignées suivantes: $16\frac{2}{3}$ Hz et 25 Hz.

4.4 Courants assignés en service continu et échauffement

4.4.1 Courants assignés en service continu

Se reporter à la CEI 694 et à la CEI 439-1.

4.4.2 Echauffement

Pour l'appareillage haute tension, se reporter à la CEI 694.

Pour l'appareillage basse tension, se reporter à la CEI 439-1.

Pour les matériels d'un poste préfabriqué qui font l'objet de spécifications séparées non couvertes par le domaine d'application de la CEI 694 et la CEI 439-1, les valeurs ne doivent pas dépasser les limites de température et d'échauffement prescrites dans la norme applicable à ces matériels.

Les échauffements admissibles maximaux à prendre en compte pour les interconnexions sont ceux spécifiés dans la CEI 694 et la CEI 439-1 pour les contacts, raccords et pièces métalliques en contact avec un isolant selon le cas. Pour le transformateur, on doit prendre en compte un facteur de charge pour satisfaire à l'article 2 de la présente norme. Se reporter à l'annexe D. Se reporter à la CEI 354 et à la CEI 905.

- g) rated duration of short circuit;
- h) rated supply voltage of operating devices and auxiliary circuits;
- i) rated supply frequency of operating devices and auxiliary circuits;
- j) rated maximum power of the prefabricated substation;
- k) rated transformer power;
- l) rated transformer losses;
- m) rated class of enclosure.

4.1 Rated voltages

Refer to IEC 694 for high-voltage switchgear and controlgear.

Refer to IEC 947-1 and IEC 439-1 for low-voltage switchgear and controlgear.

4.2 Rated insulation levels

For high-voltage switchgear and controlgear, refer to IEC 694 and for low-voltage switchgear and controlgear refer to IEC 439-1 and IEC 947-1.

The minimum rated impulse-voltage withstand of the low-voltage switchgear and controlgear shall be at least the value given for overvoltage category IV in table 1 of IEC 664-1. Depending on the network in different countries, it may be necessary to choose a higher insulation level.

4.3 Rated frequency and number of phases

Refer to IEC 694, IEC 947-1 and IEC 439-1 with the addition of the following rated values: 16 $\frac{2}{3}$ Hz and 25 Hz.

4.4 Rated normal currents and temperature rise

4.4.1 Rated normal currents

Refer to IEC 694 and IEC 439-1.

4.4.2 Temperature rise

For the high-voltage switchgear and controlgear, refer to IEC 694.

For the low-voltage switchgear and controlgear, refer to IEC 439-1.

Components in a prefabricated substation which are subject to individual specifications not covered by the scope of IEC 694 and IEC 439-1 shall not exceed the maximum permissible temperatures and temperature rise limits stated in the relevant standard for each component.

The maximum permissible temperature rise for interconnections are those specified in IEC 694 and IEC 439-1 as applicable for contacts, connections and metal parts in contact with insulation. For the transformer, the load factor will be taken into account to comply with clause 2 of this standard. Refer to annex D. Refer to IEC 354 and to IEC 905.

4.5 Courants de courte durée admissibles assignés

Se reporter à la CEI 694 pour l'appareillage haute tension, à la CEI 439-1 pour l'appareillage basse tension, à la CEI 76-5 et la CEI 726 pour les transformateurs de puissance.

4.6 Valeurs de crête des courants admissibles assignés

Se reporter à la CEI 694 pour l'appareillage haute tension, à la CEI 439-1 pour l'appareillage basse tension, à la CEI 76-5 et la CEI 726 pour les transformateurs de puissance.

4.7 Durée de court-circuit assigné

Se reporter à la CEI 694 pour l'appareillage haute tension, à la CEI 439-1 pour l'appareillage basse tension, à la CEI 76-5 et à la CEI 726 pour les transformateurs de puissance.

4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de manoeuvre et des circuits auxiliaires

Pour l'appareillage haute tension, se reporter à la CEI 694; pour l'appareillage basse tension, se reporter à la CEI 439-1.

4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de manoeuvre et des circuits auxiliaires

Pour l'appareillage haute tension, se reporter à la CEI 694; pour l'appareillage basse tension, se reporter à la CEI 439-1.

4.10 Puissance maximale assignée d'un poste préfabriqué

La puissance maximale assignée d'un poste préfabriqué est donnée par les valeurs assignées maximales du transformateur pour lequel le poste a été conçu.

Les valeurs assignées du transformateur sont la puissance assignée et les pertes totales assignées du transformateur telles que définies dans la CEI 76-1 ou la CEI 726.

NOTE – La puissance obtenue d'un poste préfabriqué peut être limitée à une valeur inférieure à la puissance maximale assignée selon la classe d'enveloppe et les conditions de température ambiante.

4.11 Classe d'enveloppe assignée

La classe d'enveloppe assignée est la classe d'enveloppe correspondant à la puissance assignée maximale du poste préfabriqué.

La classe d'enveloppe assignée est utilisée pour déterminer le facteur de charge du transformateur sans dépasser les limites de température prescrites dans la CEI 76 ou la CEI 726 et décrites à l'annexe D.

Il y a trois classes d'enveloppe assignées: les classes 10, 20 et 30 correspondant à une valeur maximale de différence d'échauffement de 10 K, 20 K et 30 K respectivement.

NOTE – Le constructeur peut assigner à une même enveloppe plusieurs classes correspondant à différentes valeurs de puissance et de pertes du transformateur. Il convient que ces classes supplémentaires soient confirmées par des essais conformément à 6.2.

4.5 *Rated short-time withstand currents*

Refer to IEC 694 for high-voltage switchgear and controlgear, IEC 439-1 for low-voltage switchgear and controlgear, IEC 76-5 and IEC 726 for transformers.

4.6 *Rated peak withstand currents*

Refer to IEC 694 for high-voltage switchgear and controlgear, IEC 439-1 for low-voltage switchgear and controlgear and IEC 76-5 and IEC 726 for transformers.

4.7 *Rated duration of short circuit*

Refer to IEC 694 for high-voltage switchgear and controlgear, IEC 439-1 for low-voltage switchgear and controlgear and IEC 76-5 and IEC 726 for transformers.

4.8 *Rated supply voltage of operating devices and auxiliary circuits*

For high-voltage switchgear and controlgear refer to IEC 694; for low-voltage switchgear and controlgear refer to IEC 439-1.

4.9 *Rated supply frequency of operating devices and auxiliary circuits*

For high-voltage switchgear and controlgear refer to IEC 694; for low-voltage switchgear and controlgear refer to IEC 439-1.

4.10 *Rated maximum power of the prefabricated substation*

The rated maximum power of the prefabricated substation is given by the maximum rated values of the transformer for which the substation has been designed.

The rated values of the transformer are the rated power and the rated total losses of the transformer as defined in IEC 76-1 or IEC 726.

NOTE – The power to be taken from the prefabricated substation can be limited to a value less than the rated maximum power according to the class of enclosure and ambient temperature conditions.

4.11 *Rated class of enclosure*

The rated class of the enclosure is the class of the enclosure corresponding to the rated maximum power of the prefabricated substation.

The rated class of the enclosure is used to determine the load factor of the transformer without exceeding the temperature limits given in IEC 76 or IEC 726 and described in annex D.

There are three rated classes of enclosure: classes 10, 20 and 30 corresponding to a maximum value of difference of the temperature rise of 10 K, 20 K and 30 K, respectively.

NOTE – The manufacturer may assign to an enclosure several classes corresponding to different values of power and losses of the transformer. These additional classes should be confirmed by test according to 6.2.

5 Conception et construction

Les postes préfabriqués doivent être conçus de telle façon que les opérations normales d'exploitation, de contrôle et de maintenance puissent être effectuées en toute sécurité.

5.1 Mise à la terre

Il doit être prévu un conducteur de terre relié à chaque matériel du poste préfabriqué. La densité du courant dans le conducteur de terre, s'il est en cuivre, ne doit pas dépasser 200 A/mm^2 pour une durée de court-circuit assignée de 1 s et 125 A/mm^2 pour une durée de court-circuit assignée de 3 s. Cependant, la section de ce conducteur ne doit pas être inférieure à 30 mm^2 . Il doit être terminé par une borne appropriée destinée au raccordement au réseau de terre de l'installation.

NOTE – Si le conducteur de terre n'est pas en cuivre, il convient qu'il présente des caractéristiques mécaniques et thermiques équivalentes.

La continuité du réseau de terre doit être assurée, en tenant compte des sollicitations thermiques et mécaniques causées par le courant qu'il peut avoir à supporter. La valeur maximale des courants de défaut à la terre dépend du type de mise à la terre du neutre du réseau et doit être indiquée par l'utilisateur.

NOTE – Comme guide, on se référera à la méthode de calcul des sections des conducteurs fournie dans la CEI 298, annexe BB.

Les matériels suivants doivent être reliés au circuit de mise à la terre:

- l'enveloppe du poste préfabriqué si elle est métallique;
- l'enveloppe de l'appareillage haute tension, si elle est métallique, à partir de la borne prévue à cet effet;
- les écrans métalliques et les conducteurs de terre des câbles haute tension;
- la cuve du transformateur ou le châssis métallique des transformateurs secs;
- le châssis et/ou l'enveloppe, si elle est métallique, de l'appareillage basse tension;
- la connexion de mise à la terre des commandes automatiques et des dispositifs de télécommande.

Si l'enveloppe du poste préfabriqué n'est pas métallique, il est admis de connecter au circuit de mise à la terre les portes métalliques et autres pièces en métal accessibles. Si cette connexion est assurée, ou dans le cas d'enveloppes métalliques, des mesures appropriées de mise à la terre autour du poste préfabriqué doivent être prévues pour éviter les tensions de contact dangereuses.

En ce qui concerne les interconnexions à l'intérieur du poste préfabriqué, l'assemblage par boulonnage, le soudage ou le rivetage sont considérés comme acceptables pour assurer la continuité électrique entre le châssis, les capots, les portes ou autres parties de la structure à condition qu'ils tiennent compte des sollicitations thermiques et mécaniques causées par le courant qu'il peut avoir à supporter.

5.2 Equipements auxiliaires

Pour l'installation basse tension à l'intérieur du poste préfabriqué (par exemple, éclairage, alimentation auxiliaire, etc.) se reporter à la CEI 364-4-41 ou à la CEI 439-1 selon le cas.

5 Design and construction

Prefabricated substations shall be designed so that normal service, inspection and maintenance can be carried out safely.

5.1 Earthing

An earthing conductor shall be provided to be connected to each component of the prefabricated substation. The current density in the earthing conductor, if of copper, shall not exceed 200 A/mm² for a rated duration of short circuit of 1 s and 125 A/mm² for a rated short-circuit duration of 3 s. However, its cross-section of area shall be not less than 30 mm². It shall be terminated by an adequate terminal intended for connection to the earth system of the installation.

NOTE – If the earthing conductor is not made of copper, equivalent thermal and mechanical requirements should be met.

The continuity of the earth system shall be ensured, taking into account the thermal and mechanical stresses caused by the current it may have to carry. The maximum value of earth-fault currents depends upon the type of system neutral earthing employed and shall be indicated by the user.

NOTE – As guidance, reference is made to a method of calculating cross-sectional areas of conductors given in IEC 298, annex BB.

Components to be connected to the earthing circuit shall include:

- the enclosure of the prefabricated substation if it is metallic;
- the enclosure, if metallic, of the high-voltage switchgear and controlgear from the terminal provided for that purpose;
- the metal screens and the high-voltage cable earth conductors;
- the transformer tank or metal frame of dry type transformers;
- the frame and/or enclosure, if metallic, of the low-voltage switchgear and controlgear;
- the earthing connection of automatic controls and remote control devices.

If the enclosure of the prefabricated substation is not metallic, the metallic doors and other accessible metallic parts of the enclosure may be connected to the earthing circuit. If they are connected or, in the case of metallic enclosures, adequate earthing measures around the prefabricated substation shall be provided to prevent dangerous touch voltages.

For the interconnections within the prefabricated substation, fastening by bolting, welding or riveting is acceptable for providing electrical continuity between the frame, covers, doors or other structural parts provided that it takes into account the thermal and mechanical stresses caused by the current it may have to carry.

5.2 Auxiliary equipment

For the low-voltage installation inside the prefabricated substation (e.g. illumination, auxiliary supply, etc.), refer to IEC 364-4-41 or IEC 439-1, as appropriate.

5.3 Plaques signalétiques

Chaque poste préfabriqué doit être muni d'une plaque signalétique durable et clairement lisible qui doit contenir au moins les renseignements suivants:

- le nom du constructeur ou la marque;
- la désignation du type;
- le numéro de série;
- le numéro de la présente norme;
- l'année de fabrication.

5.4 Degré de protection et défaut interne

5.4.1 Degré de protection

La protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses et la protection des équipements contre la pénétration de corps solides étrangers et contre la pénétration de l'eau sont nécessaires.

Le degré de protection minimal des enveloppes du poste préfabriqué doit être le degré IP23D, conformément à la CEI 529. Il est admis de prescrire un degré de protection supérieur conformément à la CEI 529.

NOTE – Pour les postes préfabriqués manoeuvrés de l'extérieur, il est admis que le degré de protection soit réduit pendant la manoeuvre. D'autres précautions pour la protection des personnes contre l'approche des parties dangereuses peuvent être nécessaires.

5.4.2 Protection du poste préfabriqué contre les contraintes mécaniques

L'enveloppe d'un poste préfabriqué doit avoir une résistance mécanique suffisante et doit supporter les charges et les impacts suivants:

- a) charge sur le toit:
 - au minimum $2\,500\text{ N/m}^2$ (charges de montage ou autres charges)
 - au minimum 50 kN sur une surface de 600 cm^2 (830 kN/m^2) pour les toits d'un poste préfabriqué sous le niveau du sol dans des lieux de circulation, par exemple sur lesquels un camion peut se garer;
 - charges de neige selon les conditions climatiques locales;
- b) pression du vent sur l'enveloppe:
 - pression du vent conformément à la CEI 694;
- c) impacts mécaniques externes sur les capots, les portes et les ouvertures de ventilation:
 - impacts mécaniques externes d'une énergie d'impact de 20 J .

Les impacts mécaniques accidentels au-delà de cette valeur (par exemple du fait d'accidents de la circulation) ne sont pas couverts par la présente norme et doivent être évités si nécessaire par d'autres moyens de protection autour et à l'extérieur du poste préfabriqué.

5.4.3 Protection de l'environnement contre les conséquences des défauts internes

Des mesures doivent être prises pour éviter les fuites d'huile du poste préfabriqué et pour réduire les risques d'incendie.

5.3 Nameplate

Each prefabricated substation shall be provided with a durable and clearly legible nameplate which shall contain at least the following information:

- manufacturer's name or trademark;
- type designation;
- serial number;
- number of this standard;
- year of manufacture.

5.4 Degree of protection and internal fault

5.4.1 Degree of protection

The protection of persons against access to hazardous parts is necessary and protection of equipment against ingress of solid foreign objects and against ingress of water is necessary.

The minimum degree of protection of the enclosures of the prefabricated substation shall be IP23D in accordance with IEC 529. A higher degree of protection may be specified in accordance with IEC 529.

NOTE – During operation of the prefabricated substation from outside, the degree of protection may be reduced. Other precautions may be necessary for the protection of persons against approach to hazardous parts.

5.4.2 Protection of the prefabricated substation against mechanical stress

The enclosure of a prefabricated substation shall have sufficient mechanical strength and shall withstand the following loads and impacts:

- a) roof load:
 - minimum 2 500 N/m² (erection loads or other loads);
 - minimum 50 kN on a surface of 600 cm² (830 kN/m²) for roofs of a below ground level prefabricated substation in traffic locations, e.g. on which a truck can park;
 - snow loads according to the local climatic conditions;
- b) wind loads on the enclosure:
 - wind loads according to IEC 694;
- c) external mechanical impacts on covers, doors and ventilation openings:
 - external mechanical impacts with an impact energy of 20 J.

Accidental mechanical impacts above this value (e.g. traffic collisions) are not covered by this standard and shall be prevented, if necessary by other means provided external to and around the prefabricated substation.

5.4.3 Protection of the environment due to internal defects

Measures shall be taken to prevent leakage of oil from the prefabricated substation and to minimize the danger of fire.

5.4.4 Défaut interne

Un défaut à l'intérieur du poste préfabriqué dû à des défauts, à des conditions de service exceptionnelles, ou à une fausse manœuvre peut amorcer un arc interne. La probabilité d'un tel défaut dans des constructions conformes aux exigences de la présente norme est très faible mais ne peut être complètement négligée.

Si des personnes sont présentes, un tel défaut peut provoquer des blessures, mais avec une probabilité encore moindre.

Il est souhaitable de prévoir le plus haut degré de protection possible pour les personnes.

Il est recommandé que l'objectif principal soit d'éviter l'amorçage de tels arcs ou de limiter leur durée et leurs conséquences.

L'expérience a montré que de tels défauts à l'intérieur d'une enveloppe se produisent plus fréquemment dans certains emplacements que dans d'autres. Il convient de prêter à ces emplacements une attention particulière.

A titre indicatif, une liste de ces emplacements et des causes de défaut concernant l'appareillage haute tension et ses connexions au transformateur est fournie dans le tableau A.1 de l'annexe A, colonnes 1 et 2. Certaines mesures permettant de réduire la probabilité d'apparition de défauts internes ou de réduire les risques correspondants sont recommandées dans la colonne 3. Des exemples de mesures permettant de limiter les conséquences des défauts internes sont fournis dans le tableau A.2 de l'annexe A.

Si ces mesures sont considérées comme insuffisantes, le constructeur et l'utilisateur peuvent convenir de l'exécution d'un essai conforme à l'annexe A. Cet essai couvre uniquement le cas où l'arc est amorcé entièrement dans l'air ou dans un autre gaz isolant à l'intérieur de l'enveloppe de l'appareillage haute tension et des connexions, mais non pas à l'intérieur de matériels de l'appareillage ayant leur propre enveloppe, par exemple des appareils de connexion et des fusibles, ou à l'intérieur de matériels tels que transformateurs de mesure, etc.

Cet essai peut être considéré comme inutile pour les parties de circuit protégées par des dispositifs limiteurs de courant, tels que des fusibles.

5.5 Enveloppe

5.5.1 Généralités

L'enveloppe doit remplir les conditions suivantes.

5.5.1.1 Le degré de protection doit satisfaire à 5.4 de la présente norme.

5.5.1.2 Les parties de l'enveloppe qui sont en matériaux non conducteurs doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

- a) l'isolation entre les parties actives non blindées des connexions de l'appareillage haute tension au transformateur et la surface accessible de l'enveloppe doit supporter les tensions d'essai prescrites en 6.1.1.4;
- b) l'isolation entre les parties actives non blindées des connexions de l'appareillage haute tension au transformateur et la surface interne des parties isolantes de l'enveloppe qui font face à celles-ci, doit supporter au moins 150 % de la tension assignée du poste préfabriqué;

5.4.4 *Internal fault*

Failure within the prefabricated substation due either to a defect, an exceptional service condition or mal-operation may initiate an internal arc. There is little probability of such an event occurring in constructions which satisfy the requirements of this standard, but it cannot be completely disregarded.

Such an event may lead to the risk of injury, if persons are present, but with an even lower probability.

It is desirable that the highest practicable degree of protection to persons should be provided.

The principal objective should be to avoid such arcs or to limit their duration and consequences.

Experience has shown that inside an enclosure faults are more likely to occur in some locations than in others. Special attention should be paid to these locations.

For guidance, a list of such locations and of causes related to the high-voltage switchgear and controlgear and their connection to the transformer is given in table A.1 of annex A, columns 1 and 2. Measures to decrease the probability of internal faults or to reduce the risk are recommended in column 3. Examples of measures to limit the consequences of internal faults are given in table A.2 of annex A.

If such measures are considered to be insufficient then a test in accordance with annex A may be agreed between the manufacturer and the user. This test covers only the case of an arc occurring entirely in air or in another insulating gas within the enclosure of the high-voltage switchgear and controlgear and the interconnections, but not within the components of the switchgear and controlgear having a separate enclosure, for example switching devices and fuses, or within components such as instrument transformers, etc.

Such a test should be unnecessary on those parts of circuits which are protected by current-limiting devices, for example fuses.

5.5 *Enclosure*

5.5.1 *General*

The enclosure shall meet the following conditions.

5.5.1.1 The degree of protection shall comply with 5.4 of this standard.

5.5.1.2 Parts of the enclosure made of non-conducting materials shall meet the following requirements:

- a) the insulation between non-shielded live parts of the connections between the high-voltage switchgear and controlgear and the transformer and the accessible surface of the enclosure shall withstand the test voltages specified in 6.1.1.4;
- b) the insulation between the non-shielded live parts of the connections between the high-voltage switchgear and controlgear and the transformer and the inner surface of insulating parts of the enclosure facing these shall withstand at least 150 % of the rated voltage of the prefabricated substation;

c) lorsque des connexions haute tension non blindées sont utilisées, outre la résistance mécanique, le matériau non conducteur doit supporter également les tensions d'essai prescrites en 6.1.1.4. Pour satisfaire aux exigences correspondantes, il convient d'appliquer aux essais les méthodes prescrites dans la CEI 243-1.

5.5.1.3 Toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour éviter tout cas de déformation qui pourrait résulter du transport ou de la manutention effectués conformément aux instructions du constructeur.

5.5.1.4 Les moyens doivent être fournis pour garantir l'accès en toute sécurité pour les opérations concernant le changeur de prises du transformateur ou le contrôle, par exemple par l'ouverture d'une porte ou, si nécessaire, par dépose d'un capot.

5.5.1.5 Le refroidissement d'un poste préfabriqué doit se faire par ventilation naturelle.

NOTE – Il convient qu'un poste préfabriqué employant d'autres moyens de refroidissement (par exemple refroidissement forcé) fasse l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

5.5.2 Tenue au feu

Les matériaux utilisés pour la construction de l'enveloppe du poste préfabriqué doivent avoir un niveau minimal de tenue à un feu se produisant à l'intérieur ou à l'extérieur du poste préfabriqué.

Les matériaux doivent être soit non inflammables soit, s'il s'agit de matériaux synthétiques, conformes à 5.5.2.2.

NOTE – Pour la tenue au feu, seule la réaction au feu a été prise en compte. Il est admis de tenir compte de la résistance au feu, selon les réglementations locales, sous réserve d'accord entre le constructeur et l'utilisateur.

5.5.2.1 Matériaux conventionnels

Les matériaux énumérés ci-après sont considérés non inflammables:

- béton;
- métal (acier, aluminium, etc.);
- briques;
- plâtre;
- fibre de verre ou laine de roche.

5.5.2.2 Matériaux synthétiques

Les matériaux synthétiques doivent être soumis à des essais conformément à l'ISO 1210, méthode A. La tenue des échantillons doit être conforme à FH1 ou FH2-80 mm.

5.5.2.3 Autres matériaux

Le constructeur doit démontrer la non-inflammabilité des matériaux utilisés qui doit être au moins équivalente à celle des matériaux visés par le 5.5.2.2.

5.5.3 Capots et portes

Les capots et les portes font partie de l'enveloppe. Lorsqu'ils sont fermés, ils doivent assurer le degré de protection prescrit pour l'enveloppe. Lorsque des ouvertures de ventilation sont incorporées aux capots ou aux portes, il est fait référence à 5.5.4.

c) where non-shielded high-voltage connections are used, apart from mechanical strength, the non-conducting material shall likewise withstand the test voltages specified in 6.1.1.4. The methods specified in IEC 243-1 should be applied to the tests to meet the relevant requirements.

5.5.1.3 All measures shall be taken in order to avoid any case of deformation which could be caused by transport or handling when carried out according to the manufacturer's instructions.

5.5.1.4 Means shall be provided to guarantee safe access to operations concerning transformer tap-changer or for checking, e.g. by opening a door or, if necessary, by dismantling a cover.

5.5.1.5 Cooling of the prefabricated substation shall be by natural ventilation.

NOTE – Prefabricated substations employing other means of cooling (e.g. forced cooling) should be subject to an agreement between manufacturer and user.

5.5.2 *Fire behaviour*

The materials used in the construction of the enclosure of the prefabricated substation shall have a minimum level of behaviour against fire occurring inside or outside of the prefabricated substation.

The materials shall be either non-flammable or, if synthetic materials are used, they shall be in accordance with 5.5.2.2.

NOTE – In fire behaviour, only reaction to fire is considered. Fire resistance may be considered, according to local regulations, subject to agreement between manufacturer and user.

5.5.2.1 *Traditional materials*

The following list of materials are considered non-flammable:

- concrete;
- metal (steel, aluminium, etc.);
- bricks;
- plaster;
- glass fibre or rockwool.

5.5.2.2 *Synthetic materials*

Synthetic materials shall be tested according to ISO 1210, method A. The behaviour of the samples shall comply with FH1 or FH2-80 mm.

5.5.2.3 *Other materials*

The manufacturer shall prove the non-flammability of the materials used which shall be at least equivalent to 5.5.2.2.

5.5.3 *Covers and doors*

Covers and doors are part of the enclosure. When they are closed, they shall provide the degree of protection specified for the enclosure. When ventilation openings are incorporated in covers or doors, reference is made to 5.5.4.

Deux catégories de capots ou portes sont reconnues, en ce qui concerne l'accès aux compartiments du poste préfabriqué:

- a) ceux qu'il est nécessaire d'ouvrir à des fins normales d'exploitation (capots amovibles, portes). Leur ouverture ou leur dépose ne doit pas nécessiter d'outils. Ils doivent être munis de dispositifs de verrouillage à moins que la sécurité des personnes ne soit assurée par un dispositif d'interverrouillage approprié;
- b) tous les autres capots, portes ou toits. Ils doivent être munis de dispositifs de verrouillage ou il ne doit pas être possible de les ouvrir ou de les enlever avant que les portes utilisées pour les manoeuvres normales n'aient été ouvertes.

Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur, à un angle d'au moins 90° et doivent être équipées d'un dispositif permettant de les maintenir en position ouverte. Les postes préfabriqués situés sous le niveau du sol nécessitent une trappe d'accès, assurant une sécurité suffisante pour le personnel ainsi que pour toute personne passant à proximité. Cette trappe doit pouvoir être manipulée par une seule personne.

5.5.4 Ouvertures de ventilation

Les ouvertures de ventilation doivent être disposées ou protégées de manière à assurer le même degré de protection que celui prescrit pour l'enveloppe. De telles ouvertures peuvent être équipées de grillages ou de dispositifs analogues à condition qu'ils aient une rigidité mécanique suffisante.

5.5.5 Cloisons

Le degré de protection des cloisons, si elles existent, doit être spécifié par le constructeur conformément à la CEI 529.

5.5.6 Dispositions pour les essais diélectriques des câbles

Il convient de pouvoir accéder aux boîtes à câbles haute tension ou au point d'essai des câbles afin d'effectuer les essais diélectriques sur les câbles.

5.5.7 Equipements auxiliaires

Il convient de prévoir un espace suffisant pour les équipements auxiliaires comme par exemple les dispositifs de mise à la terre, les leviers, etc.

5.5.8 Couloir de manoeuvre

Il convient que la largeur d'un couloir de manoeuvre de poste préfabriqué manoeuvré de l'intérieur permette d'effectuer toute manoeuvre et toute opération de maintenance. La largeur de ce couloir doit être au moins de 800 mm. Les portes de l'appareillage à l'intérieur du poste préfabriqué doivent se fermer dans le sens de la sortie ou tourner de telle manière qu'elles ne réduisent pas la largeur du couloir. Les portes, retenues en position ouverte, ou les dispositifs de manoeuvre dépassant de l'appareillage ne doivent pas réduire la largeur du couloir à moins de 500 mm.

5.5.9 Etiquettes

Les étiquettes d'avertissement, d'instruction du constructeur, etc. ainsi que celles destinées à satisfaire à des normes et réglementations locales doivent être durables et clairement lisibles.

Two categories of covers or doors are recognized with regard to access to the compartments of the prefabricated substation:

- a) those which need to be opened for normal operation (removable covers, doors). These shall not require tools for their opening or removal. They shall be provided with locking facilities unless the safety of persons is assured by a suitable interlocking device;
- b) all other covers, doors or roof. They shall be provided with locking facilities or it shall not be possible to open or remove them before doors used for normal operation have been opened.

The doors shall open outwards at an angle of at least 90° and be equipped with a device able to maintain them in an open position. Below ground-level prefabricated substations require an access hatch, providing adequate safety for personnel and the passer-by. It shall be possible to operate this hatch by a single person.

5.5.4 Ventilation openings

Ventilation openings shall be so arranged or shielded that the same degree of protection as that specified for the enclosure is obtained. Such openings may make use of wire mesh or similar, provided that it is of suitable mechanical strength.

5.5.5 Partitions

The degree of protection of the partition, if any, shall be specified by the manufacturer according to IEC 529.

5.5.6 Provisions for dielectric tests on cables

Accessibility to the high-voltage cable-boxes or cable test point should be possible in order to perform dielectric tests on the cables.

5.5.7 Accessories

Adequate space should be provided for keeping of accessories, e.g. earthing devices, levers, etc.

5.5.8 Operation aisle

The width of an operation aisle inside a prefabricated substation, should be adequate for performing any operation or maintenance. The width of such an aisle shall be 800 mm or greater. Doors of switchgear and controlgear inside the prefabricated substation shall either close in the direction of the exit or rotate such that they shall not reduce the width of the aisle. Doors in any open fixed position or mechanical drives protruding from the switchgear and controlgear shall not reduce the width of the aisle to less than 500 mm.

5.5.9 Labels

Labels for warning, manufacturers' instructions, etc. and those according to local standards and regulations shall be durable and clearly legible.

5.6 Emission de bruit

Le niveau d'émission de bruit d'un poste préfabriqué doit être convenu par accord entre le constructeur et l'utilisateur. Cet accord doit tenir compte des prescriptions des réglementations locales quant au niveau de bruit acceptable. Il est admis, par accord entre constructeur et utilisateur, d'effectuer un essai permettant d'évaluer l'effet de l'enveloppe sur le bruit émis par le transformateur. La méthode d'essai doit être conforme à l'annexe B.

6 Essais de type

En principe, tous les essais de type doivent être effectués sur un poste préfabriqué complet. Les essais de type doivent être effectués sur une configuration représentative des matériels d'un poste préfabriqué. Du fait de la multiplicité des types, des caractéristiques assignées et des combinaisons possibles des matériels, on ne peut, en pratique, soumettre à des essais de type toutes les configurations envisageables d'un poste préfabriqué. La performance d'une configuration particulière peut être déduite des résultats d'essais obtenus avec des configurations comparables. Les matériels contenus dans un poste préfabriqué doivent être soumis aux essais conformément aux normes applicables (se reporter à l'article 3).

Les essais de type et les vérifications comprennent ce qui suit.

Essais de type normaux	Paragraphe
a) essais de vérification du niveau d'isolement du poste préfabriqué	6.1
b) essais de vérification de l'échauffement des principaux matériels du poste préfabriqué	6.2
c) essais de vérification de l'aptitude des circuits de terre à supporter la valeur de crête du courant et le courant de courte durée admissible assigné	6.3
d) essais fonctionnels pour vérifier le fonctionnement satisfaisant de l'ensemble	6.4
e) essais de vérification du degré de protection	6.5
f) essais de vérification de la résistance de l'enveloppe du poste préfabriqué aux contraintes mécaniques	6.6

Essais de type spéciaux (faisant l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur):

g) essais pour évaluer les effets d'un arc dû à un défaut interne	Annexe A
h) essais de vérification du niveau sonore du poste préfabriqué	Annexe B

6.1 Essais diélectriques

Etant donné que les matériels d'un poste préfabriqué ont été soumis à des essais de type conformément aux normes applicables, les dispositions du présent paragraphe s'appliquent uniquement aux interconnexions entre les matériels lorsque les conditions d'installation peuvent affecter leur tenue diélectrique. Par conséquent, les équipements à soumettre aux essais diélectriques sont les suivants:

- le raccordement entre l'appareillage haute tension et le transformateur;
- le raccordement entre le transformateur et l'appareillage basse tension.

5.6 Sound emission

The level of sound emission from a prefabricated substation shall be by agreement between manufacturer and user. This agreement shall recognize the requirements of local regulations regarding acceptable sound levels. By agreement between manufacturer and user, a test to evaluate the effect of the enclosure on the transformer emitted sound may be performed. The method of testing shall be in accordance with annex B.

6 Type tests

In principle, all the type tests shall be made on a complete prefabricated substation. The type tests shall be made on a representative configuration of the components of a prefabricated substation. Because of the variety of types, ratings and possible combinations of components, it is not practical to make type tests with all the possible configurations of a prefabricated substation. The performance of any particular configuration may be substantiated by test data of comparable configurations. Components contained in a prefabricated substation shall be tested according to the relevant standards (refer to clause 3).

The type tests and verifications comprise the following.

Normal type tests:

	Subclause
a) tests to verify the insulation level of the prefabricated substation	6.1
b) tests to prove the temperature rise of the main components contained in a prefabricated substation	6.2
c) tests to prove the capability of the earthing circuits to be subjected to the rated peak and the rated short-time withstand currents	6.3
d) functional tests to prove satisfactory operation of the assembly	6.4
e) tests to verify the degree of protection	6.5
f) tests to verify the withstand of the enclosure of the prefabricated substation against mechanical stress	6.6

Special type tests (subject to agreement between manufacturer and user):

g) tests to assess the effects of arcing due to an internal fault	Annex A
h) tests to verify the sound level of a prefabricated substation	Annex B

6.1 Dielectric tests

Since the components contained in a prefabricated substation have been type tested according to the relevant standards, this subclause applies only to the interconnection between the components when the installation conditions can affect their dielectric withstand. Therefore, the equipment to be subjected to dielectric tests is as follows:

- the connection between the high-voltage switchgear and the transformer;
- the connection between the transformer and the low-voltage switchgear.

6.1.1 *Essais du raccordement haute tension*

6.1.1.1 *Conditions générales*

Les essais diélectriques ne sont pas prescrits lorsque le raccordement haute tension est effectué au moyen de câble haute tension reliés par des connexions à écran relié à la terre, soumises à des essais de type, ou d'autres types d'extrémités qui ont été soumises à des essais de type à la fois du côté de l'appareillage haute tension et du côté du transformateur, dans les conditions d'installation du poste préfabriqué.

Dans tout autre cas, le raccordement doit être soumis aux essais diélectriques conformément aux paragraphes 6.1.1.2 à 6.1.1.6.

Il est admis d'effectuer les essais en remplaçant le transformateur par un élément reproduisant la configuration de champ des traversées du transformateur.

Pour les essais, le raccordement haute tension est relié à la source d'essai par l'intermédiaire de l'appareillage haute tension. Seuls les appareils de connexion reliés en série dans le circuit d'alimentation sont fermés. Tous les autres appareils de connexions sont ouverts.

Les dispositifs de limitation de la tension doivent être débranchés ou, s'ils sont maintenus comme en service normal, la procédure d'essai diélectrique doit être convenue entre le constructeur et l'utilisateur.

Les bornes secondaires des transformateurs de courant doivent être mises en court-circuit et à la terre. Les transformateurs de tension doivent être débranchés.

6.1.1.2 *Conditions de l'air ambiant pendant les essais*

Se reporter à la CEI 694.

6.1.1.3 *Application de la tension d'essai*

6.1.1.3.1 *Au raccordement haute tension*

Les tensions d'essai doivent être appliquées en connectant successivement chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de la source d'essai. Tous les autres conducteurs du circuit principal et les circuits auxiliaires doivent être reliés au conducteur de terre du châssis, et à la borne de terre de la source d'essai.

6.1.1.3.2 *Dans le cas d'une enveloppe isolante*

Pour vérifier la conformité aux exigences du 5.5.1.2 a), une feuille métallique, qui doit être mise à la terre, de surface circulaire ou carrée aussi grande que possible mais n'excédant pas 100 cm², doit être appliquée sur les surfaces accessibles de l'enveloppe en matériaux isolants. La feuille doit être placée à l'endroit le plus défavorable pour l'essai. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai doit être répété en plaçant la feuille à des endroits différents.

Pour vérifier la conformité aux exigences du 5.5.1.2 b), les surfaces accessibles de l'enveloppe qui sont fabriquées en matériaux non conducteurs, entre les pièces actives non blindées des raccordements de l'appareillage haute tension au transformateur et la surface intérieure des parties isolantes de l'enveloppe, doivent être soumises à une tension d'essai à fréquence industrielle égale à 150 % de la tension assignée, pendant 1 min, après avoir couvert la surface intérieure de la partie isolante qui se trouve en face des pièces actives du raccordement, au moyen d'une feuille métallique mise à la terre comme décrit ci-dessus.

6.1.1 *Tests on the high-voltage connection*

6.1.1.1 *General conditions*

The dielectric tests are not required when the high-voltage connection is made of high-voltage cables connected by type-tested earth-shielded connections or by other types of terminations which have been type tested on both the high-voltage switchgear and the transformer sides in the installation conditions of the prefabricated substation.

In all other cases, the connection shall be subjected to dielectric tests according to 6.1.1.2 to 6.1.1.6.

The tests may be carried out with the transformer replaced by a replica reproducing the field configuration of the transformer bushings.

For the tests, the high-voltage connection is connected to the test supply through the high-voltage switchgear. Only the switching devices that are in series in the supply circuit are closed. All other switching devices are open.

Voltage limiting devices shall be disconnected or, if they are kept as in normal service, the dielectric test procedure shall be agreed between manufacturer and user.

Secondary terminals of current transformers shall be short-circuited and earthed. Voltage transformers shall be disconnected.

6.1.1.2 *Ambient air conditions during tests*

Refer to IEC 694.

6.1.1.3 *Application of test voltage*

6.1.1.3.1 *On the high-voltage connections*

The test voltages shall be applied connecting each phase conductor of the main circuit in turn to the high-voltage terminal of the test supply. All other conductors of the main circuit and the auxiliary circuits shall be connected to the earthing conductor of the frame, and to the earth terminal of the test supply.

6.1.1.3.2 *In the case of an enclosure of insulation material*

In order to check compliance with 5.5.1.2 a) accessible surfaces of the enclosure made from insulation materials shall be covered on the accessible side with a circular or square metal foil having an area as large as possible, but not exceeding 100 cm², which shall be connected to earth. The foil shall be placed in the most unfavourable situation for the test. In case of doubt about the most unfavourable situation, the test shall be repeated with different situations.

In order to check compliance with the requirements of 5.5.1.2 b) accessible surfaces of the enclosure made from non-conducting materials between the non-shielded connections of the high-voltage switchgear to transformer and the inner surface of the non-conducting materials of the enclosure shall be subjected to a power-frequency test of 150 % of the rated voltage for 1 min after covering the inner surface of the non-conducting material facing the non-shielded connection by an earthed metal foil as described above.

6.1.1.4 Tension d'essai

Se reporter à la CEI 694.

6.1.1.5 Essais de tension aux chocs de foudre

Les équipements de raccordement haute tension doivent être soumis à des essais de tension aux chocs de foudre. Les essais doivent être effectués avec des tensions des deux polarités, positive et négative, et en utilisant le choc de foudre normal 1,2/50, conformément à la CEI 60-1.

Normalement, l'essai de tenue de 15 chocs doit être appliqué. Quinze chocs de foudre consécutifs à la tension de tenue assignée doivent être appliqués pour chaque polarité.

On doit considérer que le raccordement haute tension a satisfait à l'essai si le nombre de décharges disruptives sur une isolation autorégénératrice ne dépasse pas deux pour chaque série de 15 chocs et s'il ne se produit pas de décharge disruptive sur une isolation non autorégénératrice. S'il est prouvé que les essais pour l'une des polarités donnent les résultats les plus défavorables, il est admis d'effectuer les essais pour cette polarité uniquement.

Dans le cas de prédominance d'isolation non autorégénératrice, il est admis d'appliquer l'essai de tenue conventionnel aux chocs sous réserve d'accord entre constructeur et utilisateur afin d'éviter les risques de dommages à l'isolation solide.

Pendant les essais de tension aux chocs de foudre, la borne du générateur de choc raccordée à la terre doit être connectée au conducteur de mise à la terre de l'enveloppe du poste préfabriqué.

NOTE – Quelques matériaux isolants conservent une charge après un essai de choc; dans ce cas, il est recommandé d'en tenir compte lors de l'inversion de la polarité. Pour décharger les matériaux isolants, on recommande l'utilisation de méthodes appropriées, telles que l'application de chocs de polarité inversée à tension réduite avant les essais.

6.1.1.6 Essais de tenue à la tension à fréquence industrielle

Le raccordement haute tension doit être soumis à des essais de tenue à la tension à fréquence industrielle en environnement sec pendant 1 min, conformément à la CEI 60-1.

On doit considérer que le raccordement a satisfait à l'essai, s'il ne se produit pas de décharge disruptive.

Pendant l'essai de tenue à la tension en fréquence industrielle, une borne du transformateur d'essai doit être raccordée à la terre et au conducteur de mise à la terre du poste préfabriqué.

6.1.2 Essais du raccordement basse tension

6.1.2.1 Conditions générales

Lorsque le raccordement basse tension est partiellement ou totalement couvert par une enveloppe non métallique, il doit être appliqué sur cette dernière une feuille métallique reliée au châssis. La feuille doit être appliquée sur toutes les surfaces qui peuvent être touchées par un opérateur.

6.1.1.4 *Test voltage*

Refer to IEC 694.

6.1.1.5 *Lightning impulse-voltage tests*

The high-voltage connection equipment shall be subjected to lightning impulse-voltage tests. The tests shall be performed with voltages of both positive and negative polarities using the standard lightning impulse 1,2/50, according to IEC 60-1.

Normally, the 15 impulse withstand tests shall be carried out. Fifteen consecutive lightning impulses at the rated withstand voltage shall be applied for each polarity.

The high-voltage connection shall be considered to have passed the test if the number of the disruptive discharges on self-restoring insulation does not exceed two for each series of 15 impulses, and if no disruptive discharge on non-self-restoring insulation occurs. If it is proved that tests for one polarity give the most unfavourable results, it is permissible to perform the test for this polarity only.

In the case where non-self-restoring insulation predominates, the conventional impulse-voltage withstand test may be applied subject to agreement between manufacturer and user, so as to avoid possible damage to the solid insulation.

During the lightning impulse-voltage tests, the earthed terminal of the impulse generator shall be connected to the earthing conductor of the enclosure of the prefabricated substation.

NOTE – Some insulating materials retain a charge after an impulse test and for these cases, care should be taken when reversing the polarity. To allow the discharge of insulating materials, the use of appropriate methods, such as the application of impulses of the reverse polarity at lower voltage before the tests, is recommended.

6.1.1.6 *Power-frequency voltage withstand tests*

The high-voltage connection shall be subjected to 1 min power-frequency voltage withstand tests in dry conditions in accordance with IEC 60-1.

The equipment shall be considered to have passed the test if no disruptive discharge occurs.

During the power-frequency voltage test, one terminal of the test transformer shall be connected to earth and to the earthing conductor of the prefabricated substation.

6.1.2 *Tests on low-voltage connection*

6.1.2.1 *General conditions*

When the low-voltage connection is partially or totally covered by a non-metallic enclosure, it shall be covered by a metal foil connected to the frame. The foil shall be applied to all surfaces that can be touched by an operator.

Pour les essais, le raccordement basse tension est relié à la source d'essai par l'intermédiaire de l'appareillage basse tension. Seuls les appareils de connexion reliés en série au circuit d'alimentation sont fermés. Tous les autres appareils de connexion sont ouverts.

6.1.2.2 *Essais de tension aux chocs de foudre*

Le raccordement basse tension doit être soumis à des essais de tension aux chocs de foudre. La tension d'essai est prescrite dans le tableau 5 de la CEI 664-1, la tension d'essai aux chocs assignée étant choisie conformément à 4.2 de cette norme.

Les moyens de suppression des surtensions doivent être déconnectés, ou les essais doivent être faits conformément à la CEI 1180-1.

La tension de choc de foudre de 1,2/50 doit être appliquée trois fois pour chaque polarité à des intervalles de 1 s minimum.

La tension d'essai doit être appliquée en connectant successivement chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de la source d'essai. Tous les autres conducteurs du circuit principal et les circuits auxiliaires doivent être reliés au conducteur de terre ou au châssis et à la borne de terre de la source d'essai.

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive au cours des essais.

6.1.2.3 *Vérification des lignes de fuite*

Les lignes de fuite les plus courtes entre phases, entre conducteurs de circuits à des tensions différentes et entre parties actives et parties conductrices exposées, doivent être mesurées. La ligne de fuite mesurée doit être conforme aux prescriptions du tableau 4 de la CEI 664-1, en tenant compte du groupe de matériau et du degré de pollution.

6.1.3 *Essais diélectriques des circuits auxiliaires*

Se reporter aux normes applicables.

6.2 *Essais d'échauffement*

Cet essai est destiné à vérifier qu'un modèle d'enveloppe de poste préfabriqué fonctionne correctement et n'altère pas de manière préjudiciable la durée de vie prévue des matériels du poste. L'essai consiste à mesurer l'échauffement du fluide et des enroulements du transformateur (ou des enroulements uniquement pour les transformateurs de type sec) et l'échauffement des équipements basse tension. Les essais doivent démontrer que les échauffements du transformateur à l'intérieur de l'enveloppe ne dépassent pas les échauffements mesurés sur ce même transformateur à l'extérieur de l'enveloppe d'une valeur supérieure à celle qui définit la classe de l'enveloppe, par exemple, 10 K, 20 K ou 30 K. Se reporter aux figures 1 et 2.

Il n'est pas considéré nécessaire de mesurer l'échauffement des matériels haute tension car le déclassement du transformateur en relation avec la classe de l'enveloppe donnera un déclassement pratique des circuits haute tension.

6.2.1 *Conditions d'essai*

L'enveloppe doit être complète, munie de ses matériels disposés en condition normale de fonctionnement. Les portes doivent être fermées et les entrées de câble obturées de manière à représenter les conditions de service. Il convient que la puissance et les pertes du transformateur soient ceux correspondant à la puissance maximale assignée du poste préfabriqué telle que définie en 4.10.

For the tests, the low-voltage connection is connected to the test supply through the low-voltage switchgear. Only the switching devices that are in series in the supply circuit are closed. All other switching devices are open.

6.1.2.2 *Lightning impulse-voltage tests*

The low-voltage connection shall be subjected to lightning impulse-voltage tests. The test voltage is specified in table 5 of IEC 664-1, where the rated impulse-voltage test is chosen in accordance with 4.2 of this standard.

Overvoltage suppressing means shall be disconnected or tests shall be made according to IEC 1180-1.

The 1,2/50 impulse voltage shall be applied three times for each polarity at intervals of 1 s minimum.

The test voltage shall be applied connecting each phase conductor of the main circuit in turn to the high-voltage terminal of the test supply. All other conductors of the main circuit and the auxiliary circuits shall be connected to the earthing conductor or the frame, and to the earth terminal of the test supply.

There shall be no disruptive discharge during the tests.

6.1.2.3 *Verification of creepage distances*

The shortest creepage distances between phases, between circuit conductors at different voltages and live and exposed conductive parts shall be measured. The measured creepage distance with respect to material group and pollution degree shall comply with the requirements in table 4 of IEC 664-1.

6.1.3 *Dielectric tests on auxiliary circuits*

Refer to the relevant standards.

6.2 *Temperature-rise tests*

The purpose of this test is to check that a design of prefabricated substation enclosure operates correctly and does not impair the life expectancy of the substation components. The test is to measure the temperature rise of fluid and windings (or windings only for dry type) of the transformer and the temperature rise of low-voltage equipment. The test shall demonstrate that the temperature rises of the transformer inside the enclosure do not exceed those measured on the same transformer outside the enclosure by more than the value which defines the class of enclosure, e.g. 10 K, 20 K or 30 K. Refer to figures 1 and 2.

It is not considered necessary to measure the temperature rise of the high-voltage components because rating of the transformer to the class of enclosure will result in a practical rating of the high-voltage circuits.

6.2.1 *Test conditions*

The enclosure shall be complete with its components positioned as designed for service. The doors shall be closed and cable access points sealed to represent service conditions. The power and losses of the transformer should be those corresponding to the rated maximum power of the prefabricated substation, as defined in 4.10.

Les essais d'échauffement du transformateur et des équipements basse tension seront effectués simultanément.

L'essai sera exécuté dans une salle dont les dimensions, l'isolement ou les conditions de ventilation maintiennent la température de l'air ambiant de la salle à moins de 40 °C, la variation de température ne dépassant pas 1 K pour 1 h pendant la période de mesure de l'essai.

NOTE – Dans le cas d'un poste préfabriqué souterrain, l'essai peut être effectué au-dessus du sol. L'expérience a démontré que la différence d'échauffement n'est pas déterminante par rapport à la situation souterraine.

6.2.2 Méthode d'essai

6.2.2.1 Connexion de l'alimentation

Le transformateur et les matériels de l'appareillage doivent être connectés et les bornes des câbles de sortie basse tension doivent être mises en court-circuit. L'alimentation doit être connectée aux bornes de l'appareillage haute tension d'arrivée.

6.2.2.2 Application des courants d'essai

Le circuit du poste préfabriqué est alimenté par un courant suffisant pour générer les pertes totales du transformateur, à sa température de référence, en utilisant l'une ou l'autre des méthodes définies dans la CEI 76-2 ou la CEI 726.

NOTE – Pour cet essai, il sera nécessaire d'ajouter un petit pourcentage au courant assigné circulant dans le circuit complet, afin de compenser les pertes à vide du transformateur.

6.2.3 Mesures

6.2.3.1 Mesure de la température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant est la température moyenne de l'air environnant le poste préfabriqué (pour des postes sous enveloppe, il s'agit de la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe). Elle doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai, au moyen d'au moins quatre thermomètres, thermocouples ou autres dispositifs capteurs de température disposés régulièrement autour du poste préfabriqué approximativement à la hauteur moyenne des éléments traversés par le courant et à une distance d'environ 1 m du poste préfabriqué. Les thermomètres ou les thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les influences anormales de la chaleur.

Afin d'éviter les erreurs d'indications, du fait de variations rapides de température, les thermomètres ou les thermocouples peuvent être placés dans de petits flacons contenant environ un demi-litre d'huile.

Pendant le dernier quart de la période d'essai, la variation de la température de l'air ambiant ne doit pas dépasser 1 K en 1 h. Si cela n'est pas possible du fait de conditions de température défavorables du local d'essai, la température d'un poste préfabriqué identique placé dans les mêmes conditions, mais sans courant, peut être prise pour remplacer la température de l'air ambiant. Ce poste préfabriqué supplémentaire ne doit pas être soumis à une quantité de chaleur excessive.

La température de l'air ambiant pendant les essais doit être comprise entre +10 °C et +40 °C. Aucune correction des échauffements observés ne doit être effectuée pour des températures de l'air ambiant comprises dans cette plage.

Transformer and low-voltage equipment temperature-rise tests will be performed simultaneously.

The test will be executed in a room whose dimension, insulation or air condition will keep the ambient air temperature of the room at less than 40 °C with a variation not exceeding 1 K in 1 h reading during the measurement test period.

NOTE – In the case of an underground prefabricated substation, the test may be performed above ground. Experience has proven that the difference in temperature rise is not significant compared to underground.

6.2.2 Test method

6.2.2.1 Connection of supply

The transformer and switchgear components shall be connected and the low-voltage outgoing cable terminals shall be short-circuited. The supply shall be connected to the incoming high-voltage switchgear terminals.

6.2.2.2 Application of test currents

The prefabricated substation circuit is supplied with sufficient current to generate the total losses of the transformer, at its reference temperature, using either method defined in IEC 76-2 or IEC 726.

NOTE – This test will require a small percentage of current above the rated current flowing through the complete circuit so as to compensate for the transformer no-load loss.

6.2.3 Measurements

6.2.3.1 Measurement of the ambient air temperature

The ambient air temperature is the average temperature of the air surrounding the prefabricated substation (for an enclosed substation, it is the air outside the enclosure). It shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least four thermometers, thermocouples or other temperature-detecting devices equally distributed around the prefabricated substation at about the average height of its current-carrying parts and at a distance of about 1 m from the prefabricated substation. The thermometers or thermocouples shall be protected against air currents and undue influence of heat.

In order to avoid indication errors because of rapid temperature changes, the thermometers or thermocouples may be put into small bottles containing about half a litre of oil.

During the last quarter of the test period, the change of ambient air temperature shall not exceed 1 K in 1 h. If this is not possible because of unfavourable temperature conditions of the test room, the temperature of an identical prefabricated substation under the same conditions, but without current, can be taken as a substitute for the ambient air temperature. This additional prefabricated substation shall not be subjected to an undue amount of heat.

The ambient air temperature during tests shall be more than +10 °C but less than +40 °C. No correction of the temperature-rise values shall be made for ambient air temperatures within this range.

6.2.3.2 Transformateur

L'échauffement du fluide en partie haute et l'échauffement moyen des enroulements pour les transformateurs immergés doivent être mesurés conformément à la CEI 76-2. L'échauffement moyen des enroulements pour les transformateurs du type sec doit être mesuré conformément à la CEI 726.

6.2.3.3 Appareillage basse tension

Les échauffements de l'appareillage basse tension doivent être mesurés conformément à la CEI 439-1.

La température de l'air à l'endroit où des matériels électroniques peuvent être installés doit être mesurée.

6.2.4 Critères d'acceptation

On doit considérer que le poste préfabriqué a satisfait à l'essai d'échauffement si:

- a) les échauffements du transformateur ne dépassent pas les échauffements correspondants mesurés sur le même transformateur sans enveloppe d'une valeur supérieure à la classe de température du poste préfabriqué;
- b) les échauffements et les températures des interconnexions, de leurs bornes et de l'appareillage basse tension ne dépassent pas les prescriptions de la CEI 694 et la CEI 439-1.

6.3 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible sur les circuits de mise à la terre

Se reporter à la CEI 694, en ajoutant l'alinéa suivant:

Le conducteur de terre, conformément à 5.1, y compris les bornes destinées à la connexion au circuit de mise à la terre et les connexions de mise à la terre des matériels, doivent être conçus pour un courant de courte durée d'au moins 6 kA pendant 1 s. Si le courant de courte durée est supérieur à 6 kA ou si la durée est supérieure à 1 s, un essai doit être effectué afin de vérifier la capacité des circuits à résister au courant de courte durée et à la valeur de crête de courant admissibles assignés dans les conditions de mise à la terre du neutre du réseau.

Après l'essai, une certaine déformation du conducteur de terre et des connexions aux matériels est admissible mais la continuité du circuit doit être maintenue.

6.4 Essais fonctionnels

Il doit être démontré qu'il est possible d'effectuer l'ensemble des activités nécessaires pour la mise en service, le fonctionnement et la maintenance du poste préfabriqué.

Une liste type de ces activités comprend:

- la manoeuvre de l'appareillage;
- le fonctionnement mécanique des portes du poste;
- la fixation des écrans isolants;
- le relevé des températures et des niveaux d'huile du transformateur;
- le contrôle des indications de tension;
- la mise en place des dispositifs de mise à la terre;
- les essais de câbles;
- le remplacement de fusibles.

6.2.3.2 *Transformer*

The top liquid and average winding temperature rises for liquid-filled transformers shall be measured as given in IEC 76-2. The average winding temperature rises for dry-type transformers shall be measured as given in IEC 726.

6.2.3.3 *Low-voltage switchgear and controlgear*

The low-voltage switchgear and controlgear temperature rises shall be measured as given in IEC 439-1.

The air temperature in the location where electronic equipment may be installed, shall be measured.

6.2.4 *Acceptance criteria*

The prefabricated substation shall be deemed to have passed the temperature-rise test if:

- a) the transformer temperature rises do not exceed the corresponding temperature rises measured on the same transformer without an enclosure by more than the temperature class of the prefabricated substation;
- b) the temperature rises and temperatures of interconnections and their terminals and low-voltage switchgear do not exceed the requirements of IEC 694 and IEC 439-1.

6.3 *Short-time and peak withstand current tests on earthing circuits*

Refer to IEC 694 with the addition of the following paragraph:

The earthing conductor, according to 5.1, including the terminals intended for connection to the earthing system and the earthing connections to the components, shall be designed for a short-time current of not less than 6 kA for 1 s. If the short-time current is greater than 6 kA or time duration greater than 1 s, a test shall be performed to verify capability to withstand the rated short-time and peak withstand current under the neutral earthing condition of the system.

After the test, some deformation of the earthing conductor and of the connections to the components is permissible, but the continuity of the circuit shall be preserved.

6.4 *Functional tests*

It shall be proved that it is possible to perform all the necessary commissioning, operational and maintenance activities on the prefabricated substation.

A typical list of these activities includes:

- operation of the switchgear and controlgear;
- mechanical operation of prefabricated substation doors;
- fixing of insulating barriers;
- checking of temperature and liquid level of the transformer;
- voltage indication check;
- fitting of earthing devices;
- cable testing;
- replacement of fuses.

S'il existe des verrouillages entre différents matériels, leur fonction doit être soumise à l'essai.

6.5 *Vérification du degré de protection*

Le degré de protection prescrit en 5.4.1 doit être vérifié par des essais conformément aux exigences de la CEI 529.

6.6 *Essais mécaniques*

La procédure d'essai représente les effets des contraintes mécaniques sur l'enveloppe, du fait de la pression du vent, des charges sur toiture et des impacts mécaniques. Se reporter à 5.4.3.

6.6.1 *Pression du vent*

Vérification par calcul.

6.6.2 *Charges sur toiture*

Vérification par calcul.

6.6.3 *Impacts mécaniques*

Des essais d'impacts mécaniques doivent être effectués sur les surfaces externes de l'enveloppe qui risquent d'être faibles comme par exemple les portes, les capots et les ouvertures de ventilation. Se reporter à l'annexe C en ce qui concerne la procédure d'essai.

7 *Essais individuels de série*

Les essais individuels de série doivent être effectués sur tout poste préfabriqué complet ou sur toute unité de transport et dans toute la mesure du possible, dans les locaux du constructeur, afin de s'assurer que le produit est conforme à l'équipement sur lequel l'essai de type a été effectué.

Les essais individuels et les vérifications comprennent:

Paragraphe

- | | |
|--|-----|
| – essais de tension sur les circuits auxiliaires | 7.1 |
| – essais fonctionnels | 7.2 |
| – vérification de l'exactitude de la filerie | 7.3 |

7.1 *Essais de tenue à la tension des circuits auxiliaires*

Se reporter aux normes applicables.

7.2 *Essais fonctionnels*

Les essais fonctionnels doivent être effectués afin de s'assurer de la conformité avec les exigences concernant les activités décrites en 6.4.

7.3 *Vérification de l'exactitude de la filerie*

On doit vérifier que la filerie est conforme au schéma.

If there are interlocks between different components, their function shall be tested.

6.5 *Verification of the degree of protection*

The degree of protection specified in 5.4.1 shall be verified by tests in accordance with the requirements specified in IEC 529.

6.6 *Mechanical tests*

The test procedure represents the effects of mechanical stresses on the enclosure caused by wind-pressure, roof-loads and mechanical impacts. Refer to 5.4.3.

6.6.1 *Wind pressure*

Verification by calculation.

6.6.2 *Roof loads*

Verification by calculation.

6.6.3 *Mechanical impacts*

Mechanical impact tests shall be performed on external places of the enclosure that are likely to be weak, e.g. doors, covers and ventilation openings. Refer to annex C for the test procedure.

7 *Routine tests*

The routine tests shall be made on each complete prefabricated substation or on each transport unit and, whenever practicable, at the manufacturer's works to ensure that the product is in accordance with the equipment on which the type test has been carried out.

The routine tests and verifications comprise:

Subclause

- | | |
|---------------------------------------|-----|
| – voltage tests on auxiliary circuits | 7.1 |
| – functional tests | 7.2 |
| – verification of correct wiring | 7.3 |

7.1 *Voltage withstand tests on auxiliary circuits*

Refer to the relevant standards.

7.2 *Functional tests*

Functional tests shall be made to ensure compliance with the activities described in 6.4.

7.3 *Verification of correct wiring*

It shall be verified that the wiring conforms with the diagram.

7.4 Essais après assemblage sur le site

Les postes préfabriqués qui sont assemblés sur le site doivent faire l'objet d'essais afin de s'assurer de leur fonctionnement correct conformément à 7.2 et 7.3.

8 Guide pour le choix des postes préfabriqués selon le service

Pour une certaine exigence en service, le poste préfabriqué est choisi en tenant compte des caractéristiques assignées individuelles de ses matériels telles qu'exigées par les conditions de charge normale et les conditions en cas de défaut.

Il est souhaitable que les caractéristiques assignées soient choisies comme le propose la présente norme en tenant compte des caractéristiques du réseau et de ses extensions ultérieures prévues. La liste complète des caractéristiques assignées est indiquée à l'article 4.

Les autres paramètres tels que les conditions atmosphériques et climatiques locales et l'utilisation à des altitudes excédant 1 000 m doivent être pris aussi en compte.

Le choix de la classe de l'enveloppe dépend de la température ambiante et du facteur de charge du transformateur. Pour une classe d'enveloppe assignée, le facteur de charge du transformateur dépend de la température ambiante à l'endroit du poste. Pour des conditions de charge variables, un facteur de correction peut être appliqué conformément à la CEI 354 ou la CEI 905.

L'annexe D peut être utilisée pour déterminer la classe d'enveloppe et le facteur de charge du transformateur.

9 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes

9.1 Renseignements dans les appels d'offres et les commandes

Lorsqu'il est fait un appel d'offre ou lorsqu'on passe commande d'un poste préfabriqué, il convient que le demandeur fournisse les renseignements suivants:

a) Conditions de service:

la température minimale et maximale de l'air ambiant; toutes conditions s'écartant des conditions normales de service ou nuisant au fonctionnement satisfaisant de l'équipement, tels qu'une altitude supérieure à 1 000 m, des variations rapides de température, du sable ou de la neige balayés par le vent, l'exposition inhabituelle à la vapeur, à l'humidité, aux fumées, aux gaz explosifs, à la poussière excessive ou au sel (par exemple due à la circulation ou à la pollution industrielle), le risque de tremblement de terre ou d'autres vibrations dues à des causes extérieures à l'équipement à livrer.

b) Particularités et caractéristiques électriques du poste préfabriqué:

- 1) tensions nominales et tensions les plus élevées;
- 2) tensions assignées;
- 3) puissance assignée maximale du poste préfabriqué;
- 4) fréquence;
- 5) nombre de phases;
- 6) niveaux d'isolement assignés;
- 7) courants de courte durée admissibles assignés;

7.4 Tests after assembly on site

Prefabricated substations which are assembled on site shall be tested to ensure correct operation in accordance with 7.2 and 7.3.

8 Guide to the selection of prefabricated substations for service

For a given duty in service, the prefabricated substation is selected by considering the individual rated values of its components required by normal load condition and in the case of fault conditions.

It is desirable that the rated values be chosen as suggested in this standard regarding the characteristics of the system as well as its anticipated future development. The complete list of ratings is given in clause 4.

Other parameters, such as local atmospheric and climatic conditions and the use at altitudes exceeding 1 000 m, shall also be considered.

The selection of the class of the enclosure depends on the ambient temperature and load factor of the transformer. For a rated class of enclosure, the load factor of the transformer depends on the ambient temperature at the substation site. For variable load conditions, a correction factor may be applicable according to IEC 354 or IEC 905.

Annex D may be used to determine the class of the enclosure or the load factor of the transformer.

9 Information to be given with enquiries, tenders and orders

9.1 Information with enquiries and orders

When enquiring about or ordering a prefabricated substation, the following information should be supplied by the enquirer:

a) Service conditions:

minimum and maximum ambient air temperature; any condition deviating from the normal service conditions or affecting the satisfactory operation of the equipment, as, for example, altitudes higher than 1000 m, rapidly changing temperatures, wind-driven sand and snow, the unusual exposure to vapour, moisture, fumes, explosive gases, excessive dust or salt (e.g. caused by traffic or industrial pollution), the risk of earth tremors or other vibrations due to external causes to the equipment to be delivered.

b) Particulars and electrical characteristics of the prefabricated substation:

- 1) nominal and highest voltages;
- 2) rated voltages;
- 3) rated maximum power of the prefabricated substation;
- 4) frequency;
- 5) number of phases;
- 6) rated insulation levels;
- 7) rated short-time withstand currents;

- 8) durée assignée de court-circuit (si elle est différente de 1 s);
- 9) valeurs de crête des courants admissibles assignés;
- 10) type de mise à la terre du neutre des réseaux haute tension et basse tension;
- 11) valeurs assignées des matériels (appareillage haute tension et basse tension, transformateur, interconnexions);
- 12) types de matériels (par exemple appareillage bloc isolé dans l'air, transformateur immergé);
- 13) classe de l'enveloppe;
- 14) schémas des circuits;
- 15) degré de protection de l'enveloppe;
- 16) poste placé sous le niveau du sol, partiellement sous le niveau du sol ou au niveau du sol;
- 17) manœuvré de l'intérieur ou de l'extérieur;
- 18) matériau et traitement de surface de l'enveloppe;
- 19) contraintes mécaniques (par exemple, charges de neige, charges sur toiture, pression du vent, etc.);
- 20) dimensions maximales admissibles et prescriptions particulières affectant l'implantation des postes préfabriqués (disposition générale).

En plus de ces renseignements, il convient que le demandeur indique toute condition qui pourrait affecter la soumission ou la commande, telles que les conditions particulières de montage ou d'installation, l'emplacement des connexions externes à haute tension, les réglementations locales en matière d'incendie et de bruit. Il convient d'indiquer si des essais de type spéciaux sont prescrits.

9.2 Renseignements pour les soumissions

Il convient que les renseignements suivants soient fournis par le constructeur, en même temps que les descriptifs et les plans:

- a) valeurs et caractéristiques assignées telles qu'énumérées aux points a) et b) du 9.1;
- b) sur demande, liste des certificats ou comptes rendus d'essai de type;
- c) détails de construction, tels que:
 - 1) masse de chaque unité de transport;
 - 2) masse totale du poste préfabriqué;
 - 3) encombrement et implantation (disposition générale) du poste préfabriqué;
 - 4) dimensions maximales admissibles du transformateur;
 - 5) informations relatives à la disposition des connexions externes;
 - 6) prescriptions de transport et d'installation;
 - 7) renseignements relatifs au fonctionnement et à l'entretien;
- d) sur demande, liste des pièces détachées recommandées qu'il convient que l'utilisateur se procure.

10 Règles pour le transport, l'installation, le fonctionnement et la maintenance

Il est essentiel que le transport, le stockage et l'installation du poste préfabriqué ou de ses unités de transport ainsi que sa manœuvre et sa maintenance en service soient effectués conformément aux instructions fournies par le constructeur.

- 8) rated duration of short-circuit (if different from 1 s);
- 9) rated peak withstand currents;
- 10) type of high-voltage and low-voltage system neutral earthing;
- 11) rated values of components (high-voltage and low-voltage switchgear and controlgear, transformer, interconnections);
- 12) type of components (e.g. air-insulated cubicle type switchgear and controlgear, liquid-immersed transformer);
- 13) class of enclosure;
- 14) circuit diagrams;
- 15) degree of protection of the enclosure;
- 16) substation situated below ground level, partially below ground level or at ground level;
- 17) operated from inside or outside;
- 18) material and surface treatment of the enclosure;
- 19) mechanical stresses (e.g. snow loads, roof loads, wind pressure, etc.);
- 20) maximum admissible dimensions and special requirements affecting the layout of the prefabricated substation (general arrangement).

Beyond these items the enquirer should indicate every condition which might influence the tender or the order, as, for example, special mounting or erection conditions, the location of the external high-voltage connections, local fire and sound regulations. Information should be supplied if special type tests are required.

9.2 Information with tenders

The following information should be given by the manufacturer with descriptive matters and drawings:

- a) rated values and characteristics as enumerated in items a) and b) of 9.1;
- b) list of type test certificates or reports on request;
- c) constructional features, for example:
 - 1) mass of each transport unit;
 - 2) total mass of the prefabricated substation;
 - 3) overall dimensions and the layout (general arrangement) of the prefabricated substation;
 - 4) maximum admissible dimensions of the transformer;
 - 5) information of the arrangement of the external connections;
 - 6) transport and installation requirements;
 - 7) information on operation and maintenance.
- d) list of recommended spare parts which should be procured by the user on request.

10 Rules for transport, erection, operation and maintenance

It is essential that the transport, storage and erection of a prefabricated substation or its transport units, as well as their operation and maintenance in service, are performed in accordance with instructions given by the manufacturer.

En conséquence, il est recommandé au constructeur de fournir des instructions de transport, de stockage, d'installation, de fonctionnement et de maintenance du poste préfabriqué. Il convient que les instructions de transport et de stockage soient données en temps utile avant la livraison, et que les instructions d'installation, de fonctionnement et de maintenance soient fournies au plus tard à la livraison.

Les normes applicables aux différents matériels définissent des règles particulières de transport, d'installation, de fonctionnement et de maintenance, qu'il convient, le cas échéant, d'inclure dans les instructions générales applicables au poste préfabriqué.

Les informations suivantes sont fournies afin de compléter ces instructions en indiquant les informations supplémentaires les plus importantes à fournir par le constructeur des postes préfabriqués.

10.1 Conditions de transport, de stockage et d'installation

Il convient de prévoir un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur si les conditions de service définies dans la commande ne peuvent pas être garanties au cours du transport, du stockage et de l'installation. En particulier, il convient que des instructions soient fournies afin de protéger l'isolation contre une absorption excessive d'humidité ou une pollution irréversible, si les conditions d'environnement avant mise sous tension sont telles que l'enveloppe ne peut assurer une protection appropriée.

Il pourrait également s'avérer nécessaire de fournir des instructions et/ou des éléments spécifiques afin de fixer les matériels tels que l'appareillage et le transformateur de puissance afin d'éviter les éventuels dommages dus à des vibrations ou à des chocs prévisibles en cours de transport.

10.2 Installation

Pour chaque type de poste préfabriqué, il convient que les instructions fournies par le constructeur comprennent au moins les indications ci-après.

10.2.1 Déballage et manutention

Le poids de chaque unité de transport ainsi que les informations particulières relatives à d'éventuels dispositifs de levage spéciaux nécessaires à la manutention et au déballage de l'équipement en toute sécurité.

10.2.2 Assemblage

Lorsque le poste préfabriqué n'est pas entièrement assemblé pour le transport, il convient que toutes ses unités de transport soient clairement repérées, et que soient fournis les dessins montrant l'assemblage de ces unités.

10.2.3 Montage

Il convient que le constructeur fournisse toutes les informations nécessaires permettant de réaliser la préparation du site, comme par exemple:

- les travaux de génie civil de terrassement nécessaires;
- les bornes de mise à la terre extérieures;
- la position des entrées de câble;
- le raccordement au réseau extérieur de drainage d'eau de pluie, le cas échéant, en indiquant la taille et la disposition de la tuyauterie.

Consequently, the manufacturer should provide instructions for the transport, storage, erection, operation and maintenance of a prefabricated substation. The instructions for the transport and storage should be given at a convenient time before delivery, and the instructions for the erection, operation and maintenance should be given by the time of delivery at the latest.

Relevant standards for the different components define particular rules for their transport, erection, operation and maintenance, and these should be included in the general instructions for the prefabricated substation, where applicable.

The following information is given to supplement these instructions with the most important additional instructions to be provided by the manufacturer of the prefabricated substation.

10.1 *Conditions during transport, storage and erection*

A special agreement should be made between manufacturer and user if the service conditions specified in the order cannot be guaranteed during transport, storage and erection. In particular, instructions should be given to protect insulation against undue moisture absorption or irreversible pollution, if the environmental conditions prior to energizing are such that the enclosure cannot provide appropriate protection.

It might also be necessary to give guidance and/or provide special elements to secure components such as switchgear and power transformers to avoid any damage due to foreseen vibration or shocks during transport.

10.2 *Erection*

For each type of prefabricated substation, the instructions provided by the manufacturer should at least include the following points.

10.2.1 *Unpacking and lifting*

The weight of each transport unit, including details of any special lifting devices required for safe lifting and unpacking.

10.2.2 *Assembly*

When the prefabricated substation is not fully assembled for transport, all transport units should be clearly marked, and drawings showing assembly of these units should be provided.

10.2.3 *Mounting*

The manufacturer should provide all necessary information to enable site preparation to be completed, as for example:

- required civil work of excavation;
- external earthing terminals;
- position of the cable access points;
- connection with external rain water drainage, if any, including size and arrangements of piping.

10.2.4 *Inspection finale de l'installation*

Instructions pour l'inspection et l'essai du poste préfabriqué après son installation et son raccordement dont il convient qu'elles incluent au moins la liste des essais recommandés à faire sur le site.

10.3 *Fonctionnement*

Outre les instructions de fonctionnement particulières à chaque matériel, il convient que le constructeur fournisse les informations supplémentaires suivantes, de façon que l'utilisateur puisse clairement comprendre les principes déterminants impliqués:

- description des aspects de la sécurité du poste préfabriqué et liste de tout moyen ou outillage spécial fourni pour des raisons de sécurité ainsi que leurs instructions d'utilisation;
- fonctionnement de la ventilation, des interverrouillages et des dispositifs de cadenassage.

10.4 *Maintenance*

Le constructeur doit fournir un manuel de maintenance comprenant au moins les informations suivantes:

- instructions de maintenance complètes pour les principaux matériels, conformément aux prescriptions des normes applicables;
- instructions de maintenance de l'enveloppe, le cas échéant, y compris la périodicité et la procédure de maintenance.

10.2.4 *Final installation inspection*

Instructions for inspection and test of the prefabricated substation after its installation and connection which should include at least a list of recommended tests made at site.

10.3 *Operation*

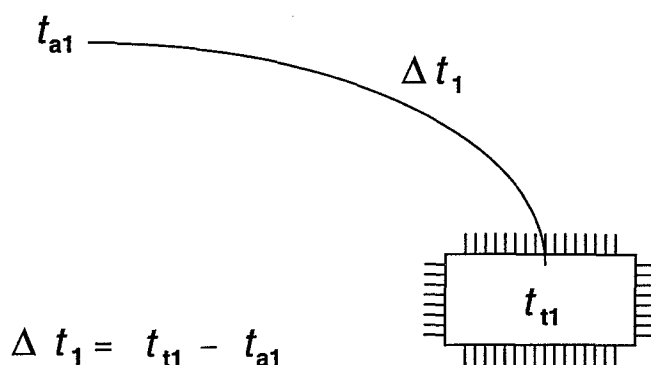
Besides the particular operating instructions of each component, the manufacturer should provide the following additional information, so that the user can acquire an adequate understanding of the main principles involved:

- a description of the safety features of the prefabricated substation, and a list of any special means or tools supplied for safety purposes, and their instructions for use;
- the operation of ventilation, interlocks and padlocking facilities.

10.4 *Maintenance*

The manufacturer shall issue a maintenance manual, including at least the following information:

- complete maintenance instructions for main components, as required in relevant standards;
- maintenance instructions, if any, for the enclosure, including frequency and procedure for maintenance.



$$\Delta t_1 = t_{t1} - t_{a1}$$

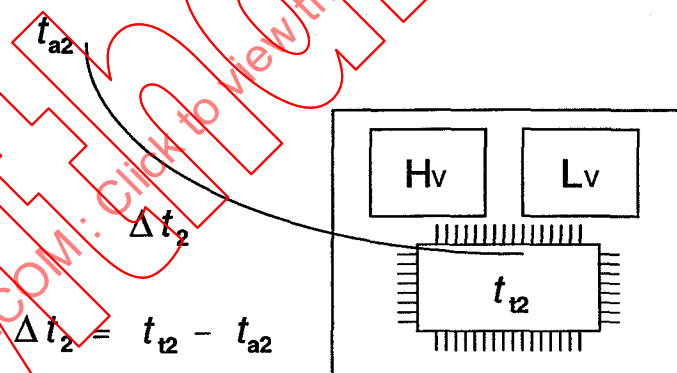
où

t_{a1} est la température de l'air ambiant dans le local d'essai;

t_{t1} sont les températures du transformateur mesurées conformément à la CEI 76-2;

Δt_1 est l'échauffement du transformateur à l'extérieur de l'enveloppe.

Figure 1 – Mesure de l'échauffement du transformateur à l'air ambiant Δt_1 (se reporter à 6.2)



$$\Delta t_2 = t_{t2} - t_{a2}$$

où

t_{a2} est la température de l'air ambiant dans le local d'essai ;

t_{t2} sont les températures du transformateur mesurées conformément à la CEI 76-2 ;

Δt_2 est l'échauffement du transformateur à l'intérieur de l'enveloppe ;

Critère d'acceptation: $\Delta t \leq 10$ K, 20 K ou 30 K

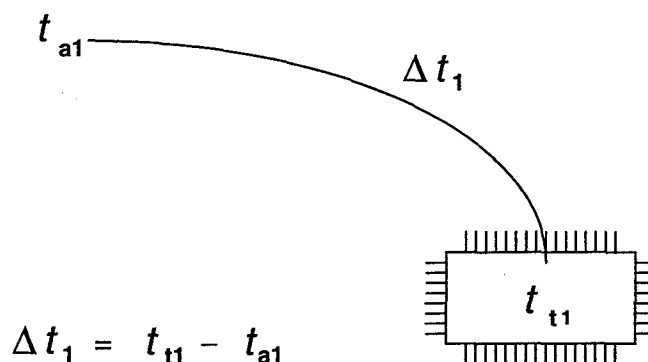
$$\Delta t = \Delta t_2 - \Delta t_1$$

Classe 10 : $\Delta t \leq 10$ K

Classe 20 : $\Delta t \leq 20$ K

Classe 30 : $\Delta t \leq 30$ K

Figure 2 – Mesure de l'échauffement du transformateur dans une enveloppe: Δt_2 (se reporter à 6.2)



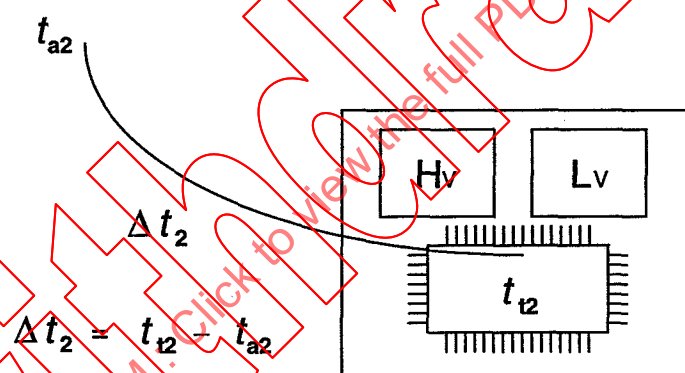
where

t_{a1} is the ambient air temperature of the test room;

t_{t1} are the transformer temperatures measured according to IEC 76-2;

Δt_1 is the temperature rise of the transformer outside an enclosure.

Figure 1 – Measurement of transformer temperature rise in ambient air: Δt_1 (refer to 6.2)



where

t_{a2} is the ambient air temperature of the test room;

t_{t2} are the transformer temperatures measured according to IEC 76-2;

Δt_2 is the temperature rise of the transformer inside an enclosure;

Acceptance criteria: $\Delta t \leq 10 \text{ K}, 20 \text{ K}$ or 30 K

$$\Delta t = \Delta t_2 - \Delta t_1$$

Class 10 : $\Delta t \leq 10 \text{ K}$

Class 20 : $\Delta t \leq 20 \text{ K}$

Class 30 : $\Delta t \leq 30 \text{ K}$

Figure 2 – Measurement of transformer temperature rise in an enclosure: Δt_2 (refer to 6.2)

Annexe A
(normative)

Méthode pour essayer le poste préfabriqué dans des conditions d'arc dues à un défaut interne

Tableau A.1 – Emplacements, causes et exemples de mesures à prendre pour diminuer la probabilité de défaut interne ou réduire le risque

Emplacements préférentiels où l'arc peut amorcer	Causes possibles des défauts internes	Exemples de mesures
Boîte à câbles	Conception inadéquate	Choix de dimensions appropriées
	Installation défectueuse	Eviter de croiser les câbles Contrôle de la qualité d'exécution sur le site
	Défaillance de l'isolation solide ou liquide (défectuosité ou absence d'isolant)	Contrôle d'exécution et/ou essai diélectrique sur le site Vérification régulière du niveau des liquides Utilisation de connexions à écran
Sectionneurs Interrupteurs Sectionneurs de terre	Fausse manoeuvre	Verrouillage Réouverture retardée Manoeuvre manuelle indépendante Pouvoir de fermeture sur court-circuit pour les interrupteurs et sectionneurs de terre Instructions au personnel
Connexions boulonnées et contacts	Corrosion	Utilisation des revêtements anti-corrosion et/ou anti-graisse Enrobage si possible
	Assemblage défectueux	Contrôle d'exécution par une méthode appropriée
Transformateurs de mesure	Ferro-résonance	Eviter ces influences électriques par une conception convenable des circuits
Disjoncteurs	Manque d'entretien	Entretien régulier sur programme Instructions au personnel
Tous emplacements	Erreur commise par le personnel	Limitation d'accès par compartimentage Enrobage isolant des parties actives Instructions au personnel
	Vieillessement dû à des contraintes électriques	Essais individuels de série de décharge partielle
	Pollution, humidité, pénétration de poussière, insectes, etc.	Mesures à prendre pour s'assurer que les conditions de service spécifiées sont respectées (voir article 2) Utilisation de compartiments à remplissage de gaz Degré de protection plus élevé
	Surtensions	Protection contre la foudre Coordination d'isolement convenable Essais diélectriques sur site
Interconnexions	Défaillance d'isolement	Utilisation des distances d'isolement appropriées entre phases ainsi qu'entre phases et terre Utilisation d'interconnexions isolées, type à écran de préférence

Annex A (normative)

Method for testing the prefabricated substation under conditions of arcing due to an internal fault

**Table A.1 – Locations, causes and examples of measures decreasing the probability
of internal faults or reducing the risk**

Location where internal faults are more likely to occur	Possible causes of internal faults	Examples of measures
Cable boxes	Inadequate design	Selection of adequate dimensions
	Faulty installations	Avoidance of crossed cable connections Checking of workmanship on site
	Failure of solid or liquid insulation (defective or missing)	Checking of workmanship and/or dielectric test on site Regular checking of liquid levels Use of shielded cable connections
Disconnectors, switches, earthing switches	Mal-operation	Interlocks Delayed re-opening. Independent manual operation Making capacity for switches and earthing switches Instructions to personnel
Bolted connections and contacts	Corrosion	Use of inhibiting coating and/or greases Encapsulation, where possible
	Faulty assembly	Checking of workmanship by suitable means
Instrument transformers	Ferro-resonance	Avoidance of these electrical influences by suitable design of the circuit
Circuit-breakers	Insufficient maintenance	Regular programmed maintenance Instructions to personnel
All locations	Error by personnel	Limitations of access by compartmentation Insulation embedded live parts Instructions to personnel
	Ageing under dielectric stress Pollution, moisture, ingress of dust, vermin, etc.	Partial discharge routine tests Measures to ensure that the specified service conditions are achieved (see clause 2) Use of gas-filled compartments Higher degree of protection
	Overvoltages	Lightning protection. Adequate insulation coordination Dielectric tests on site
Interconnections	Failure of insulation	Use of adequate clearances, phase to phase and phase to ground Use of insulated interconnections, shielded type preferred

Tableau A.2 – Exemples de mesures de limitation des conséquences d'un défaut interne

Durée de déclenchement très brève obtenue par détecteurs sensibles à la lumière, à la pression ou à l'échauffement ou par protection différentielle du jeu de barres
Télécommande
Dispositifs de décharge de pression
Utilisation de protection de transformateur au moyen d'un disjoncteur séparé ou de fusibles appropriés associés à des appareils de connexion limitant le courant de passage et la durée du défaut
Dispositif de canalisation et de refroidissement du gaz

A.1 Introduction

L'amorçage d'arc à l'intérieur d'un poste préfabriqué est accompagné de divers phénomènes physiques. Par exemple, l'énergie d'arc résultant d'un arc développé dans l'air à la pression atmosphérique ou dans un autre gaz isolant à l'intérieur de l'enveloppe de l'appareillage provoquera une surpression interne et de forts échauffements locaux, représentant pour l'équipement des contraintes mécaniques et thermiques. En outre, certains matériaux se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe peuvent engendrer des produits de décomposition à température élevée sous forme de gaz ou de vapeur se dégageant vers l'extérieur de l'enveloppe de l'appareillage et du poste préfabriqué.

La présente norme tient compte de la surpression interne agissant sur les capots, portes, regards, etc., ainsi que de l'effet thermique de l'arc ou de son point d'amorçage sur l'enveloppe de l'appareillage et de l'expulsion de gaz chauds et des particules incandescentes, mais pas des dommages causés sur les cloisons et les volets. En conséquence, elle ne couvre pas tous les effets qui peuvent constituer un risque, comme par exemple la formation de produits toxiques. L'essai simule les situations où le poste préfabriqué est en conditions normales d'installation et de fonctionnement.

A.2 Classes d'accessibilité

On distingue deux classes d'accessibilité correspondant aux diverses conditions d'essai mentionnées en A.5.3.2 et A.5.3.3. L'enveloppe peut avoir des classes d'accessibilité différentes sur ses différentes faces, selon les conditions de manoeuvre.

Classe A : parties du poste préfabriqué à manoeuvrer de l'extérieur avec accessibilité limitée au personnel autorisé, uniquement lorsque les portes sont ouvertes.

Classe B : poste préfabriqué avec accessibilité libre, y compris au public. Toutes les portes doivent être fermées et correctement verrouillées.

**Table A.2 – Examples of measures limiting the consequences
of internal faults**

Rapid fault clearance times initiated by detectors sensitive to light, pressure or heat or by differential busbar protection
Remote control
Pressure relief devices
Application of transformer protection with individual circuit-breaker or suitable fuses in combination with switching devices limiting the let-through current and fault duration
Gas flow control and cooling devices

A.1 Introduction

The occurrence of arcs inside a prefabricated substation is coupled with various physical phenomena. For example, the arc energy resulting from an arc developed in air at atmospheric pressure or in another insulating gas within the enclosure of the switchgear and controlgear will cause an internal over-pressure and local overheating which will result in mechanical and thermal stressing of the equipment. Moreover, the materials involved may produce hot decomposition products, either gaseous or vaporous, which may be discharged to the outside of the enclosure as well as of the switchgear and the prefabricated substation.

This standard makes allowance for internal over-pressure acting on covers, doors, inspection windows, etc. and also takes into consideration the thermal effects of the arc or its roots on the enclosure of the switchgear and controlgear and of ejected hot gases and glowing particles, but not damage to partitions and shutters. Consequently, it does not cover all effects which may constitute a risk, such as toxic products. The test procedure simulates situations where the prefabricated substation is in its normal installation and operational conditions.

A.2 Types of accessibility

A distinction is made between the two types of accessibility corresponding to the different test conditions given in A.5.3.2 and A.5.3.3. The enclosure may have different types of accessibility on its various sides depending on operating conditions.

Type A: parts of prefabricated substation to be operated from outside and with an accessibility restricted to authorized personnel, only with open doors.

Type B: prefabricated substation with unrestricted accessibility, including that of the general public. All doors have to be closed and correctly secured.

A.3 Montage d'essai

Le choix du poste préfabriqué ou de sa partie représentative, ainsi que le point d'amorçage de l'arc, doivent être décidés par accord. Dans tous les cas, les points suivants doivent être respectés:

- il convient que l'essai soit effectué sur un poste préfabriqué ou sur sa partie représentative qui n'a jamais auparavant été soumise à l'arc;
- il convient que les conditions de montage soient aussi proches que possible des conditions normales de service;
- il convient que le poste préfabriqué ou sa partie représentative soit complètement équipé. Il est permis d'utiliser des éléments de remplacement de matériels internes à condition que leur volume et la matière de leur partie externe soient identiques à ceux des éléments originaux;
- si nécessaire, l'unité à essayer doit être mise à la terre à l'endroit prévu.

L'arc ne doit pas être amorcé dans des conditions ne correspondant pas aux conditions de service.

Il convient que l'amorçage de l'arc s'effectue:

- dans l'appareillage haute tension, y compris dans le compartiment câble pour vérifier les effets des produits de décomposition. Si le débit de gaz résultant d'un arc dans l'appareillage haute tension ou dans son compartiment câble est similaire, un seul test est nécessaire en amorçant un arc soit dans le compartiment câble soit dans l'appareillage;
- au niveau des parties externes des traversées du transformateur si aucun dispositif amont de protection du transformateur, limiteur de courant, n'est présent et le transformateur n'est pas connecté par des prises à écran mis à la terre.

A.4 Courant et tension appliqués

A.4.1 Généralités

Il convient d'effectuer les essais du poste préfabriqué en triphasé. Le courant de court-circuit appliqué pendant l'essai doit être spécifié par le constructeur. Cette valeur peut être égale ou inférieure au courant de courte durée assigné de son appareillage haute tension.

A.4.2 Tension

Il convient que la tension appliquée sur le circuit d'essai soit égale à la tension assignée de l'appareillage haute tension dans le poste préfabriqué. Une tension inférieure à cette valeur est admise si les conditions suivantes sont remplies:

- a) le courant reste pratiquement sinusoïdal;
- b) l'arc ne s'éteint pas prématurément.

A.3 Test arrangements

The choice of the prefabricated substation or representative part of it, as well as the place of initiation of the arc, shall be decided upon by agreement. In each case, the following points shall be observed:

- the test should be carried out on a prefabricated substation or a representative part of it not previously subjected to arcing;
- the mounting conditions should be as close as possible to those of normal service;
- the prefabricated substation or representative part of it should be fully equipped. Mock-ups of internal components are permitted provided they have the same volume and external material as the original items;
- the test unit shall be earthed at the point provided if necessary.

The arc shall not be initiated in such a way that it can be considered unrealistic in service conditions.

Arc initiation should be made:

- in the high-voltage switchgear and controlgear including its cable compartment to prove the effects of the hot decomposition products. If the gas flow coming from an arc inside the high-voltage switchgear and controlgear or from its cable compartment is similar, only one test is necessary with an arc either in the cable compartment or in the switchgear and controlgear;
- at the outside parts of the transformer bushings if no upstream current limiting individual transformer protection is used and the transformer is not connected by ground-shielded cable plugs.

A.4 Current and voltage applied

A.4.1 General

The test of the prefabricated substation should be carried out three-phase. The short-circuit current applied during the test shall be stated by the manufacturer. It may be equal to or lower than the rated short-time withstand current of its high-voltage switchgear and controlgear.

A.4.2 Voltage

The applied voltage of the test circuit should be equal to the rated voltage of the high-voltage switchgear and controlgear of the prefabricated substation. A lower voltage may be chosen if the following conditions are met:

- a) the current remains practically sinusoidal;
- b) the arc is not extinguished prematurely.

A.4.3 Courant

A.4.3.1 Composante alternative

Le courant de court-circuit doit en principe être égal au courant spécifié pour l'essai d'arc du poste préfabriqué avec une tolérance de $+5_0$ %. Celle-ci ne s'applique au courant présumé que si la tension appliquée est égale à la tension assignée. Le courant reste en principe constant.

NOTE – Si la station d'essai ne peut pas satisfaire à cette condition, il convient de prolonger la durée de l'essai jusqu'au moment où l'intégrale de la composante alternative du courant devient égale à la valeur spécifiée avec une tolérance de $+10_0$ %. Dans ce cas, le courant est en principe égal à la valeur spécifiée au moins pendant les trois premières demi-périodes et ne descend pas en dessous de 50 % de la valeur spécifiée à la fin de l'essai.

A.4.3.2 Composante apériodique

Il convient que le moment de la fermeture soit choisi de telle façon que la valeur de crête du courant présumé (avec une tolérance de $+5_0$ %) parcourant une des phases extrêmes soit égale à 2,5 fois la valeur efficace de la composante alternative définie en A.4.3.1 et qu'une grande boucle de courant soit simultanément présente dans l'autre phase extrême. Si la tension est inférieure à la tension assignée, il convient que la valeur de crête du courant de court-circuit pour le poste préfabriqué en essai ne soit pas inférieure à 90 % de la valeur de crête présumée.

A.4.4 Fréquence

Pour une fréquence assignée de 50 Hz ou 60 Hz, il convient que la fréquence au début de l'essai se situe entre 48 Hz et 62 Hz. Pour d'autres fréquences, il convient que la variation par rapport à la valeur assignée n'excède pas ± 10 %.

A.4.5 Durée d'essai

La durée d'arc est choisie en relation avec la durée probable de l'arc déterminée par les dispositifs de protection et il convient qu'elle ne dépasse pas 1 s.

Pour les essais des postes préfabriqués équipés d'appareillage haute tension munis de dispositifs de décharge de pression uniquement pour prouver sa résistance à la pression, une durée d'arc de 0,1 s est généralement suffisante.

NOTE – Il n'est généralement pas possible de calculer la durée d'arc admissible pour un courant différent du courant d'essai. La pression maximale pendant l'essai ne diminue généralement pas avec la diminution de la durée d'arc et il n'existe pas de règle générale selon laquelle la durée d'arc admissible peut être augmentée si le courant d'essai est plus faible.

A.5 Procédure d'essai

A.5.1 Circuit d'alimentation

Le point neutre n'est mis à la terre que dans le cas d'un poste préfabriqué utilisé sur un réseau haute tension dont le point neutre est directement mis à la terre.

A.4.3 Current

A.4.3.1 AC component

The short-circuit current for which the prefabricated substation is specified with respect to arcing shall be set within a $^{+5}_0$ % tolerance. This tolerance applies to the prospective current only if the applied voltage is equal to the rated voltage. The current should remain constant.

NOTE – If the plant does not permit this, the test should be extended until the integral of the a.c. component of the current equals the value specified within a tolerance of $^{+10}_0$ %. In this case, the current should be equal to the specified value at least during the first three half-cycles and should be not less than 50 % of the specified value at the end of the test.

A.4.3.2 DC component

The instant of closing should be chosen so that the prospective value of the peak current (with a tolerance of $^{+5}_0$ %) flowing in one of the outer phases is 2.5 times the r.m.s. value of the a.c. component defined in A.4.3.1, and so that a major loop also occurs in the other outer phase. If the voltage is lower than the rated voltage, the peak value of the short-circuit current for the prefabricated substation under test should not drop below 90 % of the prospective peak value.

A.4.4 Frequency

At a rated frequency of 50 Hz or 60 Hz, the frequency at the beginning of the test should be between 48 Hz and 62 Hz. At other frequencies it should not deviate from the rated value by more than ± 10 %.

A.4.5 Duration of the test

The arc duration is chosen in relation to the probable duration of the arc determined by the protection facilities and should not normally exceed 1 s.

For testing prefabricated substations equipped with high-voltage switchgear and controlgear provided with pressure relief devices, merely for proving its resistance to pressure, an arc duration of 0,1 s is generally sufficient.

NOTE – It is in general not possible to calculate the permissible arc duration for a current which differs from that used in the test. The maximum pressure during the test will generally not decrease with a shorter arcing time and there is no universal rule according to which the permissible arc duration may be increased with a lower test current.

A.5 Test procedure

A.5.1 Supply circuit

The neutral is only earthed in the case where the prefabricated substation is to be operated in a high-voltage solidly earthed network.

On doit veiller à ce que les connexions n'influencent pas les conditions d'essai.

A l'intérieur de l'enveloppe de l'appareillage, l'arc peut généralement être alimenté depuis deux directions: la direction à choisir est celle qui semble donner la contrainte la plus élevée.

A.5.2 *Amorçage de l'arc*

Il convient que l'arc soit amorcé entre les phases par un fil métallique d'environ 0,5 mm de diamètre ou, dans le cas où les conducteurs de phases sont séparés, entre une phase et la terre.

Lorsque les parties actives sont couvertes par un isolant solide, il convient que l'arc soit amorcé entre deux phases voisines ou, dans le cas où les conducteurs de phases sont séparés, entre une phase et la terre, aux endroits suivants:

- a) à des jointures ou des fentes des parties enrobées d'isolants;
- b) en perforant une jointure isolante réalisée sur le site sans utilisation de partie isolante préfabriquée ayant subi des essais de type.

A l'exception du cas b) les isolations solides ne doivent pas être perforées. L'alimentation doit être triphasée, afin de permettre au défaut de se transformer en un défaut triphasé.

Le point d'amorçage doit être choisi de telle manière que l'arc produise les plus grandes contraintes dans le poste préfabriqué. En cas de doute, il peut s'avérer nécessaire de soumettre chaque poste préfabriqué à plusieurs essais.

A.5.3 *Indicateurs (pour constater l'effet thermique des gaz)*

A.5.3.1 *Généralités*

Les indicateurs sont des morceaux de tissu en coton noir, disposés de telle façon que leurs bords ne soient pas dirigés vers l'unité à essayer. On doit faire en sorte qu'un indicateur ne puisse en enflammer un autre. Cela peut être obtenu en les plaçant par exemple dans des cadres de montage en tôle d'acier (voir figure A.1). Il convient que les dimensions de l'indicateur soient d'environ 150 mm x 150 mm.

A.5.3.2 *Accessibilité classe A*

Il convient de disposer les indicateurs verticalement du côté de l'opérateur de l'appareillage haute tension à l'extérieur du poste préfabriqué.

Ils sont en principe placés jusqu'à une hauteur de 2 m et à une distance de 30 cm $\pm$ 5 % de l'appareillage sous enveloppe, face à tous les points d'où les gaz peuvent s'échapper (par exemple joints, regards, portes). Il convient également de placer des indicateurs horizontalement, à une hauteur de 2 m au-dessus du plancher et à une distance de 30 cm à 80 cm de l'appareillage sous enveloppe, si la hauteur du poste préfabriqué dépasse 2 m (voir figure A.2).

Pour les indicateurs, il convient d'utiliser de la cretonne noire (tissu coton de 150 g/m² environ).

Care shall be taken in order that the connections do not alter the test conditions.

Generally, inside the enclosure of the switchgear and controlgear the arc may be fed from two directions: the direction to be chosen is the one likely to result in the highest stress.

A.5.2 Arc initiation

The arc should be initiated between phases by means of a metal wire of about 0,5 mm diameter or, in the case of segregated phase conductors, between one phase and earth.

Where the live parts are covered by solid insulating material, the arc should be initiated between two adjacent phases or, in the case of segregated phase conductors, between one phase and earth at the following locations:

- a) at joints or gaps of the insulation-embedded parts;
- b) by perforation at insulated joints made on site without the use of type-tested prefabricated insulating parts.

Except for case b) solid insulation shall not be perforated. The infeed from the supply circuit shall be three-phase to allow the fault to become three-phase.

The point of initiation shall be chosen so that the effects of the resultant arc produce the highest stresses in the prefabricated substation. In case of doubt it may be necessary to make more than one test on each prefabricated substation.

A.5.3 Indicators (for observing the thermal effects of gases)

A.5.3.1 General

Indicators are pieces of black cotton cloth so arranged that their cut edges do not point toward the test unit. Care shall be taken to see that they cannot ignite each other. This is achieved by fitting them, for example, in a mounting frame of steel sheet (see figure A.1). The indicator dimensions should be about 150 mm x 150 mm.

A.5.3.2 Accessibility type A

Indicators should be fitted vertically on the operator side of the high-voltage switchgear and controlgear outside the prefabricated substation.

They should be placed up to a height of 2 m and at a distance of 30 cm $\pm$ 5 % from the enclosed switchgear and controlgear, facing all points where gas is likely to be emitted (e.g. joints, inspection windows, doors). Indicators should also be arranged horizontally at a height of 2 m above the floor and between 30 cm and 80 cm from the enclosed switchgear and controlgear if the height of the prefabricated substation is more than 2 m (see figure A.2).

Black cretonne (cotton fabric approximately 150 g/m²) should be used for the indicators.

L'essai n'est pas nécessaire si l'appareillage haute tension a déjà été soumis à un tel essai de type auparavant dans des conditions similaires à celles de l'installation dans le poste préfabriqué et si des précautions appropriées ont été prises pour éviter l'émission de gaz chaud du côté de manoeuvre.

A.5.3.3 Accessibilité classe B

Il convient de disposer les indicateurs verticalement de tous les côtés accessibles du poste préfabriqué.

Ils sont en principe placés jusqu'à une hauteur de 2 m et à une distance de $10 \text{ cm} \pm 5 \%$ du poste préfabriqué, face à tous les points d'où les gaz peuvent s'échapper (par exemple, ventilation et portes). Il convient également de placer des indicateurs horizontalement, à une hauteur de 2 m au-dessus du plancher et à une distance de 10 cm à 80 cm du poste préfabriqué. Si la hauteur de l'unité à essayer est inférieure à 2 m, il convient de placer des indicateurs horizontalement sur le toit, face à tous les points d'où les gaz peuvent s'échapper et à proximité des indicateurs verticaux, qui dans ce cas, ne sont nécessaires que jusqu'à la hauteur réelle de l'équipement (voir figure A.2).

Pour les indicateurs, il convient d'utiliser du linon coton noir (40 g/m^2 environ).

A.5.3.4 Essai mixte

Si une partie du poste préfabriqué à manoeuvrer de l'extérieur a été soumise avec succès à l'essai avec accessibilité de classe A, portes ouvertes par exemple, ladite partie du poste préfabriqué peut également être considérée comme ayant été soumise avec succès à l'essai selon l'accessibilité de classe B, à condition que le constructeur puisse démontrer que lorsque les portes sont fermées, elles ne sont pas affectées par un accroissement de la pression de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué. Si pendant cet essai les parties restantes sont soumises à l'essai conformément à l'accessibilité de classe B, l'ensemble du poste peut être considéré comme ayant été soumis avec succès à l'essai selon l'accessibilité de classe B.

A.6 Interprétation de l'essai

Il convient d'utiliser les critères suivants pour évaluer les résultats de l'essai de défaut interne.

Critère n° 1

- si les portes, capots, etc., correctement verrouillés ne s'ouvrent pas.

Critère n° 2

- si certaines parties (du poste préfabriqué) qui peuvent présenter un danger n'ont pas été projetées. Cela comprend des parties de grandes dimensions ou à arêtes vives, par exemple regards, clapets de détente, plaques de capot, etc.

Critère n° 3

- si l'arc, par brûlure ou autres effets, ne crée pas d'ouverture dans les parties extérieures accessibles de l'enveloppe du poste préfabriqué.

Critère n° 4

- si les indicateurs disposés verticalement (A.5.3) ne s'enflamment pas. Il ne faut pas tenir compte de l'inflammation des indicateurs du fait de la combustion d'étiquettes ou de la peinture.

This test is not necessary if the high-voltage switchgear has already been subjected to such a type test, under installation conditions similar to those used in the prefabricated substation and adequate measures have been taken to prevent the hot gases coming out at the side of operation.

A.5.3.3 Accessibility type B

Indicators should be fitted vertically on all accessible sides of the prefabricated substation.

They should be placed up to a height of 2 m and at a distance of $10\text{ cm} \pm 5\%$ from the prefabricated substation, facing all points where gas is likely to be emitted (e.g. ventilation and doors). Indicators should also be arranged horizontally at a height of 2 m above the floor and between 10 cm and 80 cm from the prefabricated substation. If the test unit is lower than 2 m, indicators should be placed horizontally on the roof facing all points from where gas is likely to be emitted and close to the vertical indicators which, in this case, are only required up to the actual heights of the equipment (see figure A.2).

Black cotton interlining lawn (approximately 40 g/m^2) should be used for the indicators.

A.5.3.4 Combined test

If a part of a prefabricated substation to be operated from outside has passed the test with accessibility type A, e.g. with doors open, that part of the prefabricated substation can also be regarded as having passed the test according to accessibility type B, provided that the manufacturer can show that when the doors are closed, they are not affected by an increase in the air pressure inside the prefabricated substation. If during this test the remaining parts are tested according to accessibility type B, the complete substation can be regarded as having passed the test according to accessibility type B.

A.6 Assessment of the test

The following criteria should be used to record the results of the internal fault test:

Criterion no 1:

- whether correctly secured doors, covers, etc. do not open.

Criterion no 2:

- whether parts (of the prefabricated substation) which may cause a hazard, do not fly off. This includes large parts or those with sharp edges, for example, inspection windows, pressure relief flaps, cover plates, etc.

Criterion no 3:

- whether arcing does not cause holes to develop in the freely accessible external parts of the enclosure of the prefabricated substation as a result of burning or other effects.

Criterion no 4:

- whether indicators arranged vertically (A.5.3) do not ignite. Indicators ignited as a result of paint or stickers burning are excluded from this assessment.

Critère n° 5

- si les indicateurs disposés horizontalement (A.5.3) ne s'enflamment pas. Dans le cas où il y a un début de brûlure pendant l'essai, le critère est supposé satisfait si la preuve est faite que l'inflammation est provoquée par des particules incandescentes et non par des gaz chauds. Les prises de vues effectuées par des caméras ultra-rapides servent en principe de preuve.

Critère n° 6

- si toutes les connexions de mise à la terre demeurent efficaces.

A.7 Rapport d'essai

Il convient de donner dans le rapport d'essai les informations suivantes:

- caractéristiques et description de l'unité soumise à l'essai, accompagnées d'un plan indiquant les principales dimensions, y compris les détails relatifs à la résistance mécanique, la disposition des dispositifs de décharge de pression et la méthode de fixation de l'appareillage haute tension au poste préfabriqué;
- disposition des raccordements d'essai;
- point et méthode d'amorçage du défaut interne;
- disposition et matériau des indicateurs, compte tenu de la classe d'accessibilité;
- en ce qui concerne le courant présumé ou le courant d'essai:
 - a) valeur efficace de la composante alternative pendant les trois premières demi-périodes;
 - b) valeur de crête la plus grande;
 - c) valeur moyenne de la composante alternative pendant la durée réelle d'essai;
 - d) durée d'essai;
- enregistrement(s) oscillographique(s) représentant les courants et les tensions;
- interprétation des résultats d'essai;
- autres commentaires utiles.

Criterion no 5:

- whether the indicators arranged horizontally (A.5.3) do not ignite. Should they start to burn during the test, the assessment criterion may be regarded as having been met, if proof is established of the fact that the ignition was caused by glowing particles rather than hot gases. Pictures taken by high-speed cameras should be produced in evidence.

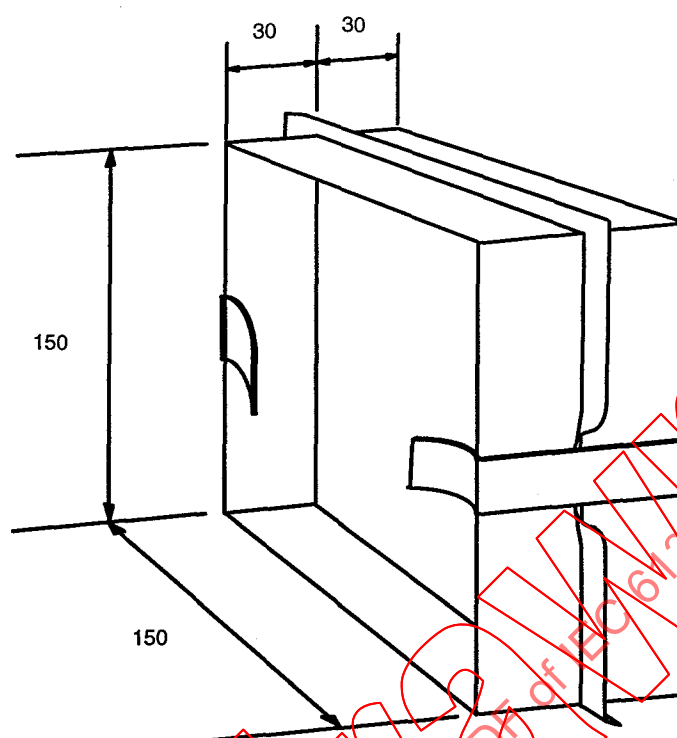
Criterion no 6:

- whether all the earthing connections are still effective.

A.7 Test report

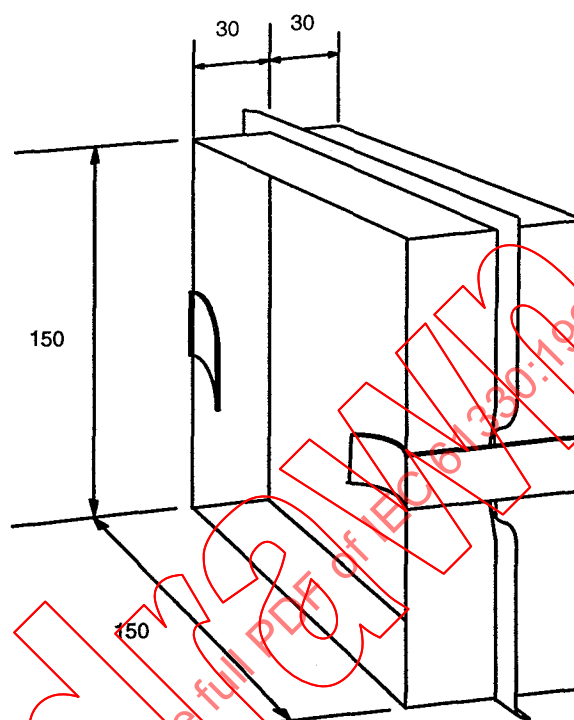
The following information should be given in the test report:

- rating and description of the test unit with a drawing showing the main dimensions, details relevant to the mechanical strength, the arrangement of the pressure relief flaps and the method of fixing the high-voltage switchgear and controlgear to the prefabricated substation;
- arrangement of the test connections;
- the point and method of initiation of the internal fault;
- arrangement and material of indicators with respect to the type of accessibility;
- for the prospective or test current:
 - a) r.m.s. value of the a.c. component during the first three half-cycles;
 - b) highest peak value;
 - c) average value of the a.c. component over the actual duration of the test;
 - d) test duration.
- oscillogram(s) showing currents and voltages;
- assessment of the test results;
- other relevant remarks.



Dimensions en millimètres

Figure A.1 – Cadre de montage pour les indicateurs



Dimensions in millimetres

Figure A.1 – Mounting frame for indicators

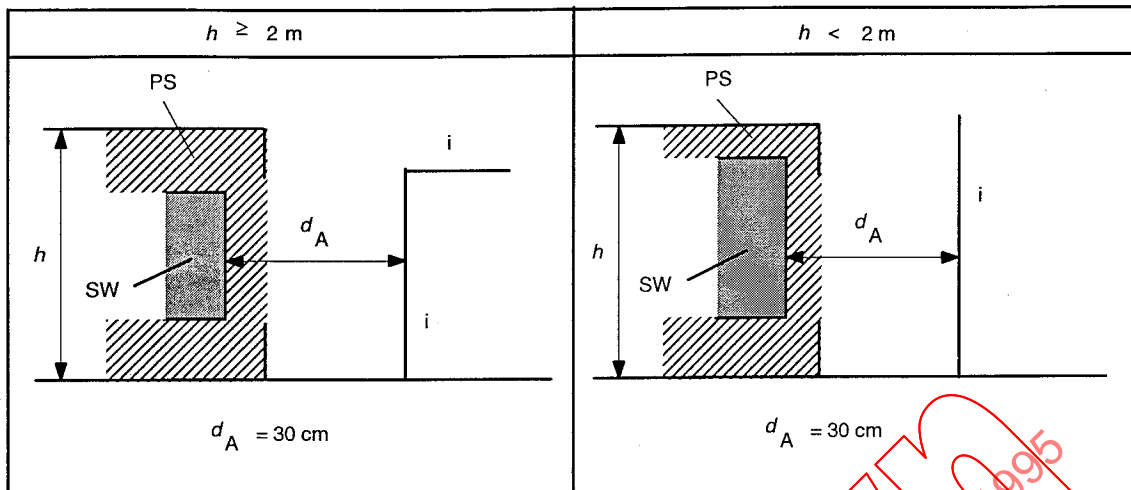


Figure A.2a - Accessibilité - Classe A

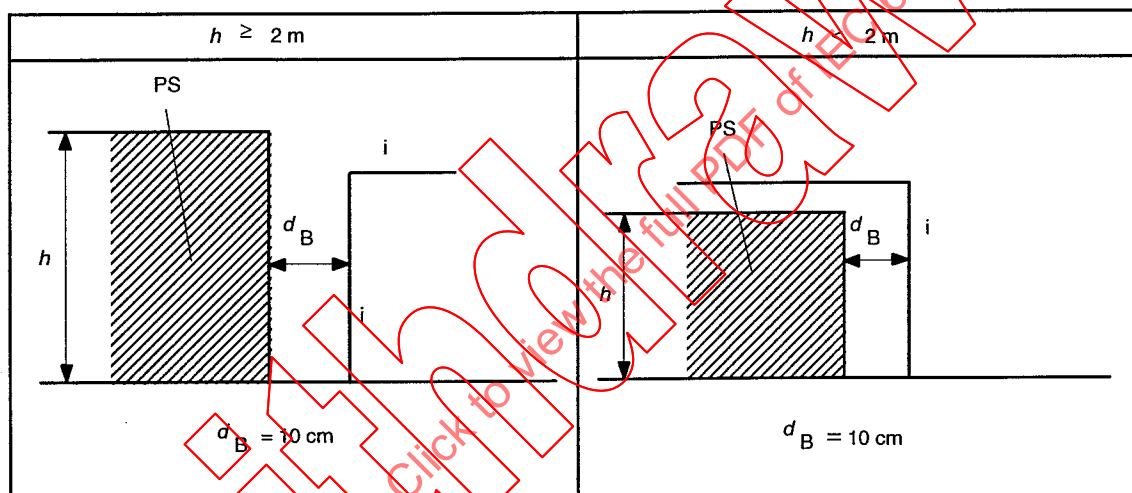


Figure A.2b) - Accessibilité - Classe B

où

i est la position des indicateurs;

h est la hauteur du poste préfabriqué;

d_A est la distance horizontale entre les indicateurs et l'appareillage;

d_B est la distance horizontale entre les indicateurs et le poste préfabriqué;

SW est l'appareillage haute tension;

PS est le poste préfabriqué.

Figure A.2 – Classes d'accessibilité