

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1225**

Première édition
First edition
1993-05

**Centrales nucléaires –
Systèmes d'instrumentation et
de contrôle-commande pour la sûreté –
Prescriptions pour les alimentations électriques**

**Nuclear power plants –
Instrumentation and control systems
important for safety –
Requirements for electrical supplies**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1225: 1993

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1225**

Première édition
First edition
1993-05

**Centrales nucléaires –
Systèmes d'instrumentation et
de contrôle-commande pour la sûreté –
Prescriptions pour les alimentations électriques**

**Nuclear power plants –
Instrumentation and control systems
important for safety –
Requirements for electrical supplies**

© CEI 1993 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 Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Domaine d'application.....	8
2 Références normatives.....	8
3 Définitions	8
4 Prescriptions du système.....	10
4.1 Fonction et description.....	10
4.2 Divisions du système.....	10
4.3 Limites du système	10
5 Exigences en matière d'indépendance, de séparation physique et de redondance.....	12
5.1 Généralités.....	12
5.2 Redondance	12
5.3 Indépendance.....	12
5.4 Séparation physique.....	12
5.5 Fiabilité.....	12
6 Prescriptions fonctionnelles pour les alimentations électriques I&C	12
6.1 Source d'alimentation.....	12
6.2 Batteries et chargeurs.....	14
6.3 Onduleurs et convertisseurs.....	16
7 Prescriptions pour la conception du système de distribution	16
7.1 Aspect du système	16
7.2 Attribution des charges	16
7.3 Aspects électriques	18
8 Effets des conditions d'influence	18
8.1 Interférences électromagnétiques	18
8.2 Transitoires.....	18
8.3 Courant de charge	20
8.4 Charges importantes pour la sûreté et charges non importantes pour la sûreté.....	20
9 Caractéristiques des alimentations fournies aux charges individuelles.....	20
9.1 Alimentations en c.c.....	20
9.2 Alimentations en c.a.....	20
10 Surveillance et protection	22
10.1 Surveillance.....	22
10.2 Protection	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD.....	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	9
4 System requirements	11
4.1 Function and description.....	11
4.2 System divisions.....	11
4.3 System boundaries.....	11
5 Requirements for independence, physical separation and redundancy.....	13
5.1 General	13
5.2 Redundancy.....	13
5.3 Independence.....	13
5.4 Physical separation	13
5.5 Reliability.....	13
6 Functional requirements for I&C power supplies.....	13
6.1 Power source	13
6.2 Batteries and chargers.....	15
6.3 Inverters and converters.....	17
7 Requirements for distribution system design.....	17
7.1 System aspects	17
7.2 Load allocation.....	17
7.3 Electrical aspects	19
8 Effects of influence conditions	19
8.1 Electromagnetic interference.....	19
8.2 Transients	19
8.3 Load current.....	21
8.4 Loads important to safety and loads not important to safety	21
9 Characteristics of supplies given to individual loads.....	21
9.1 DC supplies	21
9.2 AC supplies.....	21
10 Monitoring and protection.....	23
10.1 Monitoring.....	23
10.2 Protection	23

Articles	Pages
11 Qualification du matériel	22
12 Essais	24
13 Maintenance.....	24
Figures:	
1 Limite du système	26
2 Système d'alimentation c.c.....	28
3 Système d'alimentation c.a. non interruptible	30
4 Une division du système I&C d'alimentation.....	32
5 Exemple de système I&C d'alimentation c.a. non interruptible	34
6 Alimentation c.c. typique.....	36
Annexe A - Exemples de spécifications	38

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61225:1993

Clause	Page
11 Qualification of equipment	23
12 Testing	25
13 Maintenance	25
Figures:	
1 System boundary	27
2 DC power system	29
3 Non-interruptible a.c. power system	31
4 One division of the I&C power supply system	33
5 Example of I&C non-interruptible a.c. power system	35
6 Example of d.c. system	37
Annex A - Examples of specifications	39

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61225:1993

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**Centrales nucléaires -
Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande pour la sûreté -
Prescriptions pour les alimentations électriques**

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.

La Norme internationale CEI 1225 a été établie par le sous-comité 45A: Instrumentation des réacteurs, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
45A(BC)126/126A	45A(BC)131

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**Nuclear power plants -
Instrumentation and control systems important for safety -
Requirements for electrical supplies**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a world-wide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Standardization Organization (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 subject 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.

International Standard IEC 1225 has been prepared by sub-committee 45A: Reactor instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

DIS	Report on Voting
45A(CO)126/126A	45A(CO)131

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

Annex A is for information only.

Centrales nucléaires - Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande pour la sûreté - Prescriptions pour les alimentations électriques

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit les performances et les caractéristiques fonctionnelles des systèmes d'alimentation électrique requis pour les systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande (I&C) importants pour la sûreté d'une centrale nucléaire. Elle sert également de guide pour une éventuelle utilisation de ces alimentations dans d'autres systèmes I&C.

Ces alimentations doivent provenir de sources primaires, de redondance et de fiabilité appropriées, de manière à atteindre de façon satisfaisante les objectifs fonctionnels et de sûreté du système I&C.

Cette norme définit les méthodes d'application des Guides de sûreté de l'AIEA 50-SG-D3, 50-SG-D7 et 50-SG-D8.

Les prescriptions spécifiques de conception concernant les composants des systèmes d'alimentation des I&C n'entrent pas dans le domaine d'application de cette norme.

2 Références normatives

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

CEI 38:1983, *Tensions normales de la CEI*

CEI 146-2:1974, *Convertisseurs à semiconducteurs - Deuxième partie: Convertisseurs autocommutés à semiconducteurs*

CEI 146-4:1986, *Convertisseurs à semiconducteurs - Quatrième partie: Méthode de spécification des performances et procédures d'essais des alimentations sans interruption*

CEI 293:1968, *Tensions d'alimentation pour appareils nucléaires à transistors*

CEI 478, *Alimentations stabilisées à sorties en courant continu*

CEI 557:1982, *Terminologie CEI sur les réacteurs nucléaires*

CEI 639:1979, *Réacteurs nucléaires - Utilisation du système de protection à d'autres fins que la sécurité*

CEI 686:1980, *Alimentations stabilisées à sortie en courant alternatif*

CEI 709:1981, *Séparation dans le système de protection des réacteurs*

CEI 780:1984, *Qualification des constituants électriques du système de sûreté des centrales électronucléaires*

CEI 801, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels*

CEI 896, *Batteries stationnaires au plomb - Prescriptions générales et méthodes d'essai*

CEI 980:1989, *Pratiques recommandées pour la qualification sismique du matériel électrique du système de sûreté dans les centrales électronucléaires*

AIEA Guide de sûreté 50-SG-D3: 1980, *Système de protection et dispositifs associés dans les centrales nucléaires*

AIEA Guide de sûreté 50-SG-D7 Rév.1: 1991, *Systèmes d'énergie électrique de secours dans les centrales nucléaires*

AIEA Guide de sûreté 50-SG-D8: 1984, *Sûreté du système d'instrumentation et de commande des centrales nucléaires*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables:

systèmes I&C importants pour la sûreté: Voir le guide de l'AIEA 50-SG-D8.

systèmes de sûreté: Voir la CEI 557.

systèmes I&C liés à la sûreté: Voir le guide de l'AIEA 50-SG-D8.

séparation dans le système de protection du réacteur: Voir la CEI 709.

dispositifs auxiliaires des systèmes de sûreté: Voir la CEI 557.

systèmes I&C d'alimentation électrique non interruptibles: Systèmes dont la perte ne peut être due uniquement à la perte de sources extérieures ou intérieures au site (voir figures 1 et 3).

batteries stationnaires plomb: Voir la CEI 896.

Nuclear power plants - Instrumentation and control systems important for safety - Requirements for electrical supplies

1 Scope

This International Standard specifies the performance and the functional characteristics of the electrical supply systems required for the instrumentation and control (I&C) systems important to safety of a nuclear power plant. Guidance is also given on the possible use of these supplies for other I&C systems.

These supplies are required to be fed from primary sources of suitable redundancy and reliability, such that the safety and functional objective of the I&C system can be adequately achieved.

This standard defines the methods of application of IAEA Safety Guides 50-SG-D3, 50-SG-D7 and 50-SG-D8.

The specific design requirements for the components of the I&C power supply system are outside the scope of this standard.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this 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 38:1983, *IEC standard voltages*
IEC 146-2:1974, *Semiconductor convertors - Part 2: Semiconductor self-commutated convertors*
IEC 146-4:1986, *Semiconductor convertors - Part 4: Method of specifying the performance and test requirements of uninterruptible power systems*
IEC 293:1968, *Supply voltages for transistorized nuclear instruments*
IEC 478, *Stabilized power supplies, d.c. output*
IEC 557:1982, *IEC terminology in the nuclear reactor field*
IEC 639:1979, *Nuclear reactors - Use of the protection system for non-safety purposes*
IEC 686:1980, *Stabilized power supplies, a.c. output*
IEC 709:1981, *Separation within the reactor protection system*
IEC 780:1984, *Qualification of electrical items of the safety system for nuclear power generating stations*
IEC 801, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment*
IEC 896, *Stationary lead acid batteries - General requirements and methods of test*
IEC 980:1989, *Recommended practices for seismic qualification of electrical equipment of the safety system for nuclear generating stations*
IAEA Safety guide 50-SG-D3: 1980, *Protection system and related featuring in nuclear power plants*
IAEA Safety guide 50-SG-D7 Rev. 1: 1991, *Emergency power system of nuclear power plants*
IAEA Safety guide 50-SG-D8: 1984, *Safety related instrumentation and control system for nuclear power plants*

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply:

I&C systems important to safety: See Guide of IAEA 50-SG-D8.

safety systems: See IEC 557.

I&C safety related systems: See Guide of IAEA 50-SG-D8

separation within the reactor protection system: See IEC 709

safety system support features (power supplies): See IEC 557

I&C non-interruptible electrical power supply systems: Systems which will not be lost solely as a result of loss of off-site and on-site power sources (see figures 1 and 3).

stationary lead acid batteries: See IEC 896.

D'autres termes non définis ci-dessus font l'objet d'une définition dans le Guide de sûreté de l'AIEA 50-SG-D7.

4 Prescriptions du système

4.1 Fonction et description

Les alimentations électriques des systèmes I&C sont généralement constituées des systèmes non interruptibles suivants (voir figure 1):

- d'un système d'alimentation en c.c. avec des batteries alimentant des charges en c.c.;
- d'un système d'alimentation en c.a. avec des batteries internes alimentant des charges en c.a.

Le système d'alimentation en c.c. doit alimenter les charges en c.c., y compris le contrôle-commande, la surveillance, la protection, la commutation et les alimentations auxiliaires pendant le fonctionnement normal, les incidents de fonctionnement prévus et les situations accidentelles.

Dans le cas où des charges importantes pour la sûreté nécessitent une alimentation permanente en c.a., un système d'alimentation en c.a. non interruptible doit être prévu à cet effet.

4.2 Divisions du système

Le système d'alimentation en c.c. et le système en c.a. non interruptible doivent être prévus sous forme de divisions redondantes et indépendantes, conformément à l'article 5 de cette norme.

Chaque division du système d'alimentation en c.c. doit être composée d'au moins une alimentation batterie, un chargeur de batterie et un système de distribution (figure 2).

Chaque division du système en c.a. non interruptible doit être composée d'au moins une alimentation à partir d'un système en c.c., un onduleur c.c.-c.a. et un système de distribution. Il convient de prévoir également une autre alimentation en c.a. et un dispositif de commutation (permutation) automatique (figures 3 et 4).

4.3 Limites du système

Les limites du système d'alimentation électrique couvert par cette norme se situent entre les bornes d'entrée des disjoncteurs alimentés par les jeux de barre basse tension en c.a. des alimentations électriques de secours (EPS) et les artères d'alimentation dont la fonction est d'alimenter chaque système, matériel et/ou composant individuel (voir figure 1).

Pour des raisons de sécurité, les charges seront réparties en divisions distinctes; chacune d'elles devra être alimentée par des sources redondantes distinctes.

Chaque système peut, dans les limites spécifiées ci-dessus, être composé de matériels tels que transformateurs, convertisseurs, groupes convertisseurs, onduleurs, câbles, dispositifs d'isolation, tableaux de répartition, matériels de permutation, accumulateurs centraux et locaux, équipements de connexion, de surveillance et de protection.

Les matériels destinés, dans les systèmes I&C, à fournir des alimentations spécifiques n'entrent pas dans le domaine d'application de cette norme.

Other terms not defined above are defined in IAEA Safety Guide 50-SG-D7.

4 System requirements

4.1 Function and description

I&C electrical supplies generally consist of the following non-interruptible systems (see figure 1):

- a d.c. power system with batteries, supplying d.c. loads;
- an a.c. power system with internal batteries, supplying a.c. loads.

The d.c. power system shall supply the d.c. loads, including control, monitoring, protection, switching and auxiliary power, during normal operation, anticipated operational occurrences and accident conditions.

If loads important for safety require continuous a.c. power, a non-interruptible a.c. power system shall be provided to supply such loads.

4.2 System divisions

The d.c. power system and the non-interruptible a.c. power system shall be divided into redundant and independent divisions in accordance with clause 5 of this standard.

Each division of the d.c. power system shall consist of at least a battery supply, a battery charger and a distribution system (figure 2).

Each division of the non-interruptible a.c. power system shall consist of at least a supply from a d.c. power system, a d.c.-a.c. inverter and a distribution system. Another a.c. back-up power supply and an automatic switch-over device should also be provided (figures 3 and 4).

4.3 System boundaries

The boundaries of the electrical supply system covered by this standard are from the incoming terminals of the breakers fed by the a.c. low-voltage power busbar of the Electrical Emergency Power Supplies (Electrical EPS) up to the feeders dedicated to provide power to each individual load system, equipment and/or component (see figure 1).

For safety reasons, the loads will be divided into several separate divisions; each of these divisions shall be supplied from separate redundant supplies.

Within the limits specified above, each system may include equipment such as transformers, converters, motor generator sets, inverters, cables, isolation devices, distribution boards, change-over devices, central and local batteries, switching, monitoring and protection equipment.

Any equipment within an I&C system needed to provide specific power supplies is not within the scope of the I&C power supply system covered by this standard.

5 Exigences en matière d'indépendance, de séparation physique et de redondance

5.1 Généralités

Les systèmes d'alimentation I&C couverts par la présente norme assurent le fonctionnement des systèmes I&C généralement conçus en fonction du critère de défaillance unique. Les critères de conception suivants doivent être au minimum satisfaits.

5.2 Redondance

La redondance d'un système d'alimentation I&C couvert par cette norme doit être déterminée par les critères de conception de la centrale s'appliquant à ces systèmes.

5.3 Indépendance

Les systèmes I&C se composent généralement de divisions redondantes sans interconnexions (voir CEI 709). Chaque division doit avoir ses propres alimentations, batteries et chargeurs, tableaux de commutation, chemins de câbles et équipements auxiliaires, de manière à pouvoir fonctionner indépendamment et être physiquement séparée des autres divisions (voir exemple figure 3).

Dans le cas où une double alimentation serait nécessaire, soit du côté des charges du consommateur (par exemple via un découplage à diode) soit du côté chargeur, les connexions entre les alimentations redondantes doivent être conçues de manière que toute défaillance éventuelle compatible avec le critère de défaillance unique tel que défini dans la CEI 709, n'affecte pas plus d'un système redondant à la fois (voir figure 5).

Quand des diodes sont utilisées, un moyen de contrôle de leur fonctionnement doit être prévu.

5.4 Séparation physique

Les parties redondantes des systèmes d'alimentation I&C doivent être séparées conformément à la CEI 709.

Un événement initiateur hypothétique ne doit pas entraîner la défaillance de plus d'un système redondant.

Pour un système central utilisant des batteries regroupées de capacité importante, il convient que celles-ci soient, pour chaque système redondant, installées dans une pièce indépendante, ventilée de façon satisfaisante, en particulier si des accumulateurs Planté sont utilisés. Tout système de ventilation doit être prévu à partir de la même division que celle de la batterie concernée.

5.5 Fiabilité

La disponibilité de l'alimentation doit être en rapport avec les prescriptions du système I&C alimenté.

Pour augmenter la fiabilité de chaque système redondant d'alimentation, il convient de porter une attention particulière à la redondance ou aux diverses conceptions de ses composants, à leur fiabilité, à la maintenance et aux procédures d'essais.

6 Prescriptions fonctionnelles pour les alimentations électriques I&C

6.1 Source d'alimentation

Les systèmes I&C sont alimentés par des jeux de barres dont l'énergie provient, en situation normale, de l'alternateur principal, des connections au réseau et des alimentations différentes. En cas de perte de source normale de puissance, les jeux de barres doivent être alimentés par les alimentations internes de secours.

5 Requirements for independence, physical separation and redundancy

5.1 General

The I&C power supply systems covered by this standard support the operation of the I&C systems that are in general designed in accordance with the single failure criterion. The following design criteria shall be followed as a minimum.

5.2 Redundancy

The redundancy of an I&C power supply system covered by this standard shall be determined by the plant design criteria which apply to the I&C systems which are fed from it.

5.3 Independence

In general, the I&C power systems consist of redundant divisions without interconnection (see IEC 709). Each division shall have its own feeds and supplies, batteries and chargers, switchboards, raceways and auxiliary facilities so as to be functionally independent and physically separate from the other divisions (see example figure 3).

Should double-feeding be necessary, either for the load side (e.g. via diode-decoupling) or for the charger side, the connections between the redundant supplies shall be designed such that any fault which might occur consistent with the single failure criterion as applied in IEC 709 does not adversely affect more than one redundant supply system (see example figure 5).

Where diodes are used, a means for checking that they can perform their function shall be provided.

5.4 Physical separation

The redundant parts of the I&C power supply systems shall be separated according to IEC 709.

A single postulated initiating event shall not lead to the failure of more than one redundant system.

In the case of a design using large centralized batteries, the batteries of each redundant supply system should be installed in a separate room with adequate ventilation, particularly where Planté cells are used. Any ventilation system shall be supplied from the same division of the power supply system as the battery concerned.

5.5 Reliability

The availability of the supply shall be commensurate with the requirements of the I&C system to be fed.

To increase the reliability of each redundant supply system, attention should be paid to the redundant or diverse design of its components, to component reliability, to maintenance and to test procedures.

6 Functional requirements for I&C power supplies

6.1 Power source

I&C systems are supplied from busbars, whose normal power source originates from the main generator, grid connections and alternative supplies. In the event of loss of normal power, these busbars shall be fed by emergency on-site power supplies.

Ces alimentations peuvent être sujettes à des transitoires lors du démarrage de charges telles que les gros moteurs ou dans des situations de défaut; il convient de veiller à ce que ces transitoires, situés en dehors des limites spécifiées dans l'annexe A, n'affectent pas la tension de charge des jeux de barres I&C.

L'alimentation de chaque jeu de barres doit avoir une durée de coupure qui n'excède pas la limite tolérée par les charges connectées aux jeux de barres.

Les systèmes I&C doivent consister en charges en c.c. et c.a. Les tensions de sortie sur les charges (c.a. ou c.c.) doivent être maintenues dans des limites spécifiées après une perte d'alimentation primaire de durée d'interruption spécifiée.

Il convient que le système de distribution soit normalement relié à la terre pour éviter les défauts dangereux qui pourraient apparaître sur un système normalement non relié à la terre quand de multiples défauts de terre apparaissent. Quand un système non relié à la terre est utilisé, il convient de porter une attention particulière à la surveillance et à l'élimination des défauts de terre pour prévenir l'apparition éventuelle de conditions dangereuses quand deux ou plusieurs défauts de terre sont présents sur un système d'alimentation.

6.2 Batteries et chargeurs

Excepté pour des modes de fonctionnement spécifiés comme la maintenance, les batteries doivent toujours être connectées aux jeux de barres associés pour maintenir les alimentations non interrompibles.

La conception des batteries et chargeurs doit prendre en compte de nombreux facteurs, tels que la disponibilité des alimentations externes, le nombre et la fiabilité des groupes de secours et les prescriptions particulières de la centrale. Il est de toute manière souhaitable d'alimenter les charges du système (y compris les charges transitoires) et de maintenir l'alimentation pendant une durée minimale spécifiée.

Dans le cas de pannes de batteries ou de chargeurs dues à une seule défaillance, il faut également veiller à la méthode de fonctionnement et à la capacité du matériel.

Les chargeurs de batteries doivent être assez puissants pour ramener les batteries à un état de charge flottante dans un délai acceptable, par exemple 8 h, tout en satisfaisant le nombre le plus élevé de demandes combinées des diverses charges permanentes à la suite d'un début de perte de puissance normale. Il convient de protéger le chargeur contre tout risque de surcharge pendant ce délai. Si le chargeur de batterie est autorisé à alimenter le système avec la batterie déconnectée, il doit pouvoir satisfaire au plus grand nombre de demandes combinées, y compris les transitoires. Les chargeurs doivent être équipés de dispositifs de déconnexion appropriés dans les circuits en c.a. et en c.c. permettant leur isolation.

En tenant compte de facteurs tels que les marges de conception, les effets de la température et la détérioration due au temps, la capacité des batteries en charge flottante doit leur permettre de satisfaire à toutes les demandes et les conditions de charge (y compris les cycles de service, les transitoires électriques pendant les périodes de fonctionnement et les situations accidentelles) jusqu'au moment où le générateur de secours peut faire face aux demandes de charge.

Les batteries et les chargeurs doivent fonctionner en parallèle, de manière que la batterie reste chargée et fournisse du courant aux charges seulement lorsqu'une alimentation passant par le chargeur n'est pas disponible.

Les batteries en local, c'est-à-dire les batteries alimentant un seul appareil ou armoire, doivent être en accord avec les articles applicables de cette norme.

The I&C supplies may be subject to transients when loads such as large motors are started or under fault conditions and thus care should be taken to prevent transients outside acceptable limits (see examples in annex A), from affecting the I&C load busbar voltage.

The supplies to each busbar shall have a break time that will not exceed the break time tolerated by the loads connected to the busbars.

I&C system loads will consist of d.c. and a.c. loads. The output voltages to the loads (whether a.c. or d.c.) shall be maintained within specified limits following loss of primary power for the break duration specified.

The distribution system should be normally earthed to prevent dangerous faults that could occur on a normally non-earthed system when multiple earth faults occur. Where an unearthed system is used, particular attention should be paid to the monitoring and subsequent clearance of earth faults to prevent the possible introduction of fail to danger conditions when two or more earth faults are present on a supply system.

6.2 Batteries and chargers

Except in specified modes of operation such as maintenance, a battery shall always be connected to its associated busbar to maintain the uninterruptible supplies.

The battery and charger design capability shall take into account such factors as the availability of off-site power supplies, number and reliability of stand-by generator sets and the particular requirements of the plant. In any case, it shall be adequate to supply the system loads (including transient loads) and maintain the supply for the specified minimum time.

Consideration shall also be given to the method of operation and equipment capacity in the case of batteries or chargers being out of service because of a single failure.

The battery chargers shall have sufficient capacity to restore the battery from a discharged condition to a float charged state within an acceptable time, e.g. 8 h, while at the same time supplying the largest combined demands of the various steady-state loads following an initiating loss of normal power. The charger should be protected from overload during this time. If the battery charger is permitted to supply the system with the battery disconnected, the charger shall have the capability of supplying the largest combined demands, including transients. Each battery charger shall have appropriate disconnecting devices in the a.c. and d.c. circuits to enable the charger to be isolated.

Taking into account factors such as design margins, temperature effects and deterioration with age, the capability of the float charged batteries shall be such as to meet all required load demands and conditions (including duty cycles, electrical transients during operational states and accident conditions) until such time as the standby generator can meet the load demands.

Batteries and chargers shall be operated in parallel so that the battery is maintained in the charged condition and supplies current to the loads only when a supply via the charger is not available.

Local batteries, e.g. batteries supplying a single instrument or cubicle, shall meet the applicable clauses of this standard.

6.3 Onduleurs et convertisseurs

La conception des onduleurs doit prévoir les situations suivantes s'ajoutant à la somme totale de capacité de charge:

- la limite de défaillance de commutation doit excéder la somme des courants de crête générés dans des conditions de surcharge par les unités de transformation d'énergie installées dans les charges;
- la commande de la tension pendant la perte d'alimentation primaire doit maintenir la tension dans des limites spécifiées;
- l'onduleur doit être adapté aux charges non linéaires, telles que les alimentations en mode commuté (AMC) (voir exemple 1 de l'annexe A);
- la régulation de la fréquence; pour faciliter un rapide basculement, il convient que les inverseurs fonctionnent en synchronisme avec le système de sauvegarde dédié quand la fréquence du système est normale;
- la tension de sortie permise et la qualité de l'onde de tension (voir article 9).

Pour l'alimentation des dispositifs électroniques, on peut utiliser des convertisseurs intermédiaires en circuits c.c./c.c. Ces convertisseurs sont connectés du côté entrée au niveau de tension du matériel de batterie et alimentent, du côté sortie, les charges ou groupes de charges avec une tension contrôlée pouvant être différente de celle de la batterie.

7 Prescriptions pour la conception du système de distribution

Les prescriptions suivantes doivent s'appliquer à chaque système.

7.1 Aspects du système

Le système d'alimentation doit pouvoir fonctionner dans des conditions normales et accidentelles, sans remettre en cause la sécurité de la centrale dépendant des systèmes I&C.

La conception du système d'alimentation dans sa totalité doit accepter les alimentations redondantes et fournir une alimentation continue à chaque charge I&C dans les tolérances spécifiées de tension, de forme d'onde et de fréquence pour toutes les conditions d'entrée. Des valeurs types sont données dans l'annexe A, mais d'autres niveaux de tension du système peuvent être utilisés selon les prescriptions du système I&C et les autres charges à alimenter.

Lorsque des systèmes principaux et de secours sont prévus, ils devraient être connectés à des sources séparées, non susceptibles de défaillance simultanée, afin de disposer de temps suffisant pour des réparations (voir CEI 709, article 6).

La conception achevée doit être validée afin de prouver sa conformité aux prescriptions fonctionnelles spécifiées.

Le jeu de barres du système à c.c. doit être alimenté par une batterie et un chargeur. Le circuit d'alimentation à c.a. non interruptible doit être alimenté par un onduleur et une alimentation de secours (voir figure 3). Le circuit peut être divisé en deux circuits ou plus pour réduire la taille des onduleurs.

7.2 Attribution des charges

Il convient que les charges du système I&C soient attribuées à la source en c.a. ou en c.c. la plus appropriée, conformément à leurs prescriptions spécifiques.

Les charges peuvent être groupées suivant la durée de coupure transitoire d'alimentation qu'elles peuvent tolérer. Le groupement des charges peut être amélioré en prenant également en compte les caractéristiques des charges, telles que le courant transitoire, la non-linéarité, etc.

D'autres types de systèmes d'alimentation couverts par cette norme sont indiqués dans les figures 4, 5 et 6.

6.3 *Inverters and converters*

The inverter design shall consider the following conditions in addition to summation of the total load capacity:

- the commutation failure limit shall be greater than the summation of peak currents generated under overload conditions by the power conversion units installed as part of the loads;
- the voltage control during loss of primary power supply shall maintain the output voltage within specified limits;
- the inverter shall be suitable for non-linear loads such as switched mode power supplies (SMPS) (see example 1 of annex A);
- the frequency regulation; to facilitate rapid change-over, inverters should run synchronously with the dedicated back-up system when the system frequency is normal;
- the permissible output voltage and waveform quality (see clause 9).

To supply electronic devices, intermediate circuit d.c./d.c. converters may be used. These d.c./d.c. converters will be connected on the input side at the voltage of the battery equipment and will feed, on the output side, loads or groups of loads with a **controlled** voltage which may have a nominal value different from the battery voltage.

7 **Requirements for distribution system design**

The following requirements shall be considered in relation to each system.

7.1 *System aspects*

The supply system shall operate to maintain supplies important for safety under normal and relevant accident conditions.

The system design of the whole system shall accept redundant supplies and provide a continuous supply to each I&C load within the specified tolerances of voltage, waveform and frequency for all input conditions. Typical values are given in annex A, but different system voltage levels may be used, depending on the requirements of the I&C system and other loads to be supplied.

When main and back-up systems are provided, they should be connected to separate sources that will not fail simultaneously, allowing for repair time (see IEC 709, clause 6).

The completed design shall be validated and tested to demonstrate that it meets the specified functional requirements.

The d.c. system busbar shall be fed from the battery and the charger. The non-interruptible a.c. busbar shall be fed from the inverter and an a.c. back-up power supply (see figure 3). The busbar may be split into two or more sections to limit the size of the inverters.

7.2 *Load allocation*

The I&C system loads should be allocated to the most appropriate a.c. or d.c. source in accordance with their specific requirements.

Loads may be grouped according to the duration of transient supply interruption that they can accept. The grouping of loads should also be optimized by taking into account load characteristics such as transient current, non-linearity, etc.

Alternative types of distribution systems covered by this standard are shown in figures 4, 5 and 6.

Lorsque des alimentations en c.a. non interruptibles et de haute disponibilité sont requises, il faut effectuer une permutation automatique rapide entre l'onduleur et l'autre source d'alimentation¹ (par exemple un transformateur) utilisant un commutateur statique ou un contacteur de permutation.

Il faut indiquer clairement la capacité et la logique de ce système de transfert, y compris le retour à la source normale.

Des charges de haute fiabilité non destinées à la sécurité peuvent être prévues selon 8.4.

7.3 Aspects électriques

Il convient de choisir les tensions de distribution normalisées de manière à permettre l'utilisation d'une gamme étendue de matériels mais il est bon de réduire le nombre de niveaux pour éviter la complexité du système. Si nécessaire, des charges individuelles peuvent être prévues avec leur propre convertisseur pour les adapter aux tensions normalisées. Les tensions recommandées sont données dans la CEI 38 et la CEI 293.

Dans le cas d'un défaut du système, la conception du système de protection peut jouer un rôle important sur la disponibilité des alimentations des charges individuelles. La conception requise à cet effet est décrite en 10.2.

Il faut veiller au type de connexions utilisées entre la terre de sécurité et les connexions du neutre des alimentations, et la référence des signaux du matériel I&C (voir le Guide SG-D-7 de l'AIEA).

8 Effets des conditions d'influence

8.1 Interférences électromagnétiques

Les charges individuelles peuvent provoquer des interférences transmises à d'autres matériels directement ou via les connexions d'alimentation. Ce phénomène doit être limité par l'achat d'équipements satisfaisant aux niveaux d'interférence spécifiés dans la CEI 801, et par la séparation et le blindage des câbles, conformément à la CEI 709 et à la CEI 639.

De nombreuses charges (par exemple alimentations en mode commuté) provoquent des impulsions de courant qui génèrent des harmoniques et ces charges doivent être spécifiées afin de satisfaire à des niveaux acceptables de formes d'onde de courant et d'interférence pour garantir le maintien des formes d'ondes de tension acceptables.

Les charges sensibles doivent être protégées contre les interférences dont les niveaux sont spécifiés dans la CEI 801.

8.2 Transitoires

De nombreux types de charges (par exemple les ordinateurs et dispositifs programmables) peuvent être sujets à des défauts de fonctionnement causés par des transitoires de la tension d'alimentation (tels que ceux causés par la fusion de fusibles ou la commutation de fortes charges) qui réduisent la tension de l'équipement alimenté à partir de la même alimentation, à des niveaux bas inacceptables ou ceux causant des dommages aux composants de l'équipement par surtension. Une action appropriée doit être prise pour résoudre de tels problèmes.

Le courant maximal fourni par un inverseur dans ces conditions peut atteindre seulement une faible valeur, et les caractéristiques des charges et la protection du système de distribution (par exemple fusibles ou interrupteurs automatiques) doivent être en rapport avec les caractéristiques de la source d'alimentation (voir annexe A, exemple 1).

Il y a lieu de limiter les courants d'appel à une valeur acceptable par la conception des charges ou des charges séquentielles.

¹ L'autre source d'alimentation peut être requise pour fournir un courant élevé pour faire fondre les fusibles.

Where very high availability, non-interruptible a.c. supplies are required, fast automatic change-over between the inverter and an alternative supply¹, e.g. a transformer or regulated transformer, shall be provided using a static switch or a change-over contactor.

The capability and logic of such a transfer system, including restoration to the normal source, shall be clearly stated.

High-reliability non-safety loads may be supplied subject to 8.4.

7.3 *Electrical aspects*

Standard distribution voltages should be chosen to enable a wide range of equipment to be used, but the number of levels should be minimized to avoid system complexity. Individual loads may be provided with their own converter, if necessary, to adapt them to the standard voltages. Recommended voltages are given in IEC 38 and IEC 293.

The design of the electrical protection system can have an important effect on the availability of the supply to individual loads in the event of a fault in the system. The design required to take this into account is specified in 10.2.

Consideration shall be given to the type of connection between safety earth ground, and neutral connections of power supplies, and the signal reference of I&C equipment (see IAEA SG-D-7).

8 **Effects of influence conditions**

8.1 *Electromagnetic interference*

Individual loads can generate interference and radiate to other equipment directly or via power supply connections. This shall be minimized by purchasing equipment that meets the interference levels specified in IEC 801 and by physical separation and screening of the cables according to IEC 709 and IEC 639.

Many loads (e.g. switched mode power supply units) generate current pulses that cause harmonics of current and such loads shall be specified to meet acceptable levels of current waveform and interference to ensure that acceptable voltage waveforms can be maintained.

Sensitive loads shall be protected against interference of the levels specified in IEC 801.

8.2 *Transients*

Many types of loads (e.g. computers and programmable devices) are susceptible to malfunction caused by supply voltage transients (such as those caused by the blowing of fuses or switching on of large loads), which reduce the voltage on equipment fed from the same supply to unacceptable low levels or those causing damage to items of equipment by overvoltage. Appropriate action shall be taken to overcome such problems.

The maximum current supplied by an inverter under such conditions may reach only a low value, and the characteristics of the loads and the protection in the distribution system (e.g. fuses or automatic switches) shall be matched to the characteristics of the power source (see annex A, example 1).

Inrush currents should be limited to an acceptable value by the design of the loads or by load sequencing.

¹The alternative supply may be required to provide a high prospective current to blow fuses.

8.3 *Courant de charge*

Le courant de charge est rarement sinusoïdal à cause des charges inductives comme les transformateurs et la charge des condensateurs.

La valeur de crête influe de façon notable sur les performances des charges et il peut être nécessaire de spécifier des limites pour les formes d'onde du courant et de la tension. L'annexe A, exemple 1, donne des valeurs type pour une alimentation c.a. de puissance. D'autres valeurs dépendant du niveau de la tension de distribution appliquée sont également acceptables, sous réserve qu'elles soient conformes à la CEI 38, la CEI 293 et la CEI 686.

8.4 *Charges importantes et charges non importantes pour la sûreté*

Il convient de respecter les critères de conception suivants afin d'améliorer la fiabilité des systèmes d'alimentation I&C:

- les charges non importantes pour la sûreté ne doivent être alimentées par les jeux de barres de sûreté qu'à la condition d'être connectées au moyen de dispositifs destinés à protéger les alimentations de sûreté contre les effets dommageables des défauts (par exemple des dispositifs d'isolement);
- le système d'alimentation doit être capable de supporter à la fois les charges importantes et les charges non importantes pour la sûreté pendant le délai requis par les critères de sécurité.

9 **Caractéristiques des alimentations fournies aux charges individuelles**

9.1 *Alimentations en c.c.*

Les caractéristiques des alimentations en c.c. requises par les charges individuelles doivent avoir une marge sur les valeurs spécifiées pour la sortie du système d'alimentation, afin de pallier toute détérioration en service, et pour l'impédance des connexions entre la charge et l'alimentation. Lorsque des onduleurs c.c./c.a. ou des convertisseurs c.c./c.c. sont prévus, la variation de la tension sur le matériel peut être inférieure à celle de la batterie (voir annexe A, exemple 3).

Il convient de se reporter à la CEI 478.

9.2 *Alimentations en c.a.*

Les caractéristiques des alimentations en c.a. destinées aux charges individuelles doivent comporter une marge sur les valeurs spécifiées pour les sorties du système d'alimentation afin de pallier toute détérioration en service et pour l'impédance des connexions entre la charge et l'alimentation.

Une étroite surveillance de la fréquence moyenne peut être nécessaire lorsque la fréquence est utilisée comme mesure du temps (par exemple sur les schémas de l'enregistreur synchrone).

Les limites proposées figurent à l'annexe A.

Dans le cas d'alimentations triphasées, il convient de répartir régulièrement les charges sur les trois phases. Il convient de se reporter à la CEI 686.

8.3 Load current

An a.c. load current is seldom sinusoidal because of the characteristics of inductive loads such as transformers and the charging of capacitors.

The peak voltage has a major effect on the load performance and the current and voltage waveforms may have to be specified to be within certain limits. Annex A, example 1, shows typical values for an a.c. power supply. Other values depending on the nominal distribution voltage level are also acceptable if in accordance with IEC 38, IEC 293 and IEC 686.

8.4 Loads important to safety and loads not important to safety

The following design criteria should be followed to enhance the reliability of the I&C power supply systems:

- loads not important to safety shall be fed from the safety busbars only when connected through devices that prevent faults on these non-safety loads from adversely influencing the safety supplies (e.g. isolation devices);
- the capacity of the supply system shall be adequate to support both the safety and the relevant non-safety loads for the time required by the safety criteria.

9 Characteristics of supplies given to individual loads

9.1 DC supplies

The characteristics of the d.c. supplies required by individual loads shall have a margin on the values specified for the output of the power supply system to allow for deterioration in service, and for the impedance of connections between the load and the supply. Where d.c./a.c. inverters or d.c./d.c. converters are provided, the variation of the voltage at the equipment can be designed to be less than at the battery (see annex A, example 3).

Reference should be made to IEC 478.

9.2 AC supplies

The characteristics of a.c. supplies required by individual loads shall have a margin on the values specified for the output of the power supply system to allow for deterioration in service and for the impedance of the connections between the load and the supply.

Close control of the mean frequency may be required when the frequency is used as a measure of time (e.g. on synchronous recorder charts).

Examples of limits are given in annex A.

In case of three-phase supplies, the loads should be appropriately balanced across the three phases. Reference should be made to IEC 686.

10 Surveillance et protection

Une alimentation de puissance parfaitement fiable et disponible de façon permanente pour les matériels I&C dépend d'une protection et d'une surveillance appropriées de toutes les caractéristiques importantes.

Des dispositifs de surveillance et de protection doivent être installés dans chaque système d'alimentation redondant. Ils doivent être physiquement séparés et fonctionner indépendamment les uns des autres.

10.1 Surveillance

Toutes les fonctions importantes des alimentations I&C doivent faire l'objet d'une surveillance pour pouvoir fournir les informations nécessaires et/ou déclencher les alarmes appropriées, ou déclencher les actions de protection appropriées. Les alarmes doivent être classées de la même façon que les autres alarmes de la centrale, conformément à leur importance et à l'action requise de l'opérateur.

Pour chaque système d'alimentation redondant, il convient de surveiller:

- les tensions ou la fréquence dépassant les limites autorisées;
- les interruptions d'alimentation;
- la position des disjoncteurs;
- la tension des batteries;
- le circuit de sortie à vide de la batterie (par exemple la surveillance de l'ondulation du courant du circuit de batterie);
- les défaillances des chargeurs de batterie ou des onduleurs;
- les défauts de terre, etc.

Il y a lieu de déclencher des alarmes en cas d'action de protection pour la perte d'une alimentation dans un système redondant ou la perte d'une alimentation d'une charge.

10.2 Protection

Des protections doivent être prévues sur les systèmes d'alimentation I&C afin de réduire le nombre de charges affectées par un défaut du système et les conséquences de ce défaut sur le système. Il faut réduire les conséquences des fonctionnements intempestifs. La principale source de défaut provient des charges et de leurs connexions à l'alimentation; il faudra donc prévoir les protections de surcharge individuelles et instantanées appropriées, par exemple par des fusibles. Il convient d'éviter d'utiliser des connexions en parallèle des alimentations et prévoir, le cas échéant, des protections appropriées, par exemple par des fusibles.

La mise en parallèle de deux batteries de différentes divisions n'est pas autorisée, excepté au moyen de diodes isolant les systèmes les uns des autres. Il est bon de prendre des dispositions pour l'essai de ces diodes (voir article 12).

11 Qualification du matériel

Tous les matériels utilisés dans le système d'alimentation doivent être qualifiés conformément aux règles et normes spécifiques pour les conditions normales, anormales et accidentelles afin d'assurer leur fonction de sûreté et un fonctionnement fiable pendant leur durée de vie.

Lorsque la conception de la centrale le nécessite, les matériels doivent être qualifiés pour des conditions susceptibles de se produire en cours de fonctionnement, à savoir événements naturels (sismiques, etc.), événements internes (défaillances des centrales) et événements extérieurs particuliers, tels que ceux causés par les activités humaines.

Le programme de qualification doit être conforme aux prescriptions de la CEI 780, la CEI 146-2, la CEI 146-4 et la CEI 980.

10 Monitoring and protection

Highly reliable and continuously available power supplies for the I&C equipment are dependent on proper protection and monitoring of all important power supply characteristics.

Monitoring and protection devices shall be installed in each redundant supply system. They shall be physically separated and operated independently from each other.

10.1 Monitoring

All important functions of I&C power supplies shall be monitored to give appropriate information and/or alarm signals or to initiate appropriate protective action. Alarms shall be classified in a similar way to other alarms in the station in accordance with their significance and the operator action required.

The following items may require monitoring for each redundant supply system:

- voltages or frequency outside permissible limits;
- interruption in the supply;
- circuit breaker position;
- battery voltage;
- battery open circuit (e.g. by monitoring ripple in battery circuit current);
- battery charger or inverter failure;
- earth faults, etc.

Alarms should be initiated in the event of protective action, the loss of one supply in a redundant system or the loss of supply to a load.

10.2 Protection

Protection shall be provided on the I&C supply system to minimize the effect on the system and the number of loads affected by a fault. The effect of spurious operation shall be minimized. The main source of faults will be in the loads and their connections to the supply, and so adequate individual instantaneous overload protection shall be provided, e.g. by fuses. The connection of supplies in parallel should be avoided and where permitted adequate protection shall be provided, e.g. by fuses.

Paralleling of two batteries of different divisions is not permitted except through diodes and isolating devices, isolating the systems from each other. Provision should be made for testing these diodes (see clause 12).

11 Qualification of equipment

All equipment used in the supply system shall be qualified according to the specific rules and standards applicable to the equipment for normal, abnormal and accident conditions to assure its safety functions and reliable operation throughout its life.

Where required by the station design, the equipment shall be qualified for conditions that may arise during plant operation, that is, natural events (seismic, etc.), internal events (plant failures) and special external events such as those caused by human activities.

The qualification programme shall meet the requirements of IEC 780, IEC 146-2, IEC 146-4 and IEC 980.

12 Essais

Les systèmes d'alimentation doivent faire régulièrement l'objet d'essais à intervalles déterminés, selon les règles et normes propres à chaque type de matériel.

La conception du système doit permettre de contrôler que ce système a encore sa redondance à la conception, des possibilités de rapide basculement, et que les batteries sont complètement chargées et ont une capacité suffisante.

Les systèmes doivent donc être conçus de manière à pouvoir être facilement isolés en sections sans perdre un nombre important de charges ni mettre en danger le fonctionnement de la centrale dépendant des alimentations I&C restantes.

Le concepteur doit revoir la valeur des essais dans les conditions de fonctionnement réel ou simulé pour chaque partie du système, et le besoin de limiter la reconfiguration manuelle du système destinée à la réalisation des essais.

Il convient de prendre des dispositions pour que le contrôle de la décharge de la batterie soit effectué au courant de charge pour une conception de secours.

Aux fins d'essais, les chargeurs peuvent être basculés dans un mode d'essai avec une tension de sortie inférieure à la tension de charge flottante de la batterie (par exemple 2,65 V par cellule). Dans ce mode, les diodes des circuits consommateurs découplés peuvent être essayées suivant leur fonction spécifiée.

13 Maintenance

Un programme de maintenance doit être prévu pour le matériel couvert par la présente norme.

La conception et la disposition des composants des systèmes d'alimentation de l'I&C doivent fournir un bon moyen pour une identification facile des composants, une maintenance aisée et des temps de réparation courts (par exemple par l'accessibilité et l'échangeabilité). Une attention particulière doit être apportée aux prescriptions d'essais et de maintenance pour les batteries en local. Il y a lieu de surveiller le vieillissement de toutes les batteries.

12 Testing

Electrical supply systems shall be regularly tested at the intervals prescribed in the specific station maintenance rules and standards for each type of equipment.

The system design shall enable checks to be made that the systems still have their designed redundancy, fast change-over facilities and that batteries are fully charged and have adequate capacity.

The system shall therefore be designed so that sections of it can be disconnected without the loss of an unacceptable number of loads and without jeopardizing the operation of the plant relying on the remaining I&C supplies.

The designer shall review the merits of on-line and off-line tests for each part of the system, and the need to minimize manual reconfiguration of the system to carry out the tests.

Provision should be made to enable battery discharge testing to be carried out at design emergency-load current.

For test purposes the chargers may be operated in a test mode with an output voltage (e.g. 2,05 V per cell) less than the float charging voltage of the battery. In this mode, the diodes of decoupled loads can be tested for the specified function.

13 Maintenance

A maintenance programme shall be provided for the equipment covered by this standard.

The design and arrangements of all components of the I&C power supply system shall provide a good layout for easy identification of components, easy maintenance and short repair times (e.g. by accessibility and exchangeability). Particular attention shall be paid to testing and maintenance requirements for local batteries. The ageing of all batteries should be monitored.

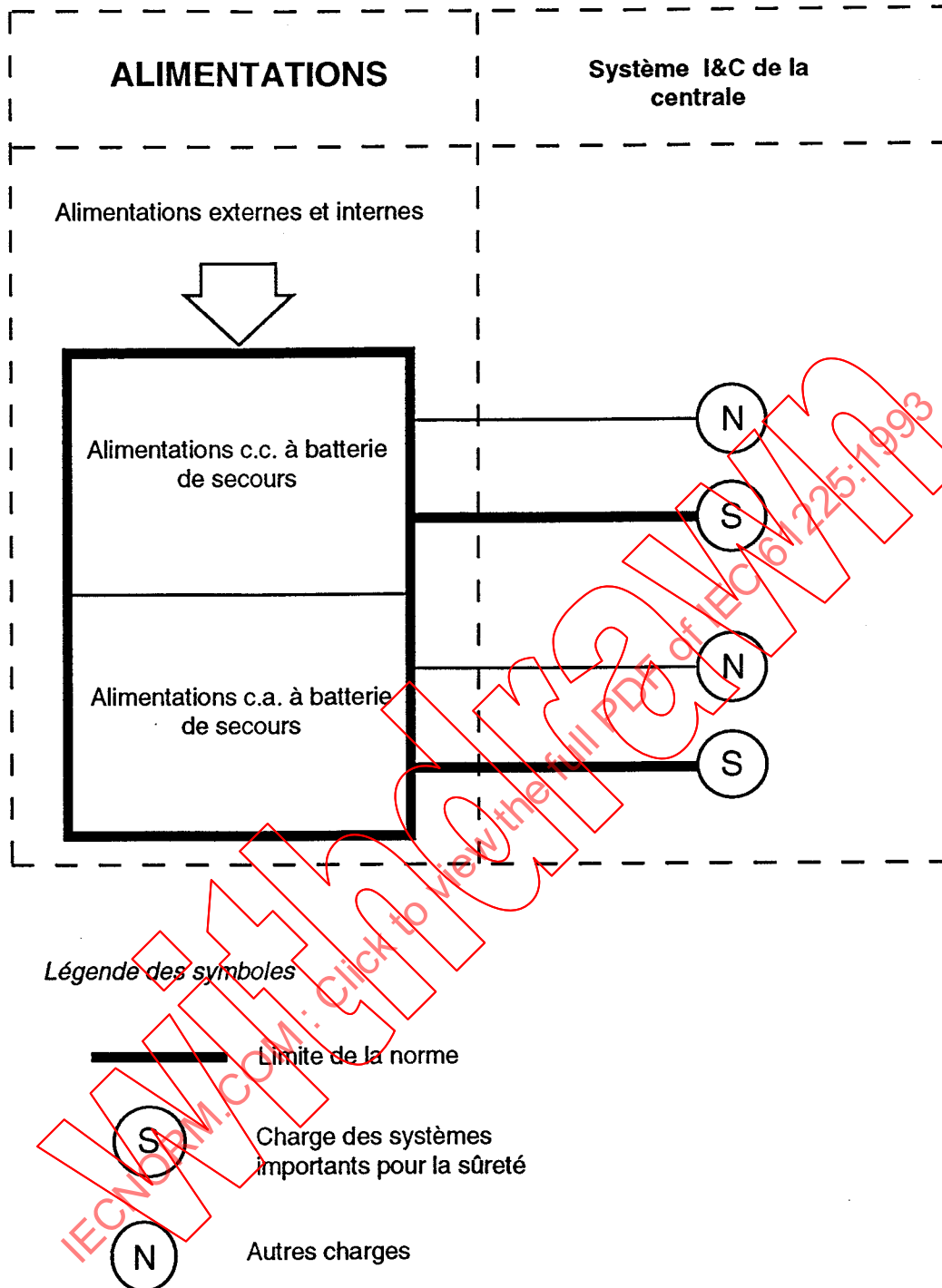


Figure 1 - Limite du système

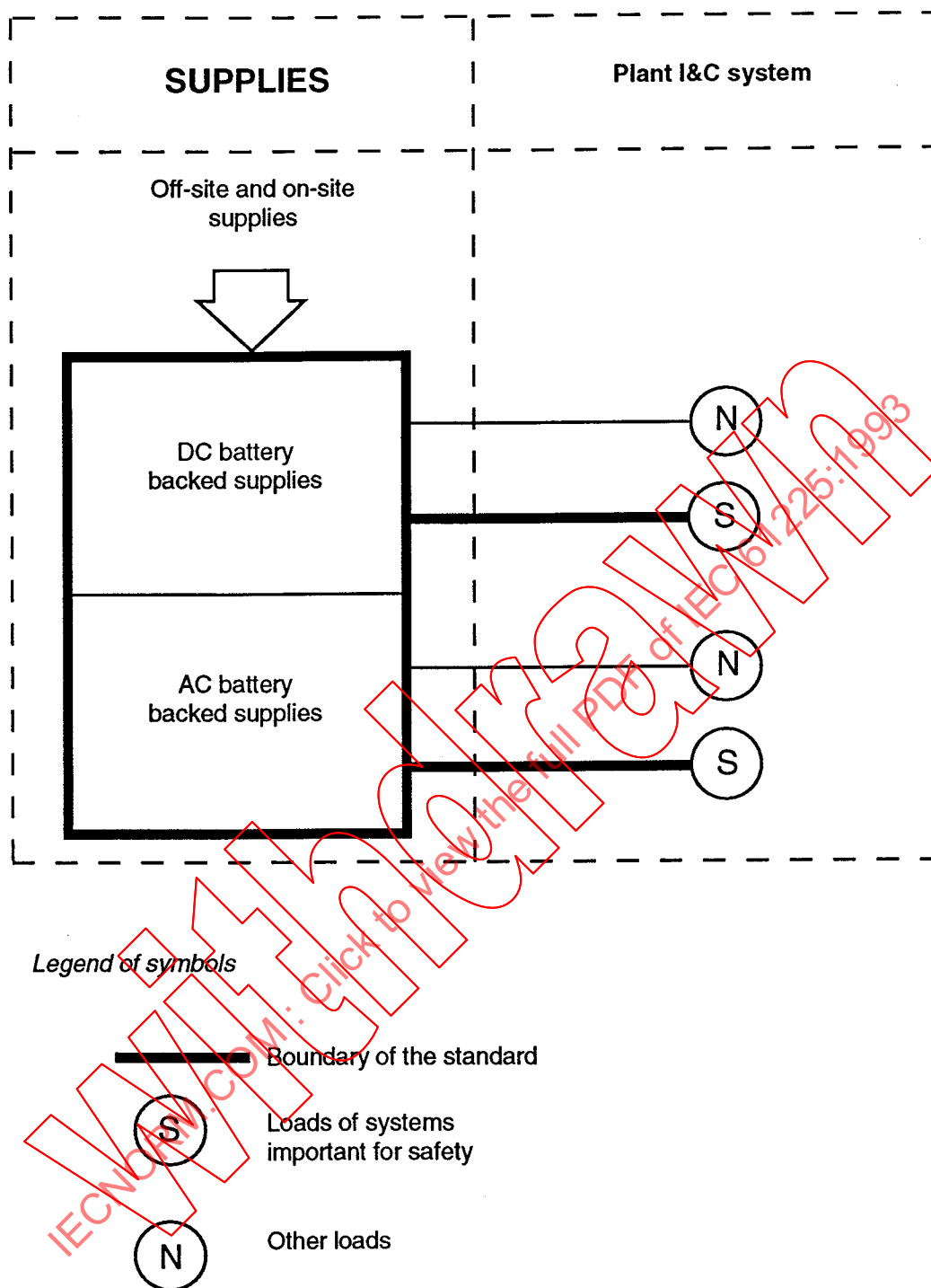


Figure 1 - System boundary

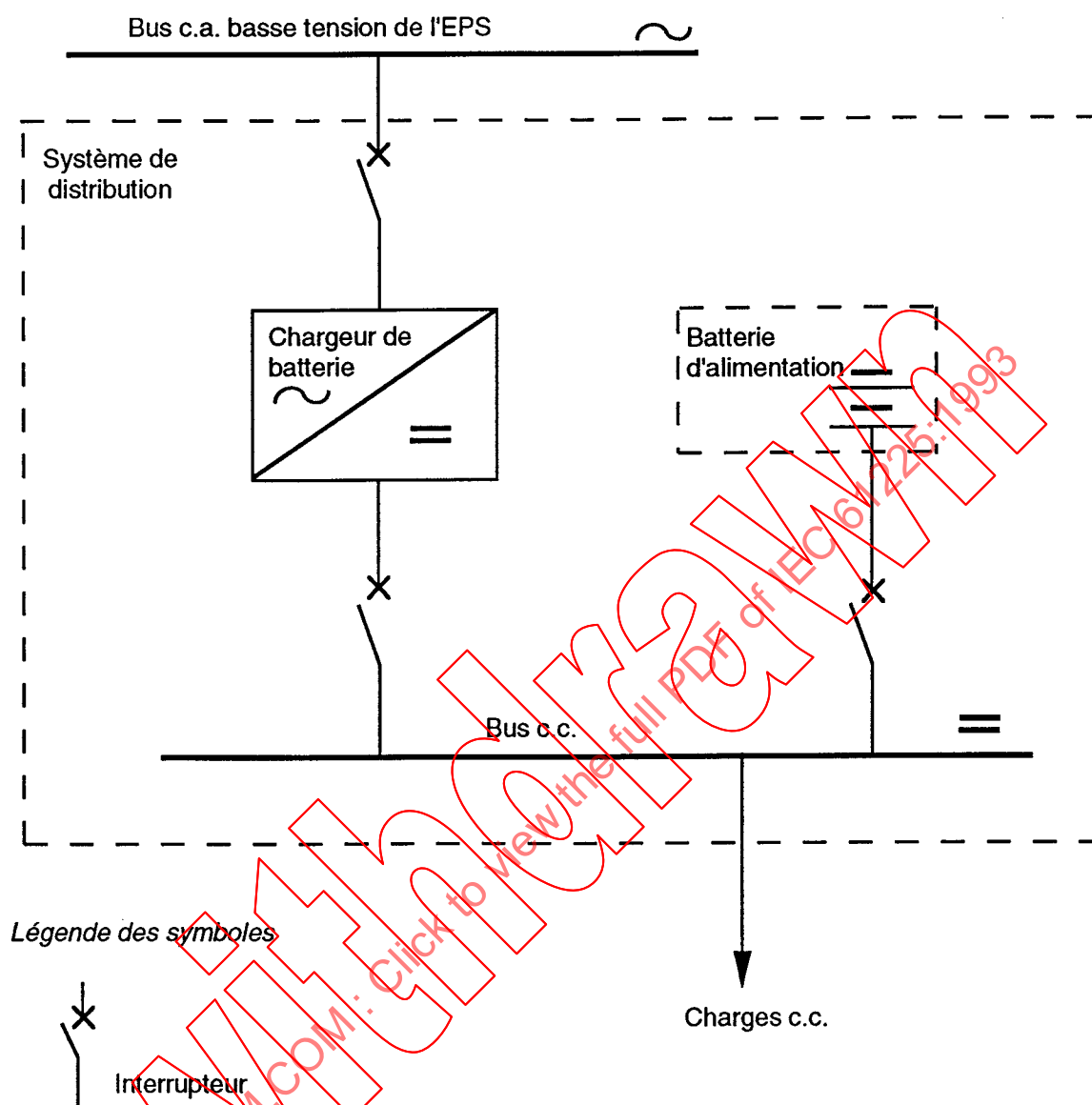


Figure 2 - Système d'alimentation c.c.

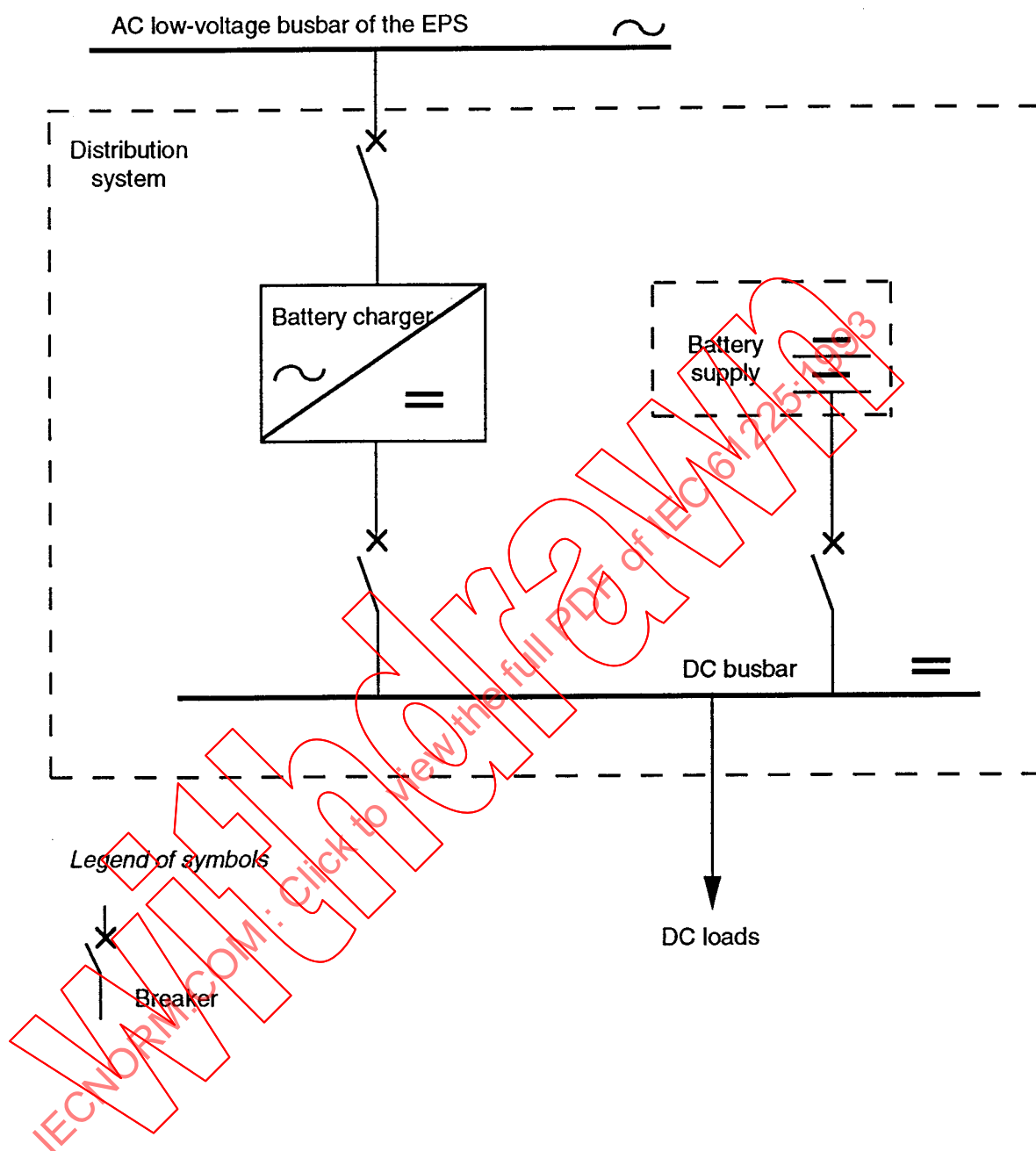


Figure 2 - DC power system

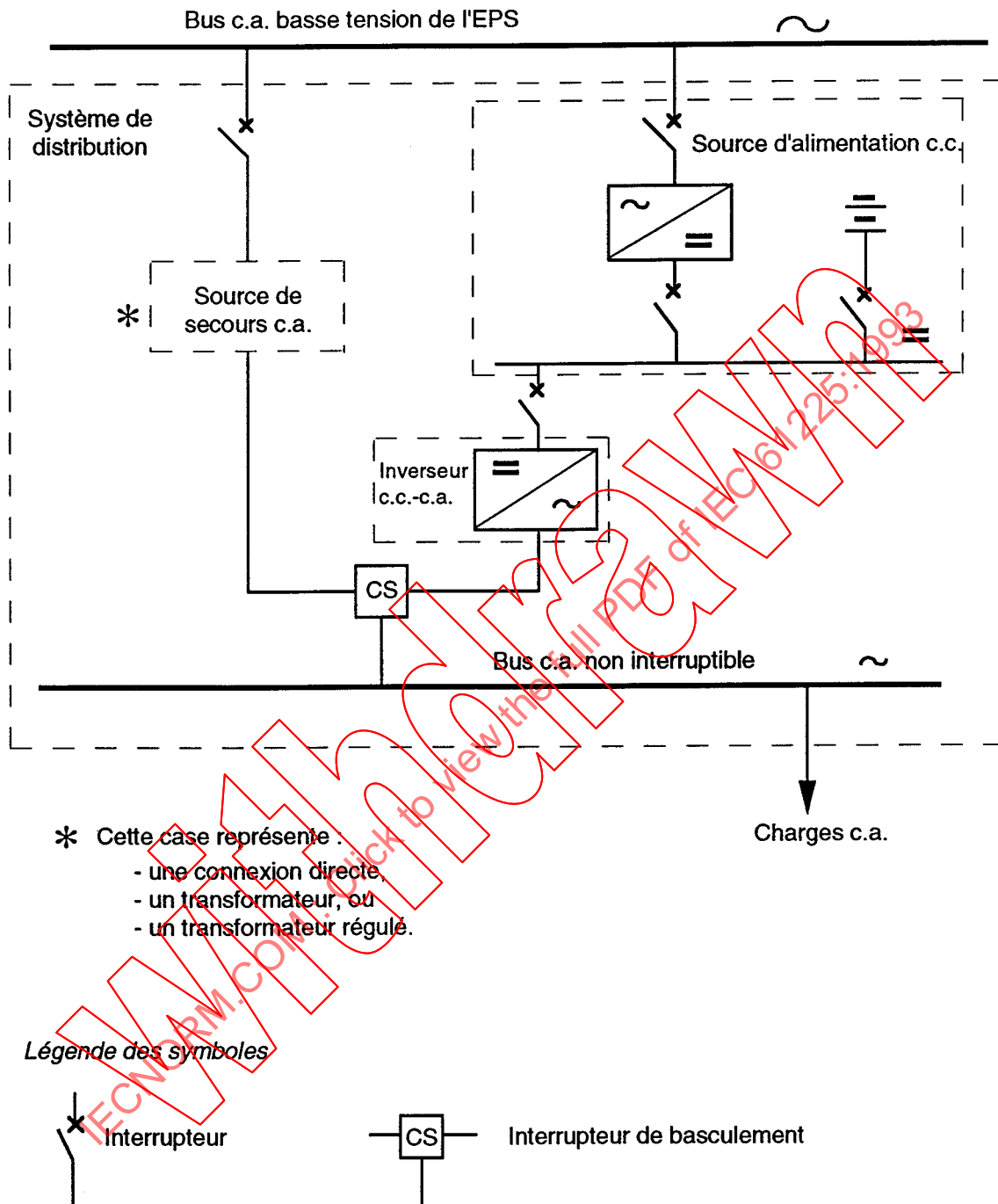


Figure 3 - Système d'alimentation c.a. non interruptible

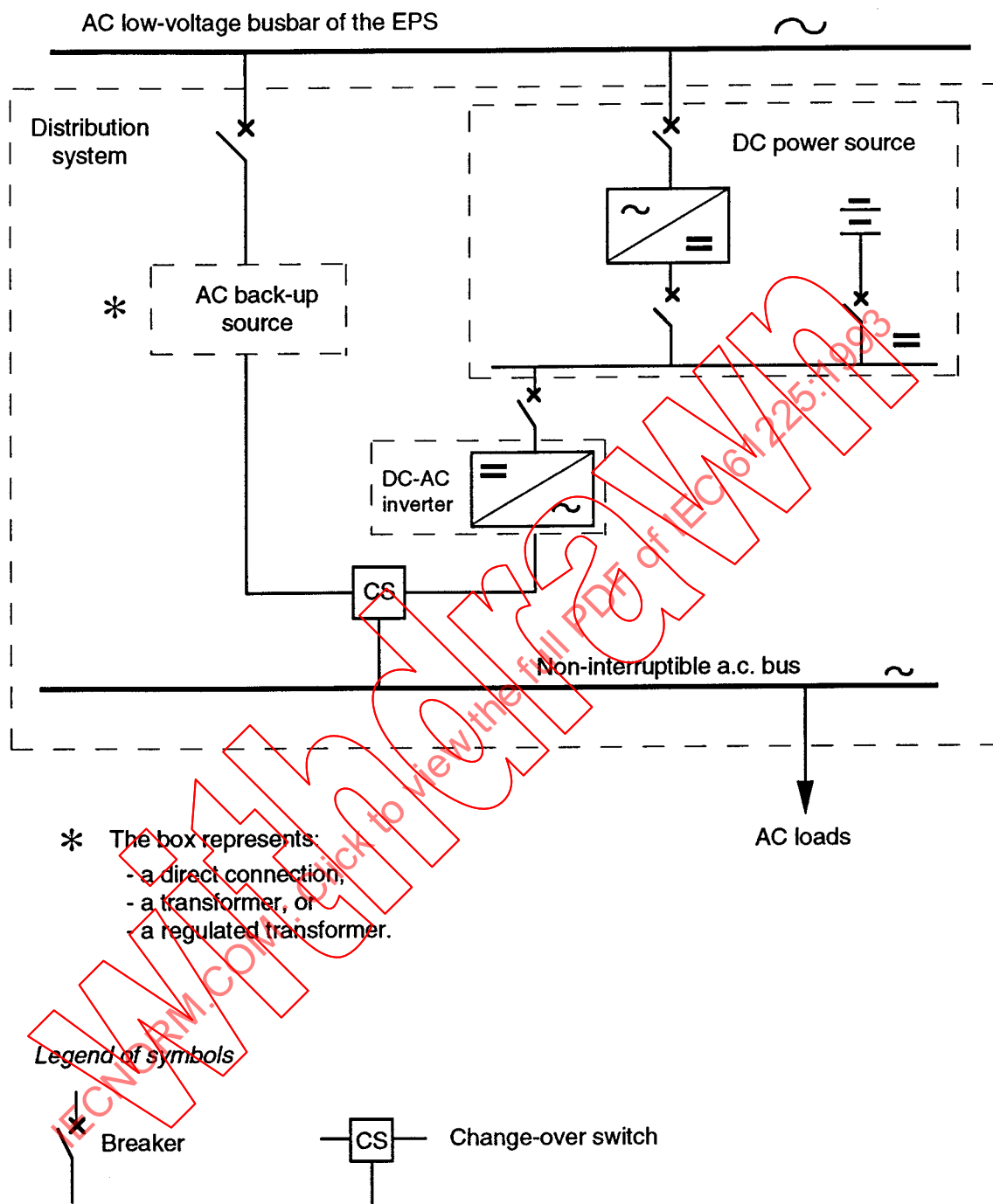
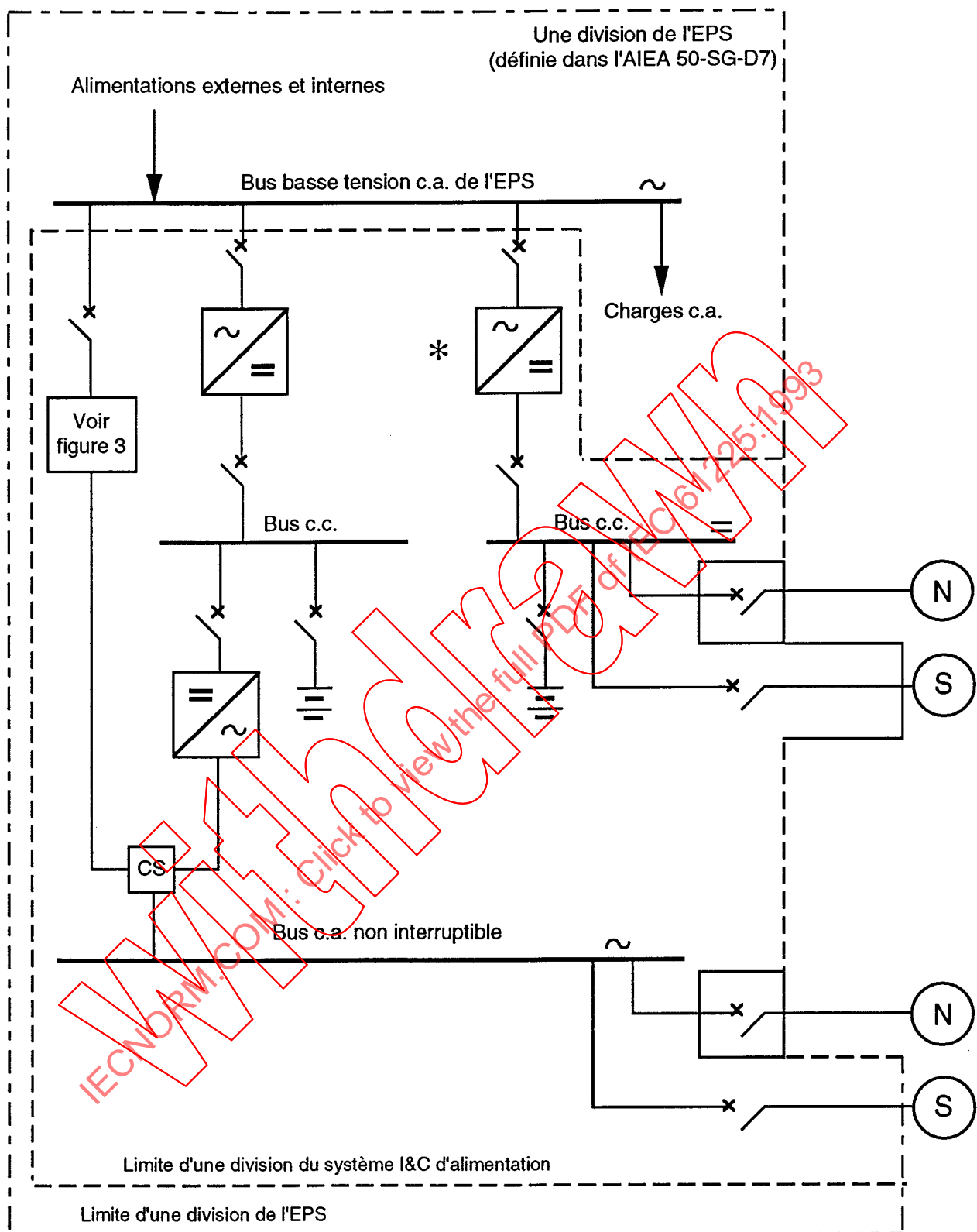
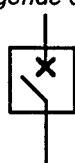


Figure 3 - Non-interruptible a.c. power system



Légende des symboles



Dispositif d'isolement



Interrupteur



Interrupteur de basculement

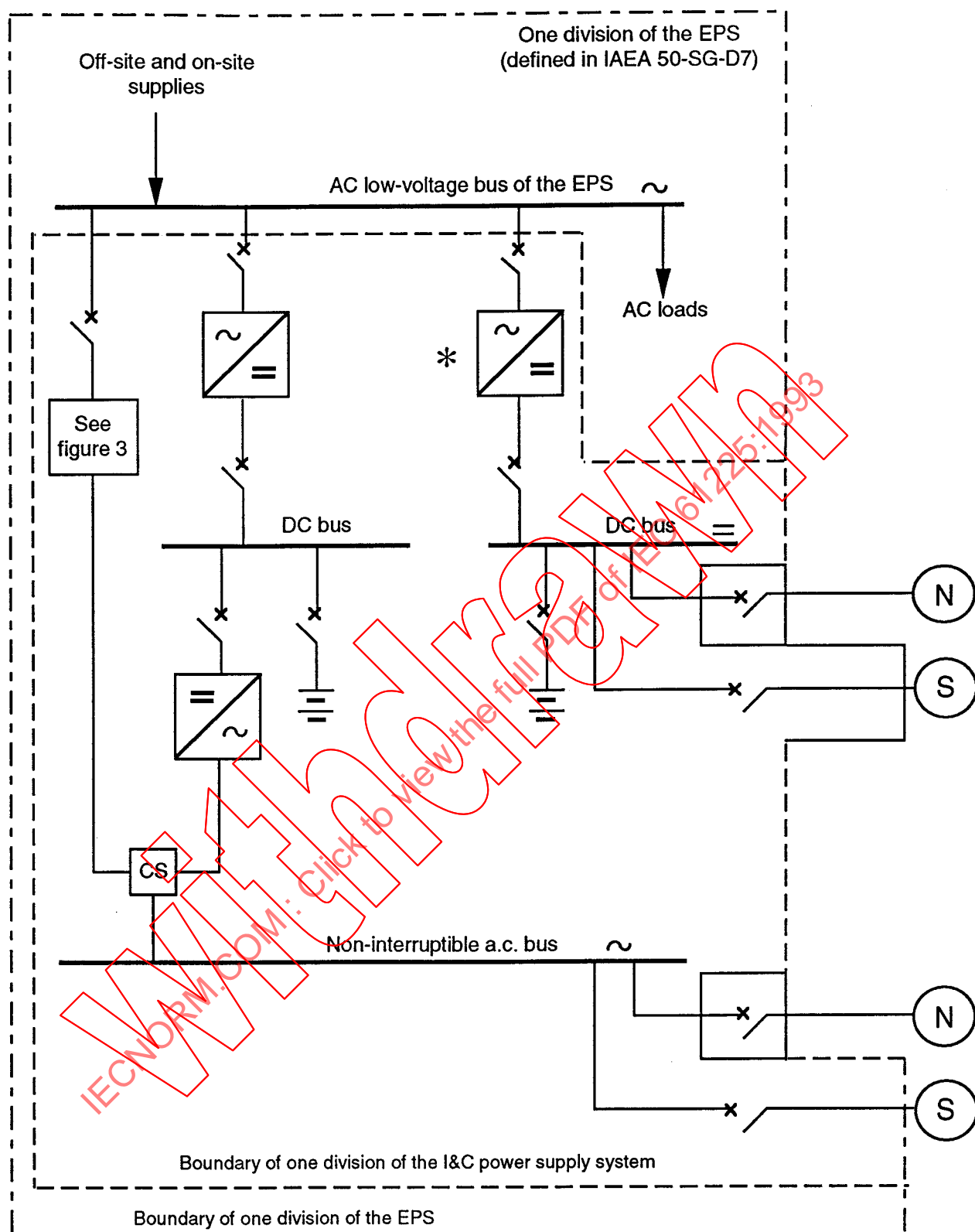


Charge du système de sécurité du chargement



Charge différente de celle du système de sécurité

Figure 4 - Une division du système I&C d'alimentation



Legend of symbols

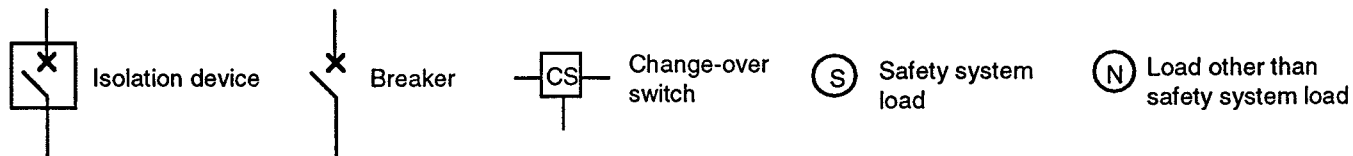


Figure 4 - One division of the I&C power supply system

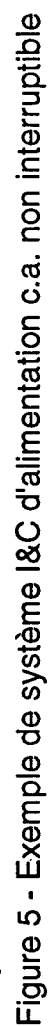


Figure 5 - Exemple de système I&C d'alimentation c.a. non interrompible

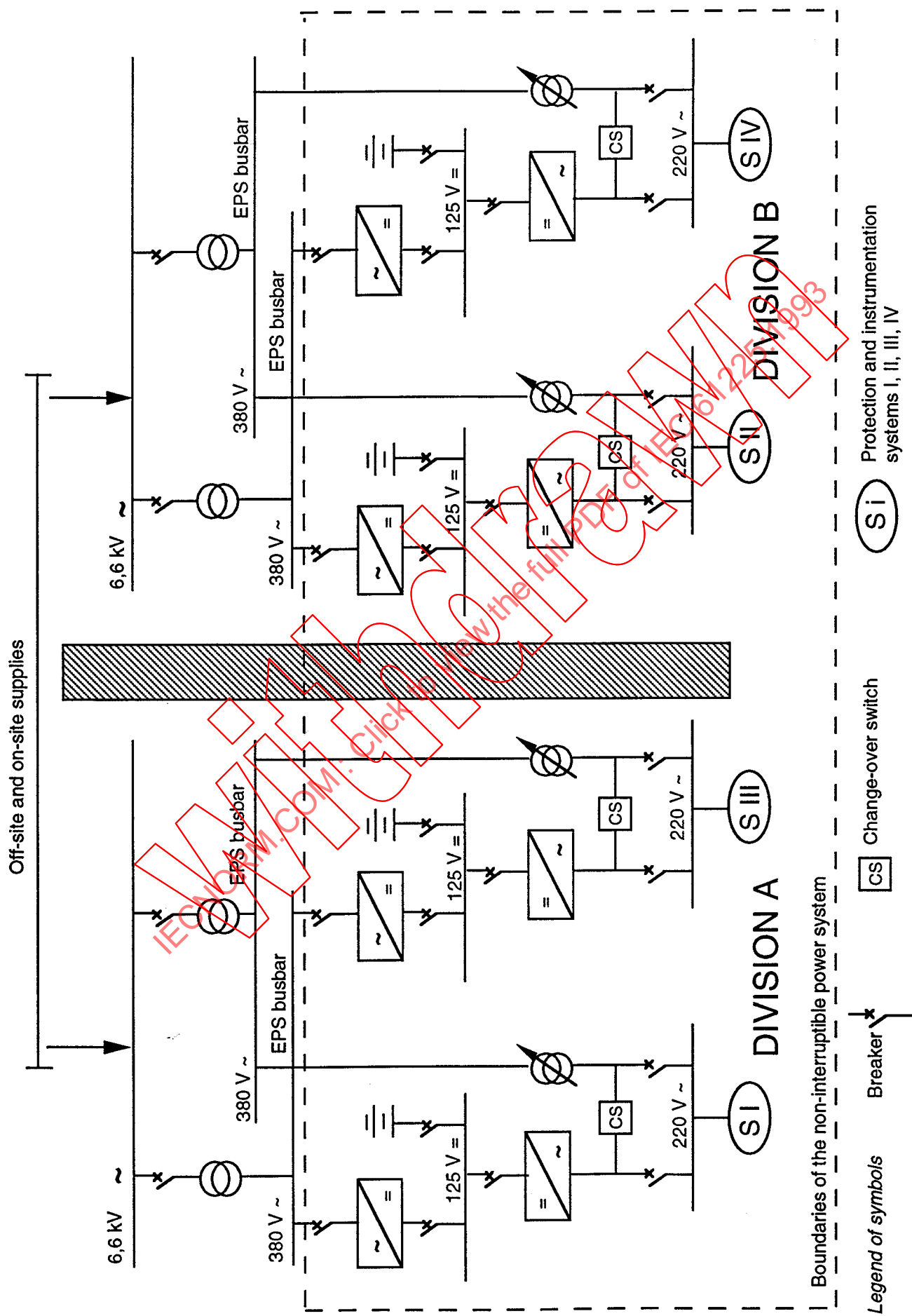


Figure 5 - Example of I&C non-interruptible a.c. power system

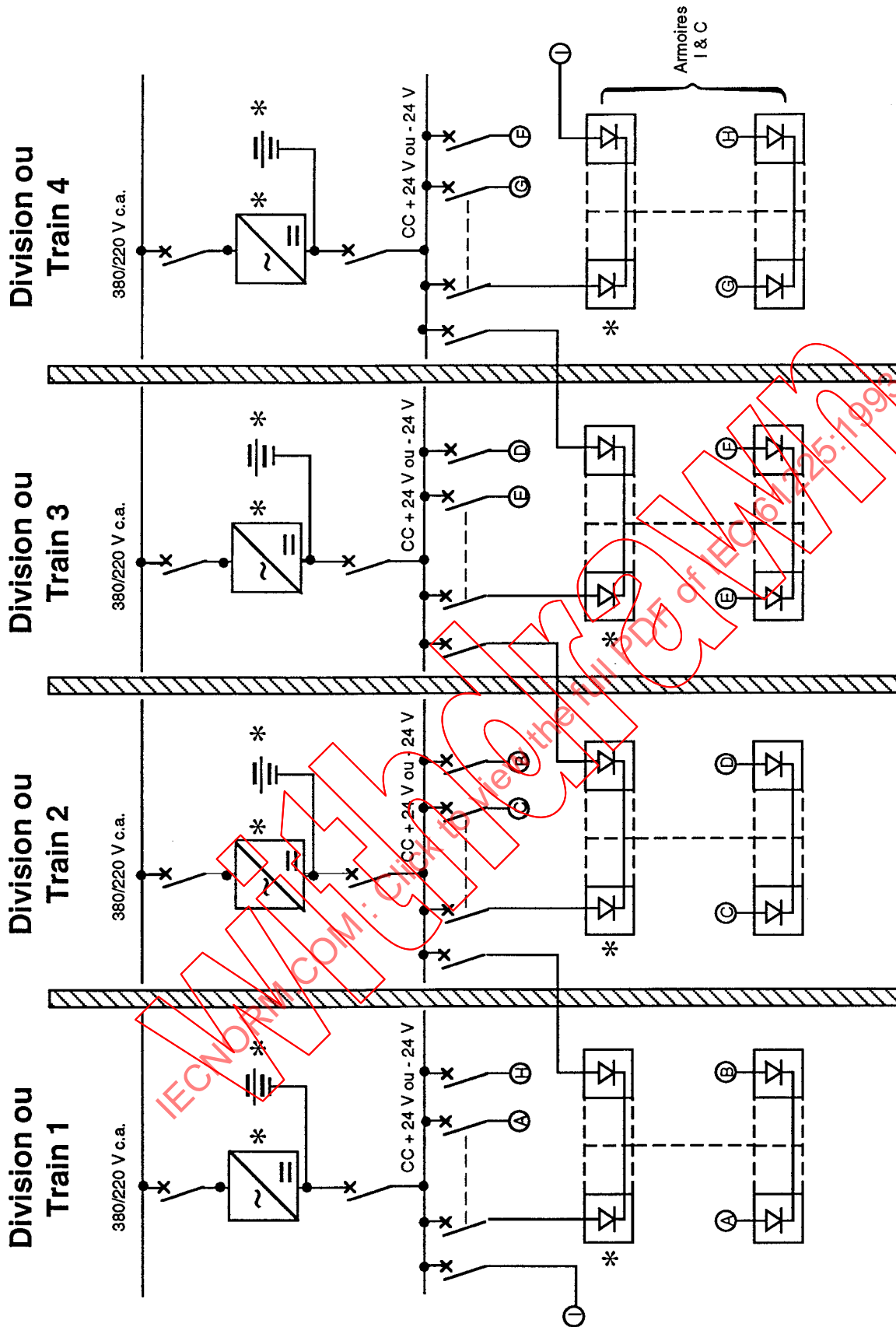


Figure 6 - Alimentation c.c. typique

* Cet exemple est tiré d'une centrale de puissance qui a deux systèmes correspondant à celui qui est présenté, l'un fonctionnant à + 24 V et l'autre à - 24 V.